

# **ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ORGANIZACIONALES Y  
DESARROLLO HUMANO**

**MAESTRÍA DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE CIENCIA Y  
LA TECNOLOGÍA**

**TOMA DE DECISIÓN EN EL MARCO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS  
NATURALES CON LA APLICACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA – CASO DE ESTUDIO: MOVIMIENTOS EN  
MASA EN LA PROVINCIA DEL AZUAY**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO MAGISTER EN GESTIÓN DE LA  
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**

**STALIN PAUL SOLANO YÉPEZ**

[stalin.solano@epn.edu.ec](mailto:stalin.solano@epn.edu.ec)

**Directora: Ing. Ximena Bernarda Rojas Lema Ph.D.**

[ximena.rojas@epn.edu.ec](mailto:ximena.rojas@epn.edu.ec)

**Codirector: Ing. Jorge Andrés Robalino López Ph.D.**

[andres.robalino@epn.edu.ec](mailto:andres.robalino@epn.edu.ec)

**Quito, febrero de 2024**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

Como directora del trabajo de titulación TOMA DE DECISIÓN EN EL MARCO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES CON LA APLICACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA – CASO DE ESTUDIO: MOVIMIENTOS EN MASA EN LA PROVINCIA DEL AZUAY desarrollado por Stalin Paul Solano Yépez, estudiante de la Maestría en Gestión de la Ciencia y la Tecnología, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa Oral.

---

**Ing. Ximena Bernarda Rojas Lema Ph.D.**

**DIRECTORA**

---

**Ing. Jorge Andrés Robalino López Ph.D.**

**CODIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Stalin Paul Solano Yépez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Stalin Paul Solano Yépez**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Una vez comprobado que se han realizado las correcciones, modificaciones y más sugerencias realizadas por los miembros del Tribunal Examinador al documento escrito del trabajo de titulación presentado por Stalin Paul Solano Yépez.

Se emite la aprobación, con fecha:

Para constancia firman los miembros del Tribunal Examinador:

<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>FIRMA</b>
Ximena Rojas Ph.D.	Director	
Andrés Robalino Ph.D.	Codirector	
Eliana Jiménez Ph.D.	Revisora	

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, en especial a los profesores de la maestría en Gestión de la Ciencia y Tecnología por los conocimientos y guías impartidas.

Al Ing. Andrés Robalino Ph.D. por ser el precursor del proyecto de investigación y guía durante la realización de la investigación.

A la Ing. Ximena Rojas Ph.D. por su ardua ayuda y colaboración durante la realización del proyecto de investigación.

A la Ing. Eliana Jiménez Ph.D. por sus observaciones para dar realce al trabajo de investigación.

A los miembros de la red de investigación TEKNE en especial al Ing. Efraín Naranjo Ph.D. por su apoyo y recomendaciones.

A la Universidad Central del Ecuador, casona donde he puesto en práctica todo lo aprendido, en especial a las autoridades de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, que me permitieron seguir educándome.

A los profesores de la Carrera de Geología que, con su palabra de aliento, aportaron con su granito de arena, Ing. Francisco Viteri, Ing. Liliana Troncoso, Ing. Elías Ibadango, Ing. Luis Pilatasig, Ing. Jorge Bustillos, Ing. Gorki Ruiz, Ing. Olegario Alonso, Ing. Cristian Zura e Ing. Luis Villacís, además a la señora secretaria Tnlga. Lorena Obando.

A mis compañeros Técnicos Docentes e Investigación, en especial a Natalia, Javier, Genesis, Enrique, Jessica y Ámbar por su apoyo y preocupación.

A mis padres Romel y Gladys y mis hermanos Erick, Franklin que me dieron su apoyo durante todo este tiempo, a mi abuelita por su preocupación y bendiciones.

A Rvdo. Sacerdote Orlando Bustamante por su apoyo durante este tiempo.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Alejandra Suárez y a mis hijos Adrián Nicolas y Paul Alejandro, por la motivación y fuerza para seguir superándome ante toda adversidad. ¡Los amo!

A mis vecinos y amigos Raúl Puma † y Bertha Utreras †, que fallecieron el 31 de enero del 2022 en el Aluvión ocurrido en la Quebrada el Tejado, gracias por todo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación .....	3
<i>Justificación Teórica</i> .....	3
<i>Justificación Práctica</i> .....	4
1.3. Pregunta de Investigación.....	5
1.4. Objetivo General.....	5
1.5. Objetivos Específicos.....	6
1.6. Alcance.....	6
1.7. Marco Teórico.....	6
1.7.1. <i>Políticas Públicas</i> .....	6
1.7.3. <i>Ciencia y Tecnología</i> .....	7
1.7.4. <i>Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología (PPCT)</i> .....	9
1.7.5. <i>Gestión de Riesgos Naturales (GRN)</i> .....	11
1.7.6. <i>Movimiento en Masa.</i> .....	12
1.7.7. <i>Modelo de Susceptibilidad ante Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay.</i> ....	14
1.7.8. <i>Mecanismos para la Integración de Políticas de Ciencia y Tecnología y la Gestión de Riesgos Naturales.</i> .....	16
2. METODOLOGÍA .....	22
2.1. Sistematización de la Información Pertinente y Disponible de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología Referente a la Gestión de Riesgos Naturales .....	22
<i>Criterio</i> .....	23
<i>Análisis de políticas públicas</i> .....	23
2.2. Detallar la incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador. ....	25
2.3. Diseño de indicadores de políticas de ciencia y tecnología para el uso del modelo de susceptibilidad por movimiento en masa de la Provincia del Azuay.....	26

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1.	Sistematización de la Información de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales .....	29
3.2.	Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales.....	38
3.3.	Herramientas e Indicadores de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología con relación a la Gestión de Riesgos Naturales .....	40
3.4.	Impacto de las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en la Gestión de Riesgos Naturales.....	45
3.5.	Incidencia de las Políticas de Ciencia y Tecnología en la Gestión para la Reducción de Riesgos Naturales en el Ecuador. ....	49
3.6.	Indicadores de Políticas de Ciencia y Tecnología para el Uso del Modelo de Susceptibilidad por Movimiento en Masa de la Provincia del Azuay.....	58
3.7.	Toma de Decisión en el Marco de GRN aplicando PPCT para Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay.....	59
4.	CONCLUSIONES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	65
4.1.	Conclusiones .....	65
4.2.	Limitaciones del estudio.....	68
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
6.	ANEXOS.....	83
	Anexo 1. Manual de Uso del Modelo de Susceptibilidad por Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay.....	83



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Veinticinco años de compromisos internacionales para la reducción del riesgo de desastres .....	11
Figura 2. Modelo de susceptibilidad a movimientos en masa de la provincia de Azuay .....	16
Figura 3. Estudiar la política pública: una perspectiva mecanicista .....	17
Figura 4. Modelo de Racionalidad Limitada en la Toma de Decisiones.....	18
Figura 5. Modelo Político (Democracia Deliberativa) para la Toma de Decisiones .....	19
Figura 6. Clasificación de los métodos de toma de decisiones en grupo.....	20
Figura 7. Un marco conceptual genérico para el proceso MAGDM .....	21
Figura 8. Pasos para realizar un análisis de políticas públicas.....	23
Figura 9. Pasos para realizar un análisis de políticas públicas.....	24
Figura 10. Resumen de la metodología de la Investigación. ....	27
Figura 11. Bases de datos y resultado del procedimiento de búsqueda.....	29
Figura 12. Publicaciones de los distintos países, por años.....	30
Figura 13. Principales revistas de los trabajos revisados. ....	31
Figura 14. Nube de palabras de las entrevistas. ....	50
Figura 15. Problemática de la gestión de riesgos en Ecuador y su relación con ciencia y tecnología. ....	51
Figura 16. Falta de política pública en ciencia y tecnología con relación gestión de riesgos en Ecuador. ....	52
Figura 17. Incidencia actual de la política pública en ciencia y tecnología con relación gestión de riesgos en Ecuador. ....	57
Figura 18. Modelo de Toma de decisión en el marco de GRN aplicando PPCT para Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay. ....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conceptos de ciencia .....	7
Tabla 2. Conceptos de tecnología.....	9
Tabla 3. Descripción de los tipos y subtipos de Movimientos en Masa .....	12
Tabla 4. Expertos entrevistados.....	25
Tabla 5. Relación de los objetivos específicos con las secciones que abordan sus resultados.	28
Tabla 6. Descripción breve y objetivo de los trabajos examinados.....	31
Tabla 7. Marco guía de relación entre las Políticas de Ciencia y Tecnología con la Gestión de Riesgos Naturales.....	38
Tabla 8. Categorización de los estudios centrados en PPCT-GRN.....	40
Tabla 9. Resultados de impactos de las PPCT en relación con GRN.....	47
Tabla 10. Reflexiones de cada uno de los expertos sobre el tema.....	54
Tabla 11. Indicadores de PPCT para el uso del modelo de susceptibilidad por movimiento en masa de la Provincia de Azuay .....	58
Tabla 12. Manual de uso de los modelos de susceptibilidad por movimientos en masa en la provincia del Azuay para procesos de toma de decisión en el marco de la gestión de riesgos naturales con la aplicación de políticas públicas de Ciencia y Tecnología. ....	63

## RESUMEN

La toma de decisión en un grupo de atributos múltiples es el resultado de un proceso metodológico no lineal que conlleva concesos y acuerdos, para encontrar la mejor alternativa para solucionar la problemática. En la gestión de riesgos naturales en un territorio como la Provincia de Azuay que cada año es afectada por los movimientos en masa, es esencial tener políticas de ciencia y tecnología que permitan obtener herramientas e inversiones para la planificación de su territorio. De tal manera, el propósito de investigación de este trabajo es doble generar un manual de uso de los modelos de susceptibilidad por movimientos en masa en la provincia del Azuay y un modelo de toma de decisiones en el marco de la gestión de riesgos naturales con la aplicación de políticas públicas de ciencia y tecnología. La metodología aplicada inicio con una revisión bibliográfica sistemática en diferentes bases de datos científicas y con la ayuda del software ASReview se filtraron los documentos, des estos se analizó las políticas públicas de ciencia y tecnología en relación con la gestión de riesgos naturales, con esta información se construyó preguntas semiestructuradas y se entrevistó a siete expertos del tema, para finalizar con la realización de indicadores de política pública de ciencia y tecnología. Los principales resultados alcanzados son: a nivel mundial la política pública de ciencia y tecnología ha generado programas de inversión, educación e investigación relacionadas con la gestión de riesgos naturales. Por lo contrario, en el país existe muchas debilidades en normativa, gestión, agendas políticas y la corrupción involucrada en todo proceso. Indicadores de inversión y cantidad de usuarios fueron establecidas para controlar los resultados esperados de las políticas públicas de ciencia y tecnología que debería implementar en la provincia, en conjunto con el uso del manual y el modelo de toma de decisión multicriterio. La mayor limitante es que los tomadores de decisión de la Provincia de Azuay pueden desconocer la existencia de este tipo de herramientas como los modelos de susceptibilidad para movimientos en masa en la gestión de riesgos naturales y pueden ser potenciados por las políticas públicas de ciencia y tecnología como se ha demostrado en otros países, con la generación de innovaciones para la planificación territorial.

**Palabras clave:** Toma de decisión, Riesgos Naturales, Ciencia y Tecnología, Movimientos en Masa, Azuay.

## **ABSTRACT**

Decision-making in a multiple-attribute group results from a non-linear methodological process involving concessions and agreements to identify the optimal solution. In the management of natural risks in a territory like the Azuay Province annually impacted by mass movements, it is crucial to have science and technology policies facilitating tools and investments for territorial planning. The research's dual purpose is to create a manual for utilizing susceptibility models for mass movements in Azuay Province and a decision-making model within natural risk management using public policies in science and technology. The methodology began with a systematic literature review across various scientific databases. Using the ASReview software, documents were filtered, focusing on public science and technology policies related to natural risk management. Semi-structured questions were formulated, and seven experts were interviewed. The process culminated in the development of indicators for public science and technology policies. Major findings indicate global science and technology policies have led to investment, education, and research programs in natural risk management. Conversely, the country exhibits weaknesses in regulations, management, political agendas, and pervasive corruption. Investment indicators and user quantity were established to monitor the expected outcomes of science and technology policies to be implemented in the province. The main limitation lies in potential unfamiliarity among decision-makers in Azuay Province with tools like susceptibility models for mass movements in natural risk management, highlighting the need for empowerment through science and technology policies, as demonstrated in other countries, and fostering innovations in territorial planning.

**Keywords:** Decision-making, Natural Hazards, Science and Technology, Mass Movements, Azuay.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) son una herramienta esencial para una mejora eficiente en la economía y temas medioambientales de cualquier país, además de implementar procesos de desarrollo sostenible para satisfacer necesidades humanas (Estrella Heredia, 2020). Por otro lado, aunque las políticas de ciencia y tecnología e innovación se enfocan en transformar los sistemas socio técnicos de economía, energía, movilidad, salud, agua, comunicación (Giovannini et al., 2015), son limitados los estudios que señalan su aporte al fortalecimiento de la gestión de riesgos naturales de diversas índoles. A nivel de Latinoamérica el principal país referente en políticas públicas de CTI es Brasil, el cual estableció su fortalecimiento en las políticas relacionadas al área de salud (Guimarães et al., 2006). El Ecuador en su historia no ha implementado políticas de ciencia y tecnología para la prevención de desastres, los cuales pueden impactar en el desarrollo de la economía y la población. En un breve recorrido de la historia de las políticas de ciencia y tecnología en el país, que han estado orientadas al desarrollo de la economía de las empresas (Merino Serrano, 1995). Las necesidades de la población en un contexto integral son consideradas muy puntuales debido a la falta de impulso de políticas de ciencia y tecnología que generen un desarrollo sostenible. Los fenómenos naturales son impredecibles y estos pueden dejar a su paso pérdidas económicas y lo más impactante pérdidas de vidas humanas (Jovel, 1989). Según CORDIS, (2016) menciona que “fenómeno natural se entiende un acontecimiento no provocado por el ser humano que puede ser percibido por los sentidos. Además, no se percibe por efecto de la intuición o el razonamiento. Algunos ejemplos característicos son el arcoíris, el trueno (...)”. Este se convierte en amenaza y posterior en desastre cuando uno o varios fenómenos de origen natural o humano impactan en la población y/o los bienes públicos y privados, conjugado por las condiciones de vulnerabilidad, desencadena en graves perjuicios y la interrupción del funcionamiento habitual de la comunidad o sociedad (Ferradas, 2015). Los sismos son fenómenos que son difícil de pronosticar con precisión a diferencia de los movimientos en masa y las erupciones volcánicas que con las tecnología actual puede ser monitoreado, para prevenir su impacto (Ferradas, 2015). El último fenómeno natural que golpeo a la economía y población ecuatoriana fue el Terremoto de Pedernales del 16 de abril de 2016, el cual, según Sánchez et al., (2017) represento perdidas de “\$ 3.300 millones de dólares y 671 muertos” (p.11).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], (2021) en su informe menciona que “Los desastres tienen efectos de corto plazo sobre el bienestar de la población:

destruyen activos de capital, aumentan los problemas de nutrición, reducen la asistencia y el desempeño escolar, disminuyen el ingreso disponible para gastos distintos a los de alimentos, incrementan el trabajo infantil y aumentan la morbilidad” (p.81). El crecimiento poblacional y su uso inadecuado del suelo por la creciente urbanización son un problema, sumado a la deficiente planificación, resulta en su exposición a los efectos de los desastres, dejando a un lado un crecimiento sostenible y resiliente (CEPAL, 2021). Según Lavell, (1993). “Los desastres, equivocadamente denominados "naturales", parecen convertirse en circunstancias cotidianas de la existencia de millones de pobladores en América Latina y otras latitudes del orbe, caracterizados comúnmente por la cantidad de pérdidas humanas y económicas sufridas a corto plazo, los desastres son más bien fenómenos de carácter y definición eminentemente social, no solamente en términos del impacto que los caracteriza, sino también en términos de sus orígenes, así como de las reacciones y respuestas que suscitan en la sociedad política y civil” (p.111). La gestión de riesgos naturales se ha favorecido por parte de las políticas públicas de CTI, las cuales han permitido la inversión en investigaciones y talento humano por medio de programas de becas a nivel nacional e internacional, pero en otros ámbitos que son diferentes a riesgos naturales un claro ejemplo es Colombia (Vargas Yara et al., 2021), pero esto sin embargo no es suficiente para conseguir soluciones sostenibles en el tiempo. En este sentido, el Ecuador carece de políticas públicas en ciencia y tecnología que estén relacionadas con la gestión de riesgos que ayuden a mitigar el efecto de los fenómenos naturales, además, de otras problemáticas como la corrupción, el incumplimiento de las normativas y leyes. La inversión casi nula en el fortalecimiento de centros de investigación relacionados con estudios de fenómenos naturales, evidenciado en un reporte del “Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) – Ecuador” en el Banco Mundial en el cual existe datos hasta el 2014, debido a que no es una prioridad para los políticos de turno, además, refleja la falta de impulso de políticas de ciencia y tecnología. Los costos son altos para la realización de este tipo de investigaciones, pero ayudan al Estado a direccionar mejor sus políticas, mitigando pérdidas económicas y de su población (Jovel, 1989).

El marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015- 2030 es una de las herramientas a nivel mundial que sirve como guía para aplicar políticas de CTI en los países para una óptima gestión de riesgos (Cortés, 2018). El acceso a información de territorio por medio de estas tecnologías y la divulgación por expertos es de vital importancia; además de la disposición por medio de visores digitales a las autoridades y estas a posterior puedan tomar decisiones en base a datos más próximos a su realidad (Calle & Cevallos, 2021). El gobierno ecuatoriano no otorga una política clara en su territorio para gestión de riesgos naturales y en especial para

aquellos fenómenos naturales que más afectan a la población, además que no existe financiamiento para estudios específicos de las amenazas locales, junto a un déficit de profesionales pertinentes al tema (Soriano & Robles, 2020). Por lo tanto, una prioridad para el país es contar con políticas claras en Ciencia, Tecnología e Innovación para la generación de información, herramientas y otros insumos que ayuden a una gestión de riesgos naturales y así evitar las grandes pérdidas económicas y humanas que generan este tipo de eventos entre ellos los movimientos en masa (Gil, 2021; Mateos, 2020) y que soporten proceso de toma de decisiones nacionales y sectoriales.

## **1.2. Justificación**

### ***Justificación Teórica***

El Comité de Desarrollo y Cooperación del Caribe (CDCC) en su marco del 2020 tuvo como discusión, como la pandemia ha dejado en evidencia los problemas de los países de ingreso medio, que están en exceso endeudados y expuestos a los desastres. Y, en la Conferencia de Ciencia, Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, una de las áreas de acción que los países deben fortalecer es la articulación de esfuerzos en investigación y desarrollo (I+D). En relación, el Fondo de Resiliencia del Caribe en una de sus prioridades menciona que se debe fomentar la evaluación de riesgos y la gestión de desastres, enfatizando la importancia de planificar las inversiones en evaluación de fenómenos naturales, por medio de I+D e innovación, por medio de políticas públicas de los países en donde su exposición a este tipo de eventos desencadene en desastres (CEPAL, 2021). Los países que integran estos instrumentos en su política para la gestión de riesgos de desastres con sus marcos de políticas públicas tienen la facilidad de asignar recursos humanos, técnicos y financieros (Bello et al., 2020).

En concordancia, Giraldo Gutiérrez et al., (2020) señalan la trascendencia de la producción de nuevo conocimiento y se configura como uno de los principales objetivos de la implementación de políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) pertinente a determinados contextos ambientales y sociales. Distintos modelos de las políticas públicas con referencia en CTI señalan el perfil del Estado y el papel desempeñado por los distintos actores (Loray, 2017); lo que evidencia el nivel de implementación y uso de herramientas científicas y tecnológicas que atiendan necesidades y requerimientos de la sociedad en situaciones específicas.

Los países deben tener claro que la amenaza por fenómenos naturales es inevitable, en consecuencia, la exposición, vulnerabilidad y otros factores a estos de su población son causas que desencadenan en un desastre y este no tiene un origen natural sino social (Lavell, 1993; Bello et al., 2020). Por lo cual, es trascendental estudiar los fenómenos naturales, pero más importante es analizar las políticas que tienen su accionar en la reducción de la vulnerabilidad o reducción del riesgo de desastres (Bello et al., 2020).

Las Metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y su vinculación con la gestión del riesgo de desastres planteadas por Bello et al. (2020), bajo el paraguas de la CEPAL, menciona entre algunas de sus metas es “Mejorar la educación respecto del cambio climático”, “Proteger los ecosistemas relacionados con el agua”, “Proporcionar apoyo financiero, tecnológico y técnico para el desarrollo de infraestructura resiliente”, “Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales”, “Movilizar recursos para la mitigación y adaptación al cambio climático y sus riesgos asociados”, entre otras. En relación de igual manera con las siete metas propuestas en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Cortés, 2018; Bello et al., 2020).

Lo descrito, evidencia además que la relación entre el cambio tecnológico y los mecanismos o tratamientos para abordar problemáticas ambientales y sociales es un tema de relevante debate y atención científica. Con esto, se pone de manifiesto la necesidad de entender y asumir el carácter estratégico de las políticas de CTI; así como la importancia de la centralidad de la dimensión política de la tecnología para analizar y orientar los problemas de desarrollo local, ambiental e incluso de diversos grupos de interés. A su vez, el reconocimiento de diferentes conexiones dinámicas permite contemplar los diversos procesos de desarrollo y sus escenarios de decisión como propios de un proceso complejo de múltiples interacciones y diversos actores.

### ***Justificación Práctica***

Los modelos de aprendizaje automático (machine learning models en inglés) es la tecnología actual utilizada para entender la susceptibilidad a movimientos en masa en una zona (Yang et al., 2023), para la caracterización más específica se utiliza el modelamiento matemático (Pudasaini, 2022), entre otros, sin embargo, todo este conocimiento no puede estar apartado de la implementación de políticas de ciencia y tecnología con la gestión de riesgos naturales (Alcántara-Ayala & Geertsema, 2022). La problemática se abordará desde una justificación práctica, ya que se concentra en direccionar y estructurar las políticas públicas relacionadas a ciencia y tecnología del Ecuador para el diseño, transformación y fortalecimiento de la gestión de riesgos naturales.



Las políticas deben fomentar inversión en estudios de riesgos que tienen que estar direccionados a mitigar los efectos de los fenómenos naturales (Burón, 2003). La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación es la institución rectora que debe gestionar e impulsar este tipo de políticas de ciencia y tecnología para mejorar la calidad de vida de la población y fortalecer la economía del país. La investigación ayudará al estado a entender que rumbo debe seguir con sus políticas públicas ante este tipo de eventos que son planteados en el Documento preliminar del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [Senescyt], 2021), esto permitirá tener herramientas a los tomadores de decisiones para una mejor planificación, con base a conocimiento científico contrastado y tecnologías de la información, por lo que recae en decisiones políticas la gestión de riesgos naturales (Salvador, 2011).

Lo descrito, evidencia además que la relación entre el cambio tecnológico y los mecanismos o tratamientos para abordar problemáticas ambientales y sociales es un tema de relevante debate y atención científica. Es así como, en el Ecuador, al igual que en diversos espacios regionales y mundiales, el desarrollo de tecnologías intensivas en conocimientos juega un papel preponderante en la construcción de soluciones encaminadas a afrontar problemas de pobreza, exclusión social y sustentabilidad ambiental para el desarrollo de los pueblos. En este sentido, organismos como el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo vienen promoviendo diferentes líneas de tratamiento para abordar estas temáticas a través de políticas de ciencia y tecnología (Albornoz et al., 2015), para un mejor abordamiento y toma eficiente de decisiones en los territorios.

### **1.3. Pregunta de Investigación**

La pregunta planteada a responder de la problemática es ¿Cuál es el marco referencial específico que permitirá integrar el aporte de las políticas de CTI a la gestión de riesgos naturales; específicamente a los movimientos en masa?

### **1.4. Objetivo General**

Generar un manual de uso de los modelos de susceptibilidad por movimientos en masa en la provincia del Azuay para procesos de toma de decisión en el marco de la gestión de riesgos naturales con la aplicación de políticas públicas de Ciencia y Tecnología.

## **1.5. Objetivos Específicos**

- Sistematizar la información pertinente y disponible de políticas públicas de ciencia y tecnología referente a la gestión de riesgos naturales.
- Detallar la incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador.
- Aplicar indicadores de políticas de ciencia y tecnología para el uso del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa de la Provincia del Azuay.

## **1.6. Alcance**

La investigación tiene como objeto conocer las políticas de ciencia y tecnología que inciden en la gestión de riesgos naturales para la generación de procesos de toma de decisión por parte de las autoridades en específico los pertenecientes a la Provincia del Azuay en referencia a movimientos en masa. El resultado se plasma en un manual de uso donde se integre toda la información generada.

## **1.7. Marco Teórico**

### ***1.7.1. Políticas Públicas***

El concepto de políticas públicas tiene varios enunciados por diversos autores que han estructurado su significado en base a su criterio (Subirats et al., 2008). En 1974 Hecló & Wildavsky proponían que “es una acción gubernamental dirigida hacia el logro de objetivos fuera de ella misma” (p.xv). Méndez (2000) lo define como “la acción del Estado dirigida a cumplir ciertos objetivos” (p.80). Dye (2013) propone que “la política pública es lo que los gobiernos deciden hacer o no hacer” (p.3).

En una concepción más amplia, Arévalo (2007) sostiene que “las políticas públicas se pueden entender como un proceso que se inicia cuando un gobierno detecta la existencia de un problema que, por su importancia, merece su atención y termina con la evaluación de los resultados que han tenido las acciones emprendidas para eliminar, mitigar o variar ese problema” (p.128). La responsabilidad de las instituciones gubernamentales es asumir la responsabilidad de alcanzar los objetivos considerados deseables en el camino de resolver la problemática, lo que conlleva la creación de una política pública real (Roth, 2002). No obstante, su implementación no siempre conlleva beneficios, por lo tanto, se debe realizar los análisis necesarios para tener un mejor entendimiento de su estructura (Subirats et al., 2008).

Las políticas públicas son una concatenación de decisiones o de acciones, intencionalmente coherentes, tomadas por diferentes actores, públicos y ocasionalmente privados cuyos recursos, nexos institucionales e intereses varían, a fin de resolver de manera puntual un problema políticamente definido como colectivo. Este conjunto de decisiones y acciones da lugar a actos formales, con un grado de obligatoriedad variable, tendientes a modificar el comportamiento de grupos sociales que, se supone, originan el problema colectivo a resolver, en el interés de grupos sociales que padecen los efectos negativos del problema en cuestión. (Knoepfel et al., 2007. p.4).

La comprensión del accionar de las políticas públicas en diferentes ámbitos, resulta en beneficios sociales, como las políticas públicas de ciencia y tecnología (Martínez, 2023), no obstante, se debe realizar un entendimiento sobre ciencia y tecnología.

### **1.7.3. Ciencia y Tecnología**

La ciencia y tecnología deben ser conceptualizadas desde diferentes perspectivas, esto permite construir una discusión profunda, holística, para abordar su relación y entender problemáticas complejas (Kuhn, 2018). La ciencia puede originarse en la reflexión, que forma parte del inicio de la filosofía, esta reflexión realizada por el sujeto para conceptualizar su entorno (Ortigosa, 2021).

El proceso de conceptualizar hace del pensar un volver a reflexionar y no aceptar la percepción inmediata, esto hace de la ciencia y el filosofar (Hegel, 2011). La ciencia, en su carácter de actividad investigativa, tiene un papel relevante en la sociedad, ya que se utiliza para optimizar nuestro entorno natural (Bunge, 1960). Sin embargo, en la historia, cada realidad ha sido relatada desde el pensamiento del autor, dando origen al enigma, el mito que era aceptado como válido, ese conocimiento que deja en evidencia que no es simple de explicar la realidad y encontrar solución a los problemas (Ortega, 2020).

En tal sentido, se puede citar diferentes conceptos sobre ciencia como los enlistados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Conceptos de ciencia

<b>Concepto de Ciencia</b>	<b>Referencia</b>
“La ciencia, uno puede sentirse a veces tentado a decir, no es más que sentido común ilustrado por el pensamiento crítico e imaginativo. Pero, es más. Representa	(Popper, 1998, p. 299)

---

nuestro deseo de saber, nuestra esperanza de emanciparnos de la ignorancia y de la estrechez de miras, del miedo y la superstición”.

---

“Ciencia significa conocimiento demostrado, (Artigas, 2007, p. 48) porque utiliza razonamientos, pruebas, demostraciones, que nos permiten obtener conclusiones a las que no podríamos llegar de otro modo”.

---

“La ciencia moderna se caracteriza por el (Durand & Aguirre, 2011, p. 10) modo en que asocia razonamiento y experiencia, es decir, relaciona componentes teóricos – conceptos, proposiciones y hechos empíricos. Se interroga a los hechos de la experiencia y se los pone en correspondencia con el conocimiento”.

---

“El conocimiento (ciencia) como poder tiene (Estrada, 2023, p. 34) una meta: la realización de alguna acción... Se hace explícita, asimismo, la pregunta por la física y la geometría, cuya justificación deben ser las mayores mercancías de la humanidad; entre ellas, medir la materia y el movimiento, y luego fabricar instrumentos para algún uso”.

---

Sin embargo, la dicotomía entre la filosofía y la ciencia, en consecuencia, el no aceptar otro tipo de conocimiento que no sea el proveniente del método científico (cientificismo, naturalismo y tecnociencia), han limitado nuestro entendimiento de los problemas (Artigas, 2007).

La relación entre ciencia y tecnología se produce por medio de la técnica (característica del hombre de modificar su entorno natural y convertirlo en artificial) (Agazzi, 2008). La ciencia moderna, al buscar el control de la naturaleza, hizo que los conocimientos se convirtieran en información tecnológica (Durand, 2020). En otras palabras, la tecnología sería el resultado de la aplicación de las ciencias (Agazzi, 2008).

La conceptualización de tecnología puede diversificarse por la gran discusión del impacto a creado en la sociedad, de tal forma podemos enlistar algunos ejemplos en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Conceptos de tecnología

Concepto de Tecnología	Referencia
<p>“La tecnología es una forma de organización y perpetuación (o de transformación) de las relaciones sociales, una manifestación de los modos de pensamiento y comportamiento dominantes y un instrumento de control y dominación”</p>	<p>(López, 1998, p. 56)</p>
<p>“La tecnología se define como esa forma particular de técnica que la humanidad ha desarrollado utilizando y aplicando los conocimientos de las ciencias naturales modernas”</p>	<p>(Agazzi, 2008, p. 41)</p>
<p>“La tecnología, a diferencia de la ciencia, es una acumulación de procedimientos operativos —descubiertos, probados y perfeccionados a través de la experiencia de muchas generaciones— que, útiles desde un punto de vista práctico para la consecución de determinados fines, constituyen un saber cómo (se hacen ciertas cosas), sin que ello implique necesariamente un saber por qué (se hacen así)”.</p>	<p>(Gil &amp; Guerrero, 2023, p. 7)</p>

La ciencia y tecnología no debe estar solo al servicio de la mejora continua de los medios productivos (Durand, 2020), sino más bien generar soluciones a problemas de la sociedad actual y que estos estén establecidos en políticas públicas.

#### **1.7.4. Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología (PPCT)**

Las PPCT tienen el papel social de impulsar los procesos de construcción y socialización del conocimiento y los descubrimientos científicos (Calisto et al., 2021). En la literatura científica se

encuentran vacíos de conocimiento que contribuyan a definir las políticas públicas en lo que respecta a ciencia y tecnología (Paz, 2023).

Los modelos organizativos de las PPCT evidencian el perfil del Estado y la función desempeñada por los diferentes actores públicos o privados (Mota, 2021). En consecuencia, dar cuenta de las políticas actuales en ciencia y tecnología implica prestar atención a las herramientas utilizadas por el Estado para posicionarse y orientar las instituciones en función de los intereses y visiones predominantes en el contexto político y económico. (Loray, 2017).

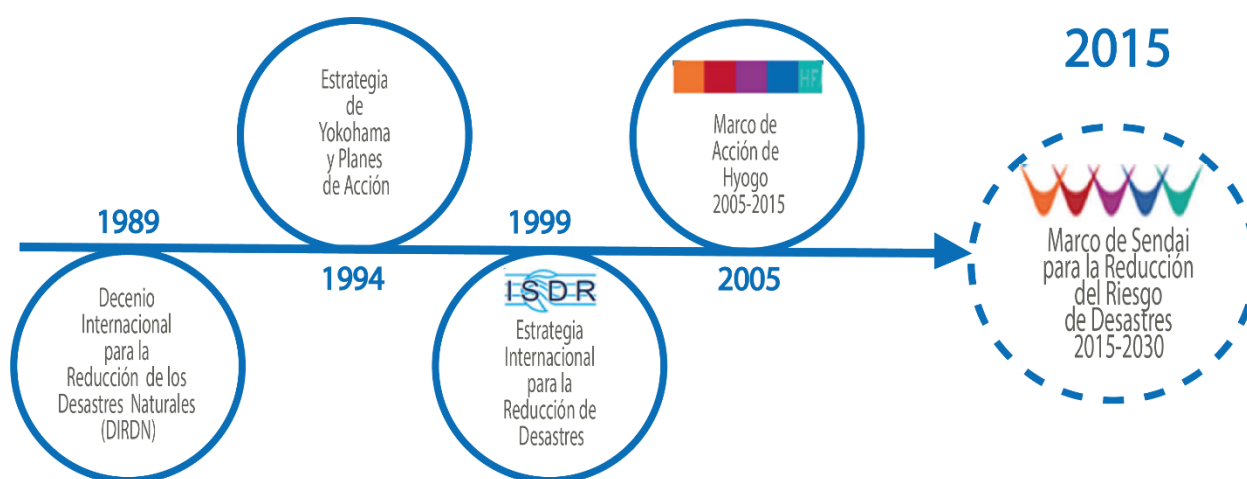
A nivel mundial, las PPCT han impulsado la inversión en I + D, por ejemplo, en Latinoamérica, Brasil, después de una mejor reorientación en este ámbito, logró consolidarse entre las diez economías más grandes del mundo (Peláez et al., 2017; Mejía, 2020). El desarrollo de estas políticas implica una ardua discusión entre los diversos actores para alcanzar acuerdos, lo que conlleva una compleja tarea para un Estado, que carece de coordinación entre sus instituciones públicas para proponer soluciones a problemas relacionados (Dutrénit et al., 2018).

