



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Evaluación de riesgos por desastres naturales y eventos antrópicos en la Universidad
Nacional de Chimborazo Campus Norte Edison Riera

Trabajo de Titulación para optar por el título de Ingeniero Industrial

Autor:

Mosquera Olmedo, Nayely Yajaira

Tutor:

Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

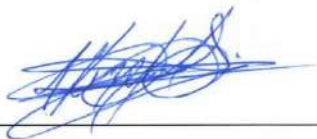
Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Mosquera Olmedo Nayely Yajaira** con cedula de ciudadanía 150126288-3, autora del trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE RIESGOS POR DESASTRES NATURALES Y EVENTOS ANTRÓPICOS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO CAMPUS NORTE EDISON RIERA”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor(a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

Riobamba, 29 de Junio del 2026



Nayely Yajaira Mosquera Olmedo
C.I: 1501262883

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Mgs. Manolo Alexander Córdova Suarez**, catedrático adscrito a la **Facultad de Ingeniería Industrial** por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado, **EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES Y EVENTO ANTRÓPICOS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO CAMPUS NORTE EDISON RIERA**, bajo la autoría de **Nayely Yajaira Mosquera Olmedo**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 12 días del mes de junio de 2026



Mgs. Manolo Alexander Córdova Suarez

TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “ **Evaluación de riesgos por desastres naturales y eventos antrópicos en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte Edison Riera**”, por **Mosquera Olmedo Nayely Yajaira**, con cédula de identidad número **1501262883**, bajo la tutoría de, **Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, a los 29 días del mes de junio del 2026.

Ing. Carlos Burgos Arcos, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



Eco. Juan Carlos Mancheno Ricaurte, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma



Ing. Vicente Soria Granizo Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



CERTIFICACIÓN

Que, **MOSQUERA OLMEDO NAYELY YAJAIRA** con CC: **1501262883**, estudiante de la Carrera **INGENIERIA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **EVALUACIÓN DE RIESGOS POR DESASTRES NATURALES Y EVENTOS ANTRÓPICOS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO CAMPUS NORTE EDISON RIERA**", cumple con el 8 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 12 de junio de 2026



Validez electrónica en PirasoRC.
Firmado digitalmente por:
**MANOLO ALEXANDER
CORDOVA SUAREZ**

MCs. Manolo Alexander Córdova

TUTOR(A)

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por ser mi luz en medio de la oscuridad, por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en cada etapa de este camino. Gracias por brindarme sabiduría, salud y la oportunidad de alcanzar una meta tan importante en mi vida profesional. A mi abuelito Juan Mosquera en el cielo, le dedico esta tesis por ser mi mayor inspiración en todos estos años, aunque físicamente ya no está conmigo, su recuerdo, sus enseñanzas y el amor que me brindó siguen iluminando mi camino. Este logro también es para él, porque sé que desde el cielo comparte mi alegría y se siente orgulloso de cada paso que doy, todos mis logros te los amerito a ti. Gracias por todo, te amo.

A mi padre, Orlando Mosquera con profundo amor y gratitud al hombre que ha sido para mí el ejemplo más claro de constancia, esfuerzo y disciplina. A través de su trabajo diario, me enseñó que los sueños no se alcanzan por casualidad, sino con sacrificio, responsabilidad y fe en uno mismo. Su fortaleza y su manera de enfrentar la vida ha sido una inspiración permanente en mi camino académico y personal.

A mi madre, Susana Olmedo el ser más hermoso que la vida me pudo haber dado, que es el significado de RESILIENCIA y AMOR, a ella quien estuvo en cada paso de mi vida sin importar qué tan pequeño o grande fuera mi logro, siempre me los aplaudió con las mismas fuerzas, con el alma llena de orgullo y la mirada llena de fe en mí. Gracias, mami, por ser mi hombro, oídos y voz cada que lo necesité, por ser y estar siempre, por ser ese refugio al que puedo volver. No me alcanza la vida para agradecerte, pero esta es una pequeña parte de lo mucho que te mereces. Si el amor pudiera medirse, el mío abarcaría lo eterno, no tiene bordes, tampoco conoce final y no cabe en ningún universo.

A mi querida hermana, Milene Mosquera, ejemplo de fuerza y resiliencia. A pesar de que nos separan millones de kilómetros siempre has estado presente en mi corazón. Gracias por tu cariño, tus palabras de aliento y por acompañarme desde lejos en cada paso de este camino, este logro también es tuyo, por ser mi inspiración constante.

A mi familia paterna, gracias por cada palabra de aliento, por esos pequeños grandes detalles y por recordarme siempre: *"Sigue adelante, flaca, que ya falta poco"*. A mis primos, gracias por creer en mí y acompañarme en este sueño. Hoy puedo decirles que lo logré, y este logro también les pertenece.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutor, **Ing. Manolo Córdova**, por su guía, paciencia, dedicación y valiosos conocimientos, que fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación. Su compromiso y acompañamiento durante todo el proceso académico me permitieron superar cada desafío y fortalecer mi formación profesional.

Asimismo, agradezco a los docentes que formaron parte de este proceso, quienes, con su experiencia, orientación y disposición para compartir sus conocimientos, contribuyeron significativamente al desarrollo de este trabajo. Sus aportes fueron esenciales para alcanzar los objetivos planteados y culminar con éxito esta etapa de mi vida académica.

A Lucky, mi fiel compañero, gracias por acompañarme durante este importante proceso. En los días de desvelo, estrés e incertidumbre, tu compañía y cariño incondicional fueron un gran consuelo. Aunque hoy ya no estás físicamente, tu recuerdo vivirá siempre en mi corazón. Este logro también es un homenaje a ti. Gracias, por tanto, mi querido Lucky. Siempre serás parte de esta historia.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de este sueño, por su amor incondicional, su comprensión, sus palabras de aliento y por acompañarme en cada semestre de este camino. Gracias por creer en mi incluso en los momentos de mayor incertidumbre y por recordarme que cada esfuerzo valía la pena.

A los amigos que hice en el camino, gracias por caminar a mi lado, por compartir alegrías, desafíos y aprendizajes. Sus consejos, su tiempo, sus experiencias y su apoyo incondicional hicieron que este recorrido fuera más llevadero. Cada conversación, cada palabra de ánimo y cada gesto de amistad dejaron una huella imborrable.

Finalmente, agradezco de manera muy especial a una persona que fue un apoyo invaluable durante este proceso. Gracias por creer en mí, acompañarme en los momentos más difíciles y recordarme que nunca debía rendirme. Este logro también lleva una parte de ti y siempre guardaré tu apoyo con profunda gratitud.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Antecedentes	15
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Formulación del problema	17
1.4. Justificación	17
1.5. Objetivos	18
<i>1.5.1. Objetivo General</i>	<i>18</i>
<i>1.5.2. Objetivos Específicos</i>	<i>19</i>
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Estado del Arte	20
2.2. Marco teórico	21
<i>2.2.1. Desastres naturales y eventos antrópicos</i>	<i>21</i>
<i>2.2.2. Riesgo</i>	<i>22</i>
<i>2.2.3. Norma ISO 31000:2018</i>	<i>23</i>
<i>2.2.4. Sistemas de información geográfica (SIG)</i>	<i>27</i>
<i>2.2.5. Modelo de Gestión para Emergencias del Sistema de Educación Superior</i>	<i>28</i>
<i>2.2.6. Resiliencia Institucional en la Educación Superior</i>	<i>29</i>
<i>2.2.7. Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Gestión de Riesgos</i>	<i>31</i>
<i>2.2.8. Evaluación de Riesgos y Análisis Multiamenazas</i>	<i>33</i>
<i>2.2.9. Planificación y Respuesta ante Emergencias</i>	<i>35</i>
<i>2.2.10. Vulnerabilidad y Exposición</i>	<i>37</i>

2.2.11. Políticas Públicas en Gestión de Riesgos en la Educación Superior	39
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	41
3.1. Tipo de Investigación	41
3.2. Enfoque de la investigación	41
3.3. Diseño de la investigación	42
3.4. Técnicas de Recolección de datos	43
3.4.1 Descripción metodológica	44
3.5. Identificación de riesgos	47
3.6. Procedimiento metodológico.....	48
3.7. Universo de estudio	49
3.8. Técnicas de análisis de datos.....	50
3.9. Criterios de Validez, Confiabilidad y Consideraciones Éticas	51
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1. Identificación de la zona crítica del Campus	52
4.2. Resultados del proceso	52
4.3. Definición de escenarios de riesgo	54
4.4. 1 Fundamentación de los niveles de riesgo	55
4.4. 2 Generación de los mapas de amenazas	57
4.4.3. Aplicación del Método Holístico de Cardona al Campus Norte "Edison Riera"	59
4.5. Análisis de amenazas por escenario Campus Norte "Edison Riera"	63
4.6. Mapa de amenaza	65
4.7. Representación espacial de amenazas mediante SIG	68
4.8. Evaluación del riesgo por escenarios.....	70
4.9. Análisis multi-amenaza	71
4.10. Lineamientos para el manual de respuesta	73
4.11. Manual de respuesta	75
4.11.1 Introducción.....	75
4.11.2 Alcance del manual.....	77
4.11.3 Marco Normativo	78
4.11.4 Contexto de la organización	79
4.11.5 Compromisos de la organización.....	79

<i>4.11.6 Estructura organizativa</i>	80
<i>4.11.7. Responsabilidades</i>	81
<i>4.11.8. Interacción con los procesos institucionales</i>	81
<i>4.11.9. Recursos</i>	81
<i>4.10.10. Comunicación interna y externa</i>	83
<i>4.11.11. Planificación de la operación</i>	84
<i>4.11.12. Ejecución de la operación</i>	86
<i>4.11.13. Seguimiento y evaluación</i>	93
<i>4.11.14. Acciones de mejora</i>	93
4.12. Planificación preventiva	94
<i>4.12.1 Programa de planificación preventiva- Sismos</i>	95
<i>4.12.2 Programa de planificación preventiva- Inundación</i>	96
<i>4.12.3 Programa de planificación preventiva- Robo</i>	97
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1. Discusión de resultados	98
5.2. Conclusiones	100
5.3. Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de caracterización de escenarios de riesgo en el Campus Norte	54
Tabla 2. Intervalos de criticidad y niveles crecientes de peligrosidad	56
Tabla 3. Obtención de valores normalizados y parámetros del riesgo institucional	58
Tabla 4. Criterio descriptivo para la evaluación de terrenos.....	59
Tabla 5. Descriptores de Riesgo Físico (RF)	59
Tabla 6. Descriptores de Fragilidad Social (FS) — Agravantes.....	60
Tabla 7. Descriptores de Falta de Resiliencia (FR) — Agravantes	60
Tabla 8. Matriz Comparativa	62
Tabla 9. Matriz de jerarquización de amenazas por escenarios en el Campus Norte	63
Tabla 10. Nivel de riesgo por escenario de amenazas en el Campus Norte “Edison Riera”	65
Tabla 11. Nivel de riesgo por lugares específicos Campus Norte “Edison Riera”	66
Tabla 12. Matriz de caracterización y problemas por interacción multi-amenaza en el Campus Norte	72
Tabla 13. Matriz de lineamientos operativos para la gestión de emergencias en el Campus Norte.....	74
Tabla 14. Matriz de lineamientos operativos para la gestión de emergencias en el Campus Norte.....	76
Tabla 15. Nivel de riesgo por escenario de amenazas en el Campus Norte	77
Tabla 16. Matriz de alcance operativo y beneficiarios del manual de respuesta.....	78
Tabla 17. Formato de mejora UNACH.....	94
Tabla 18. Planificación preventiva - Sismos.....	95
Tabla 19. Planificación preventiva - Inundación.....	96
Tabla 20. Planificación preventiva - Socioculturales.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desastres naturales y eventos antrópicos.....	22
Figura 2. Sistemas de información geográficos.....	28
Figura 3. Mapa de activación volcánica de Ecuador	32
Figura 4. Simulacro de emergencias en la UNACH	34
Figura 5. Capacitación de respuesta en la UNACH.....	35
Figura 6. Instalaciones Campus Norte “Edison Riera”	38
Figura 7. Esquema Metodológico de la Investigación	44
Figura 8. Campus Norte “Edison Riera”	53
Figura 10. Inundaciones localizadas del Campus Norte “Edison Riera”	69
Figura 11. Ficha de Procesos para el Campus Norte “Edison Riera”	75
Figura 12. Responsabilidades asignadas ante riesgos antrópicos	81
Figura 13. Planificación de la operación	84
Figura 14. Acciones a seguir en emergencias	85
Figura 15. Protocolo ante inundaciones en el Campus “Edison Riera”	87
Figura 16. Protocolo ante riesgo sísmico en el Campus “Edison Riera”	88
Figura 17. Protocolo ante riesgo de inundación en el Campus “Edison Riera”	89
Figura 18. Protocolo ante riesgo sociocultural-hurto en el Campus “Edison Riera”	90
Figura 19. Protocolo ante riesgo sociocultural-robo de bienes en el Campus “Edison Riera” ...	91
Figura 20. Protocolo ante riesgo sociocultural-robo a personas en el Campus “Edison Riera” ..	92
Figura 21. Recomendaciones generales y materiales de apoyo en el Campus “Edison Riera” ..	93

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los riesgos originados por desastres naturales e incidentes antrópicos en la Universidad Nacional de Chimborazo, Campus Norte “Edison Riera”, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los lineamientos contemplados en la norma ISO 31000:2018, para contribuir con el fortalecimiento institucional de respuesta frente a eventos adversos. La investigación fue de tipo descriptiva y exploratoria, con un enfoque mixto, un diseño no experimental y una estrategia transversal, en el desarrollo del estudio se ejecutaron técnicas de: revisión documental, análisis espacial y cartografía temática mediante ArcGIS, combinando información geoespacial en relación con amenazas, vulnerabilidad y exposición. Los resultados obtenidos identificaron las amenazas de peligro en el campus: sismos, inundaciones y sociocultural (robos y hurtos), el análisis evidenció que la amenaza sísmica constituye el riesgo dominante, alcanzando niveles de peligrosidad muy alta (76–100 %), mientras que las inundaciones presentaron baja incidencia y las amenazas socioculturales niveles medio-altos, se determinaron las zonas críticas y niveles de vulnerabilidad del campus universitario. Finalmente, se elaboró un manual de respuesta situacional ante emergencias que incorpora protocolos operativos, medidas preventivas y lineamientos institucionales orientados a fortalecer la resiliencia y la gestión integral del riesgo en la comunidad universitaria.

Palabras claves: GESTIÓN DE RIESGOS , SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ISO 31000:2018 , ANÁLISIS MULTIAMENAZAS , RESILIENCIA INSTITUCIONAL

ABSTRACT

This research aimed to analyze the risks arising from natural disasters and human-caused incidents at the National University of Chimborazo, “Edison Riera” North Campus, using Geographic Information Systems (GIS) and the guidelines established in ISO 31000:2018, in order to contribute to strengthening the institution’s response to adverse events. The study was descriptive and exploratory, with a mixed-methods approach, a non-experimental design, and a cross-sectional strategy. It employed techniques such as document review, spatial analysis, and thematic mapping using ArcGIS, combining geospatial information related to hazards, vulnerability, and exposure. The results allowed for the identification of hazards on campus, including earthquakes, floods, and sociocultural threats such as theft and robbery. The analysis revealed that seismic activity constitutes the dominant risk, reaching very high hazard levels (76–100%), while floods presented a low incidence and sociocultural threats showed medium-to-high levels. Critical zones and vulnerability levels within the university campus were also determined. Finally, a situational emergency response manual was developed, incorporating operational protocols, preventive measures, and institutional guidelines aimed at strengthening resilience and comprehensive risk management within the university community.

Keywords: RISK MANAGEMENT, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, ISO 31000:2018, MULTI-HAZARD ANALYSIS, INSTITUTIONAL RESILIENCE



Revised by
Mario N. Salazar
0604069781

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La evaluación de riesgos derivados de desastres naturales y de eventos de origen antrópico en entornos universitarios ha pasado a ser una de las prioridades para mejorar la seguridad y la capacidad de respuesta ante emergencias en este sentido, los Sistemas de Información Geográficas (SIG) han constituido el recurso que posibilita una aproximación concreta y efectiva para identificar, analizar y gestionar los riesgos. Los SIG son herramientas para la gestión del riesgo que permiten representar visual y literalmente las amenazas naturales, tales como sismos, inundaciones o volcanismo, así como los riesgos antrópicos como: explosiones y peligros socioculturales. En la normativa ISO 31000:2018, la gestión de riesgos es un proceso continuo y adaptativo en el que se estima el impacto que pueden producir distintas amenazas y se plantean estrategias preventivas y de mitigación [1].

La literatura científica enfatiza que la integración de sistemas de información geográfica (SIG) no es sólo una posibilidad técnica, sino también un elemento fundamental de la gestión de riesgos moderna. En este sentido, Mukul et al. [2] enfatizan que los SIG sirven como ejes estratégicos en la planificación de desastres porque ofrecen la capacidad analítica necesaria para mapear con precisión las amenazas y evaluar ciertas vulnerabilidades ambientales. Además de generar mapas, esta tecnología permite a los tomadores de decisiones obtener una conciencia situacional ante desastres mucho más clara en momentos críticos evitando acciones riesgosas. La integración de datos geoespaciales en tiempo real promueve una respuesta coordinada y eficaz, que no solo ayuda a salvar vidas en caso de emergencia, sino que también acelera significativamente los procesos de mitigación y recuperación en las zonas afectadas [2].

La aplicación de métodos de evaluación de riesgos en los lugares de educación superior se pone de manifiesto en la literatura científica, particularmente mediante la utilización de matrices de riesgo que permiten clasificar, priorizar o jerarquizar amenazas. Un ejemplo de ello se presenta en el estudio de Loja Guevara y Márquez [3], el cual expone datos de la gestión y evaluación de riesgos de salud, seguridad y medioambiente en un entorno universitario. Mediante el análisis de la probabilidad de ocurrencia y el impacto o gravedad potencial, este enfoque permite priorizar los riesgos e implementar medidas de control para atenuar y prevenir daños en las instalaciones de los

campus. Este método es de gran utilidad para identificar riesgos críticos y, al mismo tiempo, orientar de manera estratégica la elaboración de planes de acción y protocolos de respuesta específicos que garanticen la protección integral de la comunidad universitaria frente a contingencias y eventos adversos [4]

En la Universidad Nacional de Chimborazo, como en todas las instituciones de educación superior, la evaluación de los riesgos provocados por los desastres naturales y los riesgos provocados por los eventos antropogénicos es un tema de especial importancia para la comunidad universitaria, en este sentido las matrices de riesgo: ambientales como laborales constituyen una herramienta de gran utilidad a la hora de evaluar y agrupar los peligros, adicional permiten establecer la posibilidad de prever y reducir los riesgos derivados del impacto en la institución. La evaluación de riesgos en los centros educativos es un proceso dinámico que se adecua de forma continua a las variaciones del entorno y de nuevas amenazas, así como a las capacidades tecnológicas disponibles, las instituciones de educación superior se sienten desbordadas por el riesgo de desastre ante la insuficiencia de su infraestructura, una planificación escasa o la falta de preparación, lo que lleva a necesidades de intervención integral que recogen la utilización de la tecnología, protocolos y estrategias de resiliencia institucional, como el estudio efectuado por Mohammed et al. [5], que ofrece una visión general sobre la preparación de la respuesta ante el desastre de las universidades por ello la planificación estratégica, junto a la puesta en marcha de acciones excluidas de la gestión del riesgo, contribuyen de forma clara a dar respuesta a la mejora de la resiliencia, reducción de vulnerabilidades y a la capacidad para dar respuesta ante fenómenos naturales o antrópicos [5].

En base a los trabajos expuestos anteriormente se plantea el desarrollo del presente tema de titulación “Evaluación de riesgos por desastres naturales y eventos antrópicos en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte Edison Riera” con el objetivo de evitar que se produzcan impactos directos derivados de los fenómenos, adicional se contribuye a mitigar las consecuencias a largo plazo en cuanto a pérdidas materiales y del bienestar humano, lo que resulta ser una condición necesaria para que exista la continuidad operativa y la seguridad del bienestar de la comunidad de educación superior.

1.2. Planteamiento del problema

La Universidad Nacional de Chimborazo, localizada en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador, es una de las universidades superiores más relevantes de la Región, el

Campus Norte "Edison Riera" es el campus más grande y significativo de la universidad ya que cuenta con tres de las cuatro facultades y las dependencias administrativas más importantes, este Campus tiene una superficie aproximada de 11,76 hectáreas y en cuyas instalaciones se desenvuelven alrededor de 10000 estudiantes matriculados por periodo académico [6] adicionalmente al personal docente, administrativo y de servicios que operan en sus instalaciones, lo cual condensa una cantidad importante de infraestructura y personas, incrementando la necesidad de gestionar adecuadamente las estrategias para la gestión de los riesgos.

Durante los últimos años se ha evidenciado un incremento en el número de casos de desastres naturales como: sismos, erupciones volcánicas, inundaciones, así como también de desastres antrópicos entre los que se encuentran: explosiones, accidentes, desastres tecnológicos o conflictos socioculturales, estos desastres pueden poner en riesgo la vida de las personas dentro de las instituciones y un posible riesgo para la seguridad de la comunidad universitaria e infraestructura institucional.

Bajo este contexto la Universidad Nacional de Chimborazo presenta un reto de fortalecer su capacidad de respuesta institucional ante emergencias, porque la ausencia y la aplicación limitada de herramientas sistemáticas de evaluación de riesgos pueden generar vulnerabilidad frente a eventos adversos; como consecuencia de la carencia de un análisis de riesgo ante la ausencia de amenaza, vulnerabilidad y exposición sobre las áreas de riesgo del campus ya que esa falta de un adecuado análisis no permite la definición de las áreas críticas, ni de la puesta en práctica de evaluaciones obligatorias que midan la reducción de riesgos o la definición de la adecuación de medidas preventivas o de mitigación.

1.3. Formulación del problema

- ¿Cuáles son los riesgos por desastres naturales y eventos antrópicos en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte "Edison Riera", que pueden evaluarse y gestionarse utilizando Sistemas de Información Geográficos (SIG) con base en la ISO 31000, para optimizar la capacidad de respuesta ante emergencias y mejorar la preparación institucional?

1.4. Justificación

La Universidad Nacional de Chimborazo, Campus Norte "Edison Riera", está colocada en un área geográficamente insegura y vulnerable a los peligros naturales como sismos, erupciones volcánicas, terremotos, entre otros y los peligros antrópicos como pueden ser : hurtos, robos,

explosiones convirtiéndolos en una amenaza incesante para la seguridad de la comunidad universitaria y sus infraestructuras. La tendencia al aumento de desastres naturales, el cambio climático y la existencia de riesgos humanos hacen necesario una implementación urgente de un sistema de gestión de riesgos que permita a la Universidad Nacional de Chimborazo, Campus Norte "Edison Riera", lograr disminuir su vulnerabilidad y aumentar su capacidad de respuesta.

La elaboración del presente trabajo de titulación constituye un importante aporte en la consolidación de los mecanismos de evaluación, monitoreo y reacción de eventos adversos que pongan en riesgo la seguridad de la comunidad universitaria y la seguridad de los espacios, por esta razón, se propone la gestión integral de riesgo, no restringida únicamente a la aplicación de las normas internacionales de referencia como la ISO 31000:2018, sino que también se apoya en las exigencias que establece la normativa nacional que obliga a establecer planes de seguridad y protección para las comunidades. La normativa establece que la aplicación de la ISO 31000 permite el cumplimiento de las normas que garantizan la seguridad en espacios de educación mediante la identificación, análisis y control de los riesgos, mediante la aplicación de planes de acción ajustados a la normativa nacional y local el cual es el ente encargado de vigilar la seguridad en las instituciones de educación.

El empleo de Sistemas de Información Geográficos (SIG) resulta ser una herramienta fundamental para realizar la valoración de los peligros existentes en la UNACH, ya que este tipo de sistemas permite no sólo localizar adecuadamente los espacios vulnerables, observar las amenazas y vulnerabilidades, así como contar con información geoespacial precisa y oportuna que propicia la toma de decisiones informadas, adicional este trabajo es un modelo de referencia viable a otras universidades dispuestas a poner en marcha un sistema de gestión de riesgos fundamentados, legalmente eficaz, así esta investigación mejora la seguridad y resiliencia de las universidades y favorece la preparación de las comunidades educativas para enfrentarse a los problemas generados por los desastres naturales y los eventos provocados por el ser humano.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Evaluar los riesgos por desastres naturales y eventos antrópicos en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte "Edison Riera" utilizando sistemas de información geográficos según la ISO 31000 para mejorar la capacidad de respuesta de la comunidad Universitaria ante eventos no deseados.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar los riesgos por amenazas naturales (sismos, activación volcánica, inundaciones) y riesgos antrópicos (explosión, socio cultural) en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte “Edison Riera” utilizando sistemas de información geográfico para identificar el nivel de criticidad y proceder a la evaluación.
- Evaluar los riesgos por amenazas naturales y eventos antrópicos utilizando análisis multiamenazas, para reducir el impacto en las personas e instalaciones en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte “Edison Riera”.
- Elaborar el manual de respuestas situacional ante emergencias por amenazas naturales y riesgos antrópicos en la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte “Edison Riera” determinados con los niveles de riesgos críticos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del Arte

La gestión de riesgo por desastres naturales y antrópicos ha avanzado significativamente y se ha consolidado como un componente clave de las políticas de seguridad institucional y ello también en el ámbito de la educación superior. En el ámbito universitario, la literatura apunta a la necesidad de fortalecer la resiliencia y la preparación institucional mediante estructuras organizadas de gestión de riesgo y preparación que entienden el riesgo tanto en términos de amenazas naturales, así como de riesgos antrópicos.

De acuerdo con Alburo [7], realizó una revisión sobre la preparación ante emergencias de universidades y si bien se considera necesaria la existencia de mecanismos de respuesta y de reducción del riesgo, también señala que existe un importante margen de mejora en las políticas para la resiliencia y la preparación en el ámbito educativo [7].

Bajo este criterio, la forma en que los estudiantes perciben la seguridad en su entorno influye directamente en su capacidad de respuesta. Así lo demuestran Amoah et al. [8], al argumentar que una comprensión clara de la gestión de riesgos y de los planes de emergencia se traduce en una comunidad estudiantil mucho mejor preparada ante cualquier eventualidad. Saber que existen medidas de mitigación y conocerlas genera confianza y resiliencia; sin embargo, los autores también advierten que no basta con tener los planes sobre el papel. Las universidades tienen el reto constante de reforzar sus programas de capacitación y actualizar sus protocolos institucionales, asegurando que la cultura de prevención realmente cale en toda la comunidad universitaria [8].

Con respecto a la forma de gestionar el riesgo en un contexto educativo, la literatura también apunta que el abordaje debe ser holístico y de carácter multisectorial, incluyendo no solo a las instituciones educativas, sino también a las comunidades en torno a ellas y los organismos de gestión pública, el Programa Mundial para la Reducción de los Riesgos el mismo que promueve que las instituciones educativas sean incluidas de forma explícita en los planes de acción, viendo entonces a las instituciones educativas no solo como entidades destinatarias de desastres, sino también como espacios de sensibilización y formación en función de la puesta en preparación de la comunidad [9].

La literatura revisada permite establecer que la gestión de riesgo en la educación superior todavía encuentra barreras importantes, esto es, la falta de las políticas institucionales sostenidas,

la ausencia de sistemas de alerta temprana, la falta de implicación bien entendida en la participación de todos los componentes que conforman la comunidad universitaria, aunque proclama que son necesarios enfoques más integrados que se ocupen de los determinantes naturales y antropogénicos al mismo tiempo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Desastres naturales y eventos antrópicos

Para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y garantizar la continuidad de las actividades institucionales, es importante separar claramente los factores que amenazan la seguridad ambiental. Según Al-Dahash et al. [10], la categorización precisa de las amenazas no sólo optimiza la asignación de recursos en los planes de contingencia, sino que también permite separar las dinámicas de origen ambiental de las fallas de la acción humana, lo que sienta las bases para una gestión de riesgos verdaderamente integral. Desde esta perspectiva, los peligros que acechan a las organizaciones y a la sociedad se estructuran en dos aspectos principales, que se explican a continuación:

Desastres naturales: Se entienden como eventos repentinos y disruptivos que provocan pérdidas humanas, así como severos daños materiales y sociales que superan por completo la capacidad de respuesta inmediata de las comunidades afectadas. Estos escenarios suelen desencadenarse por fenómenos de origen físico o geológico, tales como movimientos sísmicos, tormentas extremas, inundaciones masivas o actividad volcánica. No obstante, la investigación contemporánea enfatiza que un desastre no se configura únicamente por la fuerza del fenómeno natural en sí; su verdadera magnitud y gravedad son el resultado directo de la convergencia crítica entre la intensidad del evento, el nivel de exposición de los asentamientos y las condiciones preexistentes de vulnerabilidad socioeconómica e institucional [11].

Eventos antrópicos: Corresponden a aquellos incidentes o crisis provocados, de manera directa o indirecta, por la actividad, la negligencia o el desarrollo tecnológico del ser humano. En esta categoría se inscriben las explosiones industriales, las fallas tecnológicas, los colapsos de infraestructura y las alteraciones drásticas en el uso del suelo. Estos eventos poseen el potencial de interactuar negativamente con los peligros de la naturaleza o, en su defecto, generar impactos ambientales y estructurales severos de forma autónoma. Al respecto, Aven [12] argumenta que los procesos antropogénicos modernos no solo crean nuevos riesgos, sino que actúan como amplificadores sistémicos; las actividades humanas desreguladas alteran la frecuencia y

recrudescen la severidad de las amenazas ambientales locales, transformando dinámicas territoriales estables en zonas de alta criticidad en el tiempo.