La inversión en este tipo de políticas públicas tiene una conexión directa con el progreso de los países en diversos ámbitos, como lo evidenciado en programas gubernamentales en Australia y Asia, además, de ser un elemento positivo en la ejecución de procesos de innovación (Jensen & Palmer, 2018). Este tipo de programas gubernamentales pueden llegar a implementar innovaciones en la sociedad, además, de influenciar en ámbitos de conservación del medio ambiente y mitigar riesgos de desastres (Alaja & Sorsa, 2020; Pocock et al., 2019).

Las PPCT en la mayoría de países se relacionan con la gestión pública en el ámbito de la economía del conocimiento (Vargas & Rodríguez, 2021), que impulse el desarrollo de un país (Alonso et al., 2023). Además de la gestión social y ambiental, con la implementación de nuevas tecnologías en procesos agroecológicos y saneamiento de aguas (Fressoli et al., 2016). En el ámbito de la salud se ha impulsado investigaciones para nuevas patologías y la producción de fármacos (Becerra & Santos, 2015). En la actualidad se ha impulsado la mayor parte de inversiones hacia investigaciones para la implementación de energías renovables (Garrido & Juarez, 2015). Por otro lado, todas las actividades productivas antes descritas, se ven afectadas por fenómenos naturales, por lo cual, es necesario entender el riesgo o los riesgos, de esta manera las PPCT se han vinculado con la gestión de riesgos naturales (GRN) en procesos de entendimiento de estos riesgos (Ruiz, 2021), sin embargo, existen vacíos para una gestión holística en este contexto.

### 1.7.5. Gestión de Riesgos Naturales (GRN)

La GRN se encuentra dentro de la gestión de riesgos de desastres (Natenzon, 2023; Ray-Bennett et al., 2022), la cual ha sido tratada en diversos marcos internacionales, tales como: el Marco Internacional de Acción del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales de 1989, la Estrategia de Yokohama para un Mundo Más Seguro de 1994, la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres de 1999, el Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015, y el más actual Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. La Figura 1 evidencia el desarrollo de los compromisos internacionales para la reducción del riesgo de desastres en 25 años (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015).



**Figura 1.** Veinticinco años de compromisos internacionales para la reducción del riesgo de desastres

Fuente: modificado de Aitsi-Selmi et al., 2015

El principal esfuerzo de los actores en la GRN es reducir la exposición y las vulnerabilidades de la población a los peligros naturales, buscar mecanismos para fomentar procesos de resiliencia (Odiase et al., 2020), llevar a cabo acciones que estén enmarcadas en la ciencia y tecnología para educar a las comunidades sobre su territorio (Aitsi-Selmi et al., 2015; Rawluk et al., 2017).

La expansión poblacional global exponencial ha planteado diversos desafíos a los países y sus tomadores de decisiones para organizar su territorio ante las amenazas naturales (Miao et al., 2020), en consecuencia, la implementación de criterios adecuados en la GRN contribuye a salvaguardar a la población, la infraestructura y un cuidado de los medios de vida de una comunidad particular (Szlafsztein, 2015).

Es así, que la GRN debe ser integral y centrar sus acciones en la prevención, mitigación y preparación ante el riesgo (Narváez et al., 2009). Alcántara-Ayala, (2021) menciona que encontró un vacío en el accionar de la ciencia y la política para reducir el riesgo ante movimientos en masa (p. 2).

### **1.7.6. Movimiento en Masa.**

Según el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, (2007) los movimientos en masa son una componente de los procesos denudativos que representan el relieve de la tierra. Su origen se debe a una gran variedad de procesos geológicos (Araya-Cornejo & Carvajal, 2021; Ávila et al., 2007; Fernández-Lozano & Bercianos, 2018), hidrometeorológicos (Aristizábal, 2019; Iribarren et al., 2022), químicos y mecánicos (Lagarde et al., 2023; Toro-Rojas et al., 2022) que se producen en la corteza terrestre y en la interfaz entre esta, la hidrósfera y la atmósfera (Mendoza et al., 2019).

En consecuencia, si el levantamiento tectónico genera montañas, por otra parte, la meteorización (Hu et al., 2023), las precipitaciones (Donnini et al., 2023), los sismos (T. Xie et al., 2023) y otros sucesos, incluyendo la acción del hombre (Pilatasig et al., 2022; Zhuang et al., 2023), actúan sobre las laderas con el fin de desestabilizarlas y modificar su relieve a una condición más plana (Goyes-Peñañiel & Hernández, 2021; Małka et al., 2023). Esto implica que la posibilidad que se produzca un movimiento en masa comienza desde el mismo instante en que se forma una ladera natural o se construye un talud artificial, y que el análisis de dicha posibilidad implica diversas disciplinas de las ciencias de la tierra (Fidel et al., 2010), del medio ambiente (Louzeiro et al., 2023), estableciéndose su estudio como multidisciplinario (Albano et al., 2023).

En la Tabla 3 se describe los diferentes tipos de Movimientos en Masa con sus factores condicionantes y disparadores de manera general.

**Tabla 3.** Descripción de los tipos y subtipos de Movimientos en Masa

<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>	<b>Breve descripción</b>
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)	Uno o varios bloques de suelo



		o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable.
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque); Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso	Rotación generalmente se realiza hacia adelante de uno o varios bloques de roca o suelo, en torno a un punto o pivote de giro en su parte inferior.
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña; Deslizamiento rotacional	Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuya ocurrencia predomina a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.
Propagación lateral	Propagación lateral lenta; Propagación lateral por licuación (rápida)	Ocurre principalmente por deformación interna (expansión) del material.
Flujo	Flujo de detritos; Crecida de detritos; Flujo de lodo; Flujo de tierra; Flujo de turba; Avalancha de detritos; Avalancha de rocas; Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)	Su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco.

Reptación	Reptación de suelos; Soliflucción, geliflucción (en permafrost)	Movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla.
Deformaciones gravitacionales profundas		Presentan rasgos de deformación, pero sin el desarrollo de una superficie de ruptura definida y usualmente con muy baja magnitud de velocidad y desplazamiento.

Fuente: Modificado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, (2007)

En los últimos años el desarrollo de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA), han permitido la construcción de cartografía especializada donde se integra mayor volumen de información para obtener resultados más precisos a la realidad ante el peligro de movimientos en masa (Bohórquez & Castro, 2020).

### **1.7.7. Modelo de Susceptibilidad ante Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay.**

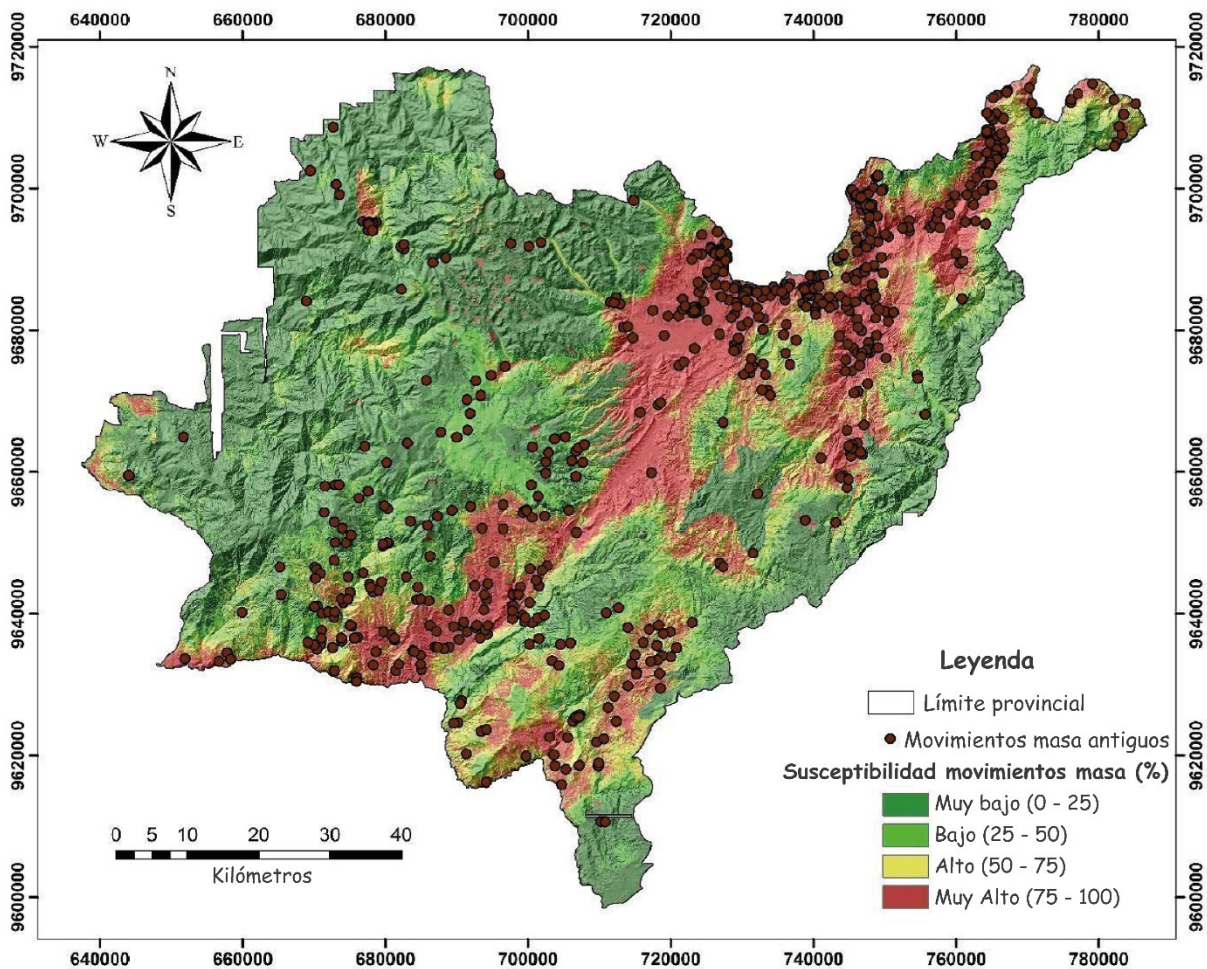
En el lapso comprendido entre 1990 y 2015, los movimientos en masa provocaron el 4,9% de las catástrofes relacionadas a eventos naturales y el 1,3% de las víctimas mortales en todo el mundo (Froude & Petley, 2018). La provincia de Azuay incluye desde zonas por debajo de los 100 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), tales como la localidad de Camilo Ponce Enríquez, hasta zonas que superan los 2500 m.s.n.m. en la ciudad de Cuenca. Además, se encuentra una amplia diversidad climática y de vegetación. Los movimientos en masa son significativos debido a sus repercusiones humanas y materiales en esta provincia (Cobos-Mora et al., 2023).

El 29 de marzo de 1993, un total de 72 personas fallecieron debido a un desprendimiento de rocas en La Josefina (Schuster et al., 2002). En Guarumales, un deslizamiento activo ha puesto en peligro la central hidroeléctrica de Molinos, donde habitan unas 250 personas (Urgilez Vinueza et al., 2020). En la carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal se han producido múltiples deslizamientos, por lo que se ha cerrado temporalmente en varias ocasiones. Esta carretera vincula a Cuenca con Guayaquil, el principal puerto de Ecuador (Sevilla & Idrovo, 2017). En estos últimos años, un aluvión en Sayausí el 27 de marzo de 2022, ocasionado por el taponamiento de

las quebradas después de una fuerte lluvia de alrededor de 30 mm/h, dejó más de 400 personas sin hogar y cuatro fallecidas (El Comercio, 2022).

El modelo de susceptibilidad de Cobos-Mora et al., (2023) es el resultado de la interacción de varios factores para la ocurrencia probabilística de movimientos en masa en la provincia de Azuay, entre ellos están la Geología – litología, las fallas, la morfología, la cobertura vegetal, los índices espectrales (diferenciación de tipos de vegetación), las carreteras y las precipitaciones. Además, se debe considerar el inventario de eventos históricos, para la aplicación de varias metodologías como el análisis factorial exploratorio (relación entre los factores) y la regresión logística, para concluir con una validación estadística de los modelos.

La Figura 2 muestra el modelo probabilístico resultante que mejor se adaptó a consideraciones de sensibilidad y especificidad, para la susceptibilidad, donde el principal factor disparador es la precipitación en los meses de enero, febrero y marzo, junto a factores condicionantes como: la geología, la elevación y la vegetación, sin dejar un lado la acción antrópica, que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa en la provincia (Cobos-Mora et al., 2023).



**Figura 2.** Modelo de susceptibilidad a movimientos en masa de la provincia de Azuay

Fuente: modificado de Cobos-Mora et al., (2023)

No obstante, aunque el modelo de susceptibilidad es el resultado de la aplicación de investigación científica con la ayuda de tecnologías nuevas, no se han encontrado los mecanismos adecuados para poder integrar las PPCT y la GRN, para la obtención de resultados positivos y decisiones que mejoren las condiciones de vida de la población.

### ***1.7.8. Mecanismos para la Integración de Políticas de Ciencia y Tecnología y la Gestión de Riesgos Naturales***

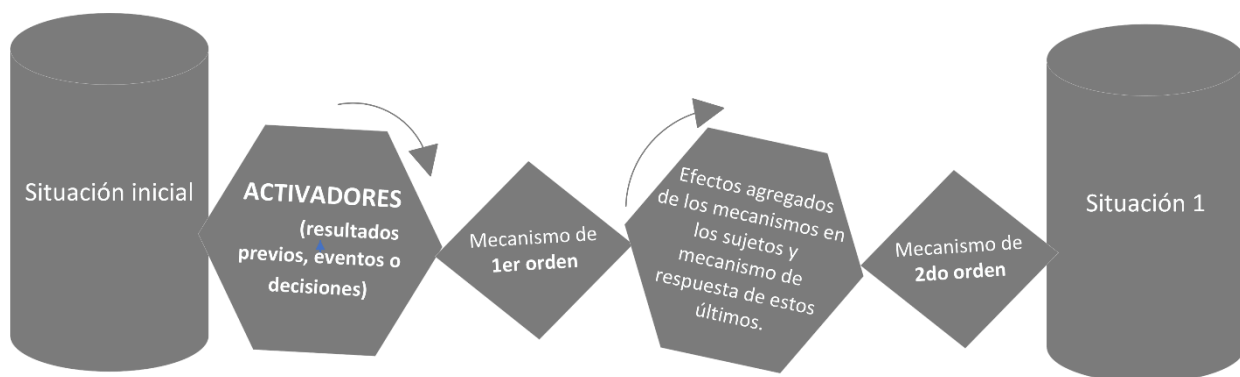
Los países siempre están buscando solucionar problemáticas públicas a través de mecanismos que les permitan integrar diferentes ámbitos en su política (Paz-Gómez et al., 2023; Quintero et al., 2023). No obstante, el abordar este tema en las políticas públicas es muy reciente (Biesbroek & Candel, 2020; Capano & Howlett, 2021). De acuerdo con Capano & Howlett, (2020),

esta metodología puede efectuar un análisis detallado de lo que ellos denominan la caja negra (black box, en inglés), y comprender los procesos y las causales de las políticas públicas.

La GRN debe tener impacto desde las PPCT, para entender que la correcta gobernanza de los riesgos, que deberían ser considerados en la actualidad socio-naturales, de esta manera, los mecanismos pueden tener diferentes aristas para su combinación (Alcántara-Ayala, 2021; Alcántara-Ayala & Sassa, 2021).

Encontrar el mecanismo correcto para la integración puede ser complejo, al tratarse de contextos multidimensionales con actores, instituciones y agendas políticas divergentes. Una perspectiva mecanicista es idónea para iluminar la secuencia de cajas negras y enfrentar de manera más eficiente la complejidad multinivel (Capano & Howlett, 2020).

Para comprender la funcionalidad del mecanismo de integración en cualquier ámbito, es necesario adquirir conocimiento acerca de los activadores, los mecanismos de primer y segundo orden (Capano & Howlett, 2021). En este caso, se debe hallar el instrumento adecuado que integre las PPCT con la GRN como se muestra en la Figura 3, aprender cómo se toman decisiones puede ser uno de los factores más importantes en esta búsqueda.



**Figura 3.** Estudiar la política pública: una perspectiva mecanicista

Fuente: Modificado de Capano et al., (2019).

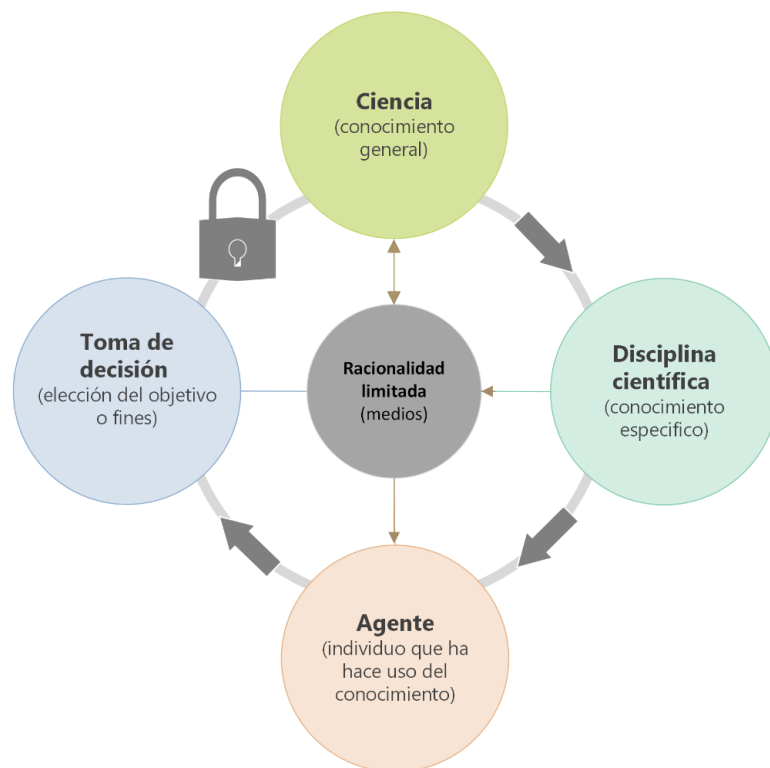
La Toma de Decisiones (TD), es la acción cognitiva más complejo que el ser humano debe realizar en diversos ámbitos (Kabak & Ervural, 2017). Debido a la gran incertidumbre de las consecuencias futuras, muchos científicos han dedicado sus vidas, a comprender todo lo que influye para la TD y han planteado varios modelos de TD.

### **Modelo de la Racionalidad Limitada**

El mayor precursor de este modelo es Herbert Simon quien dedicó su vida a comprender la toma de decisión (individual) de las personas en organizaciones gubernamentales, negocios, entre otros (Bonome, 2010). Según Simon (1990) asocia la racionalidad humana con dos grandes constantes de su Pensamiento: 1) la toma de decisiones (*decision making*) y 2) los procesos de solución de problemas (*problem solving processes*).

La racionalidad humana se caracteriza por la conducta que una persona tiene ante su decisión de solucionar el problema; para Simon, la toma de decisiones y la solución del problema son lo mismo. Por lo tanto, el individuo está influenciado por sus fines, el de un sistema social y los atribuidos de un observador (Bonome, 2010; Schwarz et al., 2022).

En el momento en que los seres humanos emplean criterios para realizar sus acciones, es habitual que no son las razones más idóneas para guiar la gama de sus elecciones. Este tipo de racionalidad limitada ilustra el proceso de elección, tal como se aprecia en la Figura 4, la elección de una opción entre diversas requiere la aplicación de la facultad intelectual, en específico el pensar sobre medios y fines (Bonome, 2010).



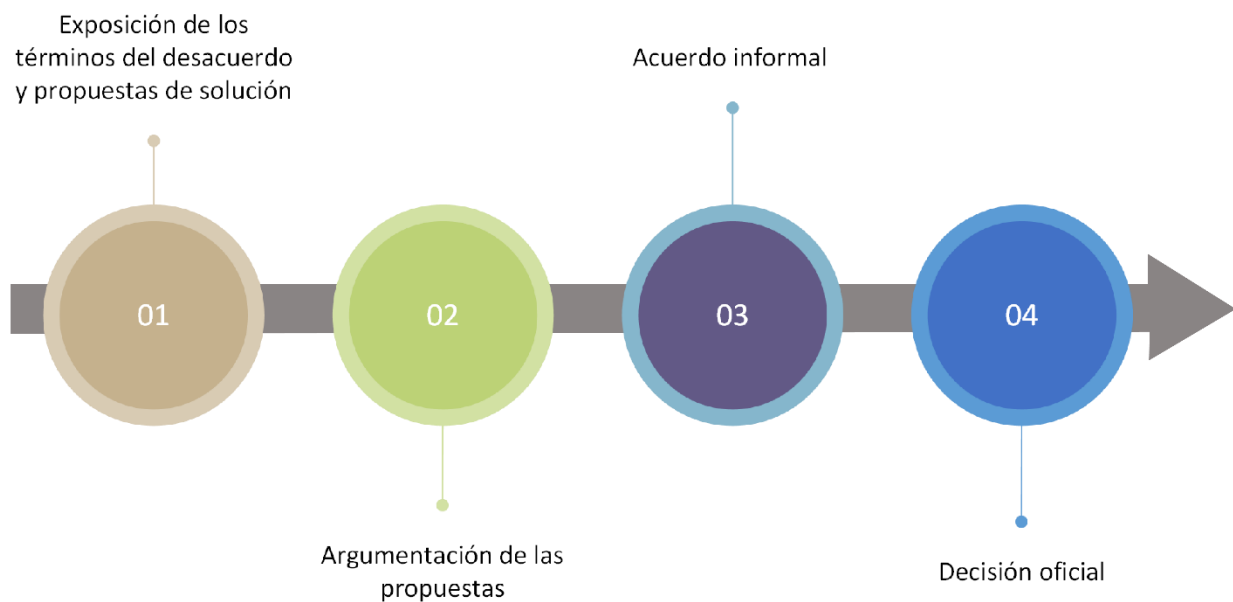
**Figura 4.** Modelo de Racionalidad Limitada en la Toma de Decisiones

Fuente: Elaboración propia.

### **Modelo Político (Democracia Deliberativa).**

Los principales aportes a este modelo se derivan de las obras de Jürgen Habermas, quien realiza reflexiones desde los ámbitos del discurso, la moral y la ética (Cortina, 2009). Para Habermas (2005), la democracia deliberativa se basaba en la elaboración de la política desde las diferencias individuales y no desde los consensos grupales, en tal razón, iniciar una deliberación para encontrar soluciones universales y más no comunes.

En este contexto, según Richardson (1997) el proceso deliberativo tiene cuatro fases: la exposición de los términos del desacuerdo y las propuestas de solución, la argumentación que abarca tales propuestas, un acuerdo informal en el que los participantes asumen la parte que les corresponde y actúen en conjunto, y la decisión oficial, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Modelo Político (Democracia Deliberativa) para la Toma de Decisiones

Fuente: Elaboración propia.

### **Modelo de Grupo de Atributos Múltiples.**

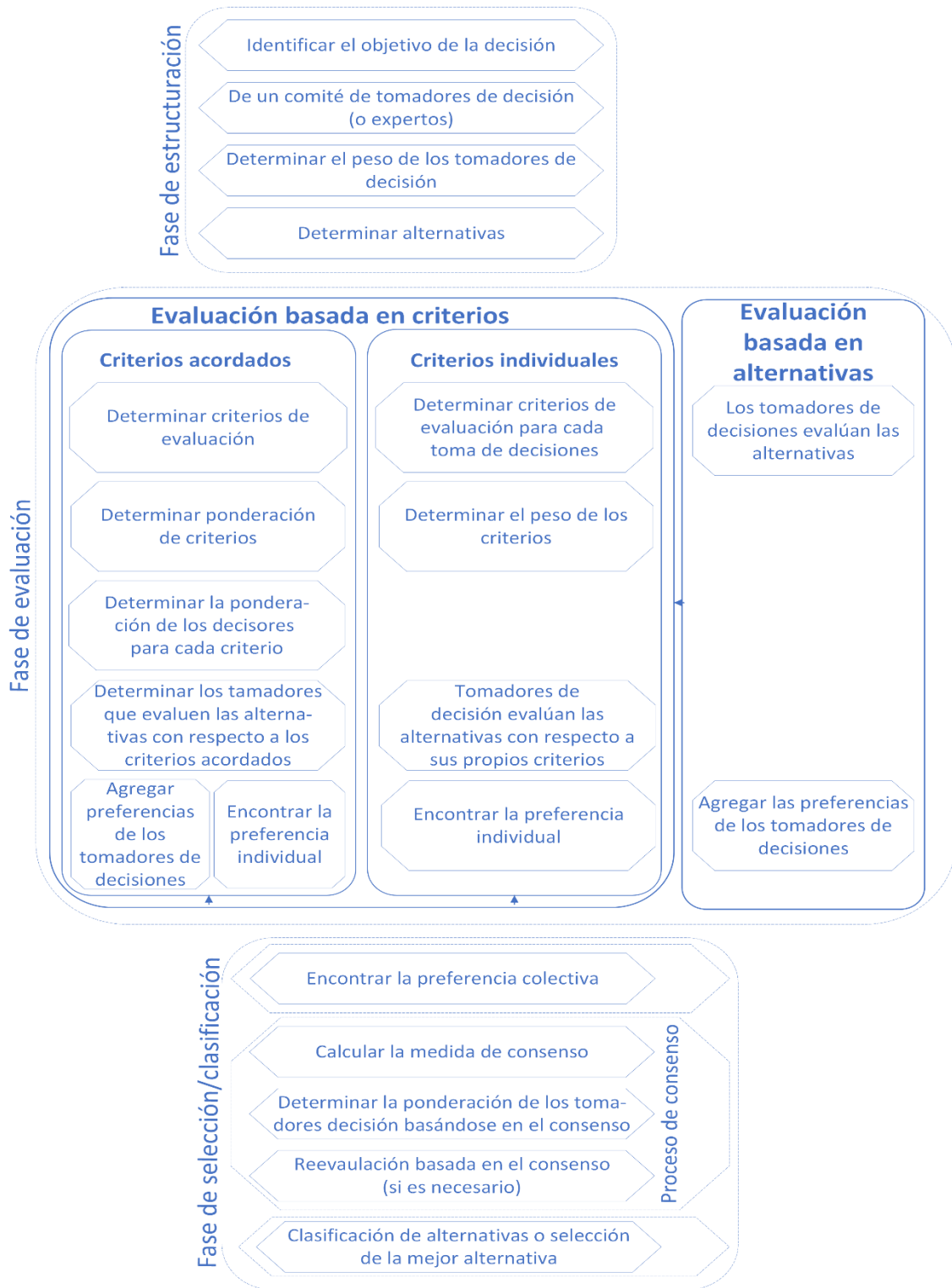
En la toma de decisiones grupales, resulta arduo establecer un acuerdo, lo cual no solo implica la suma de las preferencias de varios responsables (Lu & Ruan, 2007). La bibliografía presenta varios métodos para el estudio de la toma de decisiones grupales, así como lo plantea Kabak & Ervural, (2017), mostrada en la Figura 6.



**Figura 6.** Clasificación de los métodos de toma de decisiones en grupo  
 Fuente: Modificado de Kabak & Ervural, (2017).

Los métodos de decisión por grupos de atributos múltiples (MAGDM, por sus siglas en inglés), se estructuran en tres fases fundamentales: la estructuración y construcción, la evaluación y la selección/clasificación (Kabak & Ervural, 2017), tal como se ilustra en la Figura 7.





**Figura 7.** Un marco conceptual genérico para el proceso MAGDM

Fuente: Modificado de Kabak & Ervural, (2017).

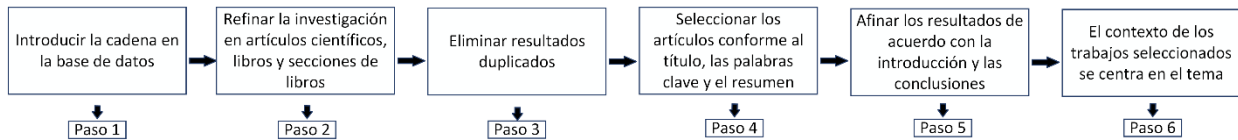
## 2. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología de cada uno de los objetivos específicos: 1) La sistematización de la información pertinente y disponible de políticas públicas de ciencia y tecnología referente a la gestión de riesgos naturales; 2) La incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador; por último, 3) Relacionar los indicadores de políticas de ciencia y tecnología para el uso del modelo de susceptibilidad por movimiento en masa de la Provincia del Azuay.

### 2.1. Sistematización de la Información Pertinente y Disponible de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología Referente a la Gestión de Riesgos Naturales

La investigación se inició mediante una revisión bibliográfica sistemática y rigurosa, con el propósito de no solo contribuir al conocimiento descriptivo del área atinente, sino también de identificar las áreas que proporcionan la creación de nuevos estudios. La investigación toma como referencia las bases de datos Scopus, Web of Science y Latindex. Utilizó las siguientes cadenas de búsqueda en inglés y español; "*public and policy and natural and risk and management*"; "*public and policy and science and technology and innovation*"; "gestión and riesgos *and* naturales"; "ciencia and tecnología"; "políticas and ciencia and tecnología"; para recopilar los documentos que incluyen estas palabras clave. El periodo de búsqueda abarcó del 2013 a 2023.

La revisión bibliográfica, ha seguido un riguroso proceso de búsqueda y análisis de artículos basado en el modelo de revisión propuesto por Conforto et al., (2011) y el software *The Active learning for Systematic Reviews (ASReview*, por sus siglas en inglés) (ASReview LAB Developers, 2023). El proceso para seleccionar los artículos tuvo seis pasos como se muestra en la Figura 8: paso 1) ingresar las cadenas de búsqueda en las bases de datos; paso 2) filtrar el conjunto de referencias, entre artículos científicos, libros y secciones de libros; paso 3) eliminar los registros repetidos; paso 4) seleccionar los trabajos por su título, palabras clave y resumen; en el paso 5) se filtra por la introducción y conclusiones; y en el paso 6) en base al tema se selecciona los documentos.



**Figura 8.** Pasos para realizar un análisis de políticas públicas

Fuente: Modificado de Rojas-Lema et al., (2021)

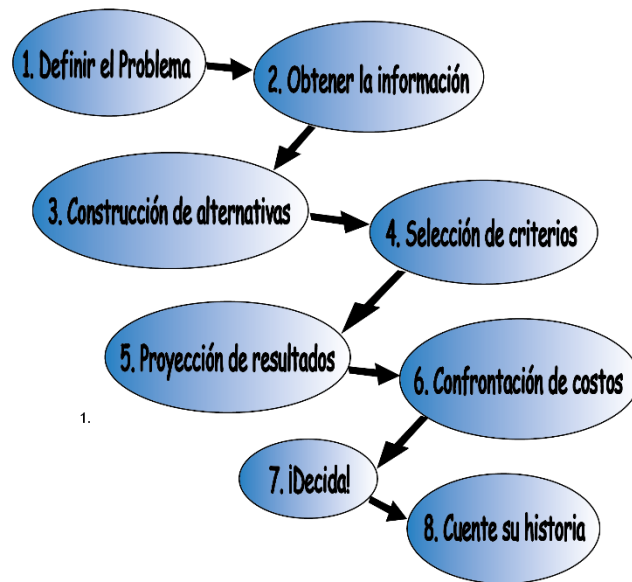
### ***Criterio***

Para el presente estudio, se consideraron los criterios de fechas, recursos y sector de política en ciencia y tecnología, así como la gestión de riesgos naturales, esenciales para la inclusión y exclusión de artículos. En consecuencia, sólo se incluyeron artículos publicados entre 2013 y 2023, que pertenecieran a artículos, libros y capítulos de libros y que, además, se desarrollarían en el contexto del sector de ciencia y tecnología.

### ***Análisis de políticas públicas***

El análisis de políticas públicas se enfoca en proporcionar elementos para comprender e incluso responder interrogantes sobre la legalidad, eficiencia y sostenibilidad de las acciones del gobierno (Subirats et al., 2008). El proceso analítico describe desde la identificación del problema hasta la formulación específica y las diferentes maneras de presentarla y generar consensos para su implementación, asimismo, describe los procesos por los cuales una situación determinada es considerada un problema y termina siendo objeto o no de acciones gubernamentales, no obstante, el análisis de políticas públicas no se fundamenta en un conocimiento o modelo particular, sino en la aplicación de conocimientos provenientes de diversas disciplinas para abordar de manera equitativa y efectiva los problemas específicos relacionados con la política pública (Bardach, 1998).