Figura 1. Desastres naturales y eventos antrópicos

Fuente: WordPress, 2025

2.2.2. Riesgo

El concepto de riesgo se define básicamente como la probabilidad de experimentar pérdidas humanas, materiales o socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado. El riesgo está lejos de ser un factor aislado, sino que se configura a partir de una interacción dinámica y simultánea entre tres componentes esenciales: la existencia de una amenaza (tanto natural como provocada por el hombre), el nivel de exposición de los elementos vulnerables y las condiciones características de vulnerabilidad en una sociedad o una organización [13].

Esta interdependencia matemática y social deja claro que la mera existencia de un peligro no se traduce automáticamente en un desastre. Un desastre sólo ocurre cuando la amenaza afecta un ambiente con alta susceptibilidad y baja capacidad de adaptación. Por este motivo, Scolobig et al. [14] sostienen que la identificación temprana de riesgos, el análisis riguroso y la cuantificación no son sólo ejercicios de diagnóstico, sino herramientas estratégicas indispensables. Estos procesos forman la base operativa para desarrollar políticas de prevención efectivas, optimizar la toma de decisiones institucionales y estructurar planes de respuesta que minimicen el impacto de eventos adversos.

2.2.3. Norma ISO 31000:2018

La norma ISO 31000:2018, establece un conjunto de principios, directrices y de proceso para la gestión de riesgos en organizaciones de todo tipo y tamaño, que se orienta principalmente a ayudar a las organizaciones a la identificación, análisis, evaluación y tratamiento de los riesgos que puedan afectar al cumplimiento de sus objetivos estratégicos y operativos. El uso de esta norma permite mejorar la toma de decisiones, la planificación institucional y una cultura organizacional de la prevención y la adecuada gestión de los riesgos [1].

Diversos trabajos de investigación indican que la normativa ISO 31000 es uno de los métodos de trabajo usuales para sistematizar los procesos de gestión de riesgos en una organización, ya sea pública o privada, ya que ofrece directrices específicas para localizar las amenazas, para analizar y para establecer las estrategias de mitigación mismas que servirán para mejorar la resiliencia institucional [15].

En el contexto de la Universidad Nacional de Chimborazo, resalta la necesidad de implementar este proceso para identificar y valorar las amenazas que pueden afectar al Campus Norte “Edison Riera” relacionadas con los desastres de origen natural y de origen antrópico, con la finalidad de potenciar la planificación institucional y la respuesta ante emergencias. El proceso de gestión de riesgos está constituido por las etapas siguientes:

1.- Establecimiento del contexto: en esta etapa se define el contexto interno y externo de la organización y los criterios que habrán de aplicarse para la evaluación de los riesgos, se considera la importancia del contexto organizacional, de los objetivos institucionales y de las condiciones, límites vigentes en el medio ambiente [1].

De acuerdo con ciertas investigaciones sobre la aplicación de la normativa ISO 31000, el establecimiento del contexto conlleva conocer el entorno donde se desarrolla una organización y establecer los criterios requeridos para evaluar de forma eficaz los riesgos que podrían afectar sus funciones [16]. En la Universidad Nacional de Chimborazo, el establecimiento del contexto implica evaluar las características tanto físicas como funcionales del Campus Norte “Edison Riera”: infraestructura, disposición del espacio, número de estudiantes, personal académico y administrativo o las condiciones geográficas y ambientales del lugar donde se desarrolla la actividad de la universidad.

2.- Identificación de riesgos: Es la etapa donde una entidad reconoce los eventos que podrían influir para que no logren cumplir sus objetivos institucionales, en esta etapa dentro de la

gestión del riesgo por desastres donde permite el reconocimiento de amenazas naturales tales como: sismos, erupciones, inundaciones, pero también puede ocurrir con eventos antrópicos, tales como explosiones o disturbios [1].

En esta fase se examinan las potenciales fuentes de riesgo, los eventos que podrían desencadenarse y las consecuencias que los mismos podrían producir. La identificación de riesgos exige pensar en factores tanto internos como externos que pueden poner en riesgo a la institución, así como el contexto de la gestión de riesgos de desastres, esta fase permite la identificación de amenazas de origen natural, tales como: sismos, erupciones volcánicas, inundaciones o amenazas de origen antropogénico, como explosiones, incendios, accidentes tecnológicos o disturbios socioculturales.

En el marco de la gestión de riesgos, la identificación oportuna de las amenazas es una de las etapas más críticas y decisivas de la estabilidad institucional. Al ser conscientes de los eventos internos o externos que pueden alterar las actividades organizacionales, podemos desarrollar estrategias de mitigación verdaderamente oportunas y efectivas [17]. En este sentido, este trabajo se enfoca en la identificación de riesgos de manera localizada y específica para determinar los posibles peligros que pueden afectar a la Universidad Nacional de Chimborazo, especialmente en el campus norte de “Edison Riera”. Para obtener un diagnóstico certero y contextualizado a la realidad, este análisis toma en cuenta no sólo las características geográficas e hidrometeorológicas de su entorno, sino también la complejidad de las actividades académicas, administrativas y de laboratorio que se desarrollan diariamente en el campus

3.- Análisis de riesgos: Es la etapa donde se analiza el carácter del riesgo y se determina el nivel de riesgo en función de la probabilidad de ocurrencia, este análisis permite entender la severidad de cada uno de los riesgos que se han identificado [1].

En el caso de la Universidad Nacional de Chimborazo, el análisis de riesgos permite evaluar el impacto potencial que diferentes eventos no deseados podrían tener sobre: infraestructura universitaria, población universitaria y desarrollo de las actividades académicas, de la misma manera que el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite analizar la distribución de las amenazas dentro del campus universitario, facilitando identificar las zonas que presentan un mayor nivel de exposición frente al riesgo.

4.- Evaluación de riesgos: La evaluación consiste en cotejar los resultados de la valoración de riesgos con los criterios propuestos, para decidir cuáles de los riesgos identificados necesitaran un tratamiento prioritario, clasificando los riesgos detectados, según su nivel de criticidad (ISO 31000, 2018).

Durante el desarrollo de esta etapa los riesgos son clasificados en función de su criticidad, permitiendo la jerarquización de los mismos de cara a la toma de decisiones y a la necesaria movilización de los recursos a ser utilizados para gestionar el riesgo, la evaluación de riesgos permite jerarquizar todos los riesgos que han sido identificados y decidir cuáles han de ser controlados mediante estrategias de control a ser mitigados o una estrategia más preventiva, cuando se trata de hechos altamente adversos en términos de la probabilidad de ocurrencia y la eventualidad de la presencia de estos [18].

En el caso de la Universidad Nacional de Chimborazo la evaluación de riesgos tiene por objeto identificar aquellos sectores del Campus Norte “Edison Riera” más vulnerables a diferentes tipos de amenazas, esta evaluación es útil y necesaria para fijar planes de prevención, mitigación, respuesta y gestión de emergencia.

5.- Tratamiento del riesgo: En la fase de tratamiento hay que definir las estrategias para: reducir, evitar, transferir o aceptar los riesgos identificados mediante medidas preventivas, correctivas o de mitigación [1], para reforzar la respuesta de los organismos frente a las situaciones de emergencia el tratamiento del riesgo permite reducir los efectos no deseados ante una emergencia presentada [19].

De manera particular en la Universidad Nacional de Chimborazo campus Norte, se diseñó mapas de amenazas ante los peligros detectados, el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana y la elaboración de gestión preventiva.

6.- Monitoreo y revisión: El proceso de gestión de riesgos tiene que ser continuamente monitoreado para comprobar su adecuación, se puede identificar si han existido cambios en las amenazas, las vulnerabilidades o las condiciones del entorno [1].

El monitoreo constante y seguimiento del proceso de gestión de riesgos permite incrementar la capacidad de adaptación de las organizaciones ante las variaciones que experimentan los ámbitos y garantizar la eficacia de los mecanismos que permiten llevar a cabo la gestión de riesgos [16], en lo referente a la Universidad Nacional de Chimborazo, el seguimiento permite verificar si las acciones de gestión de riesgos que se realizan en el Campus Norte “Edison

Riera” siguen siendo efectivas frente a las condiciones cambiantes del entorno y la evolución de las amenazas existentes en la región.

7.- Comunicación y consulta: A lo largo de todo el ciclo de gestión, es fundamental promover un diálogo constante entre los tomadores de decisiones y los diversos sectores de la institución. Este intercambio no solo garantiza una comprensión profunda de las amenazas, sino que fundamenta la formulación de políticas institucionales más sólidas y legítimas. Al respecto, Leal Filho et al. [20] sostienen que la gestión de riesgos en universidades debe trascender lo técnico para convertirse en un proceso socialmente inclusivo, donde la participación de los grupos de interés fortalece la resiliencia ante eventos disruptivos.

La implementación de este procedimiento permite estructurar la gestión de riesgos de manera sistemática, facilitando que las autoridades y los representantes de la comunidad intercambien información crítica en tiempo real. En el contexto de la Universidad Nacional de Chimborazo, la comunicación y la consulta cobran vida mediante el involucramiento del personal docente, administrativo y, de manera especial, del estamento estudiantil. Este enfoque colaborativo no solo ayuda a identificar riesgos específicos en las facultades y laboratorios del Campus Norte “Edison Riera”, sino que asegura que la puesta en marcha de estrategias preventivas sea asumida como una responsabilidad compartida, elevando así los estándares de seguridad institucional.

2.2.3.1. Análisis multiamenazas en la gestión del riesgo

El análisis multiamenazas constituye un enfoque holístico en el estudio del riesgo que sirve de la evaluación de la mezcla e interacción de diferentes tipos de amenazas en un mismo espacio, en contraste con el análisis tradicional, que se basa en el estudio de una sola amenaza, el análisis multiamenazas sostiene que en un espacio determinado pueden producirse simultáneamente uno o más fenómenos adversos de manera simultánea o consecutiva generando pues efectos encadenados o acumulativos que multiplican las complejidades de los escenarios de riesgo [21].

En el ámbito de la gestión del riesgo de desastres, varios estudios han demostrado que la evaluación única de una amenaza es insuficiente, ya que no ofrece información sobre la interacción de fenómenos naturales o generados por continuar con los mismos que afectan a la organización o el territorio determinado por ende, el enfoque multiamenazas se ha erigido como un instrumento esencial para el análisis global del riesgo, ya que permite identificar relaciones entre distintos eventos adversos, pero también evaluar los efectos acumulativos en sistemas sociales, económicos y ambientales [22].

En el contexto de la gestión del riesgo tal como la define la norma ISO 31000:2018, el análisis multiamenazas se puede incluir preferiblemente en las etapas de identificación y análisis del riesgo, dado que éstas permiten por un lado identificar las amenazas multiamenazas existentes en un territorio e interpretar su probabilidad de ocurrencia o sus posibles consecuencias [1]. La inclusión del enfoque de multiamenazas en estas etapas del riesgo permite realizar una evaluación más exhaustiva de los factores que pueden impactar en el riesgo de la organización, lo que a su vez permite priorizar más eficazmente los riesgos y el desarrollo de estrategias de respuesta de mitigación más eficientes.

El enfoque del análisis multiamenazas es especialmente interesante en los entornos institucionales complejos como son las instituciones de educación superior, en las que se conjugan una pluralidad de factores de vulnerabilidad vinculados a la infraestructura, a la concentración de población, a la diversidad de actividades que se desarrollan en la universidad, en este tipo de contextos, la identificación de escenarios de riesgo que combinen diferentes amenazas permite una mejora para la planificación institucional y la respuesta a emergencias [23].

En el caso de la Universidad Nacional de Chimborazo, mediante el análisis multiamenazas se puede considerar de manera simultánea las categorías de riesgos por amenazas naturales y antrópico. La consideración de forma simultánea de amenazas permite determinar los lugares más críticos del Campus Norte “Edison Riera”, que pueden afectar la infraestructura universitaria, así como a la comunidad educativa en su conjunto.

La utilización conjunta del método del análisis multiamenazas y sistemas de información geográfica (SIG) permite representar espacialmente la georeferenciación de las amenazas y su interacción a partir del lugar concreto, la coherencia del análisis del riesgo mejora, la gestión de la emergencia y la implementación de medidas de prevención y mitigación (Figueiredo et al., 2024) de la misma manera, la aplicación del método del análisis del riesgo institucional con el enfoque multiamenazas ayuda a abordar el riesgo de una forma más completa y contribuye a la maximizar la gestión de la planificación, frente a situaciones adversas que pueden afectar el desarrollo normal de las actividades académicas y administrativas de la Universidad Nacional de Chimborazo.

2.2.4. Sistemas de información geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica son tecnologías capaces de capturar, almacenar, analizar y, al mismo tiempo, mostrar información geoespacial, a fin de entender patrones espaciales de amenazas, de vulnerabilidades, de exposición, en lo que se refiere a la gestión del riesgo de

desastres, los SIG son útiles para elaborar mapas de riesgo, para realizar zonificaciones de áreas vulnerables, para analizar escenarios de impacto, para planificar respuestas. Una aplicación reciente de SIG y gestión de riesgos es la cartografía de zonas que pueden verse afectadas por inundaciones o terremotos y diseño de estrategias de mitigación que sean más precisas, además de los aspectos de exposición socioambiental y de la población en riesgo [24].

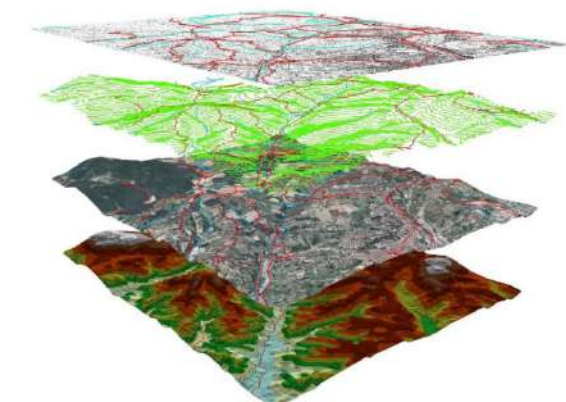


Figura 2. Sistemas de información geográficos

Fuente: Excavaciones, 2024.

2.2.5. Modelo de Gestión para Emergencias del Sistema de Educación Superior

La eficacia de un modelo de gestión no reside únicamente en su diseño documental, sino en su capacidad de integrarse en la estructura orgánica de la universidad. Esto implica que la gestión de riesgos debe dejar de ser vista como una tarea administrativa aislada para convertirse en un eje transversal que atraviese la docencia, la investigación y la vinculación con la sociedad.

2.2.5.1. Gobernanza y Estructura Organizativa para la Gestión

Para que el modelo sea operativo, se requiere una estructura de gobernanza que defina roles claros y canales de comunicación fluidos. Según Mazzina y Albornoz [25], la resiliencia en los campus depende de la creación de comités de emergencia que posean capacidad de decisión y presupuesto propio. Esta estructura permite que, ante una amenaza detectada en el Campus Norte "Edison Riera", la respuesta no sea reactiva, sino producto de una cadena de mando previamente ensayada. La gobernanza efectiva asegura que los planes de contingencia se actualicen periódicamente y que las inversiones en infraestructura se realicen bajo criterios técnicos de reducción de riesgos.

Asimismo, la gobernanza moderna exige que la toma de decisiones esté respaldada por sistemas de información integrados que conecten a las autoridades con las brigadas operativas en

tiempo real. Al respecto, Chen et al. [26] argumentan que la gobernanza del riesgo en la educación superior debe adoptar un enfoque multiescalar, donde la administración central de la universidad coordine esfuerzos con los directores de carrera y los responsables de laboratorios. Esta alineación institucional permite que los protocolos de seguridad no se perciban como obstáculos burocráticos, sino como mecanismos de protección que garantizan la sostenibilidad y el prestigio de la institución frente a crisis externas.

2.2.5.2. Cultura de Prevención y Capacitación Continua

Un modelo de gestión está incompleto si la comunidad universitaria no sabe cómo actuar ante una crisis. Al respecto, Amoah y Simpeh [8] enfatizan que la "alfabetización en riesgos" es la mejor herramienta de mitigación. Esto implica transformar los simulacros tradicionales en procesos de aprendizaje significativo donde estudiantes y docentes comprendan la naturaleza de las amenazas locales. En el contexto de la UNACH, esto se traduce en programas de capacitación que incluyan desde primeros auxilios básicos hasta protocolos específicos para el manejo de sustancias químicas en laboratorios, fomentando una cultura donde la seguridad sea un valor compartido y no solo una imposición normativa.

Complementariamente, la construcción de una cultura de prevención sólida requiere del uso de herramientas pedagógicas innovadoras que mantengan el interés de la comunidad universitaria. De acuerdo con Haque et al. [27], la implementación de plataformas de aprendizaje digital y simulaciones basadas en escenarios reales permite que los estudiantes internalicen comportamientos seguros de manera intuitiva. Cuando el personal administrativo y el alumnado se sienten partícipes del diseño de las rutas de evacuación o de los planes de contingencia de sus propias facultades, se genera un sentido de pertenencia y responsabilidad que reduce drásticamente el pánico y la desorganización durante situaciones críticas reales.

2.2.6. Resiliencia Institucional en la Educación Superior

La resiliencia en la educación superior se define como la capacidad estratégica de una universidad para anticipar, absorber y adaptarse a las perturbaciones causadas por desastres, asegurando la protección de su comunidad y la continuidad de sus funciones críticas. Según Becker et al. [28], la resiliencia debe entenderse no simplemente como la capacidad de regresar a un estado anterior al desastre, sino como un proceso de adaptación transformadora donde una institución utiliza una crisis como una oportunidad para fortalecer sus estructuras y procesos de aprendizaje institucional.

Desde un punto de vista operativo, este concepto implica la integración de sistemas de alerta temprana, infraestructura física sólida y redes de apoyo social que permitan una respuesta rápida. En este sentido, Tofighi et al. [29] sugieren que una universidad resiliente es aquella que es capaz de mantener sus servicios básicos, como la investigación y la enseñanza, utilizando tecnologías flexibles y modelos de gobernanza descentralizados que operan eficientemente incluso cuando los recursos físicos se ven amenazados por eventos adversos.

2.2.6.1. Adaptación a los peligros geodinámicos en la región andina

En el contexto específico de la UNACH, la resiliencia debe estar indisolublemente ligada al entorno volcánico y sísmico de la provincia de Chimborazo. La ubicación del campus norte de Edison Riera requiere capacidad de respuesta ante la caída de ceniza volcánica o movimientos telúricos que pueden paralizar repentinamente la actividad física. Según Guevara-Paredes y Torres [30], la resiliencia institucional en las universidades andinas se manifiesta en el fortalecimiento de la infraestructura física de acuerdo con estándares de resiliencia sísmica y el establecimiento de protocolos de limpieza y mantenimiento de los sistemas de ventilación y drenaje que aseguren la habitabilidad de los campus luego de eventos eruptivos.

Esta resiliencia territorial también incluye una estrecha coordinación con las organizaciones de ayuda locales y un monitoreo constante de los peligros naturales alrededor de Riobamba. Al respecto, Méndez-García [31] enfatiza que las capacidades de adaptación institucional dependen de la integración de mapas de riesgo locales en la planificación operativa de la universidad. De esta manera, la UNACH puede visualizar zonas de evacuación seguras y puntos de encuentro que tengan en cuenta la topografía específica del campus, transformando el conocimiento geográfico en una herramienta de supervivencia y continuidad institucional.

2.2.6.2. Robustez operativa y continuidad en el trabajo universitario

Además de la protección física, la resiliencia operativa en la UNACH se centra en garantizar que los procesos de enseñanza, investigación de laboratorio y gestión administrativa no se vean interrumpidos por largos períodos de tiempo. La introducción de infraestructura digital y sistemas de soporte de información es fundamental para que las actividades académicas, teniendo en cuenta el cierre temporal de las instalaciones del Campus Norte, puedan migrar al entorno virtual sin perder calidad. Según Haque et al. [27], la resiliencia moderna de la educación superior se mide por la flexibilidad de sus

sistemas académicos, que permiten que el derecho a la educación siga siendo válido incluso en escenarios de crisis prolongada.

La continuidad de la investigación científica, particularmente en los campos técnico y de salud ubicados en el Campus Norte, requiere de protocolos especiales de resiliencia para proteger activos críticos como equipos de laboratorio y materiales biológicos. Leal Filho et al. [20] sostienen que la resiliencia institucional se fortalece cuando una universidad cuenta con planes de respaldo energético y sistemas de seguridad automatizados que protegen las inversiones técnicas de la institución. Al fortalecer estas capacidades, la UNACH garantiza que los esfuerzos de investigación de profesores y estudiantes no se pierdan ante fallas sistémicas causadas por emergencias naturales o provocadas por el hombre.

2.2.7. Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Gestión de Riesgos

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en herramientas esenciales para el análisis de riesgos geospaciales, permitiendo la integración de múltiples capas de datos para identificar patrones de peligro invisibles a simple vista. Según Mukul et al. [2], el poder de los SIG reside en su capacidad para modelar escenarios de desastres naturales y eventos provocados por el hombre con precisión métrica, facilitando la toma de decisiones informadas por parte de los gestores de riesgos basándose en la ubicación precisa de la infraestructura crítica y las poblaciones vulnerables.

Como parte de la gestión de emergencias, estos sistemas permiten la transición de una respuesta reactiva a una planificación predictiva y dinámica. Al respecto, Singh y Sharma [4] destacan que el uso de cartografía digital y bases de datos georreferenciadas optimiza la asignación de recursos durante una crisis, ya que permite determinar las rutas de evacuación más seguras y el alcance de la posible amenaza en segundos, reduciendo significativamente el tiempo de respuesta y el impacto en la vida de las personas.

2.2.7.1. Zonificación de vulnerabilidad en el campus norte “Edison Riera”

La aplicación de SIG en la Universidad Nacional de Chimborazo permite una zonificación detallada del Campus Norte, identificando áreas críticas según su uso y resistencia estructural. En un entorno académico complejo donde coexisten facultades, laboratorios de alta tecnología y espacios de alta densidad, la capacidad de los SIG para superponer capas de vulnerabilidad estructural con densidad de población es esencial. Según Patel et al. [32], este tipo de análisis espacial permite a las instituciones universitarias priorizar intervenciones en

edificios más antiguos o con mayor riesgo de colapso, asegurando que los recursos de prevención se inviertan donde el riesgo sistémico es mayor.

Además, la contextualización geográfica de Riobamba, caracterizada por su proximidad a fallas geológicas y zonas de influencia volcánica, hace que el mapeo de riesgos sea una prioridad. La integración de datos topográficos y de suelo mediante SIG facilita la identificación de áreas propensas a inundaciones por escorrentía o áreas con mayor acumulación de ceniza volcánica en el campus. Al respecto, García-López [33] sostiene que la creación de un "gemelo digital" del campus universitario mediante SIG no sólo mejora la seguridad operativa, sino que también permite realizar simulaciones de evacuación virtuales que representan de forma hiperrealista la realidad física del entorno universitario.



Figura 3. Mapa de activación volcánica de Ecuador

Fuente: Instituto Geofísico-EPN, 2026.

2.2.7.2. Monitoreo en tiempo real y soporte de decisiones

Además de la planificación estática, el SIG actual ofrece capacidades de monitoreo en tiempo real que son esenciales para una respuesta proactiva a emergencias. Al integrar sensores de red y dispositivos móviles, la universidad puede rastrear los movimientos de los estudiantes durante un incidente y visualizar la situación en un panel geoespacial. Haque et al. [27] sostienen que esta inteligencia geoespacial permite a los equipos de respuesta a emergencias coordinar de manera proactiva los equipos de rescate y evitar áreas peligrosas identificadas mediante la transmisión de datos en vivo.

Esta capacidad tecnológica será vital para que el Campus Norte haga frente a amenazas provocadas por el hombre, como derrames químicos en laboratorios o fallas en los sistemas eléctricos. La disponibilidad de SIG institucional permite la ubicación inmediata de cortes de energía, bocas de incendio y almacenes de materiales peligrosos, reduciendo el riesgo de efectos en cascada. Según Leal Filho et al. [20] la implementación de sistemas GIS interoperables fortalece la resiliencia institucional al democratizar la información de seguridad, permitiendo que tanto las instituciones como los socorristas compartan una visión común del escenario de crisis

2.2.8. Evaluación de Riesgos y Análisis Multiamenazas

La evaluación de riesgos se define como un proceso técnico y sistemático destinado a identificar peligros potenciales, evaluar la probabilidad de que ocurran y cuantificar el alcance de sus consecuencias. Según Koks et al. [13], este proceso no es estático; Se requiere un monitoreo constante de las variables ambientales para transformar los datos sin procesar en inteligencia procesable que respalde la toma de decisiones.

El análisis de múltiples amenazas introduce una visión holística, teniendo en cuenta la coexistencia y posible interacción de diferentes amenazas, permitiendo a las instituciones desarrollar planes de respuesta capaces de mitigar riesgos combinados o efectos en cascada [13]. Desde un enfoque estratégico, este análisis permite a las organizaciones priorizar sus inversiones en seguridad en función de la criticidad de los escenarios identificados. En este sentido, Avens [12] sostiene que la evaluación de riesgos moderna debe integrar tanto la incertidumbre de los fenómenos naturales como la complejidad de los sistemas tecnológicos. Esta integración permite pasar de una gestión de emergencias basada en la intuición a una basada en evidencia científica, donde cada protocolo de respuesta se adapta al nivel de riesgo residual que una institución está dispuesta a aceptar.

2.2.8.1. Identificación de riesgos simultáneos en el entorno universitario

En el campus “Edison Riera”, la evaluación de riesgos debe tener en cuenta la interacción simultánea de diferentes tipos de amenazas. Por ejemplo, la actividad volcánica en la región no sólo plantea un riesgo de caída de ceniza, sino que también puede interactuar con el sistema de alcantarillado y drenaje de la ciudad, provocando inundaciones secundarias durante la temporada de lluvias. Según Scolobig et al. [14] permite a los centros de capacitación realizar análisis de múltiples riesgos para identificar estos puntos comunes de falla, asegurando

que mitigar un riesgo no aumente inadvertidamente la vulnerabilidad a otro. Esta perspectiva es fundamental para proteger la integridad de la comunidad universitaria frente a acontecimientos que ocurren de forma secuencial o simultánea.

La evaluación sistemática permite mapear cómo un terremoto importante puede causar amenazas a las facultades provocadas por el hombre, como cortocircuitos en centros de datos o fugas de gas reactivo en laboratorios químicos. En este sentido, Zscheischler et al. [11] enfatizan que solo a través de modelos de peligros múltiples se pueden crear rutas de evacuación y zonas de clasificación que mantengan la seguridad frente a múltiples escenarios de peligro sin permitir que la respuesta misma se convierta en un factor de riesgo.



Figura 4. Simulacro de emergencias en la UNACH

Fuente: Ecu911, 2025.

2.2.8.2. Evaluación del impacto sistémico y capacidad de respuesta

La aplicación de este concepto en la Universidad Nacional de Chimborazo facilita la evaluación de impactos no sólo en términos de daño físico, sino también de interrupción de procesos críticos de enseñanza e investigación. Una evaluación de riesgos cuantifica cuánto tiempo puede estar inactivo un laboratorio o una facultad después de un incidente específico, lo que ayuda a las instituciones a planificar la continuidad institucional. Según Leal Filho et al. [20], la medición del impacto sistémico es fundamental para justificar el presupuesto destinado a la flexibilidad, transformando la seguridad en un activo estratégico que garantiza la calidad académica en el largo plazo.

El análisis de amenazas múltiples permite a la UNACH desarrollar planes de respuesta versátiles y adaptables. En lugar de tener protocolos rígidos y aislados para cada amenaza,

una institución puede establecer una estructura de gestión de incidentes capaz de manejar crisis complejas en las que se entrelazan amenazas naturales y provocadas por el hombre. Según Chen et al. [26], la efectividad de estos planes está relacionada con su capacidad para abordar la vulnerabilidad social del campus, teniendo en cuenta las necesidades de movilidad y comunicación de estudiantes, docentes y personal administrativo en escenarios de alta incertidumbre

2.2.9. Planificación y Respuesta ante Emergencias

La planificación y preparación para emergencias es la fase operativa en la que las estrategias teóricas de mitigación se transforman en acciones concretas y coordinadas para proteger vidas y activos institucionales. Este proceso implica el desarrollo e implementación de protocolos estandarizados para operaciones previas, durante y posteriores al desastre que articulen de manera efectiva los recursos humanos, técnicos y logísticos disponibles. Según Alexander [34], la planificación efectiva no es un documento estático, sino un sistema de preparación dinámico que depende de la capacitación comunitaria continua y roles de liderazgo claros, reduciendo la improvisación y el caos organizacional en situaciones de alta crisis.

La formulación de estos planes requiere un enfoque integrador que conecte la infraestructura física con los sistemas de comunicación internos. Al respecto, Comfort y Ghosh [35] sostienen que la capacidad de respuesta de una organización está directamente relacionada con la flexibilidad de sus protocolos operativos. Un plan de emergencia flexible debería considerar la redundancia de los sistemas de alerta y la descentralización de suministros esenciales para que diferentes equipos puedan operar de manera autónoma y efectiva incluso si el impacto de un evento interrumpe líneas clave de comunicación o servicios esenciales.



Figura 5. Capacitación de respuesta en la UNACH

Fuente: UNACH, 2024.

2.2.9.1. Estructuración operativa y rutas de evacuación en el Campus “Edison Riera”

En el contexto del campus norte de la Universidad Nacional de Chimborazo “Edison Riera”, la planificación debe traducirse en mapas de evacuación específicos y ejercicios focalizados que correspondan a la configuración arquitectónica de cada facultad y de cada laboratorio. La alta concentración de estudiantes en las áreas de estudio y la presencia de reactivos e instrumentos de cuidado en los laboratorios requieren instrucciones de evacuación diferenciadas y puntos de reunión estratégicos en el campus. Según Amoah et al. [8], la efectividad de las rutas de escape en las grandes ciudades radica en su diseño intuitivo e indicaciones visibles en condiciones extremas, factores que garantizan un flujo ordenado y reducen el riesgo de atrapamiento actual o accidental.