Existe una gran cantidad de guías o manuales para llevar a cabo un análisis político, que para algunos de los autores es arte más que ciencia (Bardach, 2012; Bardach & Patashnik, 2019). El análisis, como resolución de un problema, conlleva mucho más que entender el problema y dar una solución. Los autores Bardach & Patashnik, (2015, 2019, 2023), proponen que se debiese seguir los siguientes pasos para realizar un mejor análisis de políticas públicas, como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Pasos para realizar un análisis de políticas públicas.

- Primer paso, la definición del problema es la esencia para la realización del proyecto y lo que motivará.
- Segundo paso, la obtención de la información, donde la investigación es la parte principal en la ardua búsqueda de datos que se conviertan en información en relación con el problema.
- Tercer paso, se establecerá alternativas y estrategias para la resolución del problema.
- Cuarto paso, elegir bien el o los criterios, pensando en las consecuencias que conllevan cada una de las alternativas a la solución.
- Quinto paso, la proyección de resultados, siempre debe estar acompañado de un análisis de la realidad.
- Sexto paso, la confrontación de costos en donde en lo posible no exista confrontación entre las alternativas.
- Séptimo paso, decidir por le mejor alternativa sin que se hubiese sesgado la resolución del problema.
- Octavo paso, difusión a la o las partes interesadas.

## 2.2. Detallar la incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador.

Para la determinación de la incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador. Se realizó entrevistas con preguntas semiestructuradas a siete expertos que laboran en la gestión de riesgos naturales y políticas públicas en el país, para entender la experiencia y hacer un breve análisis de su experiencia sobre la temática (Arias-Gonzales, 2023). Además, de contrastar con artículos de investigación a nivel país y los resultados obtenidos del primer objetivo específico.

El marco referencial para la investigación cualitativa fue el interpretativo, centrándose en la fenomenología, que se caracteriza por analizar en la experiencia personal y como esta se relaciona con los objetos, personas, sucesos y situaciones, con la ayuda del análisis del discurso y en este caso un tema específico, se busca significados posibles (Álvarez-Gayou, 2003). Por ejemplo, una pregunta fenomenológica sería: ¿cuál es la experiencia de los expertos en la reducción de riesgos naturales con la incidencia de políticas de ciencia y tecnología?

La muestra se estableció por conveniencia y a expertos, debido al acceso a especialistas sobre el tema como se muestra en la Tabla 4, los cuales se anonimizan para el tratamiento de la información y al ser una investigación exploratoria puede establecerse una guía para futuros trabajos (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018), además, es muy limitado la existencia de profesionales con el perfil específico de la investigación en el país.

**Tabla 4.** Expertos entrevistados

<b>Expertos</b>	<b>Afinidad del perfil profesional</b>
Exp1	Gestión de Riesgos Naturales y Planificación Urbana
Exp2	Gestión de Riesgos Naturales
Exp3	Gestión de Riesgos Naturales
Exp4	Política Pública y Gestión de Riesgos Naturales
Exp5	Gestión de Riesgos Naturales
Exp6	Gestión de Riesgos Naturales
Exp7	Gestión de Riesgos Naturales

La entrevista fue la principal técnica para la recolección de la información, dado que se trata de comprender el mundo desde la representación del entrevistado, así como descomponer los significados de sus experiencias (Álvarez-Gayou, 2003; Cuestas-Caza, 2021). La entrevista tenía preguntas semiestructuradas (Álvarez-Gayou, 2003), que son flexibles dependiendo del *rapport* con la o el entrevistado y su contexto. La recolección de información fue llevada a cabo hasta la saturación de la muestra, es decir, hasta que la información recolectada ya no obtenía resultados significativos, sino que adquirieron una similitud (Álvarez-Gayou, 2003).

Para el análisis cualitativo de la información, no existe un proceso rígido, sino más bien la aplicación de una estrategia del investigador para dar realce al texto recogido, se sigue un proceso sistemático y coherente que ayude a cumplir con el o los objetivos de la investigación (Cuestas-Caza, 2021). De esta manera, se describe el tratamiento de la información seguida en este trabajo:

- Las entrevistas grabadas en audio y video fueron transcritas, corrigiendo el estilo, pero sin modificar lo expresado por cada entrevistado.
- El procesamiento de las entrevistas se realizó mediante el apoyo del software ATLAS.ti 23.
- Lectura detallada para identificar texto que nos ayude a codificar los significados de las experiencias de los entrevistados.
- Construcción de categorías que ayuden agrupar a los códigos.
- Construir redes semánticas, que permita mostrar un modelo coherente de las experiencias y concepciones de los profesionales hacia las políticas de ciencia y tecnología en relación con la gestión de riesgos naturales.
- Analizar el discurso para comprender las experiencias vividas de los expertos y su relación.

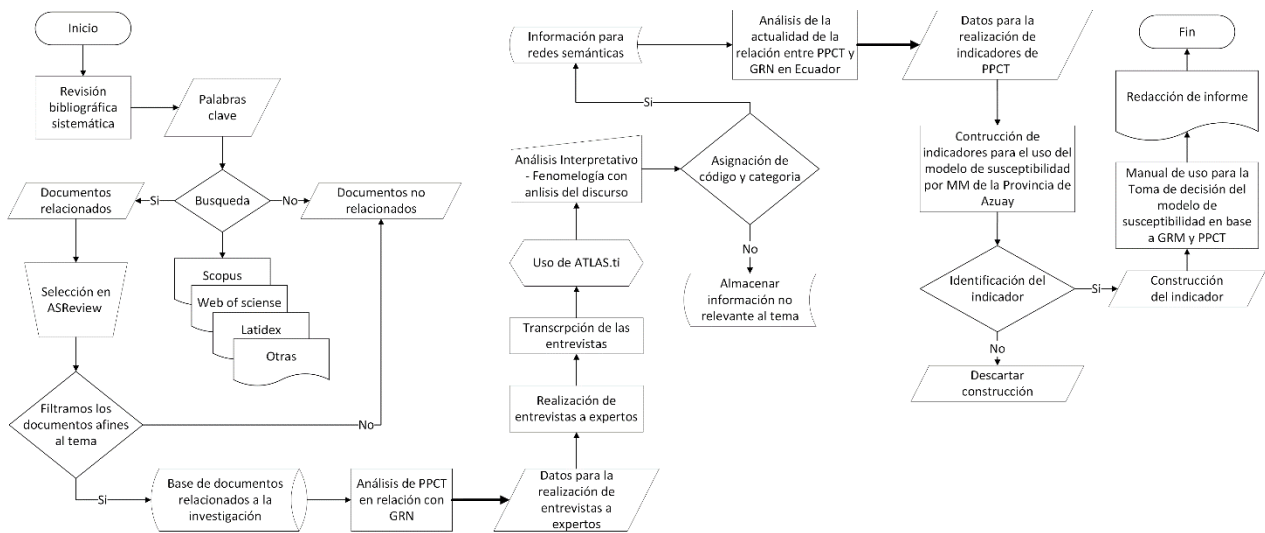
### **2.3. Diseño de indicadores de políticas de ciencia y tecnología para el uso del modelo de susceptibilidad por movimiento en masa de la Provincia del Azuay.**

El diseño de los indicadores de políticas de ciencia y tecnología, está basado en la serie de guías titulado: “¿Cómo diseñar metas e indicadores para el monitoreo y evaluación de políticas públicas?”, elaborado por Aquilino et al., (2019), para el uso del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa de la Provincia del Azuay de Cobos-Mora et al., (2023).

Para el proceso de construcción de los indicadores de forma general se debió seguir los siguientes pasos establecidos por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], (2013):

- 1) Identificar y/o revisar objetivos y metas
  - Clarificar que debe ser medido
- 2) Identificar las dimensiones de desempeño
  - Analizar el sistema de indicadores
- 3) Construir las fórmulas para la medición
  - Obtener el valor del indicador
- 4) Recopilar la información necesaria
  - Fuentes reconocidas y accesibles
- 5) Validación de los indicadores
  - Debe ser claro, relevante, adecuado, monitoreable, económico y aporte marginal.

En la Figura 10 se muestra un resumen de la metodología realizada durante la investigación del proyecto de titulación.



**Figura 10.** Resumen de la metodología de la Investigación.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 5 se muestran los objetivos específicos del trabajo de investigación y la sección con el que tiene relación:

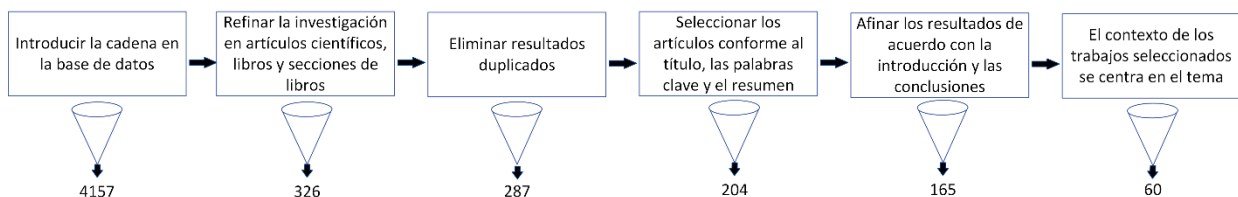
**Tabla 5.** Relación de los objetivos específicos con las secciones que abordan sus resultados.

Objetivo específico	Sección
1. Sistematizar la información pertinente y disponible de políticas públicas de ciencia y tecnología referente a la gestión de riesgos naturales.	3.1. Sistematización de la Información de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales. 3.2. Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales 3.3. Herramientas e Indicadores de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología con relación a la Gestión de Riesgos Naturales 3.4. Impacto de las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en la Gestión de Riesgos Naturales
2. Detallar la incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador.	3.5. Incidencia de las Políticas de Ciencia y Tecnología en la Gestión para la Reducción de Riesgos Naturales en el Ecuador.
3. Aplicar indicadores de políticas de ciencia y tecnología para el uso del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa de la Provincia del Azuay	3.6. Indicadores de Políticas de Ciencia y Tecnología para el Uso del Modelo de Susceptibilidad por Movimiento en Masa de la Provincia del Azuay. 3.7. Toma de Decisión en el Marco de GRN aplicando PPCT para Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay



### 3.1. Sistematización de la Información de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales

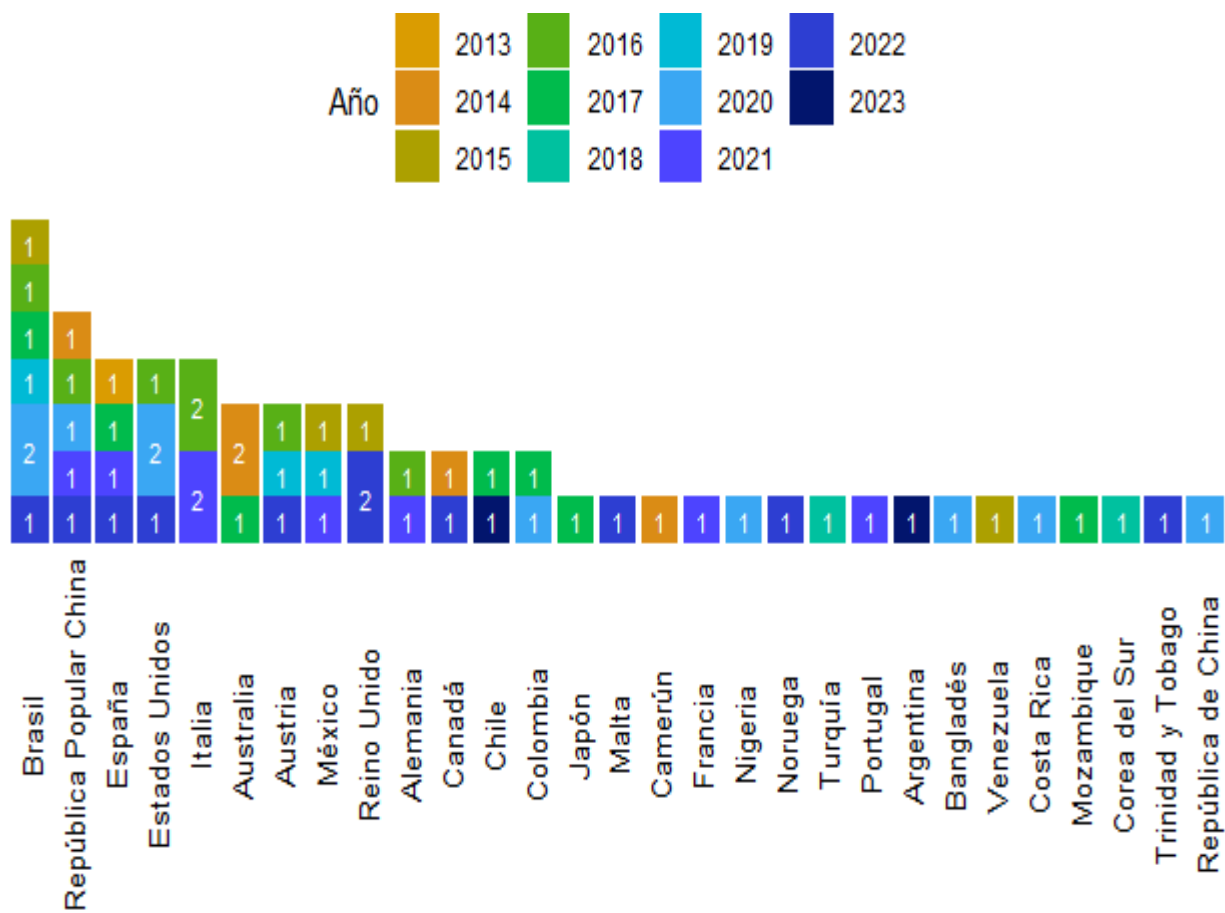
Se obtuvieron 4157 referencias con las cadenas empleadas en las bases de datos, de los cuales, se filtró el conjunto de referencias para dejar solo artículos científicos, libros y secciones de libros, con lo que quedaron 326 trabajos, se eliminaron los registros repetidos, lo que dejó 287 trabajos, se filtró y seleccionaron 204 trabajos por su título, palabras clave y resumen, a estos se aplicó un nuevo filtro por la introducción y conclusiones, lo que dejó un grupo de 165 artículos, y al final en base al tema se seleccionaron 60 documentos, como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11.** Bases de datos y resultado del procedimiento de búsqueda

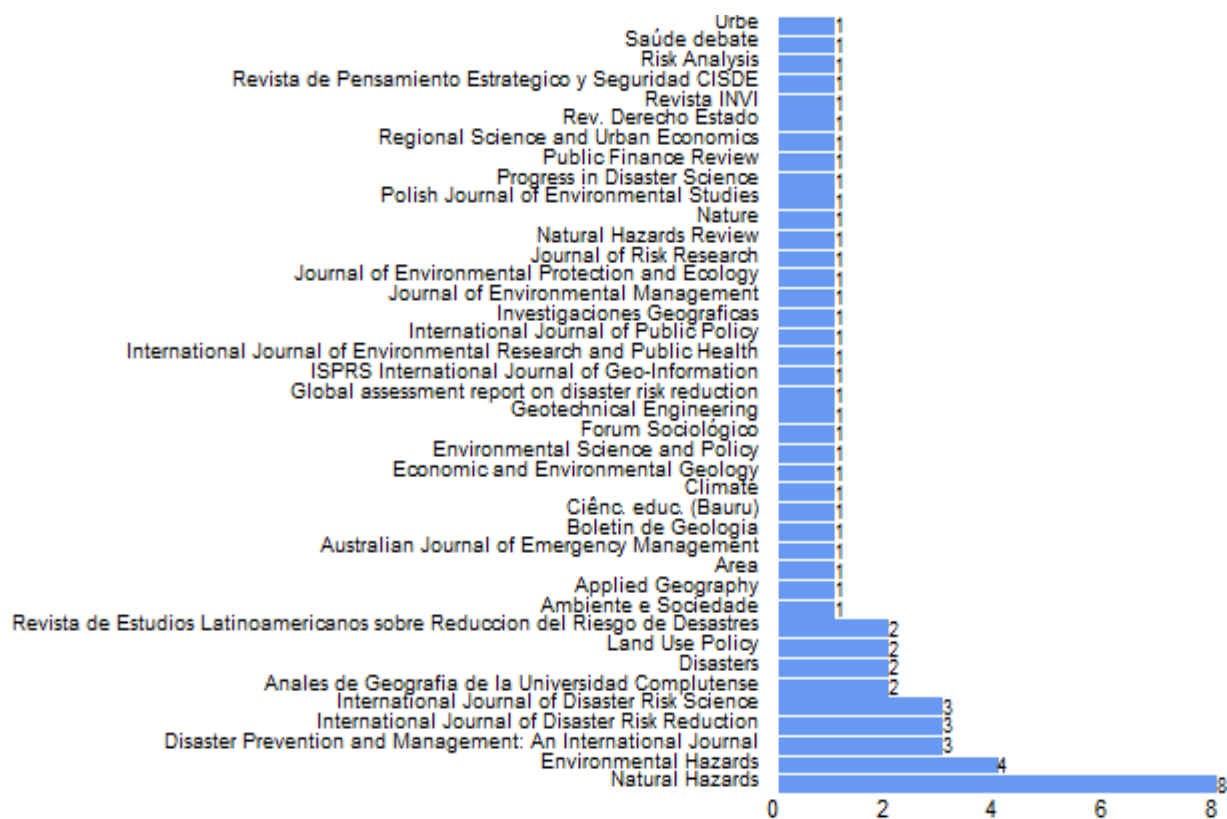
Fuente: modificado de Rojas-Lema et al., (2021)

En la Figura 12, se muestran los países que con mayor frecuencia llevan a cabo casos de investigación y la evolución de las publicaciones a lo largo del tiempo; entre ellos, Brasil, seguido de la República Popular China, España, Estados Unidos e Italia, son los países que presentan más contribución sobre el tema de investigación. La Figura 13 presenta las revistas científicas con más artículos revisados (entre 1 y 8 artículos por revista); se aprecia un número considerable de publicaciones en *Natural Hazards*, seguida de *Environmental Hazards*, *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, *International Journal of Disaster Risk Reduction* e *International Journal of Disaster Risk Science*.