Esta división táctica también significa una distribución precisa de responsabilidades utilizando una distribución colaborativa de equipos conformados por estudiantes, docentes y también por miembros de los sectores administrativos que desempeñan sus actividades en la locación previamente capacitados. El nombramiento de supervisores de piso y socorristas garantiza que cada bloque del campus cuente con personal capacitado para realizar evacuaciones de manera tranquila y técnica. En este sentido, Seyedashrafi et al. [17] destacan que el empoderamiento y formación de tripulaciones internas no sólo optimiza el tiempo de evacuación de las instalaciones, sino que también actúa como primera línea de defensa ante la llegada de organismos de emergencia externos (bomberos o Cruz Roja), lo que supone un factor crítico para la supervivencia en zonas geográficas difíciles.

2.2.9.2. Continuidad operativa y resiliencia ante desastres

La importancia de una respuesta efectiva en la UNACH no se limita a la mitigación inmediata, sino que está particularmente orientada a la continuidad de las actividades académicas y de investigación. Un protocolo de respuesta integral debería definir con precisión los mecanismos para evaluar los daños estructurales y funcionales de los edificios del Campus Norte una vez finalizada la fase crítica. Según Tofighi et al. [29], la velocidad con la que la universidad retoma sus labores esenciales depende de la preexistencia de planes de continuidad del negocio (COOP), que permitan la reubicación de aulas o la activación de plataformas virtuales de emergencia sin reducir la calidad del proceso educativo.

El éxito de la planificación se ve reforzado durante la fase de recuperación, que tiene en cuenta las lecciones aprendidas de la emergencia para mejorar el modelo de gestión existente. La sistematización de las respuestas institucionales permite identificar cuellos de botella en las comunicaciones o deficiencias en los equipos de emergencia, convirtiendo una crisis en un catalizador de mejora estructural. De esta manera, la UNACH asegura que la protección de su capital humano y la preservación de su infraestructura científica no dependan de la viabilidad, sino de una cultura de prevención firmemente arraigada en el quehacer diario de la institución [29].

2.2.10. Vulnerabilidad y Exposición

En el análisis contemporáneo de la gestión de riesgos, la vulnerabilidad y la exposición constituyen las dos variables fundamentales que determinan si el impacto de una amenaza se traducirá en un desastre o en un evento controlado. La vulnerabilidad se define como la condición intrínseca de predisposición, susceptibilidad o debilidad física, socioeconómica e institucional de un sistema que lo hace propenso a sufrir daños al interactuar con un peligro [11]. Por otro lado, la exposición se refiere a la presencia física y cuantificable de personas, bienes materiales, infraestructura crítica y recursos institucionales ubicados en las zonas de influencia directa de dicha amenaza.

La delimitación y el mapeo de estas variables resultan indispensables para la planificación estratégica, ya que un fenómeno natural o antrópico extremo en un área sin exposición no genera riesgo alguno. Según Koks et al. [13], evaluar la vulnerabilidad implica un diagnóstico multifactorial que va más allá de la resistencia de los materiales de construcción; abarca la capacidad de absorción del entorno, la preparación de los individuos y la flexibilidad de los planes de contingencia. La interacción de ambos componentes permite estimar la severidad del impacto potencial y priorizar las inversiones en mitigación antes de que ocurra un evento disruptivo.

2.2.10.1. Análisis de Exposición Física y Demográfica en el Campus Norte

La evaluación de la exposición en el Campus Norte “Edison Riera” requiere un inventario detallado de la concentración espacial de los recursos de la Universidad Nacional de Chimborazo en relación con las amenazas de la ciudad de Riobamba. Al ser el campus principal que alberga facultades técnicas, administrativas y de salud, la exposición demográfica varía drásticamente según las franjas horarias, concentrando a miles de estudiantes, docentes y trabajadores en aulas, pasillos y áreas comunes. De acuerdo con Amoah et al. [8], cuantificar con precisión la densidad

poblacional expuesta por bloques es el primer paso indispensable para calcular las tasas de evacuación y dimensionar la capacidad requerida en los puntos de encuentro y zonas de seguridad.

Además de la exposición humana, el Campus Norte presenta una alta concentración de activos tecnológicos y científicos de gran valor, como los laboratorios especializados y los centros de datos institucionales. La ubicación geográfica del campus lo expone a peligros climáticos locales como inundaciones por escorrentía superficial debido al diseño de pavimentos urbanos y geodinámicos como la caída de ceniza volcánica debido a la actividad de los volcanes circundantes. Al respecto, Seyedashrafi et al. [17] argumentan que la exposición de equipos de alta sensibilidad e infraestructura crítica debe gestionarse mediante barreras físicas periféricas y sistemas de respaldo redundantes, evitando que un daño localizado paralice la productividad investigativa y académica de toda la institución.

2.2.10.2. Diagnóstico de Vulnerabilidades Estructurales e Institucionales

Por su parte, el estudio de la vulnerabilidad en la UNACH permite identificar los puntos débiles dentro de la organización del campus para corregirlos proactivamente. La vulnerabilidad física analiza si las edificaciones más antiguas del Campus Norte cumplen con los códigos sísmicos vigentes o si las cubiertas de los talleres y laboratorios están preparadas para soportar el peso acumulado de ceniza volcánica de los procesos eruptivos regionales. Según Comfort y Ghosh [35], la vulnerabilidad institucional suele ser el factor más crítico, manifestándose en la falta de actualización de los manuales de funciones ante emergencias, la escasez de señalética inclusiva o la debilidad en la capacitación periódica de las brigadas de respuesta.



Figura 6. Instalaciones Campus Norte “Edison Riera”

Fuente: UNACH, 2024.

Reducir la vulnerabilidad implica un compromiso activo por democratizar la cultura de seguridad dentro de las aulas y dependencias administrativas. Cuando los estudiantes desconocen

las rutas de evacuación o el personal de laboratorio carece de formación para contener un conato de incendio o derrame, la vulnerabilidad del campus se incrementa de forma exponencial, independientemente de la resistencia del hormigón de los edificios. Como sostienen Tofighi et al. [29], intervenir sobre las vulnerabilidades funcionales a través de la educación continua es la estrategia de mitigación más sostenible para las universidades, ya que transforma a los miembros de la comunidad en agentes activos de su propia protección y resiliencia

2.2.11. Políticas Públicas en Gestión de Riesgos en la Educación Superior

Las políticas públicas en gestión de riesgos aplicadas al sistema de educación superior constituyen el conjunto de directrices, mandatos legales y principios institucionales que el Estado y los órganos rectores de las universidades implementan para garantizar la seguridad integral de las comunidades académicas. De acuerdo con Vargas-Hernández y Vargas-Merino [36], estas políticas representan el puente entre los compromisos internacionales de reducción de desastres (como el Marco de Sendari) y la realidad operativa de los campus. Su propósito fundamental es obligar y orientar a las instituciones a diseñar estructuras organizativas capaces de planificar el territorio, asegurar recursos presupuestarios permanentes y mitigar de manera sistémica las amenazas antes de que escalen a desastres.

La existencia de estas políticas no solo cubre una exigencia de cumplimiento legal, sino que dota a las universidades de un marco de gobernanza jerarquizado y formal. Al respecto, Mazzina y Albornoz [25] señalan que cuando las políticas públicas son claras y vinculantes, la gestión de riesgos deja de depender de la voluntad política de las autoridades de turno y pasa a formar parte de los estatutos orgánicos universitarios. Esto garantiza que las directrices de seguridad se traduzcan en planes de emergencia técnicos, auditorías de infraestructura física y estrategias de continuidad académica con financiamiento estatal e institucional protegido frente a contingencias económicas.

2.2.11.1. Marco Normativo Nacional y su Aplicación en la Educación Superior

En el contexto de la República del Ecuador, las políticas públicas en esta materia encuentran un sustento riguroso en la Constitución, la cual determina que el Estado garantizará la protección de las personas y colectividades frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico. Para la Universidad Nacional de Chimborazo, estas políticas se operativizan mediante las resoluciones conjuntas del Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) y la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), las cuales exigen que los

campus mantengan entornos seguros como un indicador clave de la calidad institucional. Según Guevara-Paredes y Torres [30], este marco normativo obliga a la UNACH a alinear sus comités de operaciones de emergencia (COE Institucional) con los lineamientos técnicos emitidos por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).

Esta articulación legal asegura que las particularidades geográficas del Campus Norte “Edison Riera” como su exposición a la sismicidad y la ceniza volcánica sean abordadas mediante protocolos validados a nivel nacional. La legislación ecuatoriana establece que las instituciones públicas deben realizar evaluaciones periódicas de sus infraestructuras y mantener canales de coordinación directa con las unidades de gestión de riesgos municipales. Al respecto, Méndez-García [31] enfatiza que la descentralización de las políticas públicas permite que la universidad no sea un ente aislado, sino un nodo activo dentro del sistema descentralizado de gestión de riesgos de la ciudad de Riobamba, optimizando el uso de recursos públicos durante incidentes complejos.

2.2.11.2. Institucionalización del Presupuesto y Capacitación Continua

La aplicación práctica de las políticas públicas de gestión de riesgos se materializa en la UNACH mediante la asignación obligatoria de partidas presupuestarias específicas destinadas a la prevención y la capacitación continua. Una política pública es ineficaz si carece de fondos económicos que sostengan la adquisición de sistemas de alarma, equipos de primera respuesta para laboratorios, señalización braille e infraestructura inclusiva de evacuación. De acuerdo con Chen al. [26], las universidades que integran la gestión de riesgos en sus planes operativos anuales (POA) muestran una capacidad de absorción y resiliencia significativamente mayor, reduciendo las pérdidas de equipamiento científico y garantizando el resguardo de la inversión pública estatal.

Asimismo, estas directrices institucionales ordenan que la formación en emergencias sea un proceso permanente y transversal, involucrando activamente a estudiantes, docentes de carrera y personal administrativo. La capacitación continua no debe limitarse a una charla anual; las políticas internas de la UNACH deben promover la inserción de conceptos de autoprotección y bioseguridad en las mallas curriculares y en los manuales de inducción de los laboratorios del Campus Norte. Como argumentan Amoah y Simpeh [8], la alfabetización del riesgo normada por políticas institucionales robustas transforma los simulacros obligatorios en espacios de aprendizaje consciente, cimentando una sólida cultura de prevención que protege de manera efectiva el capital humano y la continuidad académica de la universidad.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

El rigor metodológico de este estudio se basa en un diseño de investigación que combina sinérgicamente niveles descriptivos y exploratorios. Inicialmente, el estudio se cataloga como descriptivo porque tiene como objetivo caracterizar, clasificar sistemáticamente y cuantificar con precisión métrica las diversas amenazas naturales y antropogénicas que convergen en el Campus Norte de la Universidad Nacional de Chimborazo “Edison Riera”. Según Martínez-Sánchez y Gómez [37], los estudios descriptivos en el ámbito de la gestión del riesgo territorial son fundamentales para examinar los componentes del fenómeno en un entorno real, permitiendo determinar objetivamente los niveles de vulnerabilidad y la distribución de la exposición sin cambiar las condiciones preexistentes del ecosistema en estudio.

Según este enfoque, la investigación no se limita a la simple identificación de peligros, sino que describe en detalle la interacción específica de eventos geodinámicos, meteorológicos y socioculturales con la infraestructura estratégica de la institución. Por otro lado, este trabajo de grado tiene un carácter exploratorio, ya que incorpora métodos de vanguardia para el análisis espacial y la modelación de escenarios de emergencia en un contexto institucional específico. La investigación exploratoria es ideal cuando se investigan cuestiones poco abordadas en un entorno local o se transfieren herramientas tecnológicas avanzadas de áreas puramente técnicas a la planificación de la seguridad universitaria [38].

En este sentido, el uso integrado y combinado de manera simultánea de sistemas de información geográfica (SIG) utilizando herramientas de álgebra cartográfica y la norma internacional ISO 31000:2018 [1] es un enfoque metodológico innovador para los círculos académicos de la región. Esta perspectiva permite la exploración de patrones geoespaciales ocultos y dinámicas complejas de múltiples amenazas y sienta un precedente técnico y empírico para futuras líneas de investigación dirigidas a la resiliencia estructural del sistema de educación superior.

3.2. Enfoque de la investigación

Este estudio se basa en un enfoque mixto que permite una comprensión integral del fenómeno del riesgo a través de la convergencia de métodos cuantitativos y cualitativos. Este diseño bimétodo es esencial en la gestión de desastres porque la complejidad de las amenazas en entornos universitarios requiere precisión estadística e interpretación de los factores humanos.

Como señalan White et al. [39] la integración de enfoques mixtos facilita la creación de indicadores sólidos que no solo cuantifican la amenaza sino que también tienen en cuenta las dinámicas sociales y operativas que determinan la resiliencia organizacional.

Desde la dimensión cuantitativa, la identificación de riesgos y evaluación técnica se realizó mediante sistemas de información geográfica (SIG), análisis multirriesgo y matrices de evaluación basados en la norma técnica ISO 31000:2018 [1]. Este componente permitió determinar con precisión matemática la probabilidad de ocurrencia del Campus Norte “Edison Riera”, así como el nivel de vulnerabilidad y criticidad. El uso de datos numéricos y georreferenciados garantiza el logro de resultados medibles y objetivos, esenciales para determinar las prioridades de intervención y el apoyo técnico para la toma de decisiones estratégicas.

En este sentido, Figueiredo et al. [22] sostienen que el modelado cuantitativo de riesgos múltiples es el estándar científico para transformar los datos geoespaciales en medidas preventivas efectivas. Además, se utilizó un enfoque cualitativo para investigar los factores sociales, institucionales y humanos que configuran la realidad en la Universidad Nacional de Chimborazo. Esta perspectiva nos permitió explorar la percepción de riesgo de la comunidad universitaria, la efectividad de las condiciones organizacionales actuales y la preparación para responder a situaciones de emergencia. Estos elementos subjetivos son esenciales para la construcción de un manual de respuesta situacional, asegurando que los protocolos no sólo sean técnicamente correctos, sino también socialmente aceptables y funcionalmente viables. Como indican Tyas et al. [9] la inclusión de variables cualitativas en la capacitación en reducción de riesgos asegura la adaptación de la gestión de desastres a los procesos y necesidades específicos de los actores institucionales

3.3. Diseño de la investigación

La estrategia metodológica de este estudio se estructura bajo un diseño no experimental, fundamentado en la observación sistemática de los fenómenos en su entorno natural sin la manipulación deliberada de variables. En este contexto, el análisis se centra en examinar los peligros y amenazas que ya forman parte de la realidad geográfica y social del Campus Norte “Edison Riera”. Al no existir una intervención directa sobre los sucesos naturales o antrópicos, la investigación garantiza que los datos recolectados reflejen las condiciones auténticas de vulnerabilidad institucional. Según sostienen Martínez-García et al. [40], el diseño no

experimental resulta el más adecuado para las evaluaciones de riesgo basadas en normativas internacionales como la ISO 31000, ya que permite que el investigador analice la interacción de las amenazas existentes con la infraestructura y la comunidad universitaria desde una perspectiva de integridad y objetividad científica.

Complementariamente, la investigación se define bajo un diseño transversal, toda vez que la recolección de información y el diagnóstico situacional se ejecutan en un momento único y determinado en el tiempo. El objetivo primordial no es realizar un seguimiento evolutivo de los riesgos a lo largo de los años, sino obtener una "radiografía" precisa y actual de la realidad del campus en el periodo presente. Este enfoque permite consolidar un análisis de criticidad que sirve como base inmediata para la toma de decisiones y la elaboración del manual de respuesta. De acuerdo con López-Mera y Sandoval [41], el diseño transversal es altamente eficiente en estudios de seguridad urbana e institucional, pues facilita la captura de datos geoespaciales y sociales específicos en un corte temporal definido, permitiendo que la planificación de emergencias responda de manera coherente a las amenazas vigentes

3.4. Técnicas de Recolección de datos

Para la obtención de información primaria y secundaria, el estudio se fundamenta en la aplicación de técnicas de análisis técnico y geoespacial que permiten una captura de datos precisa y verificable. En primera instancia, se emplea la revisión documental, la cual se orienta a la recopilación y examen crítico de la normativa institucional, informes técnicos de seguridad y estudios precedentes vinculados a la gestión de riesgos en el sistema de educación superior. Esta técnica es fundamental para establecer el marco legal y operativo de la investigación, permitiendo alinear los resultados con las directrices nacionales e internacionales de protección civil. De acuerdo con Martínez-Sánchez y Gómez [37], la revisión documental sistemática constituye el pilar de la gestión de riesgos, pues garantiza que el diagnóstico institucional se sustente en evidencia técnica consolidada y en estándares de cumplimiento normativo vigentes.

De manera complementaria, se utiliza el análisis cartográfico mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), empleando específicamente la plataforma de software ArcGIS. Esta técnica facilita la estructuración de capas de información geoespacial para la caracterización de las amenazas naturales y antrópicas del campus. A través de este procesamiento, es posible realizar el álgebra de mapas necesario para la zonificación de peligros y la identificación de puntos críticos de vulnerabilidad. Como indican Rodríguez-Vila et al. [38], el uso de herramientas SIG en

la recolección y análisis de datos espaciales permite transformar variables geográficas complejas en representaciones visuales dinámicas, las cuales son indispensables para la evaluación de riesgos y la planificación de rutas de evacuación efectivas dentro de infraestructuras críticas

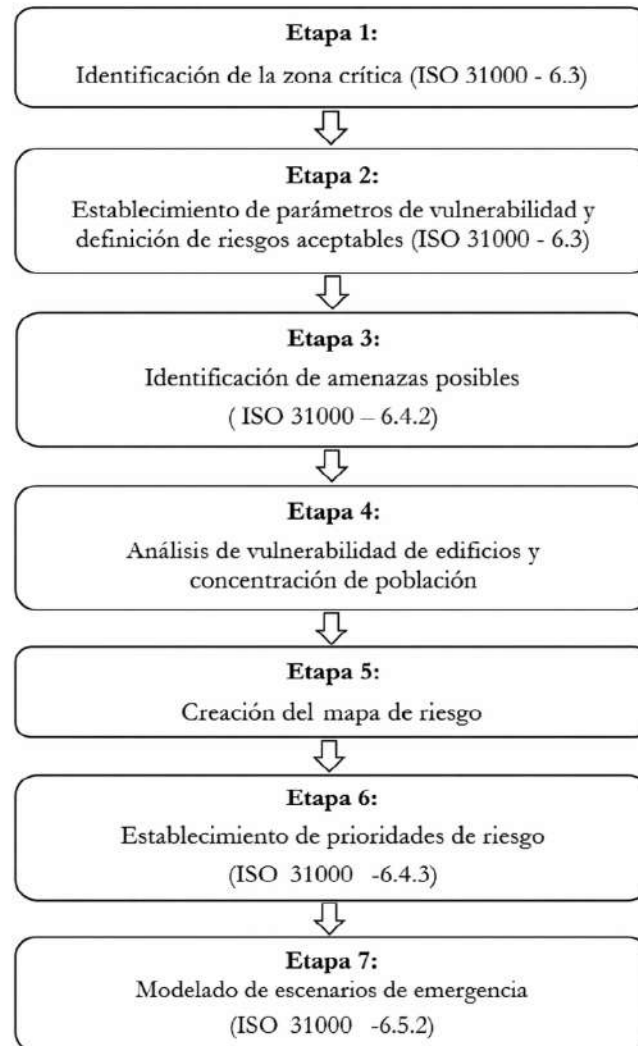


Figura 7. Esquema Metodológico de la Investigación

Fuente: Mosquera N. (2026)

3.4.1 Descripción metodológica

El procedimiento de esta investigación se rige por un proceso sistemático basado en los lineamientos de la norma ISO 31000:2018 [1], adaptado específicamente para fortalecer la resiliencia y la capacidad de reacción del Campus Norte “Edison Riera” frente a eventos adversos de origen natural o antrópico. Esta metodología se despliega a través de siete etapas secuenciales

que permiten una transición lógica desde la identificación técnica hasta el modelado operativo de la emergencia

- **Etap 1 -Identificación de la zona crítica:** El primer paso fue identificar las zonas más críticas del Campus Norte Edison Riera, siguiendo las indicaciones expuestas en el apartado 6.3 de la ISO 31000, en el que se examinan los dos factores más relevantes: el nivel de peligro de cada zona y la concentración de personas que podrían verse afectadas por situaciones desfavorables : terremotos, erupción de volcanes, explosiones, conflictos sociales, entre otros, esta identificación permite priorizar las zonas que deben ser atendidas de forma urgente y asignar recursos de una forma más eficaz y eficiente, optimizando de esta manera las capacidades de respuesta a las emergencias.
- **Etap 2 - Valoración de los parámetros de vulnerabilidad de las infraestructuras universitarias y de las personas en el campus:** Una vez delimitada la perspectiva crítica, se prosigue a la valoración de los parámetros de vulnerabilidad de la infraestructura universitaria y de las personas que se encuentran en el campus. Según se establece en la ISO 31000 (6.3), se miden los niveles de riesgo aceptables de cada área y los límites de riesgo que la universidad puede tolerar, este paso es fundamental para poder determinar los riesgos que dentro del campus son aceptables y los que necesitan de la intervención inmediata. Las vulnerabilidades de las infraestructuras: aulas, ateneos, áreas de descanso y de las personas en diferentes momentos, son también consideradas.
- **Etap 3- Identificación de posibles amenazas:** El paso siguiente está dedicado a la identificación de todas las amenazas posibles que pudieran afectar a la Universidad, es decir, amenazas de tipo natural: inundaciones , erupción volcánica, entre otros y riesgos antrópicos, de acuerdo con el literal 6.4.2 de la ISO 31000, se pueden presentar interacciones entre las amenazas que pueden ocurrir simultáneamente como puede ser un sismo que provoque una explosión, esta identificación permite abrir el rango en torno a los riesgos, permitiendo una mejor preparación ante eventos adversos donde puedan verse involucradas varias amenazas.
- **Etap 4 -Evaluación de la Vulnerabilidad de las Edificaciones y de la Población:** Este paso lleva a cabo un estudio detallado de la vulnerabilidad en edificios e infraestructuras del campus, así como la población adscrita al mismo, se realiza una recopilación de datos para las infraestructuras: tipo de edificación, accesibilidad, resistencia ante desastres, etc.,

así con un análisis de la situación de la población a lo largo del día : horas de clases, eventos, espacios comunes, este análisis permite la identificación de las zonas con mayor vulnerabilidad ante la amenaza a partir de la combinación de las amenazas con la vulnerabilidad de las infraestructuras y de la población adscrita al campus.

- **Etapa 5 - Elaboración del Mapa del Riesgo:** La información obtenida sobre las amenazas, la vulnerabilidad de los edificios y la concentración de la población es objeto de composición en el Mapa del Riesgo, que podemos definir como una representación gráfica que nos permite reconocer de forma rápida las zonas con mayor nivel de riesgo en el campus, esto permite a las partes responsables de la seguridad priorizar las áreas a las que deben prestarse atención, en términos generales y en relación con la ISO 31000, el Mapa del Riesgo nos ofrece una visión panorámica de los peligros y sus niveles, facilitando las decisiones al tiempo que ayudando a la asignación de los recursos necesarios para mitigar los riesgos más altos.
- **Etapa 6 - Establecimiento de Prioridades de Riesgo:** Una vez elaborado el Mapa del Riesgo, se procede a la determinación de las prioridades del riesgo conforme lo expone el apartado 6.4.3 de la ISO 31000, en esta fase se asigna un valor numérico que ordenará, de forma efectiva y objetiva, cada uno de los riesgos detectados; es decir, se puede definir a la perfección cuál es el riesgo más relevante y por lo tanto dónde abocar los recursos disponibles para minimizar los impactos potenciales, esta fase es clave para la puesta en marcha de decisiones definidas en la respuesta a emergencias y la planificación de recursos.
- **Etapa 7- Modelado de Escenarios de Emergencia:** El último paso trata del modelado de los escenarios de emergencia, este modelado se basa en el artículo 6.5.2 de la norma ISO 31000, se trata de simular diferentes escenarios para analizar cuál sería la reacción de la universidad frente al desastre: bloqueos de rutas, tiempos de evacuación y búsqueda de rutas alternativas hacia zonas seguras, dicho modelado de escenarios permite anticipar situaciones de emergencia, detectar cuellos de botella en las rutas de desalojo, y optimizar los planes de respuesta a la emergencia. El estudio no aborda la gestión de los riesgos y el despliegue de las acciones por cuestión de recursos económicos, pero esta fase de modelado sí puede ofrecer una adecuada forma de dar respuesta a la planificación de la contingencia.

3.4.1.1. Fundamento Conceptual del Método de Cardona (Evaluación Holística)

Para trascender los modelos puramente ingenieriles que solo cuantifican daños estructurales directos, la presente investigación adopta el Método de Evaluación Holística del Riesgo Sísmico desarrollado por Cardona (2001). Este enfoque multidisciplinar postula que el riesgo total de una comunidad expuesta no depende únicamente del impacto físico del evento, sino de las condiciones preexistentes de fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia institucional, las cuales actúan como amplificadores sistémicos del desastre.

El modelo matemático se rige por tres ecuaciones fundamentales interconectadas:

1. Índice de Riesgo Total (RT):

$$RT = RF * (1 + F)$$

2. Índice de Riesgo Físico (RF):

$$RF = \sum_{k=1}^p (w_{RFk} * F_{RFk})$$

3. Coeficiente de Agravamiento (F):

$$F = \sum_{i=1}^m (w_{FSi} * F_{FSi}) + \sum_{j=1}^n (w_{FRj} * F_{FRj})$$

Donde:

- RF: representa el daño estructural esperado y el impacto físico directo, normalizado en una escala de [0, 1].
- F: es el coeficiente de agravamiento total, compuesto por la suma de la Fragilidad Social (FS) y la Falta de Resiliencia (FR).
- w: corresponden a los pesos relativos de importancia asignados a cada descriptor, calibrados mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

3.5. Identificación de riesgos

La fase de identificación de riesgos se desarrolló mediante el análisis avanzado de información geoespacial, empleando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGIS. Este proceso permitió la generación de mapas de amenaza multitemporales y espaciales, facilitando la detección de los peligros críticos que convergen en el entorno universitario. Según lo establecido por Wei et al. [23], la integración de datos geoespaciales en la evaluación de riesgos institucionales permite una visualización objetiva de los escenarios de

peligro, optimizando la precisión en la localización de infraestructuras vulnerables. Bajo esta metodología, se determinaron tres ejes de riesgo prioritarios para el Campus Norte:

En primer lugar, se identificó el riesgo sísmico como el factor de mayor relevancia y criticidad, debido a la configuración tectónica de la región y el elevado potencial de afectación estructural y humana. En segunda instancia, el análisis cartográfico reveló un riesgo por inundación, el cual presenta una incidencia baja en el área de estudio, aunque requiere monitoreo preventivo en zonas específicas de drenaje. Finalmente, se determinó la existencia de un riesgo sociocultural, específicamente vinculado a incidentes de inseguridad y robos, cuya dinámica está directamente relacionada con la densidad poblacional y los flujos de circulación en el campus [42].

La jerarquización de estos riesgos se efectuó bajo criterios de peligrosidad intrínseca e impacto potencial, sirviendo como fundamento técnico para la fase de evaluación y la posterior formulación de protocolos en el manual de respuesta. Tal como señalan Figueiredo et al. [22], una identificación rigurosa y priorizada de las amenazas es el paso fundamental para que la gestión de riesgos trascienda de un análisis teórico a una estrategia de planificación operativa eficaz

3.6. Procedimiento metodológico

El desarrollo de la presente investigación se rige por un procedimiento sistemático fundamentado en la adaptación técnica de la norma internacional ISO 31000:2018 [1], la cual proporciona un marco robusto y flexible para la gestión integral del riesgo institucional. Este proceso se despliega mediante una secuencia lógica de etapas diseñadas para transformar datos primarios en inteligencia operativa, asegurando que cada fase alimente técnicamente a la siguiente. De acuerdo con Rahmana [16], la aplicación de este marco en entornos universitarios garantiza una evaluación exhaustiva, permitiendo una transición eficiente desde el reconocimiento del peligro hasta la determinación de su criticidad. El procedimiento se articuló operativamente a través de las siguientes acciones clave:

- **Identificación de amenazas y análisis de vulnerabilidad:** Se ejecutó un diagnóstico situacional para reconocer los eventos naturales y antrópicos con potencial disruptivo. Paralelamente, se evaluó la susceptibilidad de la infraestructura y la comunidad universitaria, considerando factores estructurales, organizativos y de exposición poblacional.
- **Evaluación del riesgo y creación de mapas mediante SIG:** Utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS), se procesaron las variables de amenaza y

vulnerabilidad para obtener una representación espacial del riesgo. Este análisis permitió zonificar el campus y visualizar las áreas donde la probabilidad de ocurrencia y la magnitud del impacto convergen de manera crítica [22].

- **Priorización estratégica de riesgos:** Sobre la base de los resultados obtenidos en la cartografía, se aplicaron criterios de jerarquización técnica. Esta etapa permitió diferenciar los riesgos aceptables de aquellos que requieren una intervención inmediata, facilitando la optimización de los recursos limitados de la institución [43].
- **Modelado de escenarios y planificación de respuesta:** Finalmente, se realizó una simulación de eventos adversos para proyectar el comportamiento del campus ante emergencias reales. Como señalan Córdova-Suárez et al. [44], el modelado de escenarios constituye una metodología de vanguardia para anticipar dinámicas complejas de evacuación, detectar cuellos de botella y establecer rutas alternativas que maximicen la seguridad de las aproximadamente 11000 personas que integran la comunidad universitaria

3.7. Universo de estudio

El universo de estudio de la presente investigación se localiza en el Campus Norte “Edison Riera” de la Universidad Nacional de Chimborazo, un entorno de alta complejidad operativa que comprende la totalidad de la infraestructura universitaria, incluyendo facultades, laboratorios, espacios administrativos y áreas de uso común. Para efectos de esta evaluación, el universo se define por la carga poblacional que interactúa diariamente con estos espacios, lo cual es un factor determinante para el cálculo de la exposición y la vulnerabilidad social. De acuerdo con Martínez-García et al. [40], la delimitación precisa de los grupos humanos en infraestructuras de educación superior es fundamental para diseñar estrategias de evacuación proporcionales a la densidad real del entorno.

Bajo este criterio técnico, el universo de estudio está constituido por un total de 11000 personas, cifra consolidada mediante la información proporcionada por la Secretaría Académica General del campus. Este conjunto poblacional se desglosa de la siguiente manera:

- **Población Estudiantil:** Conformada por aproximadamente 10000 estudiantes matriculados en las diversas carreras que se imparten en la sede norte.
- **Personal Institucional:** Compuesto por 1000 individuos que desempeñan funciones docentes, administrativas y de servicios generales.

Esta cuantificación integral permite que el modelado de escenarios de emergencia y la estimación de riesgos sean coherentes con la realidad demográfica del campus. Como señalan López-Mera y Sandoval [41], una base poblacional correctamente actualizada es el insumo principal para que los planes de contingencia garanticen la seguridad y salvaguarda de la vida, permitiendo optimizar los tiempos de respuesta ante eventos de origen natural o antrópico en sectores de gran concurrencia

3.8. Técnicas de análisis de datos

El procesamiento y examen de la información recolectada se fundamenta en técnicas de análisis avanzado que permiten una interpretación multidimensional del riesgo en el Campus Norte “Edison Riera”. Estas técnicas aseguran que los resultados obtenidos no solo sean descriptivos, sino que posean una validez técnica necesaria para la toma de decisiones institucionales. El análisis se despliega a través de los siguientes componentes:

- **Análisis espacial mediante SIG:** Se emplea el software ArcGIS para la creación e interpretación de mapas de amenaza, permitiendo la superposición de capas variables de peligro y vulnerabilidad. Esta técnica facilita la identificación de patrones espaciales y zonas de criticidad que no son perceptibles mediante métodos analíticos convencionales. De acuerdo con Singh [4], el análisis geoespacial constituye la columna vertebral de la planificación de desastres, al permitir una modelación dinámica de los escenarios de riesgo en infraestructuras complejas.
- **Clasificación técnica de niveles de peligro:** Los datos espaciales son sometidos a un proceso de categorización basado en criterios técnicos normalizados. Esta técnica permite estandarizar los niveles de peligrosidad (bajo, medio, alto y muy alto) de cada amenaza identificada, asegurando una interpretación coherente con los marcos de referencia internacionales de seguridad. Como señalan White et al. [21], la utilización de indicadores de multirriesgo estandarizados es fundamental para traducir variables geodinámicas en categorías operativas de gestión.
- **Análisis comparativo para la priorización de riesgos:** Finalmente, se aplica un análisis comparativo que permite jerarquizar las amenazas detectadas en función de su probabilidad de ocurrencia y magnitud de impacto potencial. Esta técnica es determinante para la fase de evaluación, ya que facilita la asignación estratégica de recursos y la formulación de protocolos específicos en el manual de respuesta. Según Córdova-Suárez et al. [44], la

comparación sistemática de escenarios multi-amenaza garantiza que la planificación institucional enfoque sus esfuerzos en los riesgos de mayor severidad, robusteciendo la resiliencia del entorno universitario

3.9. Criterios de Validez, Confiabilidad y Consideraciones Éticas

La validez de los resultados en esta investigación se garantiza mediante la triangulación de datos, técnica que permite contrastar la información obtenida de la revisión documental, el análisis geoespacial en ArcGIS y los lineamientos de la norma ISO 31000:2018. La confiabilidad del estudio se sustenta en el uso de fuentes oficiales, como la cartografía del Instituto Geofísico y los registros de la Secretaría Académica General del Campus Norte, asegurando que el modelado de escenarios parta de una base empírica verificable.

Desde la perspectiva ética, el estudio se rige por el principio de confidencialidad y protección de la información institucional. El manejo de los datos demográficos de las 11000 personas que integran la comunidad universitaria se realiza con fines estrictamente académicos y preventivos, garantizando que el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se oriente exclusivamente a la salvaguarda de la vida y la infraestructura. Asimismo, la declaratoria de autoría asegura el respeto a la propiedad intelectual y la honestidad en el reporte de los niveles de peligrosidad detectados

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de la zona crítica del Campus

El análisis espacial de la presente investigación se localiza en el Campus Norte “Edison Riera” de la Universidad Nacional de Chimborazo, situado en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Este recinto se identifica como el nodo de mayor complejidad operativa de la institución, al albergar una población itinerante y fija de aproximadamente 11000 personas, compuesta por 10000 estudiantes matriculados y 1000 integrantes del personal docente, administrativo y de servicios. Esta densidad demográfica, sumada a la interacción constante en sus instalaciones, convierte al campus en el área de mayor criticidad para la gestión de riesgos y la planificación de la seguridad integral.

Para la determinación precisa de las zonas críticas, se desarrolló un modelo cartográfico base mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando capas de información sobre infraestructura física, redes de acceso vial, áreas de alta concentración de personas y bloques destinados a funciones académicas y administrativas. Sobre esta base georreferenciada, se ejecutó un análisis espacial multicriterio fundamentado en tres ejes determinantes:

- **Densidad poblacional:** Evaluación de la carga de ocupación por metro cuadrado en aulas y auditorios durante las franjas horarias de mayor concurrencia.
- **Infraestructura estratégica:** Identificación de laboratorios de alta tecnología, centros de datos y suministros de energía cuya interrupción afectaría la continuidad operativa.
- **Accesibilidad y rutas de evacuación:** Análisis de la viabilidad de los pasillos, escaleras y salidas de emergencia en relación con los puntos de encuentro seguros.

Los resultados obtenidos mediante este procesamiento técnico permitieron delimitar las áreas con mayor susceptibilidad ante eventos adversos. Esta zonificación estratégica actúa como el insumo fundamental para la priorización de los estudios de amenaza y la estimación matemática de la vulnerabilidad y exposición en las etapas subsiguientes de la investigación

4.2. Resultados del proceso

La identificación de amenazas dentro del área de estudio se ejecutó en estricta conformidad con las directrices metodológicas de la norma ISO 31000:2018, concentrando los esfuerzos analíticos en la fase de identificación del riesgo para formalizar un diagnóstico predictivo y sustentado. Con el propósito de consolidar una base de datos geoespacial y empírica confiable, se desarrollaron las siguientes acciones operativas:

- **Revisión de información secundaria y normativa:** Recopilación de informes institucionales previos, planes de contingencia locales e históricos de eventos adversos registrados en el cantón Riobamba.
- **Consulta de estudios técnicos especializados:** Análisis de documentos de ingeniería sísmica, estudios de escorrentía superficial y dinámicas de seguridad urbana aplicables a la provincia de Chimborazo.
- **Recopilación de datos del Instituto Geofísico:** Extracción de datos instrumentales históricos relacionados con aceleraciones sísmicas esperadas y eventos geodinámicos regionales.
- **Levantamiento de información en campo:** Inspección directa de la infraestructura, verificación de las condiciones físicas del campus y validación de las características del entorno estudiantil.
- **Creación de cartografía temática mediante ArcGIS:** Procesamiento de datos espaciales y digitalización de capas temáticas para la representación geométrica de los peligros analizados.



Figura 8. Campus Norte “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N. (2026)

El conjunto de amenazas identificadas fue sometido a una evaluación sistemática bajo criterios de frecuencia histórica, magnitud física, proximidad geográfica a las fuentes de peligro e impacto potencial sobre la infraestructura y la comunidad universitaria. Como resultado de este tamizaje técnico, se seleccionaron las siguientes amenazas prioritarias para el desarrollo de la investigación:

- **Sismos:** Catalogada como la amenaza geodinámica dominante debido a la sismicidad regional y su elevado potencial de impacto estructural.

- **Inundaciones:** Identificada como una amenaza hidrometeorológica de baja frecuencia, pero con potencial de generar interrupciones operativas en puntos de drenaje específicos del campus.
- **Amenazas socioculturales (robos, hurtos y asaltos):** Determinada como un factor crítico de riesgo humano, cuya recurrencia está vinculada a los flujos de circulación periféricos y la alta densidad de personas en las instalaciones.

La selección definitiva de estos escenarios se justificó plenamente en función de su representatividad en el espacio, la regularidad de su ocurrencia y el nivel de severidad e impacto que proyectan sobre la población y los activos de la institución educativa

4.3. Definición de escenarios de riesgo

Después de la fase de identificación y clasificación de peligros, se modelaron escenarios de riesgo institucional. Este proceso analítico se basa en la integración sistémica de amenazas, vulnerabilidad y exposición, siguiendo el marco conceptual de gestión de riesgos propuesto por Cardona [45]. Según este enfoque, el riesgo no se interpreta como un evento aislado, sino como el resultado de la convergencia de estos tres componentes principales que interactúan en un espacio y tiempo determinados. De acuerdo con los lineamientos técnicos de la normativa internacional aceptada, se estructuran los escenarios más críticos del entorno universitario, los cuales se detallan en la siguiente matriz de caracterización:

Tabla 1.
Matriz de caracterización de escenarios de riesgo en el Campus Norte

Categoría de Amenaza	Escenario Específico	Descripción Técnica del Escenario
Natural	Sismo	Evento geodinámico regional de alta magnitud y aceleración sísmica esperada.
Natural	Inundación	Fenómeno hidrometeorológico condicionado por la topografía local y la capacidad del sistema de drenaje.
Antrópica / Sociocultural	Robo a personas	Incidente de seguridad ciudadana derivado de la alta densidad poblacional y flujos de circulación.
Antrópica / Sociocultural	Hurto	Sustracción de pertenencias sin violencia aprovechando zonas de alta concurrencia o descuido.
Antrópica / Sociocultural	Robo de bienes	Afectación a los activos fijos e infraestructura tecnológica institucional en puntos vulnerables.

Fuente: (Córdova-Suárez et al., 2026)

Elaborado por: Mosquera N., 2026

Los escenarios anteriormente descritos representan las dinámicas de peligro con mayor potencial de afectación para el Campus Norte “Edison Riera”. Mientras que el sismo constituye la amenaza dominante debido a su capacidad de impacto estructural masivo, las inundaciones se asocian a vulnerabilidades específicas del diseño urbano y los robos se vinculan directamente a la exposición demográfica de las 11000 personas que conforman la comunidad universitaria. Esta definición de escenarios sirve como base paramétrica para la posterior generación de mapas mediante SIG y la determinación matemática del riesgo

4.4. Generación de mapas de amenazas mediante SIG y determinación matemática del riesgo

4.4.1 Fundamentación de los niveles de riesgo

La estratificación y clasificación de los niveles de riesgo implementadas en esta investigación se desarrollaron mediante un enfoque semicuantitativo, metodología ampliamente validada en los campos de la gestión del riesgo territorial y la evaluación multicriterio. Este procedimiento analítico tiene como propósito fundamental estandarizar e interpretar los resultados numéricos derivados de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para ello, los valores matemáticos normalizados se agruparon en intervalos porcentuales de criticidad, dividiendo la escala de riesgo global del 0% al 100% en cuatro categorías progresivas de afectación. Esta compartimentación sistemática permite identificar niveles crecientes de peligrosidad espacial, optimizando la priorización de los recursos y el diseño de medidas preventivas institucionales.

Con el objetivo de garantizar la homogeneidad en la asignación de los rangos, se adoptó un criterio de clasificación estadística por cuartiles, aplicando la expresión matemática de división equitativa de la escala total

$$\textit{Amplitud de Rango} = \frac{100\%}{4} = 25\%$$

Mediante este procedimiento, la escala total del riesgo se segmentó en cuatro intervalos de igual amplitud (25% cada uno), asegurando que las fronteras cualitativas del peligro respondan a una distribución matemática rigurosa. Esta delimitación metodológica facilitó a los investigadores la construcción de niveles homogéneos de criticidad, simplificando la interpretación de los vectores de vulnerabilidad obtenidos en el análisis espacial y cartográfico.

A partir de estos parámetros de segmentación, se estructuraron los rangos operativos detallados en la Tabla 2:

Tabla 2.
Intervalos de criticidad y niveles crecientes de peligrosidad

Nivel de Riesgo	Rango Porcentual (%)	Valor Normalizado (VN)	Comentario Técnico del Cuartil
Bajo	0 – 25	0,00 – 0,25	Riesgo aceptable: Representa el primer cuartil donde la amenaza es mínima. Requiere únicamente monitoreo periódico y mantenimiento preventivo.
Medio	26 – 50	0,26 – 0,50	Riesgo moderado: Segundo cuartil que indica una susceptibilidad latente. Exige medidas preventivas y seguimiento constante para evitar el escalamiento del peligro.
Alto	51 – 75	0,51 – 0,75	Riesgo importante: Tercer cuartil de alta criticidad. Requiere intervención inmediata, control de ingeniería y planes de contingencia específicos.
Muy Alto	76 – 100	0,76 – 1,00	Riesgo crítico: Cuarto cuartil de peligrosidad máxima. Demanda actuación operativa inmediata y planificación prioritaria ante el peligro inminente.

Elaborado por: Mosquera N., 2026

Para cuantificar el impacto sobre la comunidad universitaria de 11000 personas , se aplica el modelo conceptual desarrollado por Cardona [45], el cual establece que el riesgo surge de la interacción multiplicativa de tres variables normalizadas:

$$R = AC * V * E$$

- **AC (Amenaza Compuesta):** Representa el predominio del factor de peligro identificado mediante SIG.
- **V (Vulnerabilidad):** Refleja la susceptibilidad intrínseca de la infraestructura y la organización.

- **E (Exposición):** Cuantifica la población expuesta (estudiantes, docentes y administrativos) y los activos institucionales.

Para integrar estas variables en el entorno SIG, se aplica una transformación lineal que convierte los valores porcentuales (VP) obtenidos en el análisis espacial en valores normalizados (VN) en una escala de 0 a 1, mediante la siguiente expresión:

$$VN = \frac{VP}{100}$$

La integración de esta matriz de clasificación resultó determinante para traducir los índices abstractos extraídos del entorno SIG en categorías operativas de gestión integral de desastres. De este modo, la transformación de datos cuantitativos puros en niveles cualitativos de criticidad dotó a la institución de una herramienta técnica y comprensible para respaldar la toma de decisiones estratégicas, sirviendo como la plataforma paramétrica indispensable para la estructuración y diseño del manual de respuesta situacional de la universidad.

4.4. 2 Generación de los mapas de amenazas

La generación de la cartografía temática de peligros se ejecutó mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), siguiendo un proceso técnico estructurado en cinco etapas fundamentales: georreferenciación del campus, digitalización de capas temáticas, reclasificación de variables, análisis espacial y la asignación final de niveles de peligro.

La determinación de estos valores no es arbitraria; responde a la normalización de los porcentajes obtenidos mediante el análisis con Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el levantamiento de información en campo:

- **Amenaza Compuesta (AC):** Se asigna un valor de 92% debido al predominio del peligro sísmico en la región de Riobamba. Al ser un evento de carácter regional que afecta la totalidad del Campus Norte "Edison Riera" con altas aceleraciones esperadas, se sitúa en el cuartil de peligrosidad "Muy Alto". Esta valoración es consistente con la ubicación geográfica del campus sobre fallas geológicas activas y su proximidad a zonas de influencia volcánica
- **Vulnerabilidad (V):** El valor de 89% surge de una evaluación multifactorial que detectó debilidades estructurales en edificaciones antiguas, limitaciones críticas en la señalética de evacuación y una capacidad de respuesta institucional que aún se encuentra en fase de fortalecimiento. Según la norma ISO 31000, estas condiciones de susceptibilidad física y

organizativa sitúan a la institución en un rango de vulnerabilidad muy alto, incrementando la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

- **Exposición (E):** La asignación del 98% es consecuencia directa de la densidad poblacional de 11000 personas que interactúan simultáneamente en un área de aproximadamente 11,76 hectáreas. La ocupación constante de bloques académicos, laboratorios y áreas administrativas genera una densidad demográfica crítica, donde el impacto de cualquier evento adverso afectaría de manera masiva al capital humano de la universidad

Tabla 3.

Obtención de valores normalizados y parámetros del riesgo institucional

Variable	Criterio de Evaluación	Resultado (%)	Valor Normalizado (VN)
Amenaza compuesta	Predominio sísmico regional	92%	0,92
Vulnerabilidad	Infraestructura y organización	89%	0,89
Exposición	11,000 personas (Carga poblacional total)	98%	0,98

Elaborado por: Mosquera N., 2026

Mediante la sustitución de los valores normalizados en el modelo probabilístico, se obtuvo el siguiente resultado:

$$R = 0,92 * 0,89 * 0,98$$

$$R = 0,8024$$

$$R = 80,24\%$$

El nivel de riesgo institucional obtenido corresponde al 80%, lo cual, según la escala de criticidad definida previamente en la Tabla 2, se clasifica rigurosamente como Riesgo Muy Alto (Nivel Crítico). Este resultado confirma la necesidad imperativa de implementar de manera inmediata el manual de respuesta situacional y fortalecer las medidas de planificación preventiva para salvaguardar la integridad de las 11000 personas que conforman la comunidad universitaria

Tabla 4.

Criterio descriptivo para la evaluación de terrenos

Amenaza	Valor (%)	Criterio descriptivo para la evaluación
Bajo	<25	Terrenos estables, alejados de barrancos y peligros. Distancia mayor a 500 m desde el peligro tecnológico.
Medio	26–50	Suelo de calidad intermedia. Inundaciones esporádicas. Peligro tecnológico entre 300 y 500 m de distancia.
Alto	51–75	Sectores con altas aceleraciones sísmicas esperadas o inundaciones a baja velocidad por varios días. Peligro tecnológico entre 150 y 300 m de distancia.
Muy Alto	76–100	Sectores amenazados por aludes, avalanchas, flujos repentinos o deslizamientos activos. Máxima prioridad para el análisis.

Fuente: (Córdova-Suárez et al., 2026)

Elaborado por: Mosquera N., 2026

4.4.3. Aplicación del Método Holístico de Cardona al Campus Norte "Edison Riera"

Para ejecutar la evaluación holística, se parametrizaron los descriptores específicos del campus utilizando una escala de normalización entre 0 (condición óptima) y 1 (máxima criticidad). Los pesos específicos (w) se asignaron bajo el estándar jerárquico del modelo original.

Tabla 5.

Descriptores de Riesgo Físico (RF)

Código	Descriptor	Valor Observado	Peso (w)	Factor Normalizado (FRFk)
RF1	Lesiones/Afectaciones	1,800 afectados / 100k hab.	0,33	0,36
RF2	Susceptibilidad Física	89% vulnerabilidad infraestructura	0,33	0,89
RF3	Exposición Activos	92% equipamiento tecnológico	0,34	0,92
TOTAL			1,00	

Fuente: Cardona O., 2001

Tabla 6.
Descriptorios de Fragilidad Social (FS) — Agravantes

Código	Descriptor	Criterio de Medición	Peso (w)	Factor Normalizado (FFSi)
FS1	Densidad Poblacional	11,000 personas en el campus	0,50	0,98
FS2	Flujos Itinerantes	Concentración masiva en horas pico	0,50	0,75
TOTAL			1,00	

Fuente: Cardona O., 2001

Tabla 7.
Descriptorios de Falta de Resiliencia (FR) — Agravantes

Código	Descriptor	Estado Actual	Peso (w)	Factor Normalizado (FFRj)
FR1	Capacidad COEI	Fase de fortalecimiento organizativo	0.40	0.50
FR2	Sistemas de Alarma	Cobertura discontinua periférica	0.30	0.60
FR3	Señalización	Cobertura parcial en talleres	0.30	0.40
TOTAL			1.00	

Fuente: Cardona O., 2001

Riesgo Físico

$$RF = (0,33 * 0,36) + (0,33 * 0,89) + (0,34 * 0,92)$$

$$RF = 0,7253$$

Coeficiente de Agravamiento

$$\sum FS = (0,50 * 0,98) + (0,50 * 0,75) + (0,50 * 0,75)$$

$$\sum FS = 0,8650$$

$$\sum FR = (0,40 * 0,50) + (0,30 * 0,60) + (0,30 * 0,40)$$

$$\sum FR = 0,500$$

$$F_{total} = 0,8650 + 0,500$$

$$F_{total} = 1,3650$$

Índice de Riesgo Total

$$RT = 0,7253 * (1 + 1,3650)$$

$$RT = 1,7153$$

El resultado final del Índice de Riesgo Total ($RT = 1,72$) revela una condición de vulnerabilidad sistémica en el Campus Norte “Edison Riera”, donde el riesgo físico base ($RF = 0,73$) se ve significativamente amplificado por el entorno socio-organizacional. Según el método de Cardona, el desastre potencial no se deriva únicamente del impacto estructural ante un sismo, sino de un Coeficiente de Agravamiento ($F = 1,36$) que incrementa la peligrosidad inicial en un 136% debido a la interacción de factores críticos. Esta amplificación está impulsada principalmente por una fragilidad social dominante ($\Sigma FS = 0,86$), producto de la concentración masiva de 11000 personas en el campus, y un déficit de resiliencia institucional ($\Sigma FR = 0,50$) manifestado en la cobertura discontinua de sistemas de alerta y señalización en áreas periféricas.

Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, un valor de RT que supera el umbral de la unidad (1,00) sitúa a la institución en un estado de riesgo inaceptable, lo que clasifica el escenario como de "Intervención Inmediata". Esta interpretación técnica justifica que la estrategia de mitigación no deba centrarse exclusivamente en el refuerzo de la infraestructura, sino de manera prioritaria en la reducción del coeficiente de agravamiento mediante la implementación rigurosa del manual de respuesta situacional. Al fortalecer las capacidades de autoprotección y resiliencia de la comunidad universitaria, es posible neutralizar los amplificadores del riesgo y garantizar la salvaguarda de la vida y la continuidad operativa frente a eventos sísmicos de gran magnitud.

El análisis de riesgo en el Campus Norte "Edison Riera" presenta una variabilidad significativa al comparar ambos métodos, lo cual se explica por la naturaleza y el alcance de las variables analizadas en cada modelo:

- **Método Determinista Clásico ($R \approx 0,80$):** Este cálculo se basa en la intersección lineal de la amenaza, la vulnerabilidad física y la exposición poblacional. Su enfoque es principalmente descriptivo y estático, arrojando un valor que representa la probabilidad de daños directos sobre la infraestructura y las 11000 personas. Es un indicador de impacto físico, pero no considera la capacidad del sistema para recuperarse tras el evento.

- **Método Holístico de Cardona ($RT \approx 1,71$):** Al aplicar este modelo, el riesgo se eleva drásticamente debido a la inclusión del Coeficiente de Agravamiento (F). Este método no solo mide el golpe inicial del sismo, sino que cuantifica cómo la fragilidad social (densidad de ocupación) y la falta de resiliencia (deficiencias en alarmas y protocolos) actúan como combustible que amplifica el desastre.

La diferencia de 0,91 puntos entre ambos resultados no indica un error de cálculo, sino un cambio de paradigma. Mientras que el método anterior decía *"cuánto se va a dañar el campus"*, el método holístico explica *"cuánto va a sufrir la institución por no estar preparada"*. El valor de 1,71 refleja que las deficiencias organizativas y la alta densidad demográfica agravan el riesgo físico en un 136% adicional

Pertinencia Metodológica

Se concluye que el valor obtenido mediante el Método Holístico ($RT = 1,71$) es el que se encuentra más ajustado a la realidad operativa del Campus Norte. Para una Institución de Educación Superior con una población masiva de 11000 integrantes, el riesgo no puede medirse únicamente por la resistencia del hormigón de sus edificios. La verdadera peligrosidad radica en la complejidad de evacuar a miles de personas simultáneamente bajo condiciones de señalización incompleta y protocolos en fase de fortalecimiento.

Por lo tanto, este valor de 1,71 (Riesgo Muy Alto) es técnicamente el más preciso para la Ingeniería Industrial, ya que identifica que la mayor oportunidad de intervención no está solo en el refuerzo estructural que requiere presupuestos elevados, sino en la reducción de la fragilidad social y la mejora de la resiliencia mediante el Manual de Respuesta Situacional propuesto en esta tesis

Tabla 8.
Matriz Comparativa

Parámetro de Comparación	Método Lineal (Anterior)	Método Holístico (Cardona)	Diferencia Técnica
Valor de Riesgo Obtenido	0,80 (80%)	1,71 (171%)	+0,91 (Amplificación del riesgo)
Enfoque Principal	Daño estructural y físico	Resiliencia y Fragilidad Social	De lo estático a lo sistémico

Consideración Social	Solo cuantifica población	Analiza conducta y densidad	Inclusión de factores humanos
Nivel de Gestión	Reactivo	Preventivo / Proactivo	Base para toma de decisiones

Elaborado por: Mosquera N., 2026

4.5. Análisis de amenazas por escenario Campus Norte “Edison Riera”

El análisis técnico integral evidenció que la amenaza sísmica constituye el factor de mayor incidencia en el riesgo global del campus, presentando un nivel de peligro clasificado como "Muy Alto" con un rango de criticidad del 76% al 100%. Esta valoración se fundamenta en la ubicación geográfica del recinto dentro de una zona de altas aceleraciones sísmicas esperadas. Por otra parte, se detectó un segundo nivel de riesgo significativo correspondiente a las amenazas socioculturales (robos, hurtos y asaltos), las cuales presentan una incidencia del 51% al 75%. Este factor se atribuye directamente a la elevada densidad poblacional de 11000 personas que circulan diariamente en el área, lo que subraya la necesidad imperativa de diseñar planes preventivos específicos.

La selección de las amenazas prioritarias para la gestión institucional no se basó exclusivamente en la magnitud del peligro, sino que integró criterios de representatividad espacial, frecuencia histórica de ocurrencia, cobertura territorial y capacidad de afectación sistémica a la comunidad universitaria. Bajo este enfoque multicriterio, se determinó que los sismos, las inundaciones y los eventos socioculturales son los escenarios más relevantes para la planificación operativa.

Tabla 9.

Matriz de jerarquización de amenazas por escenarios en el Campus Norte

Escenario de Amenaza	Clasificación del Peligro (P)	Valor (%)	Criterio Técnico de Afectación
Sismo	Muy Alto	76–100	Zona de altas aceleraciones sísmicas y gran alcance territorial.
Explosión (Brigada Blindada)	Alto	51–75	Proximidad a zona de influencia de peligro (150 a 300 m).
Sociocultural (Robos)	Alto	51–75	Elevada afluencia y concentración de personas en el campus.

Explosión (Gasolineras)	Bajo	<25	Zona de peligro indirecto ubicada entre 300 y 500 m de distancia.
Inundación	Bajo	<25	Emplazamiento en terrenos altos con baja susceptibilidad catastrófica.
Activación volcánica (Ceniza)	Bajo	<25	Riesgo primario limitado a caída de ceniza con baja intensidad relativa.

Fuente: (Córdova-Suárez et al., 2026)

Elaborado por: Mosquera N., 2026

De acuerdo con los resultados, la amenaza sísmica se prioriza por su capacidad de impacto estructural masivo y cobertura total. En contraste, aunque las inundaciones presentan una peligrosidad menor (<25%), se han incluido en la planificación estratégica debido a su potencial para interrumpir la continuidad académica, dificultar la movilidad y causar daños funcionales en la infraestructura institucional.

Finalmente, las amenazas vinculadas a peligros tecnológicos (explosiones) y eventos volcánicos fueron descartadas para el desarrollo del manual de respuesta situacional. Esta decisión técnica responde a que sus áreas de influencia son geográficamente limitadas o presentan un impacto significativamente menor en comparación con los riesgos sísmicos y socioculturales, los cuales dominan el panorama de seguridad del campus

En el Campus Norte, la seguridad de la comunidad universitaria se encuentra expuesta a una configuración compleja de multi-amenazas que interactúan de manera simultánea en el territorio. El análisis integral permite confirmar que el riesgo sísmico se erige como el peligro más crítico para la institución. No obstante, la convergencia de factores de origen antrópico y sociocultural añade capas de riesgo que deben ser gestionadas bajo un enfoque de resiliencia institucional.

El análisis evidencia que el sismo constituye la amenaza dominante debido a las condiciones geodinámicas de la zona. Por otro lado, los eventos socioculturales (robos y hurtos) representan factores de riesgo de alta relevancia debido a su frecuencia de ocurrencia y su localización en puntos de alta concurrencia poblacional. Finalmente, fenómenos como las inundaciones o peligros tecnológicos derivados de infraestructuras industriales presentan una incidencia menor en comparación con los riesgos anteriores

Tabla 10.**Nivel de riesgo por escenario de amenazas en el Campus Norte “Edison Riera”**

Escenario de Amenaza	Nivel de Riesgo	Valor (%)	Criterio de Evaluación Técnica
Sismo	Muy Alto	76%	Alta aceleración sísmica esperada en la región.
Explosión (Brigada Blindada)	Alto	60%	Proximidad a zona de peligro y alta carga poblacional expuesta.
Sociocultural (Robo a personas)	Alto	55%	Concentración masiva de 11,000 personas en áreas abiertas.
Sociocultural (Robo de bienes)	Alto	55%	Exposición de activos fijos e infraestructura tecnológica.
Sociocultural (Hurto)	Alto	51%	Alta densidad de usuarios en bloques académicos.
Inundación	Bajo	24%	Baja susceptibilidad por topografía de terrenos altos.
Explosión de gasolineras	Bajo	22%	Distancia de seguridad adecuada respecto a la zona crítica.
Fábrica (Ecuacerámica)	Bajo	20%	Incidencia limitada fuera del radio de afectación directa.

Elaborado por: Mosquera N., 2026

4.6. Mapa de amenaza

Desde la perspectiva técnica de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la construcción de una cartografía de amenaza compuesta comúnmente requiere la aplicación de algoritmos de superposición ponderada. En dicho procedimiento, cada capa temática espacial debe someterse a procesos de estandarización, reclasificación numérica y asignación de pesos relativos en función de su contribución teórica al riesgo global. No obstante, para los fines de esta investigación, se ejecutó una evaluación conceptual diferenciada de las variables sísmica, hidrometeorológica y sociocultural. Bajo este enfoque, se descartó la aplicación de una superposición ráster multiamenaza automatizada, optando en su lugar por un análisis individual estructurado bajo el principio de la variable física dominante.