**Figura 12.** Publicaciones de los distintos países, por años.

Fuente: modificado de Rojas-Lema et al., (2021)



**Figura 13.** Principales revistas de los trabajos revisados.

Fuente: modificado de Rojas-Lema et al., (2021)

Se examinaron sesenta documentos, que en su mayoría son artículos científicos a nivel mundial, que describen a nivel local o regional las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales (PPCT-GRN) y la Gestión de Riesgos Naturales (GRN), para sistematizar varias descripciones, métodos y propuestas, que ayuden a establecer un marco guía. La Tabla 6 incluye los detalles del análisis global realizado de los trabajos.

**Tabla 6.** Descripción breve y objetivo de los trabajos examinados.

Referencia	Descripción breve del estudio	Propósito
Serra-Llobet et al., 2013	Cambio de paradigma en la gestión de riesgos naturales ante inundaciones	GRN
Bang, 2014	Análisis de la actuación de los gestores de gestión de riesgos naturales	GRN

Espada et al., 2014	Optimización financiera en la gestión de riesgos naturales en procesos de mitigación	GRN
McLennan et al., 2014	Falta de la coordinación en el accionar de instituciones responsables de la gestión de riesgos naturales	GRN
Tappenden, 2014	Enfoque dinámico de la gestión de riesgos naturales para crear resiliencia	GRN
Xie et al., 2014	Análisis de percepción de los riesgos naturales de la comunidad	GRN
Aitsi-Selmi et al., 2015	El cambio de la política en la gestión de riesgos de desastres según los marcos de las naciones unidas	GRN
Medina et al., 2015	Generación de mapas de susceptibilidad a movimientos en masa por medio de proyectos de ciencia y tecnología	PPCT-GRN
Saldana-Zorrilla, 2015	La falta de accionar del gobierno y sus diferentes niveles ante riesgos de desastres	GRN
Szlafsztein, 2015	Análisis de la gestión de riesgos naturales desde el aspecto financiero	GRN
Birkmann et al., 2016	La planificación territorial y reorientación de las políticas públicas como el aumento de resiliencia en la población	GRN
Cutter, 2016	Indicadores de resiliencia de una comunidad	GRN

De Souza Sardinha et al., 2016	Establecimiento de bases de datos de desastres naturales causados por eventos pluviométricos	PPCT-GRN
Mattea et al., 2016	Establecimiento de programas de mitigación ante movimientos en masa	PPCT-GRN
Papathoma-Köhle et al., 2016	Generación de una metodología de evaluación del riesgo ante peligros por el cambio climático	PPCT-GRN
Scolobig & Pelling, 2016	La coproducción como paradigma en la generación de ciencia y política en la gestión de riesgos naturales	PPCT-GRN
Shaw et al., 2016	La ciencia y tecnología como eje principal de la toma de decisiones en la reducción de riesgos de desastres	PPCT-GRN
Carbonell, 2017	La gestión de riesgos naturales desde la perspectiva geográfica para la toma de decisiones	GRN
Castillo et al., 2017	La planificación urbana como una herramienta de la gestión de riesgos naturales	PPCT-GRN
Koivisto & Nohrstedt, 2017	Análisis de la política pública de la reducción de riesgos de desastres	GRN
Kusakabe et al., 2017	Evaluación del índice de seguridad nacional (GNS, por sus siglas en inglés) para una gestión de riesgos naturales óptima	GRN

Melo et al., 2017	Análisis de diferentes sistemas de alerta temprana ante deslizamientos	PPCT-GRN
Rawluk et al., 2017	Análisis de los valores públicos en la gestión de riesgos naturales	GRN
Villegas-González et al., 2017	Conceptualización holística de la vulnerabilidad del territorio	PPCT-GRN
Ahn et al., 2018	Análisis de las políticas públicas de ciencia y tecnología relacionadas a las geociencias y recursos minerales	PPCT-GRN
Aman & Aytac, 2018	La planificación territorial desde la arquitectura como parte la mitigación en la gestión de riesgos naturales	GRN
Alcántara-Ayala, 2019	La implementación integral de la política pública en la gestión de riesgos naturales	GRN
Thaler & Seebauer, 2019	La limitante participación de la ciudadanía en la política pública de la gestión de riesgos naturales	GRN
Vieira et al., 2019	Influencia de la política pública en el accionar de la gestión de riesgos de desastres	GRN
Mendonca & Gullo, 2020	La ruptura entre los administradores políticos y la comunidad para la aplicación de la gestión de riesgos naturales	GRN
Miao et al., 2020	Las pérdidas económicas después de un desastre natural	GRN

Odiase et al., 2020	La resiliencia de la comunidad depende la política de gestión de riesgos naturales	GRN
Olson et al., 2020	La falta de gestión entre políticas públicas y el estudio de la gestión de reducción de riesgos de desastre	PPCT-GRN
Osorio Piñeros, 2020	Critica al Marco de Sendai 2015 – 2030 por su falta de enfoque y aplicabilidad	PPCT-GRN
Pan, 2020	Problemas financieros e inequidad de la protección ante peligros naturales	GRN
Quesada-Román et al., 2020	La presión de crecimiento urbano versus la reducción del riesgo de desastres (RRD)	GRN
Ruckelshaus et al., 2020	La adquisición de datos para la gestión de riesgos naturales	PPCT-GRN
Santos et al., 2020	La relación entre la salud y la gestión de riesgos naturales	GRN
Sarker et al., 2020	La ineficiencia administrativa en organizaciones públicas para resiliencia ante peligros naturales	GRN
Carvalho et al., 2021	La geoingeniería como solución al cambio climático	PPCT-GRN
Espinosa Rodríguez, 2021	La política pública la esencia primordial en la gestión de riesgos naturales	GRN
Kougkoulos et al., 2021	Critica a la política de la gestión de riesgos naturales en la actuación ante inundaciones	GRN

Li et al., 2021	Generación holística de la concepción de riesgo para dar una mejor creación de políticas públicas y toma de decisiones	PPCT-GRN
Iadanza et al., 2021	Creación de una plataforma web para el acceso a inventarios de deslizamientos	PPCT-GRN
Renn, 2021	Los riesgos sistémicos y sus implicaciones en la gestión de riesgos naturales	GRN
Righi et al., 2021	La educación como parte de la gestión de riesgos naturales	PPCT-GRN
Ruiz, 2021	La gestión de riesgos naturales (inundaciones) como clave para la planificación territorial	GRN
Albrecht, 2022	La influencia política en la gestión de riesgos naturales	GRN
Carbonell, 2022	Aplicación de inteligencia artificial cuántica en la gestión de riesgos naturales	PPCT-GRN
Carneiro et al., 2022	Creación de programas de educación primaria en geociencias	PPCT-GRN
Gao et al., 2022	La política pública como herramienta de monitoreo temprano ante desastres	PPCT-GRN
Howlett et al., 2022	El accionar de los responsables políticos en la gestión de riesgos	PPCT-GRN
Main et al., 2022	Construcción de políticas de gestión de riesgos naturales en base a datos de catástrofes	GRN
Murray & Watson, 2022	Estudio de la falta de operatividad de las políticas	PPCT-GRN



	públicas en gestión de riesgos de desastre	
Ray-Bennett et al., 2022	Análisis de las acciones de los estados para alcanzar los objetivos A y B del Marco de Sendai	GRN
Thaler et al., 2022	La innovación en la gestión de riesgos naturales para una política pública y toma de decisiones	PPCT-GRN
Tiller et al., 2022	La falta de capacidad de las instituciones locales para construir la resiliencia ante peligros naturales	GRN
United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022	Evaluación de las acciones para la reducción del riesgo a nivel mundial	GRN
Gil & Rivera, 2023	Análisis del rol de la ciencia y tecnología como estrategia para la reducción de desastres	PPCT-GRN
Natenzon, 2023	El peligro de no realizar una gestión de riesgos naturales completa	GRN

Se establecieron tres relaciones entre las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología y la Gestión de Riesgos Naturales, la primera las políticas como tal, la segunda las herramientas e indicadores que están inmersos en las temáticas y la tercera el impacto de la relación. Cada una de estas relaciones serán desarrolladas a continuación:

### 3.2. Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en relación con la Gestión de Riesgos Naturales

La Tabla 7 evidencia la relación entre las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología con la Gestión de Riesgos Naturales. Esta se estableció en función de un exhaustivo análisis de la política pública, aunque en ocasiones no es tan evidente su correspondencia.

Las principales políticas de ciencia y tecnología son las inversiones y programas en proyectos de ciencia y tecnología en conjunto con planes de desarrollo, que se relacionan por medio de programas específicos de investigación, producción de información, implementación de nuevas tecnologías, programas de educación, innovación para la toma de decisiones y programas de producción estatal, con objetivos amplios en la gestión de riesgos naturales.

La política en ciencia y tecnología ha contribuido en diferentes ámbitos de la gestión de riesgos naturales, entre ellos en programas de Sistema de Alerta Temprana (SAT), en investigaciones para la toma de decisiones en la Reducción de Riesgos de Desastres (RRD), generación de base de datos, programas de I+D+i, creación de metodologías para la evaluación de riesgos naturales, entre otros.

**Tabla 7.** Marco guía de relación entre las Políticas de Ciencia y Tecnología con la Gestión de Riesgos Naturales

Política de Ciencia y Tecnología	Gestión de Riesgos Naturales	Relación
Inversión en ciencia y tecnología	Mapas de susceptibilidad a movimientos en masa	Creación de programas específicos de investigación
	Creación de base de datos ante eventos pluviométricos	
	Programas de mitigación ante movimientos en masa	
	Creación de metodologías para evaluación de riesgos naturales	
	Programas de SAT	
Programa de ciencia y tecnología	Toma de decisiones en la RRD	Relación directa de producción de información

	Concepción de vulnerabilidad del territorio	
	Estudios de geociencias	
	Adquisición de datos	
	Geoingeniería	
	Concepción holística de riesgo	Creación de programas
	Plataforma web para el acceso a inventarios de deslizamientos	específicos de investigación
	Generación de base de datos	
	Monitoreo temprano ante desastres	
	Reducción del riesgo de desastres	
	Generación de base de datos	Implementación de nuevas tecnologías
	Generación de educación	Creación de programas de educación
	Innovación en la gestión de riesgos naturales	Innovación para la toma de decisiones
Plan de desarrollo	Contribución para construcción de herramientas desde la ciencia y tecnología	Relación directa en el programa de producción
		Creación de programas específicos de investigación

Por otra parte, se establecieron generalidades para entender como los diferentes continentes utilizan la política de ciencia y tecnología como herramienta y cuál o cuáles son sus indicadores para mostrar los resultados de esta.

### 3.3. Herramientas e Indicadores de Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología con relación a la Gestión de Riesgos Naturales

La Tabla 8 muestra la categorización de los estudios de PPCT-GRN en cada continente o subcontinente en el que se resalta las investigaciones sobre la implementación de la política pública como herramienta y la evaluación de está en indicadores.

**Tabla 8.** Categorización de los estudios centrados en PPCT-GRN

PPCT-GRN por continente o subcontinente		Herramienta o instrumentos:	Indicador:
América	Norte		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala gestión de Políticas Públicas en gestión de riesgos naturales (Olson et al., 2020).</li> <li>• Adquisición de datos por medio de tecnología para toma de decisiones (Ruckelshaus et al., 2020; Howlett et al., 2022).</li> </ul>
	Sur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de Investigación con base en ciencia y tecnología (Medina et al., 2015).</li> <li>• Instituciones públicas obligadas a incluir gestión de riesgos (De Souza Sardinha et al., 2016; Castillo et al., 2017).</li> <li>• Generación de base de datos para la planificación territorial (Villegas-González et al., 2017).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de los SAT implementados (Melo et al., 2017).</li> <li>• Evaluación de las acciones según objetivos del Marco de Sendai (Osorio Piñeros, 2020).</li> <li>• Evaluación de la política pública de ciencia y tecnología (Murray &amp; Watson, 2022).</li> <li>• Evaluación del accionar de la academia (Gil &amp; Rivera, 2023).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de educación en la Ciencias de la Tierra (Carneiro et al., 2022).</li> </ul>	
Asia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de conceptos relacionados con gestión de riesgos por medio de programas de investigación (Li et al., 2021).</li> <li>• Planes estratégicos de gobierno (Gao et al., 2022).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la inversión en ciencia y tecnología para RRD (Shaw et al., 2016).</li> <li>• Evaluación del estado desarrollo en las investigaciones de Ciencias de la Tierra para monitoreo de desastres (Ahn et al., 2018).</li> </ul>
Europa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de educación para afrontar peligros naturales (Mattea et al., 2016).</li> <li>• Construcción de proyectos para RRD (Papatoma-Köhle et al., 2016).</li> <li>• Política pública de coproducción y coordinación de datos entre instituciones públicas (Scolobig &amp; Pelling, 2016).</li> <li>• Innovar en políticas públicas con base en ciencia y tecnología para la RRD (Carvalho et al., 2021).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del acceso a datos en la web sobre peligros naturales (Iadanza et al., 2021).</li> <li>• Evaluación de programas de estudio para RRD (Righi et al., 2021).</li> <li>• Evaluación del uso de tecnología para la gestión de riesgos naturales (Ruiz, 2021; Carbonell, 2022).</li> <li>• Evaluación de base de datos para la toma decisiones (Thaler et al., 2022).</li> </ul>

## **América**

### **Norte**

Los riesgos naturales se agudizan por la mala gestión de las políticas públicas de parte de los responsables de la política (Howlett et al., 2022), este es un indicador que hace que la planificación de mitigación o consecuencias ante un desastre sean limitadas y en varias ocasiones nulas, la RRD es esencial ante eventos naturales, un trabajo en conjunto con las comunidades, los científicos e implementación de tecnología (Olson et al., 2020), puede dar varias opciones de solución. En relación de lo antes mencionado las tecnologías han permitido adquirir nuevos datos que permiten evaluar ecosistemas naturales, permiten reducir los impactos de los riesgos naturales en costas, además, de generar resiliencia de las comunidades ante el cambio climático (Ruckelshaus et al., 2020).

### **Sur**

La generación de proyectos de investigación son una herramienta de las políticas públicas que permiten generar ciencia por medio de mapas de peligros, ante eventos como los movimientos en masa (Medina et al., 2015). El principal factor disparador de este tipo de eventos son las lluvias, que pueden generar muchas pérdidas humanas, ambientales y económicas, las defensas civiles en algunos países de América del sur son las principales instituciones en responder ante estos eventos (De Souza Sardinha et al., 2016). En Chile la política pública ha incluido que sus instituciones incluyan a la gestión de riesgos con el fin de fortalecer la planificación territorial (Castillo et al., 2017). Así como en Colombia se genera el conocimiento desde el territorio para entender las vulnerabilidades que ayuden a la resiliencia local (Villegas-González et al., 2017). Programas de educación en Ciencias de la Tierra para entender su entorno donde viven, como la implantada en Brasil ayuda por medio de la innovación educativa a niños y adolescentes (Carneiro et al., 2022).