Esta decisión metodológica se justificó debido a que la implementación directa de álgebra de mapas como las combinaciones lineales ponderadas generaría un sesgo crítico en los modelos digitales de elevación y superficie. Al integrar las capas, el peso matemático de la actividad tectónica asimilaría y eclipsaría por completo a los demás vectores, disminuyendo drásticamente la variabilidad espacial y el valor analítico de los escenarios asociados a inundaciones y eventos socioculturales. La asimetría extrema en los niveles de peligrosidad iniciales (donde los sismos registran un rango muy alto frente a la baja y media-alta incidencia de las otras variables) anula la efectividad del escalamiento lineal y los procesos estándar de normalización y ponderación geométrica.

Por consiguiente, con el objetivo de maximizar la eficiencia en el procesamiento cartográfico y garantizar una representación fidedigna del espacio geográfico del Campus Norte “Edison Riera”, se determinó de manera estratégica modelar la amenaza sísmica como la variable del riesgo dominante. Esta aproximación técnico-operativa asegura una interpretación de la vulnerabilidad territorial de las 11000 personas con un margen de precisión métrica superior, eliminando redundancias algebraicas en el modelado geoespacial y optimizando la claridad de los mapas temáticos generados para la toma de decisiones institucionales, para lo cual se seleccionaron 12 diferentes puntos estratégicos dentro de la institución para la determinación sectorial de los mismos

Tabla 11.
Nivel de riesgo por lugares específicos Campus Norte “Edison Riera”

N°	Lugar	Coordenadas		Nivel de Riesgo
		X	Y	
1	Puerta principal	762159,07	9817154,808	Alto
2	Edificio administrativo	762142,773	9817101,825	Medio
3	Bloque A (Ingeniería)	762266,564	9817272,738	Alto
4	Bloque E (nuevo)	762333,097	9817235,468	Alto
5	Estacionamiento ingeniería	762344,562	9817265,932	Bajo
6	Edificio Salud Publica	762219,139	9817162,819	Alto
7	Estadio	762394,499	9817052,44	Bajo
8	Coliseo	762265,739	9817074,897	Medio
9	Piscina	762233,904	9816999,579	Medio
10	Laboratorios	762367,747	9817246,836	Muy Alto
11	Estacionamiento posterior	762415,597	9817340,4	Medio
12	Puerta lateral	762144,493	9816991,269	Alto

Elaborado por: Mosquera N., 2026

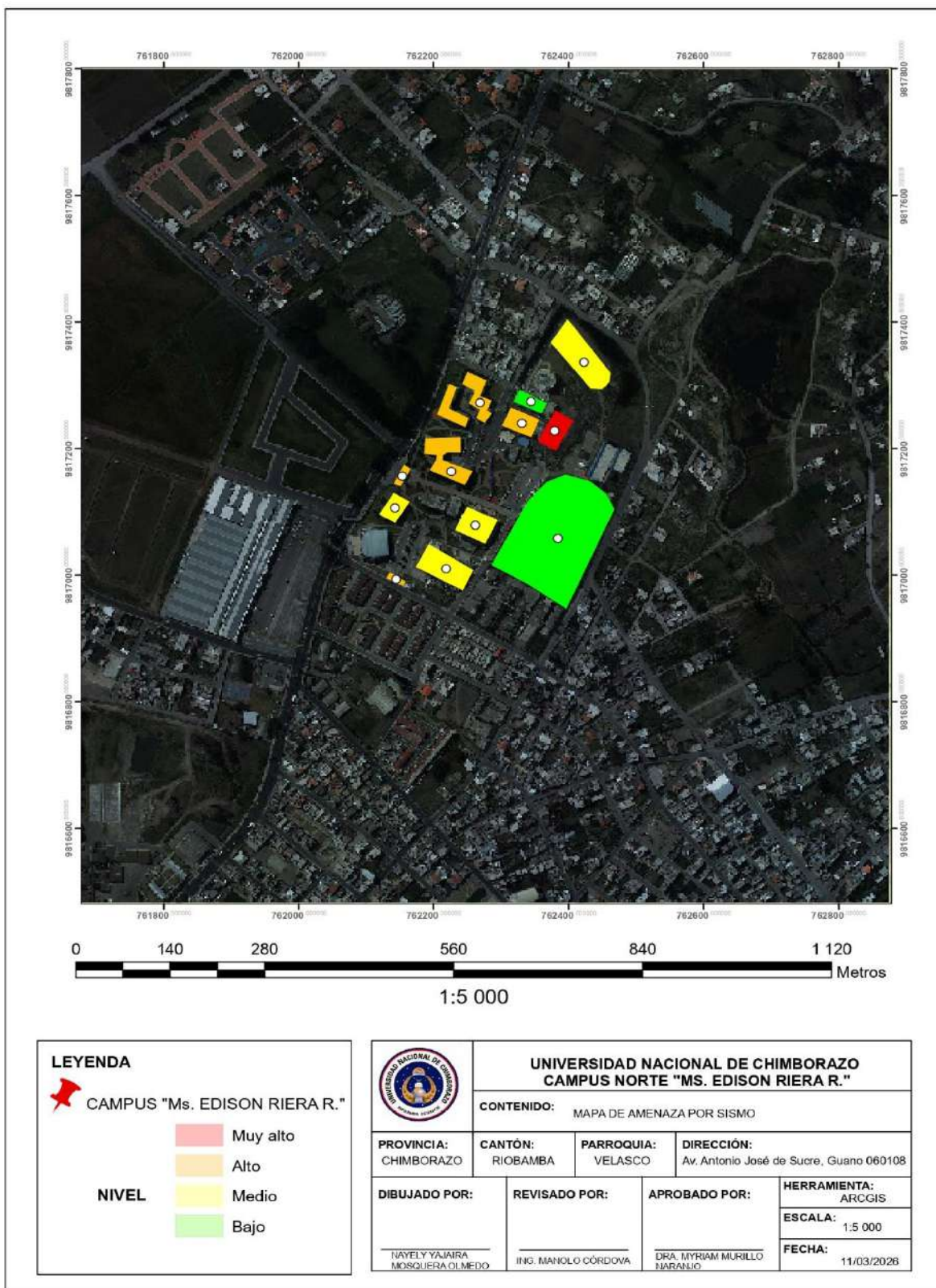


Figura 9. Mapa de amenaza sísmica del Campus Norte "Edison Riera"
Fuente: Mosquera N., 2026

4.7. Representación espacial de amenazas mediante SIG

La evaluación y caracterización espacial de la vulnerabilidad en el Campus Norte “Edison Riera” se ejecutó en estricta conformidad con los lineamientos conceptuales de la norma internacional ISO 31000:2018. Este proceso metodológico integró de manera holística variables de naturaleza física, social, tecnológica y organizacional, empleando las capacidades analíticas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para optimizar la precisión de los diagnósticos territoriales. El uso de plataformas geoespaciales permitió estructurar una base de datos dinámica capaz de reflejar las condiciones de susceptibilidad intrínsecas del recinto universitario frente a la presencia de la amenaza dominante.

Para la consolidación y procesamiento de estas variables dentro del entorno digital, se desplegó un esquema operativo estructurado en las siguientes fases técnicas:

- **Levantamiento de información empírica e inspección de campo:** Recopilación directa de datos en las instalaciones del campus para validar las condiciones del entorno.
- **Diagnóstico estructural de las edificaciones:** Identificación y evaluación de las características físicas, patologías constructivas y resistencia de los bloques académicos y administrativos.
- **Modelación de la concentración demográfica:** Análisis espacial de la distribución y densidad de las 11000 personas en función de las infraestructuras y franjas horarias críticas.
- **Evaluación de accesibilidad y vectores de desalojo:** Examen técnico de la viabilidad de los pasillos, escaleras, salidas de emergencia y diseño geométrico de las rutas de evacuación.
- **Auditoría de capacidades de respuesta organizativa:** Revisión de los recursos disponibles, estructuración de brigadas y nivel de preparación del Comité Operativo de Emergencias Institucional (COEI).

La información recolectada fue codificada e incorporada en el software ArcGIS mediante la estructuración de capas temáticas vectoriales y ráster. Posteriormente, estas coberturas se integraron con el mapa de la amenaza sísmica dominante a través de técnicas avanzadas de superposición espacial (*overlay análisis*) y álgebra de mapas, permitiendo correlacionar geométricamente el nivel de peligro con el grado de susceptibilidad física y social del campus.

4.7.1. Consideraciones encontradas en el Campus “Edison Riera”

Para determinar la distribución espacial de la susceptibilidad en el Campus Norte, las variables indexadas en el entorno SIG se agruparon en tres dimensiones analíticas de la vulnerabilidad, permitiendo un examen pormenorizado de los factores internos de la institución:

- **Vulnerabilidad Física y Estructural:** Se examinó la resistencia de los materiales de construcción, la antigüedad de los bloques y el cumplimiento de las normativas sismorresistentes vigentes. El procesamiento cartográfico identificó que las edificaciones construidas en las primeras fases del campus presentan una mayor rigidez estructural ante ondas sísmicas, mientras que los talleres o cubiertas ligeras muestran una susceptibilidad moderada ante cargas secundarias o deformaciones mecánicas.



Figura 10. Inundaciones localizadas del Campus Norte “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

- **Vulnerabilidad Social y Demográfica:** Esta dimensión correlacionó la densidad poblacional itinerante de las 11000 personas con las características de los espacios cerrados. El análisis espacial de flujos evidenció que los bloques de aulas principales concentran picos críticos de exposición en franjas horarias matutinas y vespertinas, elevando la susceptibilidad de confinamiento en pasillos y escaleras de acceso si se produce una evacuación desorganizada.

- **Vulnerabilidad Funcional y Organizativa:** Se evaluó la accesibilidad periférica, la disponibilidad física de equipos de primera respuesta y la operatividad de las redes de comunicación interna. Las capas de ArcGIS revelaron que, si bien el campus cuenta con amplias zonas verdes que actúan de forma óptima como puntos de encuentro, la señalización fotoluminiscente y los sistemas de alarma audible presentan una cobertura discontinua en ciertos bloques periféricos, limitando la fluidez del desalojo.

A través de la superposición ráster y la ponderación de estas dimensiones dentro de la base de datos geográfica, se estableció una matriz de interdependencia que permitió promediar los vectores de susceptibilidad física con las capacidades organizativas del Comité Operativo de Emergencias Institucional (COEI).

El procesamiento analítico determinó de manera global un nivel de vulnerabilidad media para el Campus Norte. Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, este resultado cualitativo indica que, si bien la institución ha desarrollado capacidades de respuesta y posee estructuras organizativas de soporte, coexisten condiciones estructurales y operativas específicas que actúan como amplificadores del peligro. Estas deficiencias latentes poseen el potencial de intensificar los efectos destructivos de un evento adverso, lo que justifica la priorización técnica de intervenciones en la infraestructura y la implementación rigurosa del manual de respuesta situacional para mitigar el riesgo de la comunidad universitaria

4.8. Evaluación del riesgo por escenarios

La evaluación sistemática del riesgo dentro del Campus Norte “Edison Riera” se ejecutó mediante la integración y el procesamiento espacial de las capas de amenazas específicas y las matrices de vulnerabilidad socioambiental, utilizando las capacidades analíticas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este procedimiento se alineó de manera estricta con las directrices operativas instituidas en los apartados 6.4.3 y 6.4.4 de la norma internacional ISO 31000:2018, los cuales norman la caracterización profunda, valoración y jerarquización de los escenarios críticos de riesgo organizacional. Para la consecución de este análisis predictivo, el flujo de trabajo metodológico se desplegó a través de las siguientes fases geoespaciales conjugadas en el software ArcGIS:

- **Modelado individual de amenazas específicas:** Inicialmente, se procedió con la estructuración cartográfica e identificación de los peligros de forma aislada, delimitando geométricamente los vectores espaciales correspondientes a los eventos sísmicos

dominantes, los escenarios hidrometeorológicos por inundación superficial y las dinámicas socioculturales vinculadas a hurtos y robos.

- **Integración digital de capas de susceptibilidad:** Posteriormente, se ejecutó el acoplamiento sistémico de los componentes de vulnerabilidad física, demográfica y funcional del campus. Los parámetros analíticos de estas coberturas fueron estructurados previamente sobre la base de las métricas empíricas obtenidas durante los levantamientos técnicos e inspecciones de campo.
- **Procesamiento mediante álgebra de mapas avanzados:** Finalmente, el flujo de trabajo computacional se consolidó mediante la aplicación de técnicas de superposición espacial (*overlay analysis*) en el entorno ArcGIS. Este paso permitió intersectar de manera multiplicativa los rásteres de peligro con las coberturas de susceptibilidad e infraestructura expuesta, obteniendo como resultado la zonificación definitiva del riesgo real para las 11000 personas del campus.

Como resultado de este procesamiento computacional, se generaron diversos mapas dinámicos de riesgo multiamenaza que permiten localizar con precisión métrica las zonas de afectación prioritaria dentro del campus universitario. Estas salidas cartográficas definitivas delimitan geométricamente las áreas de mayor criticidad y vulnerabilidad social, revelando la distribución espacial del riesgo real frente a la población expuesta. De este modo, la transformación de datos abstractos en modelos visuales georreferenciados proporciona al Comité Operativo de Emergencias Institucional (COEI) una plataforma técnica y científica indispensable para la toma de decisiones, la optimización de los recursos de contingencia y la estructuración de las directrices operativas que conforman el manual de respuesta situacional de la universidad

4.9. Análisis multi-amenaza

El análisis multi-amenaza en el Campus Norte “Edison Riera” permitió identificar con precisión cartográfica las zonas de convergencia espacial donde la interacción simultánea o consecutiva de diferentes peligros incrementa el nivel de vulnerabilidad institucional. A través de las herramientas de geoprocésamiento en la plataforma ArcGIS, se ejecutó un modelado que superó el enfoque tradicional de riesgos aislados, logrando mapear cómo la coincidencia de fenómenos físicos y antrópicos maximiza la criticidad en los sectores de mayor densidad demográfica. Este examen sistémico es fundamental para la Ingeniería Industrial, ya que

demuestra que el riesgo real para las 11000 personas de la comunidad universitaria no surge de eventos independientes, sino de la acumulación de susceptibilidades en el territorio.

Para estructurar de forma operativa los hallazgos del análisis espacial, se identificaron los nexos causales y las dinámicas de interferencia mutua entre las variables priorizadas. Los principales problemas de interacción multi-amenaza se consolidaron en la siguiente matriz técnica

Tabla 12.

Matriz de caracterización y problemas por interacción multi-amenaza en el Campus Norte

Vector de Peligro	Alcance Espacial	Mecanismo de Interacción Espacial	Zona de Impacto Crítico	Indicador de Agravamiento Holístico (F)
Sismos	Regional (100% del campus)	Fenómeno geodinámico dominante que genera el potencial de colapso estructural, atrapamiento y fallas secundarias en redes energéticas o laboratorios	Cobertura total en la infraestructura del campus	Afectación directa e inmediata a la seguridad de las 11000 personas expuestas
Robos y Hurtos	Localizado / Periférico	Amenaza sociocultural recurrente que se ve potenciada en escenarios de evacuación, desorganización colectiva o fallas del sistema de iluminación.	Accesos principales, estacionamientos, áreas descubiertas y bloques de aulas de alta densidad	Multiplica la vulnerabilidad social por confinamiento, desorden masivo y pérdida de activos
Inundaciones	Localizado / Funcional	Fenómeno hidrometeorológico específico que causa saturación de drenajes y limita el libre desplazamiento por los vectores de escape del campus	Sectores topográficamente bajos y áreas de escorrentía superficial delimitadas	Bloqueo físico de rutas de evacuación ante eventos sísmicos de gran magnitud

Fuente: Levantamiento geoespacial en ArcGIS e inspección técnica de campo

Elaborado por: Mosquera N., 2026

A partir de la integración espacial de estas variables, se determinó que la principal criticidad en el Campus Norte se manifiesta en sus nodos de conectividad. Mientras que la amenaza sísmica posee un alcance macro que compromete de manera uniforme a todos los bloques constructivos, las dinámicas socioculturales como los robos se concentran en las zonas periféricas y los espacios abiertos, aprovechando los flujos itinerantes de la población. Por su parte, las inundaciones, aunque confinadas a depresiones topográficas puntuales, adquieren un rol crítico al interactuar con las otras amenazas, ya que la acumulación de agua superficial inutiliza pasillos y accesos vehiculares.

En conclusión, la superposición analítica demuestra que los puntos de encuentro y las rutas de evacuación del campus constituyen las áreas de mayor vulnerabilidad mixta. Un sismo ocurrido en condiciones de drenaje colapsado por lluvias o en momentos de alta congestión de accesos incrementaría exponencialmente el Índice de Riesgo Total ($RT = 1,71$), validando la pertinencia del modelo holístico al demostrar que la desorganización física y la densidad demográfica multiplican el impacto de las fuerzas de la naturaleza

4.10. Lineamientos para el manual de respuesta

La formulación de estas directrices estratégicas no constituye un esfuerzo administrativo aislado, sino que representa la traducción operativa de los resultados obtenidos mediante el modelado geoespacial y la evaluación holística de Cardona. Al haber identificado un Índice de Riesgo Total (RT) de 1,71, se evidencia que la seguridad de las 11000 personas que conforman la comunidad universitaria depende de una intervención que ataque simultáneamente la vulnerabilidad física y los factores de agravamiento socio-organizativo. Por lo tanto, el manual de respuesta se estructura bajo un enfoque de resiliencia proactiva, priorizando la capacidad de absorción del sistema institucional ante el impacto de amenazas combinadas.

Bajo esta premisa, la planificación se aleja del modelo reactivo convencional para centrarse en la reducción del Coeficiente de Agravamiento (F). Esto implica que las directrices aquí establecidas buscan neutralizar los puntos de quiebre detectados en el análisis espacial, tales como las deficiencias en la cobertura de alarmas y la gestión de densidades poblacionales en los accesos críticos. La arquitectura de estos lineamientos garantiza que cada protocolo sea medible, ejecutable y técnicamente coherente con el mapa de amenazas dominante, permitiendo una optimización eficiente de los recursos institucionales en los momentos de mayor incertidumbre operativa

Tabla 13.

Matriz de lineamientos operativos para la gestión de emergencias en el Campus Norte

Categoría de Amenaza	Enfoque de Intervención	Líneas de Acción y Directrices Estratégicas	Objetivo de Gestión
Sismo	Mitigación y Respuesta	Diseño de rutas de evacuación seguras, señalización de zonas de seguridad, ejecución de simulacros periódicos y capacitación continua de la comunidad.	Reducir el riesgo físico y optimizar los tiempos de evacuación masiva.
Inundación	Prevención Técnica	Identificación de áreas bajas, mantenimiento preventivo de sistemas de drenaje, limpieza de alcantarillado y protocolos de evacuación preventiva ante alertas climáticas.	Evitar la interrupción operativa y daños a la infraestructura por escorrentía superficial.
Sociocultural (Robos)	Seguridad y Vigilancia	Fortalecimiento del control de accesos, vigilancia en puntos ciegos, iluminación de zonas periféricas vulnerables y campañas de concientización ciudadana.	Disminuir la incidencia delictiva y mejorar la percepción de seguridad institucional.
Medidas Transversales	Capacidad Organizativa	Creación y equipamiento de brigadas de emergencia, implementación de sistemas de alerta sonora/visual y colaboración con organismos externos (ECU 911, Bomberos).	Fortalecer la resiliencia institucional y reducir la falta de capacidad de respuesta.

Elaborado por: Mosquera N., 2026

4.11. Manual de respuesta

Responsabilidades asignadas ante riesgos antrópicos

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	<i>FICHA DE PROCEDIMIENTOS</i>		 SGC SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
	CÓDIGO: M_01	VERSIÓN: 001	
	FECHA: 2026	PÁGINA:	
	MACROPROCESO: manual para emergencias , desastres naturales y eventos antrópicos		
	PROCESO:		
	SUBPROCESO:		
	PROCEDIMIENTO:		

Figura 11. Ficha de Procesos para el Campus Norte “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

4.11.1 Introducción

La configuración geodinámica de la República del Ecuador, determinada por su posición de interactividad tectónica en el límite de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana, condiciona una alta exposición del territorio nacional ante amenazas de origen natural, con especial énfasis en eventos de alta sismicidad. En este contexto, las Instituciones de Educación Superior (IES) se constituyen como entornos de alta vulnerabilidad y criticidad operativa debido a su elevada densidad demográfica fija e itinerante. Específicamente, en el Campus Norte “Edison Riera” de la Universidad Nacional de Chimborazo, la convergencia de una infraestructura física multifuncional y una población expuesta concentrada incrementa de manera exponencial los niveles de riesgo ante fenómenos de origen tanto natural como antropogénico, demandando mecanismos formales de planificación de la seguridad industrial y resiliencia institucional.

Bajo estas premisas técnicas, el presente manual de respuesta situacional se formula como un instrumento operativo derivado del análisis geoespacial y el procesamiento cartográfico en Sistemas de Información Geográfica (SIG). La integración sistémica de las bases de datos espaciales permitió identificar como vectores de peligro prioritarios a los sismos, las inundaciones superficiales y los riesgos socioculturales asociados a hurtos y robos, ratificando a la amenaza sísmica como el factor dominante de mayor peligrosidad territorial. Asimismo, la estructura predictiva de este documento incorpora los hallazgos del Método Holístico de Cardona, reconociendo que el Índice de Riesgo Total ($RT = 1,71$) del campus se encuentra severamente influenciado por un Coeficiente de Agravamiento ($F = 1,36$), lo que justifica la necesidad de contar

con directrices estandarizadas que mitiguen la fragilidad social y potencien de forma proactiva la resiliencia de las 11,000 personas que interactúan en el recinto universitario.

Como eje articulador de la seguridad colectiva, este instrumento técnico se establece como la guía oficial para normar la preparación, el flujo de respuesta inmediata y la gestión post-evento de las emergencias dentro del campus. Su aplicación estricta está orientada a salvaguardar la integridad física y el bienestar de los estudiantes, personal docente y administrativo, minimizando las interrupciones operativas y asegurando la continuidad de las actividades académicas e investigativas de la institución.

Para operativizar y auditar el alcance funcional de esta guía, los objetivos estratégicos de gestión se estructuran en la siguiente matriz

Tabla 14.

Matriz de lineamientos operativos para la gestión de emergencias en el Campus Norte

Componente del Objetivo	Acción Técnica Específica	Alcance Operativo en el Campus	Meta de Gestión Institucional
Identificación	Reconocer y caracterizar los escenarios de riesgo y zonas críticas del territorio	Cobertura total de los bloques académicos, administrativos y laboratorios del Campus Norte	Delimitación geométrica del 100% de las áreas de convergencia multi-amenaza
Prevención	Implementar medidas de control de ingeniería y seguridad física anticipada.	Infraestructura estratégica, activos tecnológicos y sistemas de evacuación periféricos	Minimizar la probabilidad de ocurrencia de contingencias de origen antrópico
Mitigación	Reducir el impacto físico y organizativo de las emergencias declaradas	Población expuesta y capital humano de la comunidad universitaria	Contener los efectos de segundo orden y neutralizar los factores del coeficiente de agravamiento

Preparación	Optimizar las capacidades de respuesta y los tiempos de desalojo masivo.	Brigadas institucionales, Comité Operativo de Emergencias (COEI) y usuarios en general	Reducción de los tiempos de evacuación bajo estándares internacionales de seguridad.
-------------	--	--	--

Elaborado por: Mosquera N, 2026

Datos generales de la Organización

Tabla 15.

Nivel de riesgo por escenario de amenazas en el Campus Norte

Institución	Universidad Nacional de Chimborazo
Ubicación	Campus Norte Edison Riera
Tipo de organización	Institución de Educación Superior
Actividad principal	Formación académica, investigación y vinculación
Características del campus	-Presencia de edificaciones académicas y administrativas -Alta concentración de población estudiantil -Espacios de uso común (aulas, laboratorios, áreas verdes)

Elaborado por: Mosquera N, 2026

4.11.2 Alcance del manual

El presente documento constituye el marco normativo y operativo que rige las acciones de gestión y respuesta ante emergencias para el Campus Norte “Edison Riera” de la Universidad Nacional de Chimborazo. Su alcance está delimitado por los escenarios de mayor criticidad técnica identificados mediante el análisis geoespacial y la evaluación holística, centrando su ejecución en la mitigación de impactos derivados de sismos, inundaciones superficiales y amenazas socioculturales como los robos. La puesta en práctica de estos lineamientos tiene como propósito fundamental fortalecer de manera sistémica las capacidades de prevención, respuesta inmediata y recuperación institucional ante eventos adversos, garantizando la continuidad de las funciones críticas del campus. Para asegurar una implementación efectiva, el alcance poblacional y los objetivos de resiliencia se detallan en la siguiente matriz técnica:

Tabla 16.**Matriz de alcance operativo y beneficiarios del manual de respuesta**

Componente del Alcance	Descripción de Aplicabilidad	Grupos de Interés Involucrados	Objetivo de Desempeño
Ámbito Geográfico	Instalaciones integrales del Campus Norte “Edison Riera”.	Totalidad de la infraestructura universitaria y áreas comunes.	Cobertura de seguridad en el 100% del recinto.
Escenarios de Riesgo	Eventos sísmicos de alta magnitud, inundaciones y robos/hurtos.	Brigadas de emergencia y personal de seguridad institucional.	Reducción del Índice de Riesgo Total (RT) y factores de agravamiento.
Población Objetivo	Comunidad universitaria compuesta por 11000 integrantes.	Estudiantes (10,000), Docentes y Personal Administrativo (1000).	Salvaguarda de la vida y reducción de la vulnerabilidad social.
Fases de Intervención	Ciclo completo de la emergencia: prevención, respuesta y recuperación.	Comité de Operaciones de Emergencia Institucional (COEI).	Asegurar la resiliencia y la pronta continuidad operativa de la UNACH.

Elaborado por: Mosquera N, 2026

4.11.3 Marco Normativo

La fundamentación legal y técnica del presente manual de respuesta situacional se sustenta en una estructura jerárquica de normas que garantizan la seguridad integral y la gestión proactiva de riesgos en el ámbito de la educación superior. Este marco normativo articula los mandatos constitucionales con las directrices internacionales de calidad y los reglamentos específicos de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), asegurando que los protocolos operativos posean plena validez jurídica y técnica.

El sustento legal del documento se organiza bajo los siguientes niveles de aplicación:

- **Nivel Constitucional y Nacional:** Se fundamenta en la Constitución de la República del Ecuador, la cual establece la obligación del Estado de garantizar la protección frente a desastres naturales y antrópicos. Asimismo, se alinea con la Ley de Seguridad Pública y del Estado, que norma la coordinación de los organismos de respuesta ante situaciones de emergencia.

- **Estándares Internacionales:** Se adopta de manera integral la Norma ISO 31000:2018 (Gestión de Riesgos—Directrices), proporcionando un marco sistémico para la identificación, análisis y tratamiento de las amenazas detectadas en el campus.
- **Normativa Institucional:** El manual guarda estricta coherencia con el Estatuto de la Universidad Nacional de Chimborazo y el Reglamento de Higiene y Seguridad Institucional, los cuales determinan las responsabilidades y procedimientos internos para salvaguardar la integridad de la comunidad universitaria

4.11.4 Contexto de la organización

El Campus Norte Edison Riera es un entorno con un nivel elevado de concentración de personas donde hay una infraestructura académica y de gestión expuesta a una serie de amenazas diversas, a partir del análisis a través del SIG realizado, se constata que:

- Hay una alta peligrosidad sísmica
- Las inundaciones presentan una baja frecuencia.
- Los robos son una amenaza sociocultural importante.

4.11.5 Compromisos de la organización

La Universidad Nacional de Chimborazo, consciente de su rol fundamental como garante de la integridad del capital humano y la infraestructura institucional, asume el compromiso inalienable de proporcionar entornos seguros y resilientes para el desarrollo de las actividades académicas. Esta responsabilidad se materializa mediante la implementación sistemática de medidas de prevención de riesgos que buscan neutralizar las amenazas de origen natural y antrópico detectadas en el Campus Norte “Edison Riera”. A través de una planificación estratégica fundamentada en estándares internacionales, la institución asegura la asignación de recursos necesarios para mitigar el impacto de eventos adversos, garantizando así la salvaguarda de la vida y la preservación de los activos científicos y tecnológicos del recinto

Asimismo, la organización se compromete a fomentar una cultura de seguridad participativa y sólida, trascendiendo la mera observancia normativa para convertir la prevención en un valor compartido por estudiantes, docentes y personal administrativo. Este compromiso se traduce en programas permanentes de capacitación y alfabetización en riesgos, diseñados para empoderar a la comunidad universitaria en la gestión proactiva de emergencias. Finalmente, la universidad establece como política institucional la mejora continua de sus procedimientos de

respuesta, utilizando las lecciones aprendidas y los avances tecnológicos en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para optimizar de manera incesante su capacidad operativa y resiliencia ante las dinámicas cambiantes del entorno regional

4.11.6 Estructura organizativa

Para asegurar una gestión de emergencias eficiente y alineada con los estándares internacionales de seguridad industrial, el Campus Norte “Edison Riera” dispone de una estructura organizativa jerarquizada y funcional. Esta arquitectura de mando está diseñada para garantizar una respuesta coordinada ante los escenarios de riesgo sísmico, hidrometeorológico y sociocultural identificados, permitiendo la toma de decisiones estratégicas y la ejecución de tácticas operativas en tiempo real. La estructura se fundamenta en la interoperabilidad de distintos niveles de responsabilidad, asegurando que cada integrante de la comunidad universitaria de 11,000 personas cuente con el respaldo de equipos especializados durante un evento adverso. Los componentes centrales que integran esta estructura organizativa son los siguientes:

- **Comité de Gestión de Riesgos (COEI):** Constituye el nivel de mando estratégico encargado de activar el sistema institucional de respuesta, gestionar recursos y coordinar la comunicación con organismos externos de socorro.
- **Coordinador de Emergencias:** Es el responsable operativo de liderar la ejecución de los protocolos, activar las alarmas y supervisar el cumplimiento de los planes de contingencia en cada bloque del campus.
- **Brigadas de Emergencia:** Equipos de primera respuesta integrados por personal capacitado que actúan de manera táctica en las siguientes áreas críticas:
 - **Evacuación:** Encargada de guiar a la población hacia las zonas de seguridad y puntos de encuentro de forma ordenada.
 - **Primeros Auxilios:** Responsable de brindar atención inmediata y estabilización a las personas afectadas antes de la llegada de servicios médicos externos.
 - **Seguridad:** Enfocada en el control de accesos, resguardo de activos institucionales y apoyo en situaciones de riesgo sociocultural como robos o asaltos.

Esta organización jerárquica no solo reduce la incertidumbre durante la ocurrencia de un siniestro, sino que optimiza el flujo de información y la utilización de recursos técnicos y materiales, transformando la planificación teórica en una capacidad operativa real para la salvaguarda de la comunidad universitaria

4.11.7. Responsabilidades

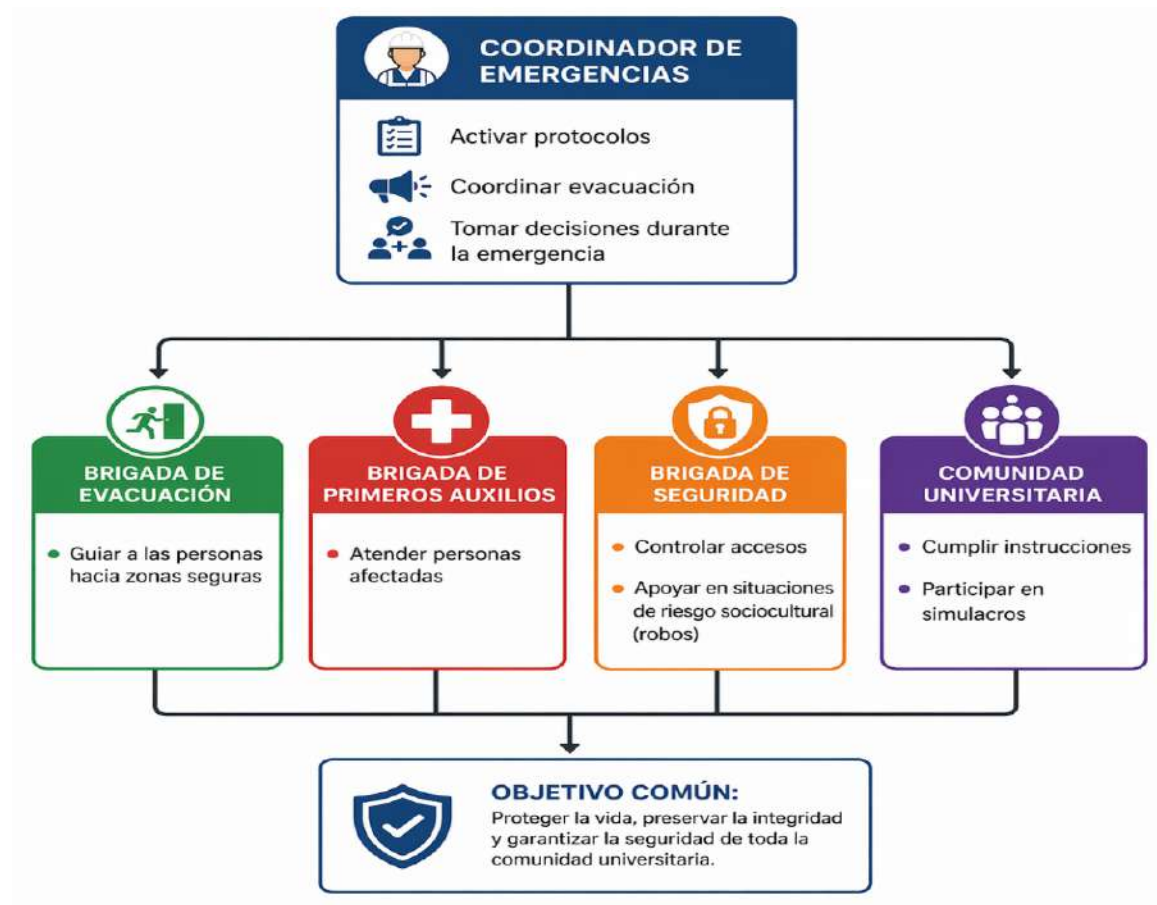


Figura 12. Responsabilidades asignadas ante riesgos antrópicos

Fuente: Mosquera N., 2026

La grafica anterior muestra las distintas responsabilidades asignadas ante los riesgos que se presentan en la Institución Superior Campus Norte “Edison Riera”.

4.11.8. Interacción con los procesos institucionales

La gestión de riesgos se conecta con los procesos institucionales de:

- Seguridad
- Bienestar universitario
- Gestión administrativa

Todo esto con el objetivo de asegurar una respuesta integral ante emergencias.

4.11.9. Recursos

Con el objetivo de enfrentar de manera efectiva las emergencias más comunes que se presentan en el Campus Norte como: sismos, inundaciones y robos, es crucial tener los recursos adecuados, materiales como humanos, estos recursos son clave para garantizar una respuesta

rápida, organizada y segura, lo que ayuda a minimizar los riesgos para toda la comunidad universitaria. A continuación, se detallan los recursos esenciales:

1.- La señalización de evacuación: es crucial en situaciones de emergencia, ya que guía a las personas hacia salidas seguras, por tanto, se debe incluir:

- Rutas de evacuación que estén claramente marcadas y sean visibles.
- Señales fotoluminiscentes para cuando la visibilidad es baja, como en cortes de energía.
- Identificación de zonas seguras y puntos de encuentro.
- Mapas de evacuación colocados en lugares estratégicos.

Considerando estos criterios es fundamental que la señalización esté en buen estado, sea fácil de entender y cumpla con las normas de seguridad actuales.

2. Botiquines de primeros auxilios: Son esenciales para ofrecer atención inmediata a quienes lo necesiten en una emergencia por tanto se sugiere que deben cumplir con los siguientes aspectos que son:

- Estar colocados en lugares accesibles y bien señalizados.
- Contener los suministros básicos (gasas, vendas, antisépticos, guantes, etc.).
- Revisarse de manera regular para asegurar que estén actualizados y completos.

Es crucial que sean utilizados por personal capacitado para evitar complicaciones en la atención.

3. Extintores: Los extintores son clave para controlar incendios que pueden surgir debido a sismos, fallas eléctricas o actividades humanas, razón por lo cual se recomienda:

- Colocarlos en lugares estratégicos y de fácil acceso.
- Asegurarse de que estén bien señalizados.
- Verificar su mantenimiento y la fecha de recarga de forma periódica.
- Capacitar al personal en su uso correcto.

4.- Sistemas de alarma: Los sistemas de alarma son fundamentales para alertar a toda la comunidad universitaria de inmediato en caso de una situación de riesgo por tanto se deben:

- Ser audibles en todas las áreas del campus.
- Activarse de manera manual o automática, dependiendo del tipo de emergencia.
- Diferenciar entre los distintos tipos de alerta (evacuación, confinamiento, etc.).
- Contar con un respaldo en caso de fallas eléctricas.

5.- Personal capacitado: El recurso más valioso es el factor humano, así como tener personal capacitado permite una respuesta organizada y eficiente, lo cual incluye:

- Brigadas de evacuación, primeros auxilios y seguridad.
- Coordinadores de emergencia que puedan tomar decisiones rápidas.
- Capacitación continua en simulacros y protocolos.
- Conocimiento específico sobre riesgos como sismos, inundaciones y robos.

La importancia de estos recursos radica en que su disponibilidad y uso adecuado permiten, reducir el tiempo de respuesta ante emergencias, para disminuir los riesgos para la vida y la integridad física, evitar el pánico y la desorganización y proteger bienes e infraestructura en conjunto, todos estos elementos son la base para una gestión efectiva de emergencias en el campus.

4.10.10. Comunicación interna y externa

La comunicación en situaciones de emergencia es fundamental para asegurar una respuesta rápida, coordinada y efectiva. Un buen sistema de comunicación permite transmitir información clara, prevenir el pánico y ayudar en la toma de decisiones en el momento adecuado. La comunicación se establece en dos niveles:

Comunicación interna: comprendida por la información que se transmite dentro del campus universitario entre autoridades, brigadas y comunidad universitaria. Los principales medios de comunicación son:

a) **Sistemas de alarma:** Estos sistemas son importantes para alertar de inmediato sobre cualquier emergencia, los cuales deben ser audibles y visibles en todas las instalaciones y pueden activarse manualmente o de forma automática, dependiendo de la situación, es recomendable contar con diferentes tipos de señales que ayuden a identificar el tipo de emergencia, ya sea evacuación, confinamiento, entre otros.

b) **Indicaciones del personal capacitado:** las indicaciones que brindan los organismos de Coei como el coordinador de emergencias son clara, firmes y orientadas a precautelar la seguridad de las personas, para evitar confusión y establecer un lenguaje claro y directo.

c) **Señalización:** clave para el proceso de orientarse durante una evacuación, en la cual debe incluir las rutas de evacuación, salidas de emergencias y zonas de seguridad, es muy importante que sea visible hasta en las condiciones más adversas.

Comunicación Externa: Se refiere a la coordinación con entidades fuera del campus que brindan apoyo durante la emergencia, para lo cual se incluye:

a) Coordinación con organismos de respuesta: debe mantenerse contacto inmediato con servicios de emergencia como, ECU 911, cuerpo de Bomberos, policía Nacional, servicios de salud, esta comunicación debe ser realizada por personal autorizado (coordinador o delegado).

b) Información proporcionada: Al comunicarse con organismos externos se debe indicar, el tipo de emergencia (sismo, inundación, robo, etc.), ubicación exacta dentro del campus, el número aproximado de personas afectadas, los riesgos adicionales (incendios, estructuras dañadas, personas atrapadas)

c) Coordinación posterior: Seguimiento de instrucciones dadas por las autoridades externas, apoyo en el acceso y control del área, intercambio de información para una atención eficiente.

4.11.11. Planificación de la operación

Se muestra a continuación la planificación de la operación para ello se establecen medidas preventivas para cada riesgo identificado:

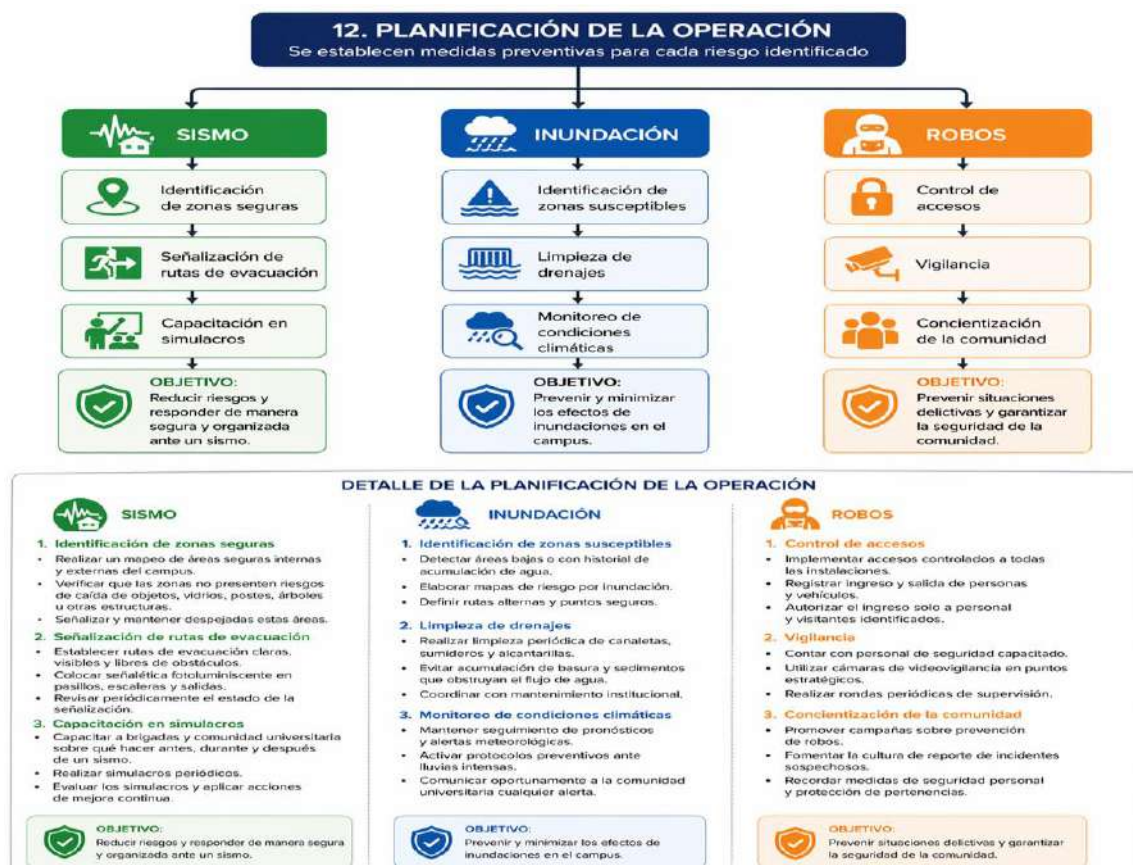


Figura 13. Planificación de la operación

Fuente: Mosquera N., 2026

En el desarrollo del Manual de Emergencias, desastres naturales y eventos antrópicos como parte de la planificación de la operación se desarrolló un tríptico informativo con el objetivo de comunicar de manera clara y visual todas las medidas preventivas, para las tres principales multi amenazas identificadas en la UNACH , Campus Norte "Edison Riera" sismos, inundaciones y robos, razón por lo cual se desarrolló ese material como una herramienta de difusión y sensibilización para todo el personal que se encuentran en el campus estudiantil con el objetivo de prevenir y promover la participación y mejorar la preparación ante situaciones de emergencia.



Figura 14. Acciones a seguir en emergencias

Fuente: Mosquera N., 2026

El tríptico desarrollado resumen de manera gráfica las acciones necesarias que toda la comunidad universitaria debe conocer para saber cómo actuar antes, durante y después de una emergencia.

4.11.12. Ejecución de la operación

Para llevar a cabo esta operación, se presenta un flujograma general que muestra los riesgos más importantes identificados en la Universidad Nacional de Chimborazo, Campus Norte “Edison Riera”, donde se detallan los departamentos responsables y la secuencia de acciones a seguir en caso de que ocurran eventos adversos, adicional se elaboró flujogramas específicos para cada tipo de riesgo priorizado:

- *sismos

- *inundaciones

- * riesgos socioculturales (como el hurto, robo de bienes y robo de personas).

Los flujogramas desglosan las actividades, decisiones y las personas responsables que intervienen en la gestión de emergencias, por ende la ejecución de la operación implica activar de inmediato los protocolos establecidos para cada amenaza identificada, con el fin de proteger la vida humana, reducir los riesgos y minimizar los daños tanto a la comunidad universitaria como a la infraestructura institucional, es por ello que resulta fundamental que todos los involucrados conozcan y apliquen de manera rigurosa las acciones definidas en cada protocolo.

COEI en la ejecución de la operación: Un aspecto importante en la ejecución de las operaciones fue la integración del Comité Operativo de Emergencias Institucional (COEI), el mismo que actúa como el núcleo de coordinación, toma de decisiones y gestión de recursos durante situaciones de emergencia, según lo que se establece en el modelo de niveles de mando para la gestión de emergencias en la Universidad Nacional de Chimborazo (Córdova-Suárez et al., 2026), el COEI desempeña funciones estratégicas que abarcan:

- Activar el sistema institucional de respuesta ante emergencias.
- Coordinar las brigadas operativas (seguridad, evacuación, salud y logística).
- Evaluar la magnitud del evento y sus posibles impactos.
- Determinar la capacidad de respuesta de la institución.
- Gestionar recursos tanto internos como externos.
- Coordinar la comunicación con entidades externas como ECU 911, Policía Nacional y cuerpos de emergencia.
- Supervisar el proceso de recuperación y el regreso a la normalidad.

Los flujogramas desarrollados, se estableció al COEI como el nivel de mando principal, centralizando las decisiones críticas del proceso y evitando la fragmentación operativa, lo cual

asegura que la respuesta institucional no se base solo en acciones operativas aisladas, sino que se apoye en una estructura jerárquica bien organizada que garantiza la continuidad y efectividad en la gestión de emergencias.

A continuación, se presentan los protocolos desarrollados para cada tipo de riesgo identificado:

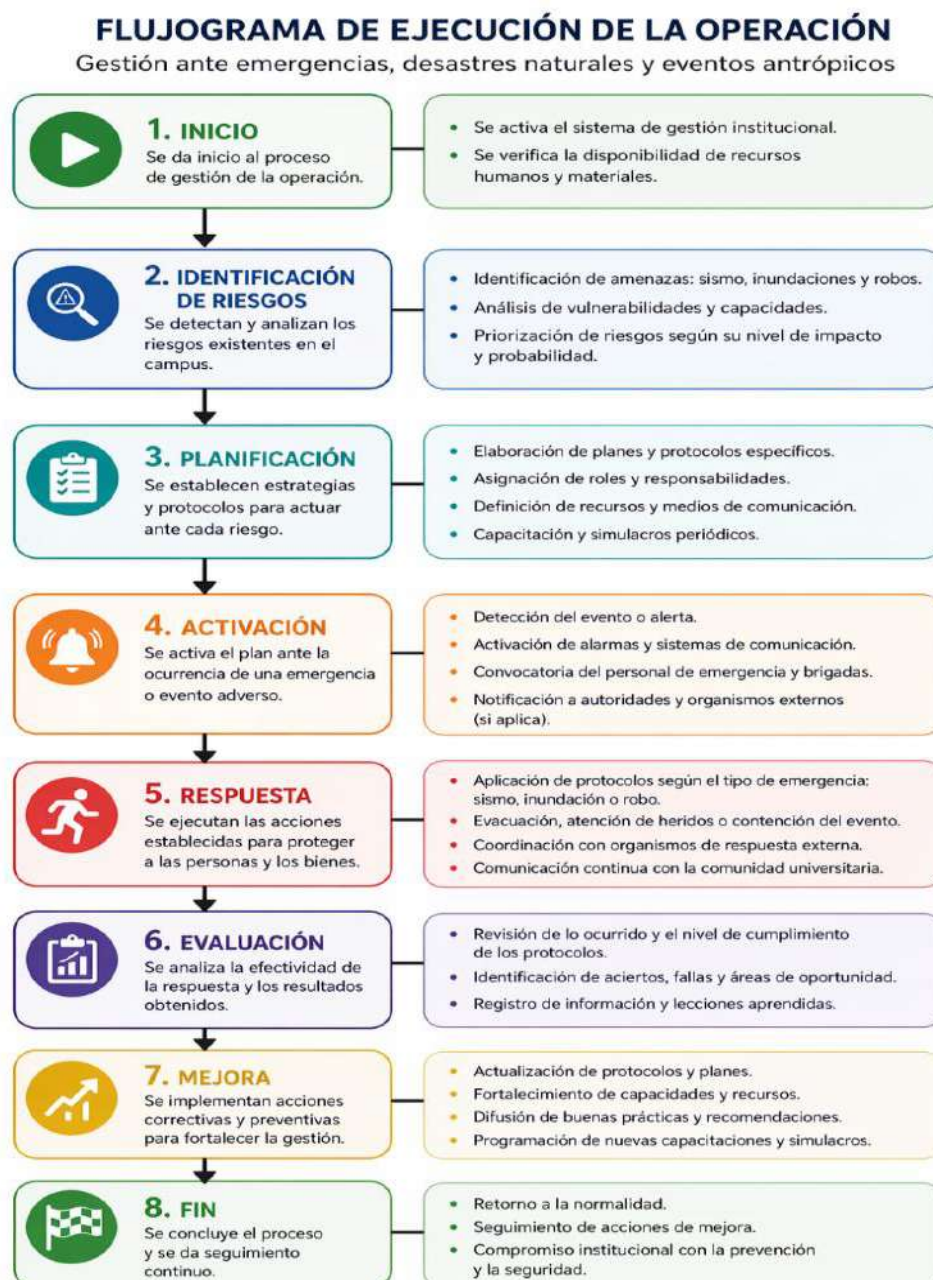


Figura 15. Protocolo ante inundaciones en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

La ejecución de la operación corresponde a la activación inmediata de los protocolos establecidos para cada amenaza que fue identificada, ya que el objetivo es la protección de la vida, la reducción de riesgos y la minimización de daños a la comunidad universitaria e infraestructura, de la institución, los cuales se detallan a continuación:

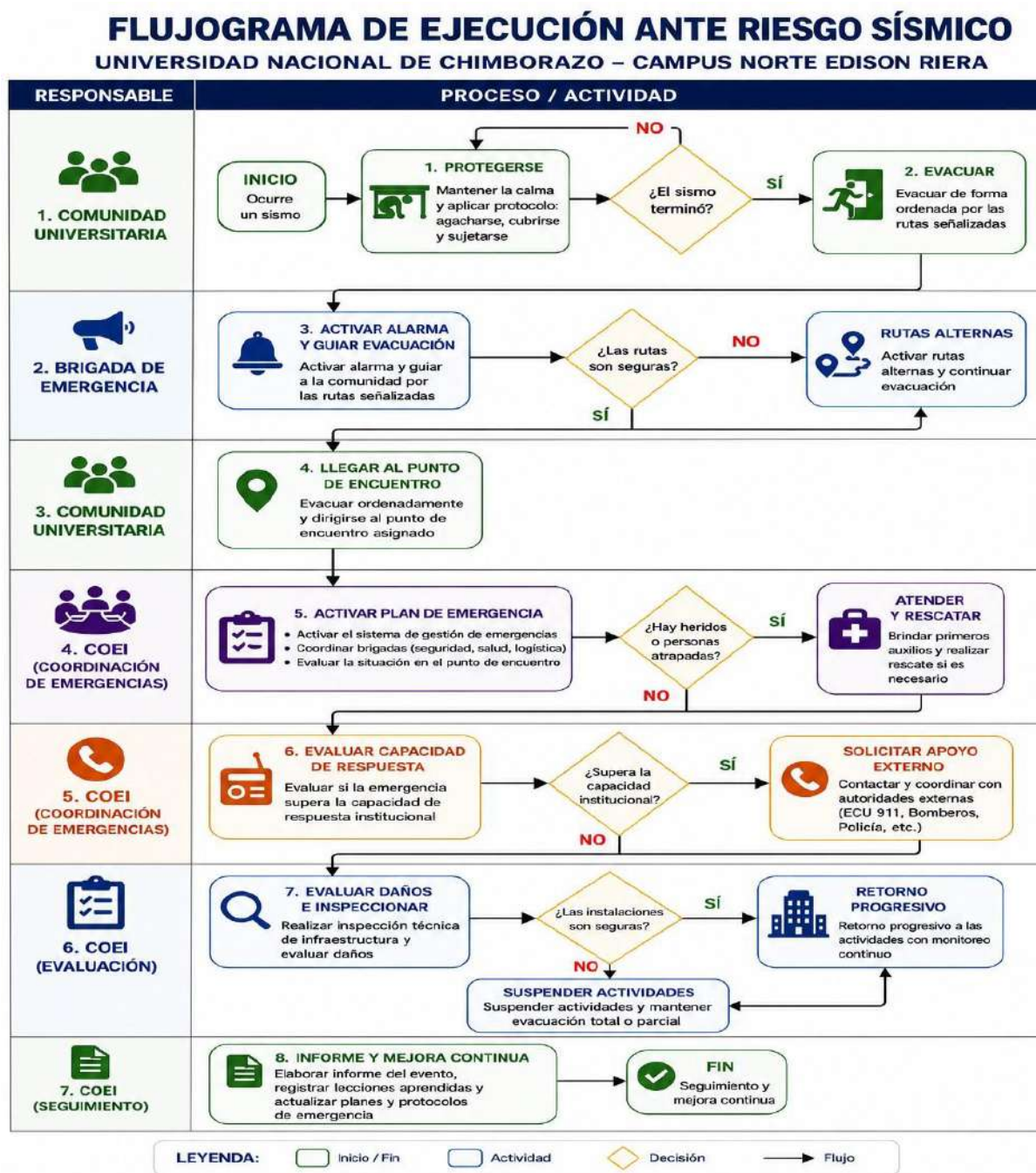


Figura 16. Protocolo ante riesgo sísmico en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

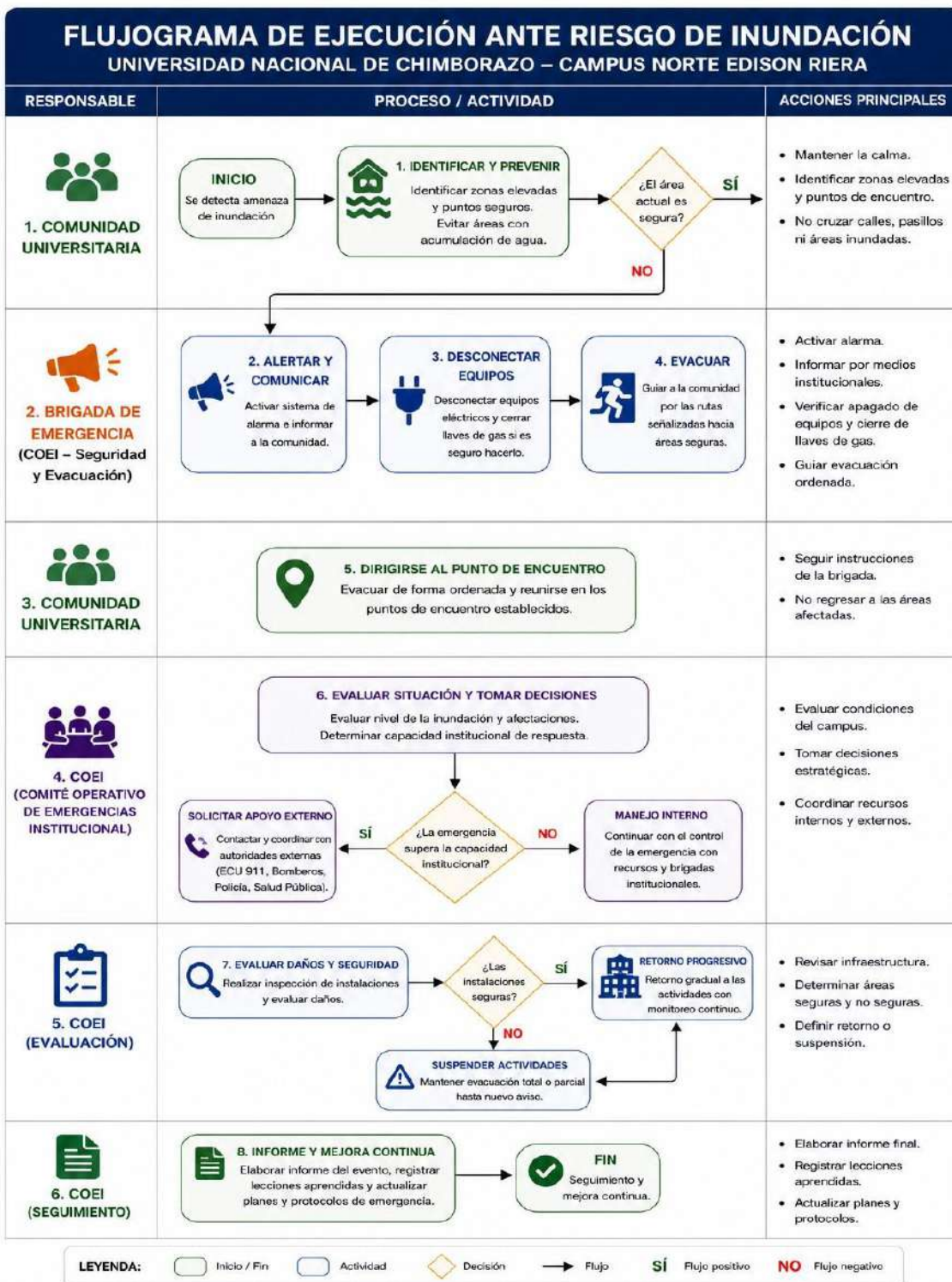


Figura 17. Protocolo ante riesgo de inundación en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