Los SAT son el resultado del entendimiento del territorio y de sus peligros, pero evaluarlos es uno de los indicadores para entender como este tipo de tecnologías ha impactado a la comunidad (Melo et al., 2017). En relación el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, ha establecido objetivos para el desarrollo de la prevención, mitigación y respuesta ante estos eventos, sin embargo, se puede generar una falsa argumentación para dar soluciones solo con ciencia y tecnología, sin dejar un lado que la vulnerabilidad puede ser construida por las decisiones humanas (Osorio Piñeros, 2020). Identificar las debilidades de la política pública es esencial para poder progresar en una gestión de riesgos (Murray & Watson, 2022). Por otro lado,

si se entiende la función de la academia, el estado y la comunidad puede darse estrategias basadas en ciencia, tecnología e innovación que puedan ser válidas para una gestión de riesgos naturales (Gil & Rivera, 2023).

## **Asia**

El discutir sobre la concepción del riesgo, puede ser el punto de partida para plantear estrategias mediante la política pública, que permita a los estados gobernar sus riesgos (Li et al., 2021), se plantea como herramienta en la construcción de nuevos marcos conceptuales. Los planes estratégicos de los gobiernos han encaminado su inversión en política pública de ciencia y tecnología relacionada a reducción del impacto del cambio climático (Ahn et al., 2018).

Se plantea como indicador a la aplicación de la ciencia y tecnología en la RRD, que ha permitido evidenciar la relevancia de estos para la toma de decisiones, sin dejar de lado la importancia en la inversión y que este ligado a la realidad de la población (Shaw et al., 2016). En consecuencia, China ha presentado como la integración entre política pública, la ciencia y tecnología en conjunto con el monitoreo de desastres, han generado un indicador que les permite entender el estado de desarrollo en sus investigaciones con ámbito en las Ciencias de la Tierra (Gao et al., 2022).

## **Europa**

Los movimientos en masa en los Alpes son uno de los peligros que puede dañar tanto a locales como extranjeros, tener una herramienta como los dispositivos de protección, pero con programas de educación y localizar particularidades geográficas para su aplicación adecuada (Mattea et al., 2016). Implementar metodologías para la evaluación de peligros naturales a nivel de región es clave, teniendo en cuenta las características socioeconómicas, políticas y culturales de cada país, además, de democratizar el acceso a los datos, crea una herramienta en la construcción de proyectos para RRD (Papathoma-Köhle et al., 2016). La coproducción de datos y la coordinación entre las instituciones que administran la gestión de riesgos naturales es importante, debido que no es suficiente con dar a conocer a la población sobre los riesgos, sin una política que apalanque todo el proceso en el tiempo (Scolobig & Pelling, 2016). Investigaciones más recientes hablan de una nueva época geológica en que el ser humano a impactado tanto en los ecosistemas terrestres que se debe plantear nuevas políticas donde se considere también a la parte abiótica para afrontar las problemáticas del cambio climático (Carvalho et al., 2021).

Por otro lado, el acceso a la información oportuna por medio de la tecnología puede ser esencial para la planificación territorial y la toma de decisiones, es así que Italia tiene un proyecto web donde publica su inventario de movimientos en masa que es una primera aproximación al territorio y su gestión (Iadanza et al., 2021). En relación, se plantea programas de educación que en conjunto con la academia y el estado pueden estructurar políticas públicas que ayuden a la población a conocer las causas y efectos en el RRD, la complejidad que es organizar un campo multidisciplinario para prevenir desastres futuros (Righi et al., 2021). El uso de software en la actualidad para simular los peligros naturales es una herramienta de utilidad para la integración de la política pública de ciencia y tecnología con la gestión de riesgos naturales como en el caso de Sevilla en España para conocer cómo afectaría las inundaciones a la ciudad (Ruiz, 2021). Así, como el uso de la Inteligencia Artificial (IA), para poder modelar los riesgos geológicos a nivel geográfico que puede ser utilizado a posterior e otros modelos de nivel matemático con más complejidad (Carbonell, 2022). La comunidad es esencial en la toma de decisiones en estos ámbitos ya que permiten la elaboración de política pública ascendente al contrario de lo que se aplica en todo estado, esto permite innovar a nivel local en la gestión de riesgos naturales con una participación activa de los principales actores que son afectados por los peligros naturales (Thaler et al., 2022).

Sin embargo, existe también estudios donde se argumenta, critica y analiza las debilidades de la gestión de riesgos naturales en los diferentes países.

## **GRN**

En 1982 la ruptura de la represa Tous en España cambio la forma de gestionar los riesgos para aumentar la institucionalización para el desarrollo de la planificación territorial (Serra-Llobet et al., 2013). Por el contrario, la deficiente gestión de desastres en Camerún hace visible la debilidad en su estructura organizacional y respuesta ante eventos adversos (Bang, 2014), además, en Australia las inundaciones dejo en evidencia que es mejor realizar las inversiones en prevención que en la recuperación de los diferentes daños (Espada et al., 2014), lo que pone en reto a la organización multinivel en Australia y el resto de países en la gestión de riesgos (McLennan et al., 2014; Rawluk et al., 2017). En Canadá un evento de movimientos en masa dejo en evidencia que las acciones sin coordinación entre los actores causa perjuicios a las poblaciones (Tappenden, 2014). Otro punto importante en la generación de una óptima gestión de riesgos naturales, es satisfacer las necesidades básicas de la población que pueden verse agudizadas con la ocurrencia de un fenómeno natural (Xie et al., 2014).



El marco político principal que rige a la gestión de riesgos naturales a nivel mundial es el Marco de Sendai, pero que debe converger con otros marcos para incrementar su aplicación y efectividad (Aitsi-Selmi et al., 2015; Ray-Bennett et al., 2022). Por lo tanto, dejar a un lado programas de gestión de riesgos, deja secuelas en la población (Natenzon, 2023; Renn, 2021; Saldana-Zorrilla, 2015), debe existir además una adecuada inversión para diagnosticar las vulnerabilidades (Birkmann et al., 2016; Main et al., 2022; Pan, 2020; Szlafsztein, 2015), estas establecen los principios para construir programas de diferentes ámbitos que ayuden a fundar la resiliencia de la población (Cutter, 2016; Odiase et al., 2020; Tiller et al., 2022). Acciones que deben estar encaminadas a la toma de decisiones que eviten la pérdida de vidas humanas y medios de subsistencia (Carbonell, 2017; Sarker et al., 2020), en virtud, de enfocar la política pública en RRD (Koivisto & Nohrstedt, 2017).

La RRD tiene como herramienta los mapas de riesgos (Alcántara-Ayala, 2019) que son parte de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten tener una percepción y evaluar escenarios futuros como lo establecido en Japón con mapas de Seguridad Nacional Total (GNS, por sus siglas en inglés) (Kusakabe et al., 2017). Establecer con esta información criterios de mitigación de riesgos, para mejorar la planificación territorial (Aman & Aytac, 2018; Espinosa Rodríguez, 2021; Kougkoulos et al., 2021; Quesada-Román et al., 2020; Vieira et al., 2019). Sin dejar de un lado que los ciudadanos sean quienes establezcan y formen parte de las políticas en gestión de riesgos naturales (Thaler & Seebauer, 2019). No obstante, las políticas de RRD tienden a enfocarse en los aspectos físicos (peligros), dejando a un lado los sociales (vulnerabilidades) (Mendonca & Gullo, 2020; Miao et al., 2020; Santos et al., 2020). Por otro lado, la gestión de la comunicación en este ámbito puede generar mayor incertidumbre, cuando no es objetiva (Albrecht, 2022; United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022).

No obstante, después de analizar las políticas de ciencia y tecnología, se puede describir su impacto en la gestión de riesgos naturales.

### **3.4. Impacto de las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en la Gestión de Riesgos Naturales**

Las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología impactan de forma positiva para la generación de un desarrollo inicial en las investigaciones sobre la Gestión de Riesgos Naturales (Gao et al., 2022), que por su naturaleza transversal puede converger con otras políticas públicas, para generar cambios que ayuden a los tomadores de decisión y en especial a la población en general.

En Estados Unidos existe una desconexión entre los estudios políticos y sus tomadores de decisión con respecto del impacto de mejorar la relación entre las políticas públicas y la RRD, existe una diversidad de conceptualizaciones que es el puente para que los estudiosos y analistas políticos puedan generar una agenda y diseñar políticas públicas, que ayuden a resolver la problemática planteada (Olson et al., 2020). En relación, no hay que dejar de realizar una evaluación constante a las políticas públicas no solo a las de ciencia y tecnología, sino también al resto que se relacionan debido a que puede darse el engaño por parte de los responsables políticos como los arquetipos evaluados en Canadá, Nueva Zelanda y Australia, generar una evaluación externa a los tomadores de decisión para descentralizar y generar una crítica a los resultados de esta con la ayuda de tecnología (Howlett et al., 2022).

No obstante, las nuevas tecnologías permiten obtener datos nuevos a nivel geográfico con satélites que pueden generar diversa data en periodos de decenas de años, los cuales pueden permitir crear una base de datos histórica, que permite generar una mejor aproximación de la realidad de los fenómenos, para este caso tormentas (huracanes) e inundaciones en las costas de México y Estados Unidos, que permita evaluar a la amenaza y generar sistemas de reducción del riesgo para la población (Ruckelshaus et al., 2020).

Otro caso de estudio es la evaluación del impacto de Sistemas de Alerta Temprana para movimientos en masa realizado en Río de Janeiro, este midió la percepción del SAT que tienen los líderes comunitarios, los resultados establecen que el SAT funciona bien pero la aceptación de la población es muy baja, por condiciones sociales, físicas y agudizadas por creencias cognitivas, difusión y comunicación (Melo et al., 2017), demostrando que la construcción de este tipo de SAT no puede ser efectivo sino se establece las condiciones desde la visión de la comunidad beneficiara.

En relación con lo antes mencionado, Osorio Piñeros, (2020) establece que el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, solo se fundamenta en la ciencia y tecnología para resolver los problemas de la gestión de riesgos, sin dejar a un lado el desarrollo de los países, que para el autor las políticas planteadas en el marco generan más vulnerabilidades que soluciones, ya que no se considera a la pobreza como una vulnerabilidad de la población.

En consecuencia, Trinidad y Tobago al no tener claro sus políticas públicas para RRD, y tras una evaluación de estas se concluye que la falta de recursos financieros, capacitación insuficiente del personal, burocracia y falta de coordinación entre instituciones, dificultan la respuesta efectiva

en emergencias, además, aspectos como la pobreza, la informalidad y la baja calidad de la infraestructura aumentan los desafíos en la reducción real de riesgos (Murray & Watson, 2022).

A diferencia de lo antes mencionado en Chile han establecido una estrategia que les permita crear un espacio en el que diferentes sectores y partes interesadas contribuyan en proyectos de I+D+i para la resiliencia de desastres, sin embargo, siempre se tiene la debilidad en este tipo de proyectos, de la participación por parte de la sociedad civil (Gil & Rivera, 2023).

En este mismo camino, en Asia los países se han organizado para discutir y establecer acciones que les permita en base a ciencia y tecnología construir en base a su realidad la RRD, tomando como base el Marco de Sendai y quince recomendaciones resultado de la conferencia *Asian Science and Technology Conference for Disaster Risk Reduction*, que les ha permitido entender como es el aporte de la ciencia y tecnología para la toma de decisiones, la elaboración de políticas públicas en base a ciencia, la coordinación institucional para el manejo adecuado de datos, además, de tener una planificación de ciencia y tecnología, que les permita innovar en todos estos ámbitos, sin dejar a un lado a todos los actores involucrados (Ahn et al., 2018; Shaw et al., 2016).

Para mayor comprensión de los resultados del impacto de las políticas públicas de ciencia y tecnología con relación a la gestión de riesgos naturales, se muestra en la Tabla 9 un resumen.

**Tabla 9.** Resultados de impactos de las PPCT en relación con GRN.

PPCT - GRN	Impacto						
	Ámbito	Nivel	Alcance Geográfico	Grupos de interés	Tipo de resultado	Indicador	Efecto(s)
Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología desconectadas de la realidad con la Gestión de Riesgos Naturales	Social Económico Ambiental	Directo	Nacional	Academia Sociedad civil	Corto plazo	Negativo	Falta de accionar de las agencias de gobierno para RRD
Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología y las relacionadas con la Gestión de	Social Económico Ambiental	Indirecto	Nacional	Políticos Academia Sociedad civil	Intangible	Positivo	Diagnosticar si los resultados son los correctos

Riesgos Naturales deben ser evaluadas por externos							
Política pública de ciencia y tecnología para la generación de base de datos para la toma de decisiones en la gestión de riesgos naturales	Social Económico Ambiental	Directo	Local	Políticos Academia Sociedad civil	Largo plazo	Positivo	Gestión del conocimiento para la toma de decisiones
Política pública de ciencia y tecnología para la generación de Sistemas de Alerta Temprana en la gestión de riesgos naturales	Social Económico Ambiental	Directo	Local	Sociedad civil	Corto plazo	Positivo	Generación de sistemas de seguridad y protección
El Marco de Sendai como instrumento político no toma en cuenta la pobreza como vulnerabilidad y solo idealiza a la ciencia y tecnología como solución	Social Económico Ambiental	Directo	Mundial	Políticos Academia Sociedad civil	Intangibles	Negativo	Idealizar a la ciencia y tecnología como única solución, sin tomar en cuenta a la realidad de la población
Políticas Públicas de ciencia y tecnología para la generación de proyectos de I+D+i	Social Económico Ambiental	Directo	Nacional	Políticos Academia Sociedad civil	Corto Mediano Largo Plazo	Positivo	Contribución holística de las políticas públicas de ciencia y tecnología

en base a una  
planificación e  
inclusión de todos  
los actores en la  
gestión de riesgos  
naturales

con la  
generación  
de espacios  
de  
innovación

---

La revisión bibliográfica sistemática deja en evidencia la limitada investigación sobre la temática, esto debido que las PPCT están más dirigidas hacia otros ámbitos de gestión como la economía, agroecología, entre otros (Fressoli et al., 2016; Vargas & Rodríguez, 2021) que a la GRN. Sin embargo, en la presente investigación los resultados demuestran que las PPCT han influenciado en a nivel mundial que la GRN esté también vinculada a un marco más grande que es la RRD (Alcántara-Ayala, 2019). Las PPTC al ser transversales en la mayoría de los casos pueden generar herramientas como: proyectos de investigación (Medina et al., 2015), la generación de base de datos (Villegas-González et al., 2017), programas de educación (Carneiro et al., 2022; Mattea et al., 2016) e innovar la política pública en base a ciencia y tecnología (Carvalho et al., 2021), los indicadores ayudan a entender en qué estado se encuentra la política pública como: la evaluación de inversión en ciencia y tecnología para RRD (Shaw et al., 2016), la evaluación del estado de desarrollo en las investigaciones sobre Ciencias de la Tierra (Ahn et al., 2018), la evaluación del acceso a datos web sobre peligros naturales (Iadanza et al., 2021), entre otros. Además, los impactos que estas pueden generar pueden ser negativos como: la falta de accionar de las agencias de gobierno para RRD por la desconexión de la realidad, por lo contrario, impactos positivos los cuales generan una gestión del conocimiento para la toma de decisiones.

### **3.5. Incidencia de las Políticas de Ciencia y Tecnología en la Gestión para la Reducción de Riesgos Naturales en el Ecuador.**

Las entrevistas realizadas a los siete expertos se transcribieron y almacenaron en el software ATLAS.ti seguido del análisis del discurso, con lo cual, se estableció una codificación deductiva proveniente del marco teórico y los resultados del primer objetivo, además, de una codificación inductiva con una técnica tipo *Lumping*, con el método de codificación *In vivo* según recomendaciones de Saldaña, (2021), obteniendo los siguientes resultados:

- **En un primer ciclo de codificación** se establecieron 67 códigos entre ellos, por ejemplo: códigos deductivos (Marco Sendai sin uso, creación institucionalidad, comunidad

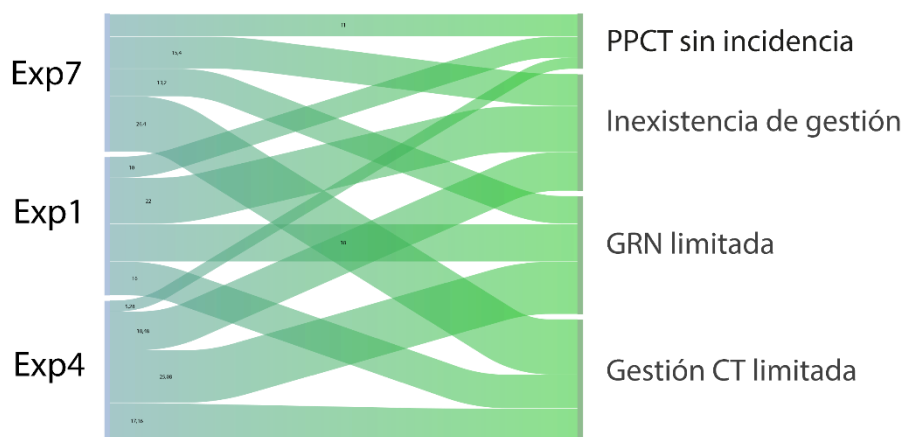


acompañada de una inexistente gestión que genera la limitación en el accionar en la Gestión de Riesgos Naturales.