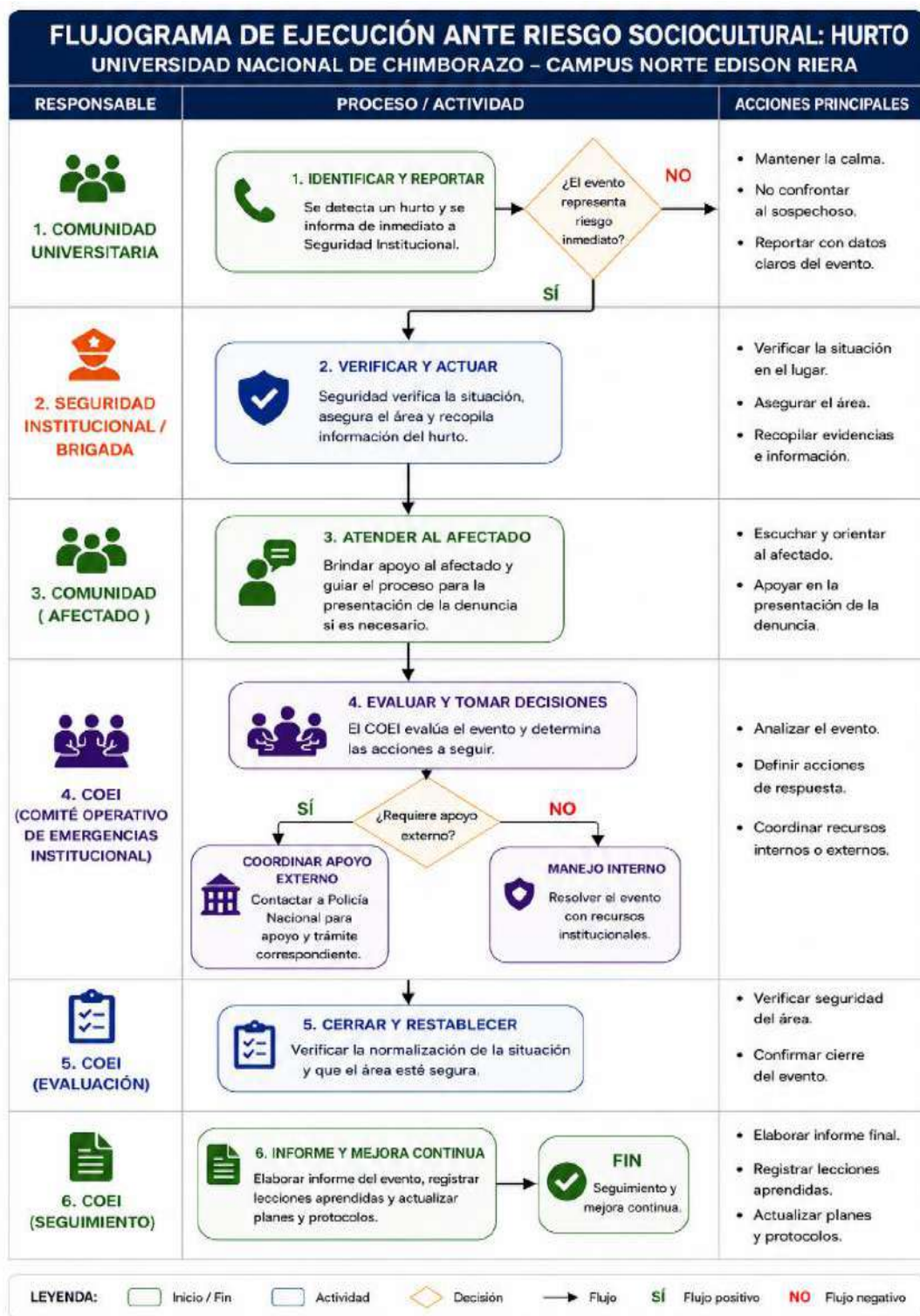


Figura 18. Protocolo ante riesgo sociocultural-hurto en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

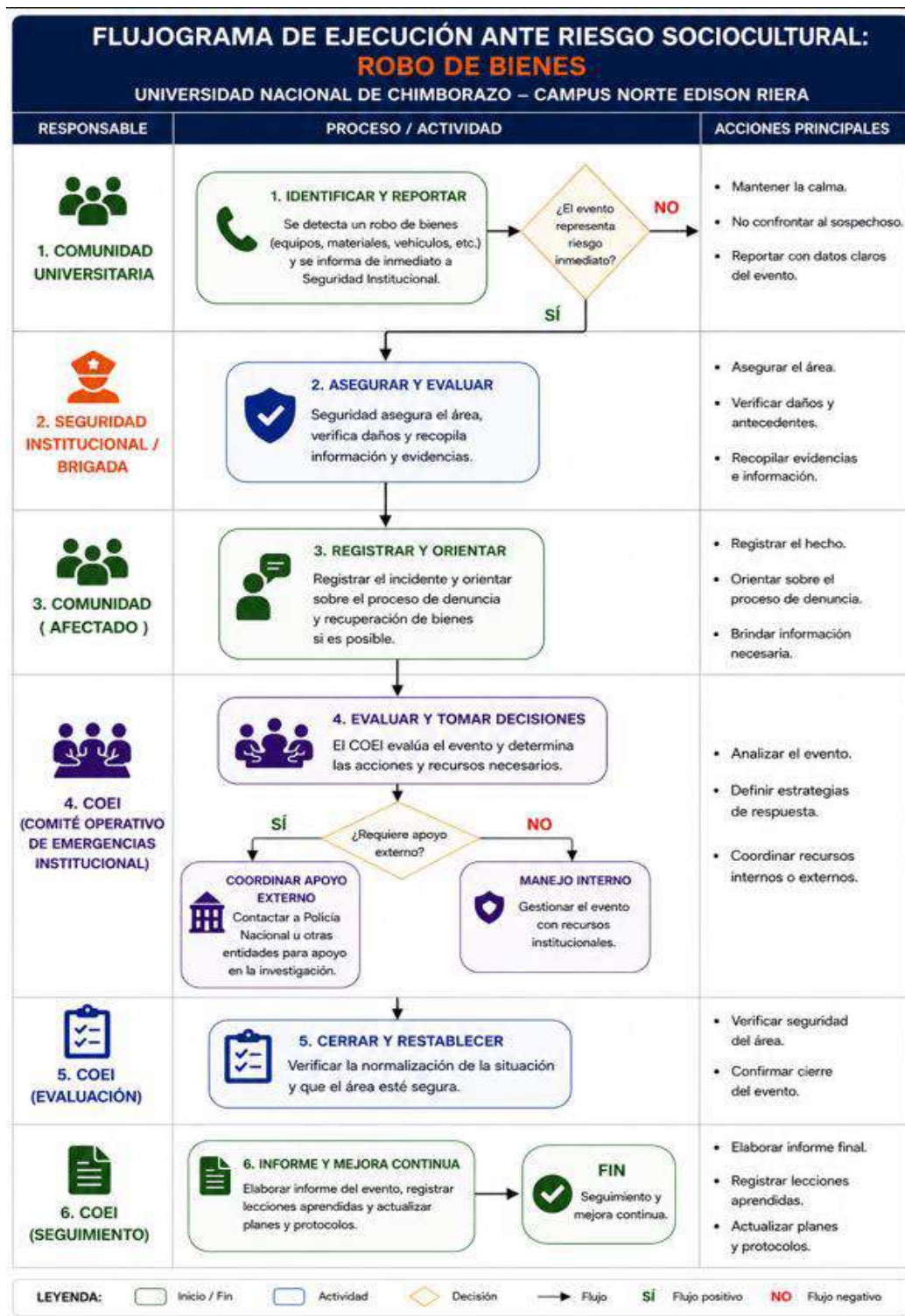


Figura 19. Protocolo ante riesgo sociocultural-robo de bienes en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

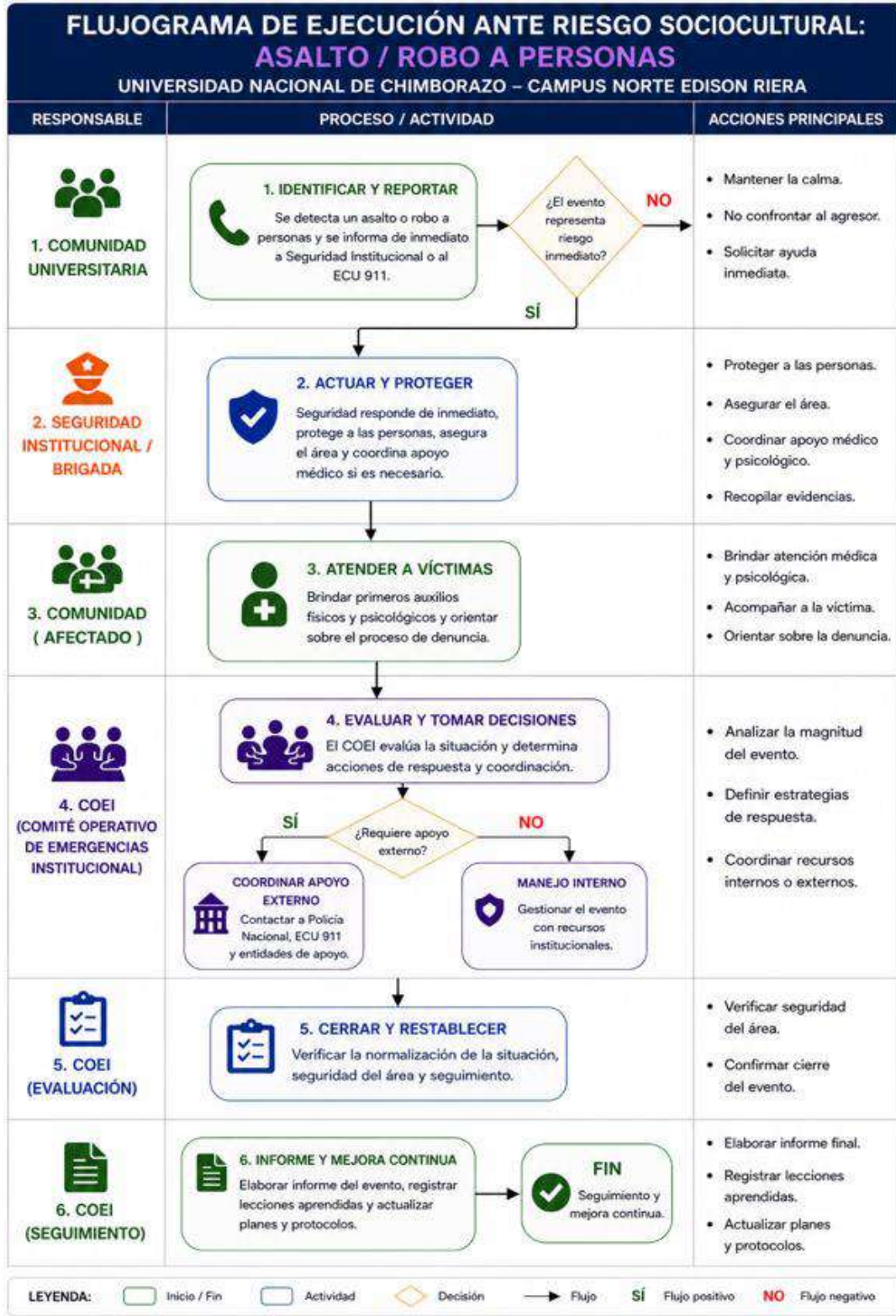


Figura 20. Protocolo ante riesgo sociocultural-robo a personas en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

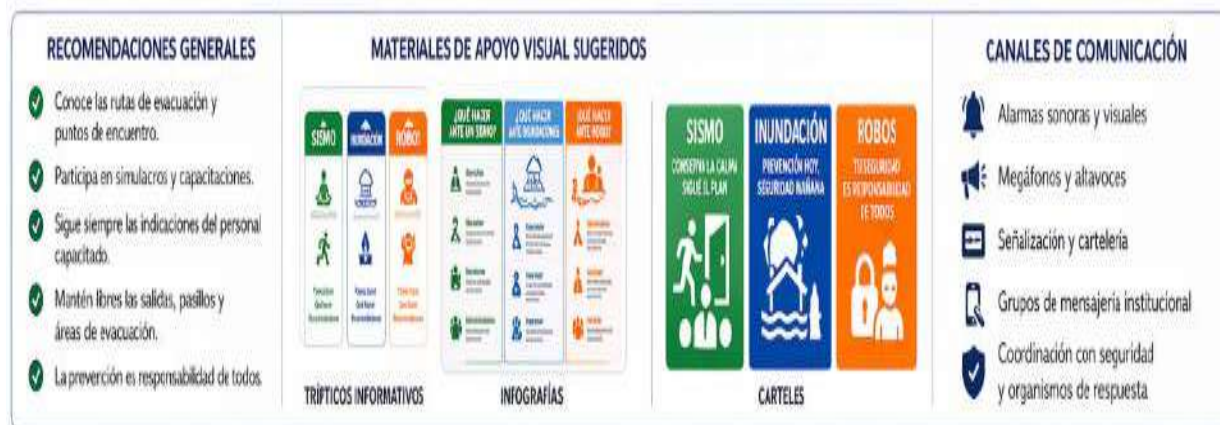


Figura 21. Recomendaciones generales y materiales de apoyo en el Campus “Edison Riera”

Fuente: Mosquera N., 2026

4.11.13. Seguimiento y evaluación

El seguimiento y la evaluación de este manual se llevarán a cabo a través de la realización periódica de actividades que nos permitan comprobar su efectividad y el grado de cumplimiento para ello, se tuvieron en cuenta las siguientes acciones:

- Realización de simulacros ante los riesgos identificados, como sismos, inundaciones y robos.
- Evaluación del desempeño de la comunidad universitaria durante estos simulacros.
- Identificación de fallas o debilidades en los protocolos de respuesta.
- Registro de incidencias que ocurran durante eventos reales o simulados.

Los resultados que obtengamos nos ayudarán a determinar cuán preparado está el campus y cuán efectivas son las medidas que hemos implementado.

4.11.14. Acciones de mejora

Las acciones de mejora se llevarán a cabo según los resultados que se obtengan del proceso de seguimiento y evaluación, con el fin de reforzar la gestión de riesgos en el campus, se tienen en cuenta las siguientes acciones:

- Actualización de los protocolos de respuesta ante emergencias.
- Capacitación continua para toda la comunidad universitaria.
- Mejora de la señalización y de las rutas de evacuación.
- Fortalecimiento de los recursos disponibles para la atención de emergencias.

El proceso mencionado asegurará la mejora continua del manual y una mayor capacidad de respuesta ante situaciones adversas.

Tabla 17.

Formato de mejora UNACH

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
Nayely Mosquera		Ing.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Elaborado por: Mosquera N, 2026

4.12. Planificación preventiva

Este programa de planificación preventiva se basa en los hallazgos de un análisis de riesgos realizado con herramientas SIG, donde se identificaron las principales amenazas: sismos, inundaciones y robos, cada una de estas amenazas presenta diferentes niveles de peligrosidad, siendo el riesgo sísmico el que podría tener el mayor impacto en el Campus Norte Edison Riera, al implementar medidas preventivas, podemos anticiparnos a eventos adversos, disminuir la vulnerabilidad del entorno universitario y mejorar la capacidad de respuesta de nuestra comunidad este enfoque está en línea con los principios de gestión de riesgos establecidos en la norma ISO 31000, fomentando así una cultura de prevención y seguridad en la institución

4.12.1 Programa de planificación preventiva- Sismos

El riesgo sísmico es, la mayor amenaza para el campus, dado lo peligrosa que es la zona si no estamos preparados, las consecuencias pueden ser muy graves tanto para las personas como para la infraestructura por eso, es crucial llevar a cabo simulacros, capacitaciones y señalización; todo esto ayuda a mitigar el impacto de un sismo y a mejorar nuestra respuesta en situaciones de emergencia.

Tabla 18.
Planificación preventiva - Sismos

Programa de planificación preventiva- Sismos					
Riesgo 1 - Sismos					
Riesgo 1	Evento sísmico (alta peligrosidad)	Tipo de medida	Preventiva – Operativa	Coste económico	250,00 \$
Medida	Capacitación en evacuación, señalización de rutas y simulacros sísmicos.				
Objetivo de la medida	Fortalecer la capacidad de respuesta de la comunidad universitaria ante eventos sísmicos es fundamental, esto se logra a través de una buena preparación previa, conociendo las rutas de evacuación y identificando zonas seguras con estas medidas, buscamos reducir los riesgos para la integridad física de todos, minimizar el pánico colectivo y optimizar los tiempos de evacuación, contribuyendo así a proteger la vida de quienes están en el campus.				
Fecha inicio-finalización	01/02/2026 – 30/06/2026		Responsable de ejecución	Unidad de Gestión de Riesgos	
Frecuencia de control	Semestral		Responsable de seguimiento	Coordinador de Seguridad	

Elaborado por: Mosquera N, 2026

4.12.2 Programa de planificación preventiva- Inundación

La inundación tiene un nivel de peligrosidad bajo, su aparición puede interrumpir el funcionamiento normal del campus, implementar medidas preventivas, como el mantenimiento de los drenajes, ayuda a reducir posibles daños y asegura que las actividades académicas continúen sin contratiempos, evitando así pérdidas materiales y operativas.

Tabla 19.
Planificación preventiva - Inundación

Programa de planificación preventiva- Inundaciones					
Riesgo 2 - Inundaciones					
Riesgo 2	Inundación (baja peligrosidad)	Tipo de medida	Preventiva – Técnica	Coste económico	150,00 \$
Medida	Mantenimiento de drenajes, limpieza de alcantarillado y monitoreo de zonas susceptibles.				
Objetivo de la medida	Es fundamental prevenir la acumulación de agua en las áreas más vulnerables del campus, y para ello, es clave mantener en buen estado los sistemas de drenaje, esta acción no solo busca proteger la infraestructura, sino también asegurar que las actividades académicas puedan llevarse a cabo sin interrupciones, reduciendo así los riesgos operativos y los posibles daños materiales.				
Fecha inicio- finalización	01/03/2026 – 30/07/2026		Responsable de ejecución	Área de Mantenimiento	
Frecuencia de control	Trimestral		Responsable de seguimiento	Administrador del Campus	

Elaborado por: Mosquera N, 2026

4.12.3 Programa de planificación preventiva- Robo

El riesgo de robos está vinculado a la alta densidad de población en el campus, lo que aumenta la posibilidad de que ocurran delitos. Implementar medidas de seguridad y fomentar la concientización son pasos clave para disminuir la frecuencia de estos incidentes, mejorar la percepción de seguridad y proteger los bienes de la comunidad universitaria.

Tabla 20.
Planificación preventiva - Socioculturales

Programa de planificación preventiva- Robos					
Riesgo 3 - Robos					
Riesgo 3	Robos	Tipo de medida	Preventiva – Seguridad	Coste económico	200,00 \$
Medida	Fortalecimiento de control de accesos, vigilancia y campañas de concientización.				
Objetivo de la medida	El objetivo es reducir los robos en el campus, fortaleciendo la seguridad física y concienciando a la comunidad universitaria, para mejorar la percepción de seguridad, prevenir delitos y promover una cultura de autoprotección.				
Fecha inicio-finalización	01/02/2026 – 30/06/2026		Responsable de ejecución	Seguridad Institucional	
Frecuencia de control	Mensual		Responsable de seguimiento	Jefe de Seguridad	

Elaborado por: Mosquera N, 2026

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión de resultados

El análisis pormenorizado de los resultados ratifica que la amenaza sísmica constituye el factor de mayor criticidad para el Campus Norte “Edison Riera” de la Universidad Nacional de Chimborazo, registrando niveles de peligrosidad muy alta situados en un rango del 76% al 100%. Este diagnóstico es técnicamente coherente con las condiciones geodinámicas de la región andina y la cercanía a fallas geológicas activas que caracterizan al cantón Riobamba. Al contrastar este hallazgo con lo planteado por Mukul et al. [2], se confirma la premisa de que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) operan como ejes estratégicos indispensables en la planificación de desastres, puesto que la plataforma ArcGIS permitió mapear con precisión geoespacial la distribución de la amenaza sísmica esperada sobre las 11,76 hectáreas del campus. La caracterización de este peligro dominante en su nivel máximo no solo valida las alertas instrumentales, sino que, en términos de Ingeniería Industrial, fundamenta la toma de decisiones para priorizar recursos hacia el reforzamiento físico de la infraestructura y el despliegue de planes operativos proactivos e inmediatos para salvaguardar la vida de la comunidad universitaria.

Esta estimación de peligro adquiere rigurosidad científica al examinar el contraste y la marcada variabilidad numérica obtenida entre el Método Determinista Clásico y el Modelo Probabilístico Holístico de Cardona. El cálculo determinista inicial arrojó un índice de riesgo de 0,8024 (80%), el cual se basó estrictamente en la intersección multiplicativa y estática de la amenaza compuesta, la vulnerabilidad física estructural y la exposición demográfica masiva. Por el contrario, la aplicación del método holístico elevó de forma drástica el Índice de Riesgo Total a una magnitud de 1,7153. Esta variación metodológica de 0,91 puntos se justifica porque el enfoque de Cardona [45] introduce un Coeficiente de Agravamiento total de 1,3650, el cual actúa como un amplificador del riesgo físico base ($RF = 0,7253$) al cuantificar las variables de fragilidad social y falta de resiliencia organizativa en el campus. Lo anterior demuestra de forma contundente que el riesgo real de desastre para una población concentrada de 11000 personas no depende únicamente de la resistencia mecánica del hormigón, sino de la vulnerabilidad funcional del sistema. Este cambio de paradigma se alinea de manera perfecta con la postura teórica de Zscheischler et al. [11], quienes sostienen que la severidad de un desastre no se configura de forma aislada por la magnitud física del fenómeno natural, sino por la convergencia crítica entre dicho evento y las

condiciones preexistentes de susceptibilidad socioeconómica, institucional y de exposición de los asentamientos humanos.

Asimismo, la investigación pone de manifiesto que la seguridad del Campus Norte no puede gestionarse bajo análisis fragmentados, debido a que el territorio se encuentra expuesto a una configuración compleja de multi-amenazas que interactúan de manera simultánea o consecutiva. Mientras el sismo ejerce un impacto macro y uniforme en toda la infraestructura, el análisis espacial con ArcGIS reveló que los riesgos socioculturales asociados a hurtos y robos presentan niveles de incidencia medio-altos del 51% al 75%, localizándose críticamente en los accesos periféricos, estacionamientos y áreas de alta afluencia. Esta dinámica delictiva se vincula directamente a la densa exposición demográfica itinerante de 10000 estudiantes matriculados en los bloques académicos principales. Al confrontar esta realidad territorial con los enfoques de riesgos ambientales sistémicos expuestos por Aven [12], se confirma que los procesos antropogénicos y los peligros locales actúan como amplificadores mutuos de la crisis; un claro ejemplo de ello ocurre cuando un sismo converge con inundaciones superficiales locales (las cuales registran una incidencia baja del 24% por la topografía del terreno), ya que la acumulación de agua por drenajes colapsados inutiliza pasillos y accesos vehiculares, bloqueando físicamente las rutas de escape y transformando un evento natural en una emergencia de magnitudes incalculables ante el pánico colectivo.

Finalmente, la discusión analítica converge en la evaluación de las capacidades internas de absorción, adaptación y respuesta de la universidad frente a estas amenazas entrelazadas. El procesamiento en el software SIG determinó de forma global una vulnerabilidad media para el Campus Norte, diagnosticando que, a pesar de contar con una estructura de soporte y comités organizados, coexisten fallas críticas como la falta de señalización fotoluminiscente continua y deficiencias en los sistemas de alarma audible en bloques periféricos y talleres, elementos que operan como cuellos de botella que incrementan el confinamiento en pasillos. Siguiendo la visión contemporánea de Becker et al. [28] sobre la resiliencia en la educación superior, este concepto debe trascender la visión reactiva de regresar pasivamente al estado anterior al desastre, debiendo asumirse como un proceso de adaptación transformadora que capitaliza la crisis como una oportunidad de aprendizaje institucional. Bajo este principio técnico, la estructuración del Manual de Respuesta Situacional y sus programas preventivos, fundamentados estrictamente en las

directrices de la norma internacional ISO 31000:2018 [1], se consolidan como la herramienta de ingeniería idónea para corregir las debilidades organizativas del campus, neutralizar los factores del coeficiente de agravamiento y garantizar la continuidad operativa y la salvaguarda efectiva de las 11000 vidas que integran la comunidad universitaria.

5.2. Conclusiones

- La identificación de peligros mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) determinó con precisión métrica que el Campus Edison Riera Norte está expuesto a un ambiente multiamenazas, donde el factor sísmico destaca como el más técnico con un nivel de criticidad del 76% al 100%. Este análisis geoespacial, apoyado en la recopilación de datos del Instituto de Geofísica y estudios de campo, contribuyó a otras amenazas como el riesgo sociocultural (robo y atraco) con una frecuencia media-alta del 51% al 75% y las inundaciones superficiales con una amenaza baja de menos del 25%. La zonificación derivada de ArcGIS fue esencial para reconocer que la mayor carga de peligro se concentra en áreas de alta densidad de población y nodos de conectividad de campus, proporcionando la base empírica necesaria para pasar del diagnóstico descriptivo a la evaluación de riesgos proactiva
- Una evaluación de riesgos utilizando un enfoque holístico mostró que el impacto potencial de eventos adversos en las 11.000 personas y la infraestructura del campus no es lineal, sino que se ve reforzado significativamente por factores contextuales. Comparando los métodos, el Índice de Riesgo Total obtenido por el método de Cardona ($RT = 1,7153$) es el más adaptado a la realidad de funcionamiento de la institución, superando significativamente el cálculo determinista clásico de 0,8024. Esta variabilidad se justifica por el coeficiente de agravación ($F = 1,3650$), que identifica la inestabilidad social y la falta de resiliencia institucional como las principales causas del desastre. Reducir el impacto de los peligros naturales y provocados por el hombre requiere intervenciones urgentes que aborden no solo la vulnerabilidad física estructural, sino también las deficiencias en los sistemas de alerta y la gestión de los flujos de evacuación masiva
- El Manual de Respuesta a Situaciones está diseñado como una herramienta técnica operativa diseñada para mitigar los niveles de riesgo críticos identificados en la investigación. Este documento integra protocolos específicos contra sismos, inundaciones y hurtos definidos por la estructura organizacional liderada por el Comité de

Operaciones de Emergencia Institucional (COEI) y los socorristas. El manual va más allá de la planificación teórica y ofrece directrices estratégicas que abordan los puntos conflictivos identificados en el análisis espacial, como la optimización de las rutas de evacuación y el fortalecimiento de una cultura de autodefensa. Al implementar estos lineamientos, la Universidad Nacional de Chimborazo asegura un sólido sistema de gobernanza que garantiza la continuidad de sus actividades académicas y la protección efectiva de la integridad de estudiantes, docentes y personal administrativo en crisis difíciles

5.3. Recomendaciones

- Se sugiere que la Universidad Nacional de Chimborazo realice actualizaciones periódicas de los mapas de amenazas utilizando herramientas SIG, esto ayudará a monitorear los cambios en el entorno y a identificar nuevas áreas críticas.
- Es fundamental poner en marcha un sistema integral de gestión de riesgos multiamenaza, porque este sistema debe abarcar no solo un análisis técnico, sino también la integración de planes institucionales y protocolos operativos.
- Se recomienda enriquecer el análisis al incluir variables como el crecimiento poblacional, los cambios en la infraestructura y los escenarios futuros, dado que el riesgo sísmico es el que presenta mayor peligrosidad, es aconsejable priorizar la realización periódica de simulacros de evacuación y la mejora de la señalización y las rutas de evacuación.

BIBLIOGRAFÍA

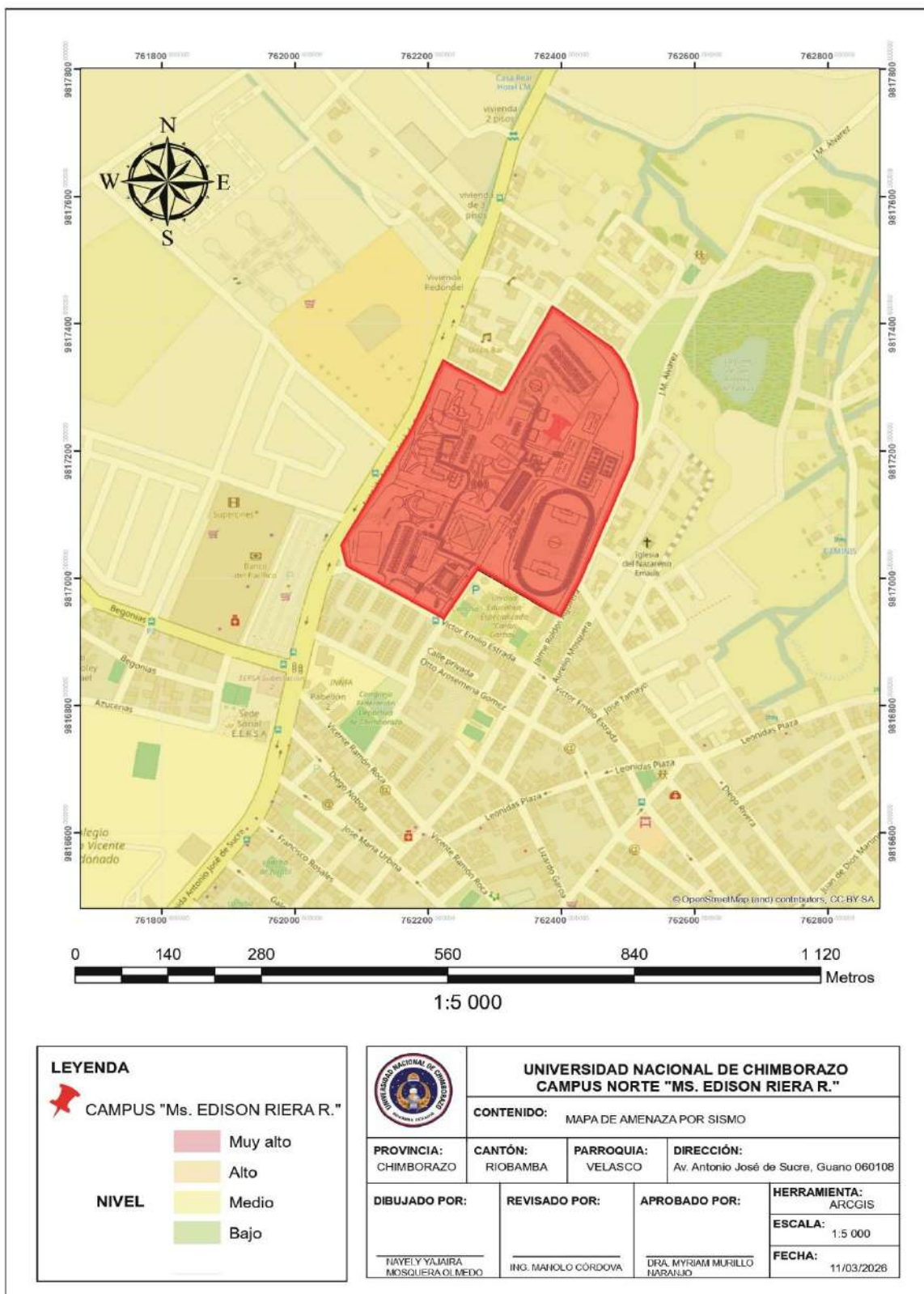
- [1] International Standard Organization, ISO 31000:2018(es), Gestión del riesgo—Directrices, Ginebra, 2018.
- [2] A. S. A.-A. A. S. & A.-H. M. Mukul, «La inteligencia geoespacial en la gestión de desastres: Un análisis de las aplicaciones actuales y las perspectivas de futuro.,» *Journal of Safety and Resilience*, vol. 1, nº 2, pp. 45-62, 2024.
- [3] C. A. & M. J. S. Loja Guevara, Herramienta tecnológica para la optimización del proceso de manejo de incidentes en un campus universitario [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral], Guayaquil: Repositorio Digital ESPOL, 2023.
- [4] R. Singh, «El papel de los sistemas de información geográfica (SIG) en la gestión y planificación ante desastres,» *International Journal of Geography, Geology and Environment*, vol. 2, nº 6, pp. 195-205, 2024.
- [5] A. S. A. C. & A. J. Mohammed, «Enhancing disaster preparedness in higher education institutions in Ghana: The role of facility managers,» *International Journal of Emergency Services*, vol. 2, nº 14, pp. 148-167, 2025.
- [6] UNACH, «UNACH en cifras,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.unach.edu.ec/unach-en-cifras/>.
- [7] E. Albuero, «Preparación ante emergencias en la educación superior: Una revisión bibliográfica sobre la preparación institucional y la respuesta ante desastres,» *International Journal of Multidisciplinary Studies in Higher Education*, vol. 3, nº 2, pp. 87-99, 2025.
- [8] C. B.-A. E. & S. F. Amoah, «Evaluación de las medidas de preparación y gestión ante desastres en las instituciones de educación superior,» *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 2, nº 15, pp. 189-204, 2024.
- [9] R. A. W. I. R. D. K. H. & P. D. Tyas, «Un análisis de la implementación de la educación en materia de reducción del riesgo de desastres: Integración, tendencias y trayectorias.,» *Social Sciences & Humanities Open*, nº 12, pp. 102-125, 2025.
- [10] H. K. U. & A. D. Al-Dahash, «Marcos de reducción del riesgo de desastres y resiliencia en las instituciones públicas: Una clasificación sistemática de los peligros,» *International Journal of Disaster Risk Management*, vol. 1, nº 6, pp. 112-129, 2024.

- [11] J. S. S. I. F. M. & B. E. Zscheischler, «Proyecciones futuras sobre los riesgos naturales combinados y el papel fundamental de la vulnerabilidad y la exposición,» *Earth's Future*, vol. 4, nº 11, 2023.
- [12] T. Aven, «Perspectivas de la ciencia del riesgo sobre los peligros antropogénicos y los riesgos ambientales sistémicos,» *Reliability Engineering & System Safety*, nº 241, 2024.
- [13] E. E. v. G. K. C. V. V. S. & d. M. H. Koks, «Marcos integrados de evaluación de riesgos: Interacción entre los peligros, la exposición y la vulnerabilidad sistémica,» *Reliability Engineering & System Safety*, pp. 235-254, 2023.
- [14] A. L.-B. J. & P. E. Scolobig, «De la percepción del riesgo a la reducción del riesgo: El papel de las evaluaciones analíticas en la resiliencia institucional,» *International Journal of Disaster Risk Science*, vol. 1, nº 15, pp. 74-89, 2024.
- [15] Y. N. M. & K. A. Birgita, «Análisis de la gestión de riesgos mediante el marco ISO 31000:2018 en el sistema de información del almacén electrónico de la Policía Municipal de Surabaya,» *TelKa*, vol. 2, nº 14, pp. 79-91, 2024.
- [16] A. Rahmana, «Marco integral para la gestión de riesgos en proyectos basado en la norma ISO 31000,» pp. 46-55, 2024.
- [17] B. R. B. & G. L. Seyedashrafi, «Estrategias proactivas de identificación de peligros y mitigación de riesgos para la resiliencia de las infraestructuras institucionales,» *Safety Science*, pp. 170-189, 2024.
- [18] N. L. & W. A. F. Putri, «Gestión de riesgos de las tecnologías de la información en instituciones educativas mediante el marco de la norma ISO 31000,» *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 2, nº 5, pp. 630-649, 2023.
- [19] H. Y. D. C. Y. L. & A. S. Febiyanti, «Implementación de la gestión de riesgos con el enfoque de la norma ISO 31000 en un esfuerzo por mejorar el rendimiento de los servicios educativos,» *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, dan Supervisi Pendidikan)*, vol. 1, nº 9, pp. 123-135, 2024.
- [20] U. W. T. R. M. & S. H. Leal Filho, «Mejorar la resiliencia institucional: el papel de la participación de las partes interesadas en la gestión de riesgos en las instituciones de educación superior,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 434-450, 2024.

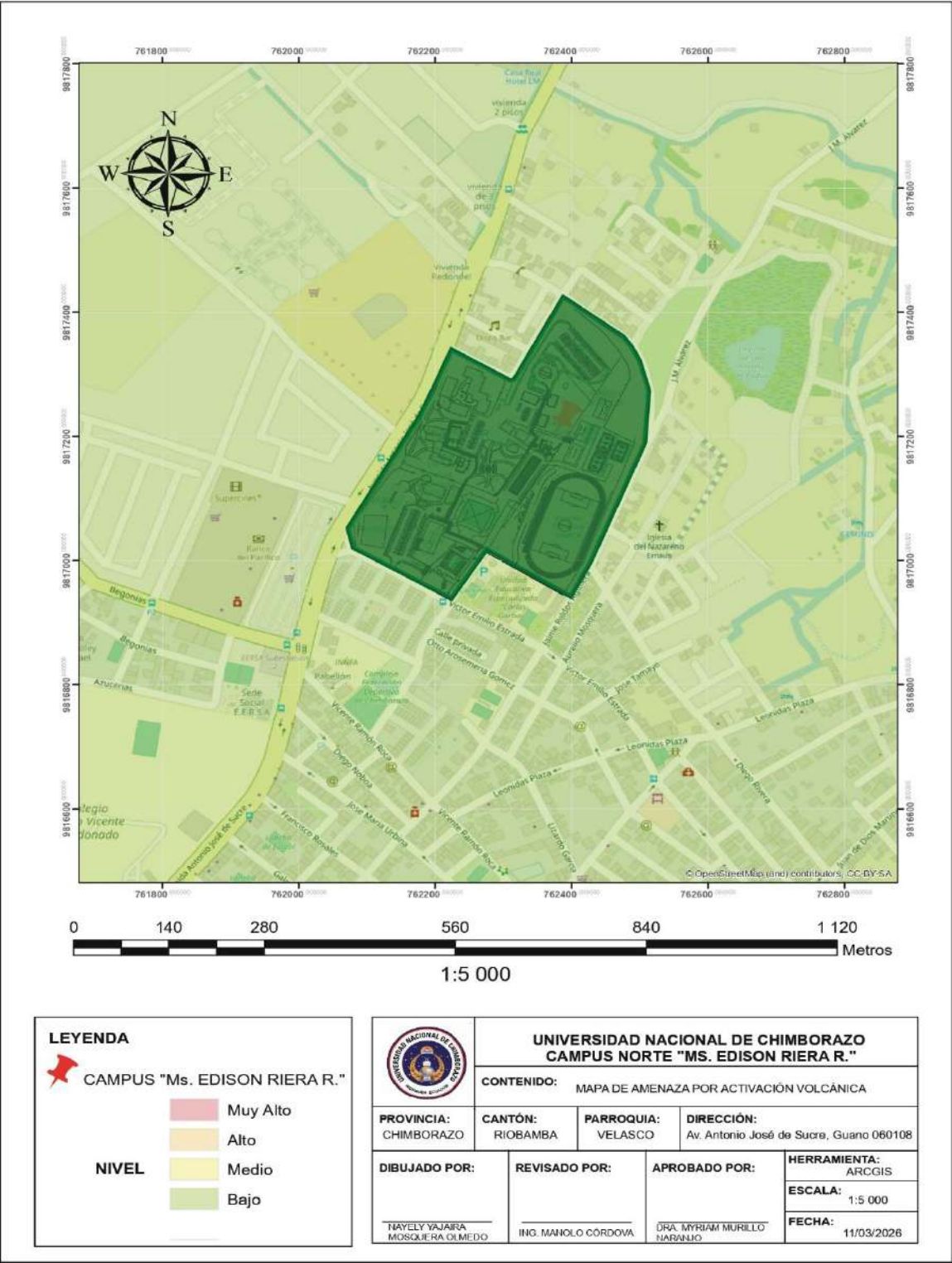
- [21] C. J. A. M. S. G. A. M. B. S. C. Y. C. R. C. J. M. D. M. G. J. K. C. N. E. S. L. y. W. P. J. White, «Artículo de revisión: Hacia indicadores de riesgos múltiples y peligros múltiples: Una revisión y recomendaciones para su desarrollo e implementación,» *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 11, nº 25, pp. 4263-4281, 2025.
- [22] R. R.-P. R. B. G. C. P. C. G. y. M. M. L. V. Figueiredo, «Un marco de evaluación semicuantitativa del riesgo de múltiples peligros para las zonas urbanas costeras europeas,» *Geomatics, Natural Hazards & Risk*, vol. 1, nº 15, 2024.
- [23] L. H. K. H. X. W. C. y. Z. X. Wei, «Evaluación cuantitativa del riesgo de múltiples peligros en los edificios del valle de Jiuzhaigou, un sitio del Patrimonio Natural Mundial situado en el oeste de China,» *Geomatics, Natural Hazards and Risks*, vol. 1, nº 13, pp. 193-221, 2022.
- [24] A. N. A. M. F. M. M. B. H. B. L. C. K. M. N. A. y. S. M. Leonis, «Importancia de la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) para reducir el impacto de las inundaciones en Malasia: Un metaanálisis,» *Water*, vol. 2, nº 17, pp. 181-208, 2025.
- [25] M. V. & A. M. B. Mazzina, «Gobernanza del riesgo en la educación superior: Desafíos para la resiliencia institucional en América Latina,» *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, vol. 39, nº 14, pp. 45-63, 2023.
- [26] J. Z. L. y. W. Y. Chen, «Gobernanza multiescalar de los riesgos de desastres en las instituciones de educación superior: Un marco estratégico,» *Safety Science*, pp. 172-185, 2024.
- [27] M. S. R. M. A. y. R. M. M. Haque, «Herramientas de aprendizaje digital y cultura de la seguridad en las universidades: Mejora de la preparación ante desastres mediante la innovación,» *Education Sciences*, vol. 8, nº 13, pp. 78-94, 2023.
- [28] J. S. J. D. M. y. O. C. Becker, «Resiliencia en la educación superior: Transformación de los marcos institucionales para la gestión de desastres,» *Springer Nature*, 2024.
- [29] M. H. S. A. y. S. M. Tofighi, «Resiliencia estratégica en las instituciones educativas: Una revisión de la capacidad de adaptación y la gestión de recursos durante las emergencias,» *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 3, nº 15, pp. 312-328, 2024.
- [30] M. & T. J. Guevara-Paredes, «Resiliencia y gestión del riesgo en universidades ecuatorianas: Retos ante la crisis ambiental y sísmica,» *Revista Latinoamericana de Gestión de Riesgos*, vol. 1, nº 8, pp. 22-39, 2024.
- [31] E. Méndez-García, «Planificación territorial y gestión del riesgo en el centro de Ecuador: Un enfoque desde la resiliencia urbana,» *Cuadernos de Geografía*, vol. 2, nº 32, pp. 145-162, 2023.
- [32] S. K. R. y. S. J. Patel, «Evaluación de la vulnerabilidad de las infraestructuras educativas basada en SIG: Un enfoque estratégico,» *International Journal of Disaster Risk Reduction*, nº 29, pp. 92-111, 2023.
- [33] R. García-López, «Gemelos digitales y SIG para la seguridad en el campus: una nueva era en la reducción del riesgo de desastres,» *Academic Press*, nº 34, pp. 117-135, 2024.
- [34] D. Alexander, *Principles of emergency planning and management*, 3rd ed. ed., Oxford University Press, 2024.

- [35] L. K. y. G. S. Comfort, *Redes de respuesta dinámica: Evaluación de la flexibilidad organizativa y la comunicación en situaciones de estrés.* „ Safety Science, 2025.
- [36] J. G. y. V.-M. N. J. Vargas-Hernández, «Gobernanza estratégica para la gestión del riesgo de desastres en las instituciones de educación superior: una perspectiva de sostenibilidad.,» *Journal of Higher Education Policy and Management*, vol. 3, nº 45, pp. 287-304, 2023.
- [37] L. & G. A. F. Martínez-Sánchez, «Metodología de la investigación cuantitativa en escenarios de riesgo socioambiental,» *Revista de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente*, vol. 2, nº 14, pp. 112-125, 2023.
- [38] M. A. J. & C. D. Rodríguez-Vila, «El enfoque exploratorio y geoespacial en la gestión integral del riesgo institucional,» *Journal of Geospatial Assessment and Emergency Planning*, vol. 1, nº 8, pp. 45-59, 2024.
- [39] C. J. e. a. White, «Hacia indicadores de riesgos múltiples y peligros múltiples: Una revisión y recomendaciones para su aplicación,» *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 11, nº 25, pp. 4263-4281, 2025.
- [40] C. R. S. & T. P. Martínez-García, «Metodología de la investigación aplicada a la gestión de desastres: enfoques no experimentales,» *Journal of Risk Analysis and Prevention*, vol. 2, nº 19, pp. 88-103, 2024.
- [41] J. & S. K. López-Mera, *Estrategias transversales en el modelado de riesgos naturales para infraestructuras críticas*, Editorial Universitaria de Geociencias, 2025.
- [42] A. e. a. Pérez-Alvarado, «Gestión de riesgos antrópicos y seguridad en campus universitarios: un enfoque geoespacial,» *Revista de Seguridad y Gestión de Emergencias*, vol. 2, nº 7, pp. 45-61, 2025.
- [43] M. A. Ochieng, «The role of geographic information systems (GIS) in disaster management and planning,» *International Journal of Geography, Geology and Environment*, vol. 2, nº 6, pp. 195-205, 2024.
- [44] M. e. a. Córdova-Suárez, *Análisis Multi-Amenaza y Modelamiento de Escenarios de Emergencia mediante SIG. 593*, Digital Publisher CEIT, 2026.
- [45] O. Cardona, «Enfoque Metodologico para la Evaluación de la Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo Sismico,» *Revista Ingeniería Sísmica*, nº 37, pp. 31-63, 1989.

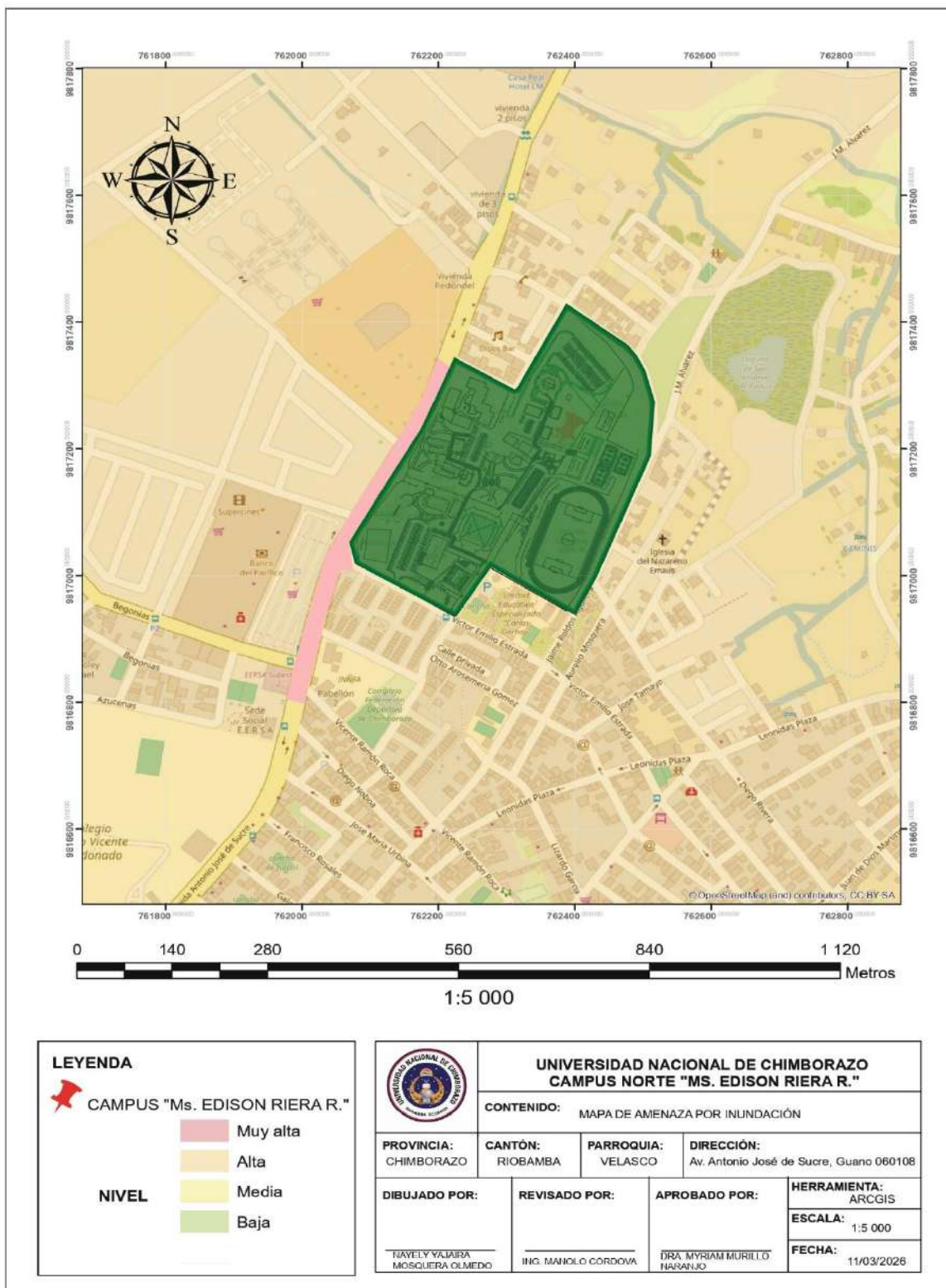
Anexo 1. Mapa de Amenaza por Sismo



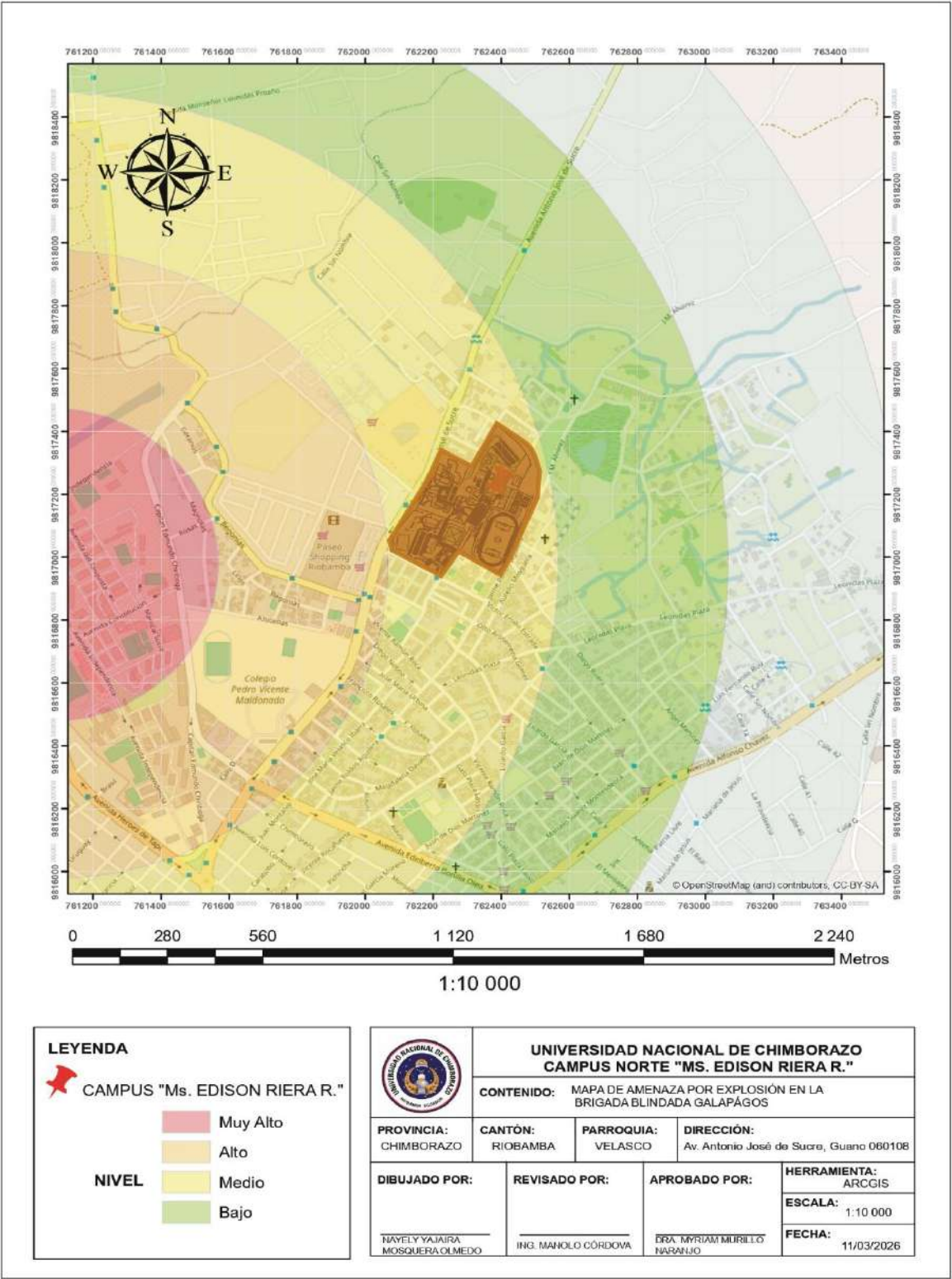
Anexo 2. Mapa de Amenaza por Activación Volcánica



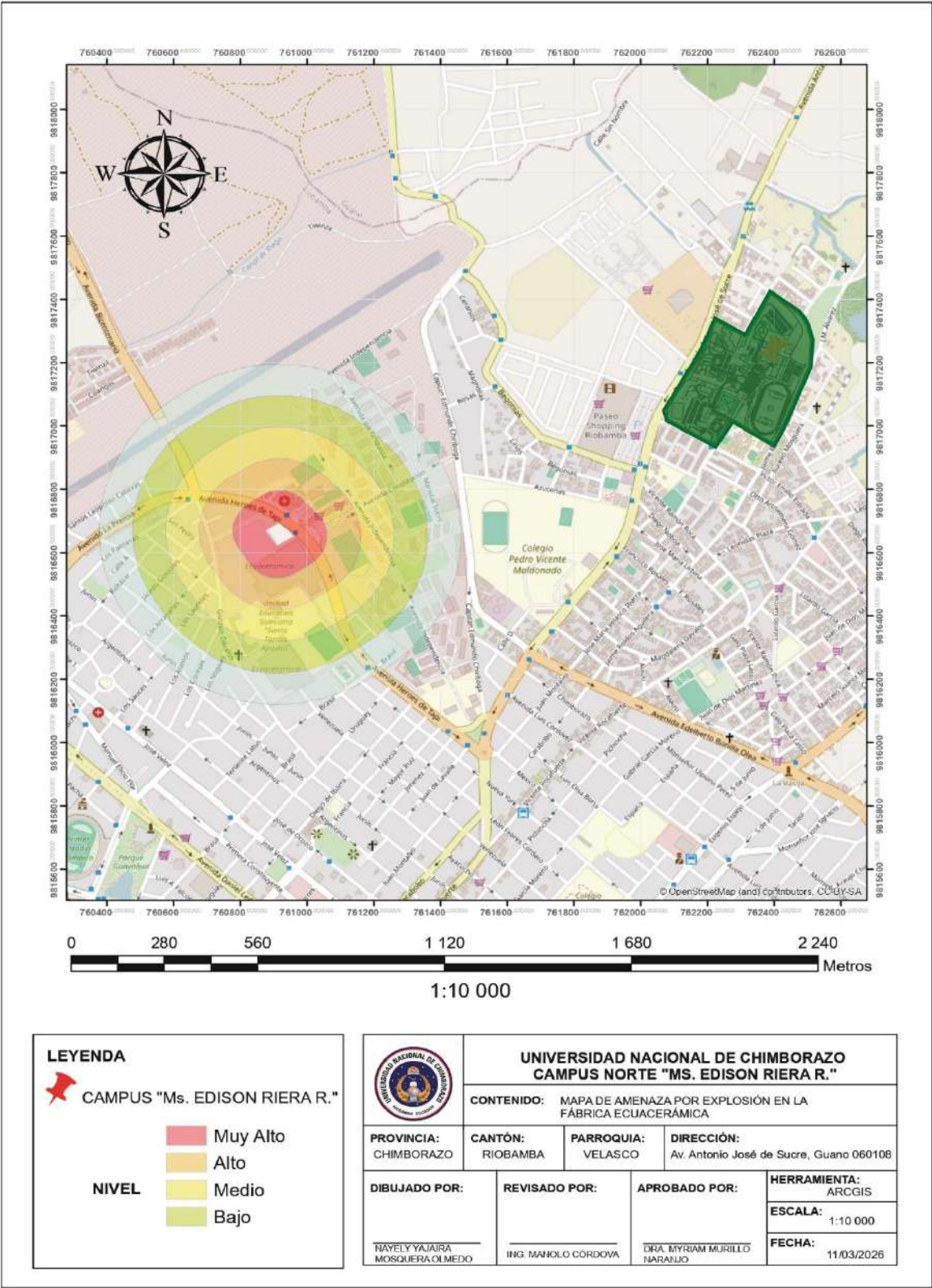
Anexo 3. Mapa de Amenaza por Inundación



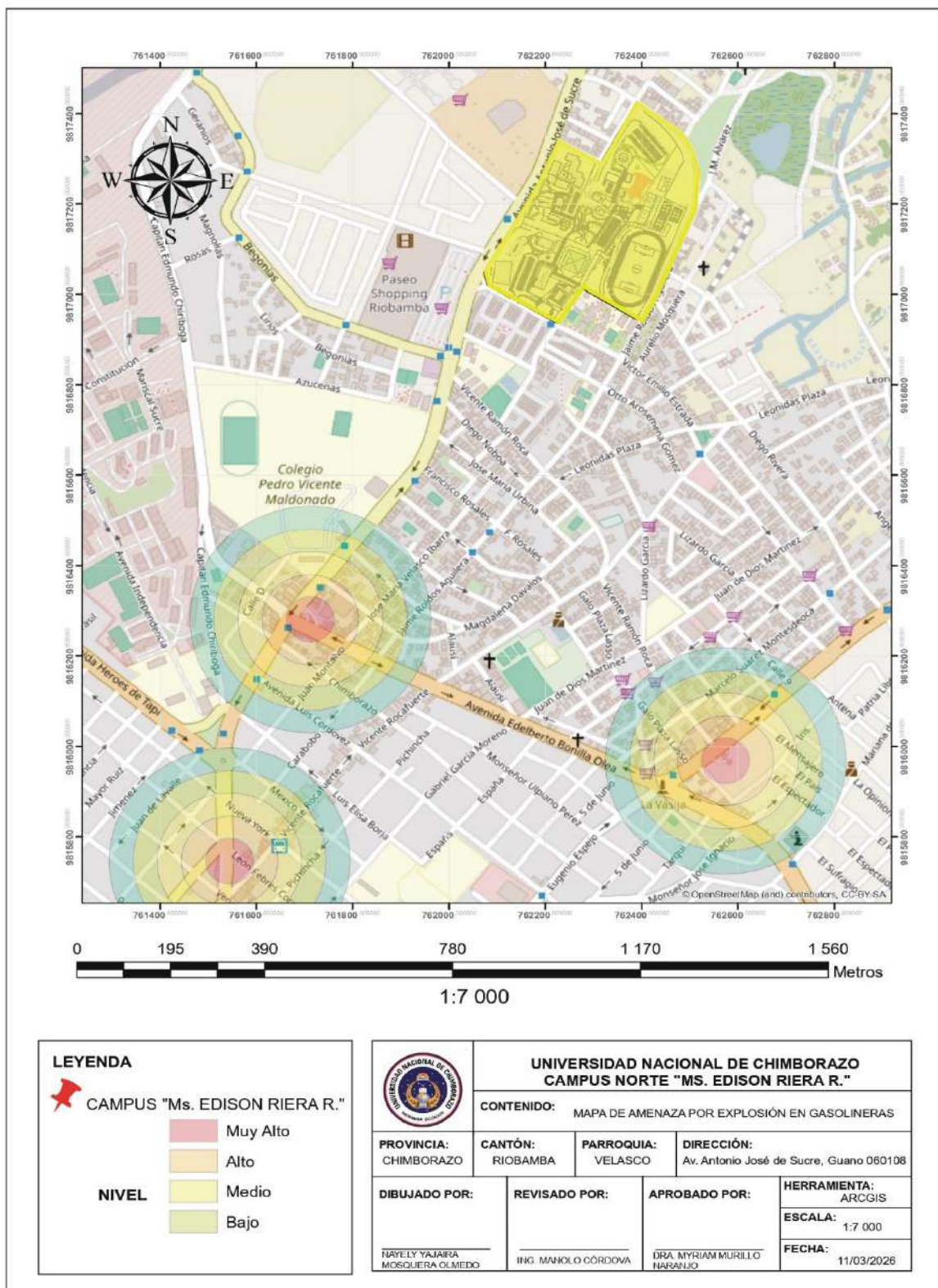
Anexo 4. Mapa de Amenaza por Explosión en la BCB Galápagos



Anexo 5. Mapa de Amenaza por Explosión en la Fabrica Ecuacerámica



Anexo 6. Mapa de Amenaza por Explosión en Gasolineras



Anexo 7. Mapa de Amenaza Sociocultural