El Exp7 menciona “(...) hay una red de gente que hace gestión de riesgos. Y no somos tan grandes (...) y siempre estamos buscando como financiamientos, para hacer proyectos, para vincular a la comunidad, para poder acercar el conocimiento a las personas, porque al final de cuentas la ciencia es algo que pareciera que no es cierto en el Ecuador todavía, pero la ciencia es algo transversal a todo lo que se hace y es un es un derecho de todos el tener acceso a la ciencia, al conocimiento, pero aquí, es como una limitante, dependiendo si trabajas en un sitio o tienes cierta posición”.

En consecuencia, el Exp4 manifiesta que existe “(...) una serie de instrumentos de política que te van marcando la cancha de cómo debería de ser esta gestión en el Ecuador, ahora que eso se llegue a cumplir. Es diferente y es cuestionable porque tenemos un sinnúmero de instrumentos de leyes, de marco normativo, pero vemos que, en la realidad, en muchos cantones, sobre todo la gestión de riesgo sigue siendo muy reactiva”.

En concordancia con las otras experiencias el Exp1 relaciona que se debería “(...) desarrollar una ley que permita ya un poco establecer cuáles son los reales alcances de las instituciones (...). En el país la ley de gestión de riesgos es muy importante. Ahí falta muchísimo por trabajar, porque actualmente lo que se está haciendo es un tema de planificación con un enfoque más reactivo, que preventivo, entonces, los gobiernos autónomos descentralizados, ahorita, no le están dando la importancia al tema”.

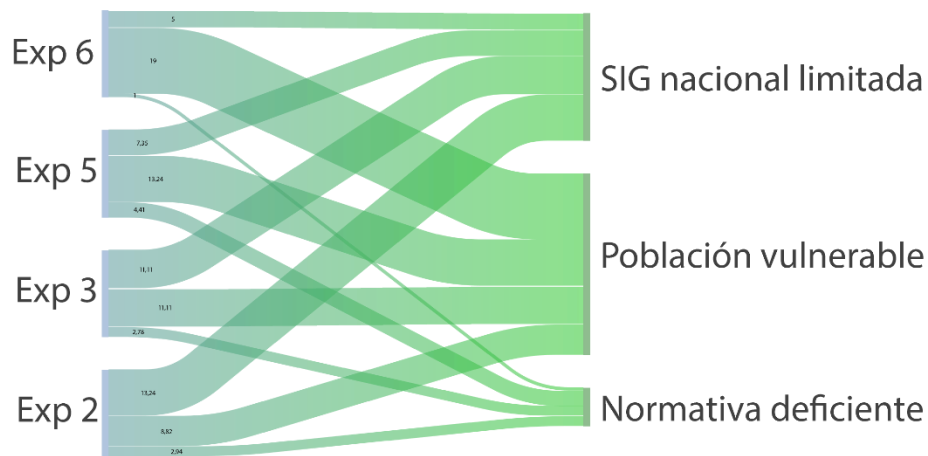


**Figura 15.** Problemática de la gestión de riesgos en Ecuador y su relación con ciencia y tecnología.

Fuente: Elaboración propia con soporte de ATLAS.ti

En el terremoto del 16 de abril del 2016 se evidencio lo que para Córdova et al., (2022) es “una falta de estructura institucional que no funciono tras el evento”(p. 775). Además, se sumó la crisis socioeconómica (Guerrero-Miranda & González, 2021). En relación, los expertos mencionan que en realidad la gestión de riesgos en Ecuador es muy descoordinada y reactiva.

La Figura 16 deja en evidencia que la mayor consecuencia de una normativa deficiente es un sistema de información geográfico nacional limitado, en otras palabras, no existe la gestión de conocimiento del territorio que permita dar soluciones a varias problemáticas de la población, esto hace que se agudice la vulnerabilidad de estas.



**Figura 16.** Falta de política pública en ciencia y tecnología con relación gestión de riesgos en Ecuador.

Fuente: Elaboración propia con soporte de ATLAS.ti

Como lo sostiene varios expertos con respecto a las políticas públicas de ciencia y tecnología en relación con la gestión de riesgos naturales.

El Exp6 señala que “(...) en realidad no he tenido mucha relación con las políticas por una situación cercana. Sé que esas políticas no se ajustan a la realidad del país, porque la investigación en el país está alimentada por los recursos, por el tiempo y porque no contamos con los laboratorios suficientes para realizar las investigaciones, entonces, creo que las políticas están diseñadas considerando que el país tiene todos los elementos, cuando esto no es real”.



El Exp5 además menciona que “(...) se malgasta el dinero público. Hay una serie de decisiones y generar una correcta política pública, un modelo de gestión a nivel nacional y después a niveles locales para que se pueda desarrollar justamente conocimiento, ciencia y tecnología que ayude a la gestión de riesgos en el país (...)”.

Para el Exp3 también argumento que “(...) no hay un marco jurídico sólido en Ecuador sobre ciencia, tecnología y gestión de riesgos. Sin embargo, ante la carencia del marco jurídico y leyes orgánicas o leyes normales (...) No hay un impulso hacia la ciencia y tecnología asociada o direccionada a la gestión de riesgos (...)”.

Según el Exp2 “(...) cuando se quiere colaborar, tienen que haber un proceso burocrático para que la institución coordine y se hagan convenios para solicitar datos a otras instituciones, con coordinación bajo una misma institución, no deberías perder tiempo en hacer convenios (...). Entonces, ralentiza el proceso de investigar, porque al investigador le demanda tiempo estar buscando institución por institución los datos (...)”.

El sentir de la mayoría de los expertos sobre la incidencia de las políticas públicas en ciencia y tecnología para la reducción de riesgos naturales en Ecuador es negativo, por tal razón, se trató de profundizar en el entendimiento de las experiencias vividas de los expertos por medio de relacionar los códigos y los grupos de códigos.

En la Figura 17 se muestra la incidencia actual de las políticas de ciencia y tecnología con relación a la gestión de riesgos del Ecuador, construida en base a la categorización de los códigos, obtenidos de las experiencias vividas de los diferentes expertos entrevistados. Para iniciar la mayoría está de acuerdo que la normativa existente como la COOTAD, LOTUS, entre otras, es muy deficiente para el correcto accionar de la gestión de riesgos, por tal razón, los expertos dejan claro que se debe crear una ley de gestión de riesgos (recuadros rojos). En concordancia, también los planes de desarrollo locales y nacional solo son letra muerta, que no tienen accionar para generar cambios positivos en la población y su territorio.

En concordancia, la política pública de ciencia y tecnología no ha tenido la incidencia que se debe, la institución rectora Senescyt junto con la ex – Senplades en estos últimos años no han tenido una agenda clara para gestionar fondos de investigación, para algunos de los expertos la descoordinación de instituciones públicas afecta también la colaboración internacional para proyectos de diferentes ámbitos. En consecuencia, la academia también ha tenido dificultad de tener un papel más activo, que para la mayoría de los expertos no incide con avances en ciencia, mucho menos en tecnología, por estar limitados a fondos escasos para investigación y una

estructura burócrata para la ejecución de los pocos proyectos en marcha. Dejando en claro que es muy limitado la inserción de nuevas tecnologías que puedan promover valor agregado a los diferentes procesos de gestión de riesgos naturales en el Ecuador.

En esta razón, varios expertos han planteado que el país el modelo de gestión es limitado y en varios casos inexistente tanto para riesgos naturales como para ciencia y tecnología. La mayor problemática que se plantea por parte de los expertos es la vinculación de la corrupción a las agendas políticas. Generando una falta de producción de datos de diferentes contextos, dejando sin información a la generación de un sistema de información geográfica de calidad, en la cual, se pueda acceder con facilidad.

La falta de información no permite generar otros procesos como la planificación y el ordenamiento territorial, con lo cual, los gobiernos locales tanto provinciales como municipales, no pueden gestionar esta información para la generación de toma de decisiones en sus territorios. Lo que ha generado a instituciones como la actual Secretaría de Gestión de Riesgos solo tenga un papel reactivo en el país, los expertos ejemplifican los últimos desastres ocurridos por movimientos en masa tanto la Comuna - Gasca y Alausí. Además, donde se evidencio la vulnerabilidad en la población, agudizando en algunos casos problemáticas sociales, que limitan la generación de procesos donde la población interiorice el riesgo desde su realidad, además, para algunos expertos es fácil que se diga “la culpa es de la naturaleza o el cambio climático”, sin conocer bien el territorio (falta de memoria de riesgos), por lo tanto, la población no puede ser parte de la generación de política pública que le impacte en positivo a su territorio, resguardando sus vidas y medios de supervivencia.

La reflexión que se analizó del pensamiento de cada uno de los expertos se sintetizo en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Reflexiones de cada uno de los expertos sobre el tema.

<b>Expertos entrevistados</b>	<b>Reflexión</b>
Exp1	“La mayor incidencia de las políticas de ciencia y tecnología hacia la gestión de riesgos naturales ha sido la generación de información geográfica del territorio”.
Exp2	“La mayor incidencia se ha dado en la colaboración internacional en proyectos de investigación relacionado a movimientos en masa, pero ha limitado los resultados la coordinación institucional para la obtención de datos”.

Exp3	<p>“Existe agendas de CT enroladas a la GRN que no han generado mayores resultados por la falta de valor agregado, en consecuencia, la gestión de riesgos no es considerada como transversal, para realizar la toma de decisiones. Por lo tanto, se debe entender no solo a la amenaza, también se debe comprender a los problemas locales tanto a nivel social como del ambiente natural.”</p>
Exp4	<p>“En el año 2019 la Sennecyt creo una agenda de investigación relacionada a la gestión de riesgos, pero que no ha dado frutos. La colaboración internacional en investigación se ve limitada por la falta de coordinación entre instituciones de estado y una política de gestión de datos muy burocratizada. A pesar de la creación de una institución rectora en gestión de riesgos no existe las competencias claras bajo un marco jurídico concreto como una Ley de gestión de riesgos”.</p>
Exp5	<p>“A pesar de las agendas de investigación que han planteado varias carteras de estado como la ex - Senplades, Senecyt o SGR, sigue siendo limitado ver instrumentos que generen resultados propicios para un buen modelo de gestión de riesgos con base en CT”.</p>
Exp6	<p>“Las agendas pueden estar amañadas por intereses de políticos y no ser objetivas al dar soluciones, en relación, la corrupción ha agravado el accionar de las instituciones relacionadas a la gestión de riesgos naturales, esto reflejado, además, en la memoria de la población es de corto plazo y no se crea procesos de resiliencia. Es por esto, que debe existir un modelo con base a la realidad de cada territorio y satisfacer necesidades básicas primero para realizar intervenciones o proyectos de investigación más específicos”.</p>
Exp7	<p>“La incidencia no se ha evidenciado por parte de las PPCT en la GRN, más bien la colaboración internacional ha sido la que impacta en la GRN, en tal razón, existe datos, pero no su es-</p>

tandarización y gestión adecuada para el acceso a los tomadores de decisión, además, la comunidad en general debería ser la beneficiaria principal”.

---

Los expertos dejan en claro que la incidencia de las PPCT en relación con la GRN en el Ecuador, es muy limitada hasta ausente en algunos casos, en concordancia con la revisión bibliográfica sistemática, se puede entender que esto se debe, a la falta de inversión en PPCT y no entender como dirigir estas para un accionar adecuado para la RRD, esto acompañado de una capacidad limitada de personal que se encuentra a cargo de la GRN, instituciones descoordinadas y procesos burocráticos enredosos, como concluye Murray & Watson, (2022). La pobreza o la falta de atención de parte del estado en satisfacer las necesidades básicas de la población, hace más difícil responder ante eventos adversos, según algunos expertos. Osorio Piñeros, (2020) opina lo mismo, que la pobreza no es tomada como una vulnerabilidad y hace una crítica al Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, datos que se relacionan con lo expuesto por los expertos. En Ecuador la desconexión de una agenda política de PPCT que tenga relación con la GRN, ha dejado estancado el conocimiento sobre los peligros naturales y sus impactos, generando según los expertos acontecimientos como los ya ocurridos en Quito y Alausí, en sinergia con lo que para Olson et al., (2020) es una desconexión entre los estudios políticos y los tomadores de decisión.



### 3.6. Indicadores de Políticas de Ciencia y Tecnología para el Uso del Modelo de Susceptibilidad por Movimiento en Masa de la Provincia del Azuay.

Los indicadores fueron diseñados en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Provincia de Azuay 2019-2030. Los resultados se presentan en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Indicadores de PPCT para el uso del modelo de susceptibilidad por movimiento en masa de la Provincia de Azuay

Objetivo	Indicador	Formula	Recopilación de información	Validación
Invertir en I+D (IID) para el acceso y comprensión de Sistemas de Información Geográfica (SIG) por parte de los tomadores de decisión y la población de la Provincia de Azuay.	Tasa de variación anual de IID para el acceso y comprensión de SIG por parte los tomadores de decisión y la población de la Provincia de Azuay.	(Cantidad de inversión en el año actual de IID menos la cantidad de inversión del año anterior de IID, sobre la cantidad de la inversión del año anterior de IID, todo multiplicado por cien) $\left( \frac{IID \text{ año } t - IID \text{ año } t - 1}{IID \text{ año } t - 1} \right) * 100$	La información puede provenir de diferentes fuentes como registros contables, informes de evaluación, entre otros, con las características de ser reconocidas y accesibles.	El indicador debe arrojar resultados suficientes con la información adecuada para su validación.
Gestionar la colaboración internacional	Tasa de inversión anual de la	(Cantidad de inversión en el año actual de CI menos la cantidad de inversión del $\left( \frac{\Sigma \text{ usuarios SIG en el año } t}{\text{Cantidad poblacional total}} \right)$		

(CI) para el desarrollo de programas de I+D para la planificación y ordenamiento territorial ante peligros naturales.	CI en programas de I+D para la planificación y ordenamiento territorial ante peligros naturales.	año anterior CI, sobre la cantidad de la inversión del año anterior CI, todo multiplicado por cien)
		$\left(\frac{CI \text{ año } t - CI \text{ año } t - 1}{CI \text{ año } t - 1}\right) * 100$

---

El uso del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa de la Provincia de Azuay debe estar integrado a un sistema de información geográfica, donde el tomador de decisión y la población comprenda como la interacción entre varias variables, puede generar información que sirva para gestionar su territorio. Por esta razón, los indicadores han sido generalizados para que se incluya en estos el uso del modelo de susceptibilidad.

El modelo de susceptibilidad es el resultado de investigaciones donde se recoge información de varios ámbitos como la geología, las precipitaciones, la densidad de fallas, las carreteras entre otras, que con el desarrollo de nuevas tecnologías como el *machine learning*, se puede aportar con información importante para el territorio, sin embargo, no se debe dejar un lado su validación y aplicación en la realidad, esta discusión puede generar la importancia entre la generación adecuada de política en ciencia y tecnología que permita impactar en positivo a la gestión de riesgos naturales. En tal virtud se ha generado un manual de uso para el modelo en el Anexo 1.

### **3.7. Toma de Decisión en el Marco de GRN aplicando PPCT para Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay**

La toma de decisión o decisiones en este tipo de contexto tiene varios actores, lo que dificulta el llegar a un acuerdo, la estructura ideal a seguir, en consecuencia, puede existir un sistema más complejo al presentado y limitantes que aumenta la incertidumbre sobre la mejor decisión a tomar.

En la Figura 18 se muestra un modelo basado en métodos de decisión por grupos de atributos múltiples adaptado al contexto específico. La fase inicial de estructuración permite centrarse en el objetivo o el problema a resolver, en este caso se realizó una ejemplificación basada en la

problemática. Por lo tanto, el objetivo es “Prevenir la pérdida de vidas ante movimientos en masa”, para esto se crea un comité de tomadores de decisión y expertos, integrados por: el prefecto de la provincia, alcaldes de los diferentes cantones y expertos en GRN y Movimientos en masa. Dentro del comité la parte política tiene el 50% del control de la toma de decisión y el otro 50% lo tiene la parte técnico-científica.

Se han creado alternativas aplicando PPCT en base a los resultados obtenidos en esta investigación, por lo cual, tener acceso a un Sistema de Información Geográfica, que posea información confiable y de calidad con datos de diferentes ámbitos a más del modelo de susceptibilidad a movimientos en masa, esto en conjunto con una buena coordinación entre instituciones en el ámbito de GRN, generan el esqueleto para los tomadores de decisión.

Las alternativas a continuación mencionadas son el resultado de la revisión bibliográfica del tema, dejando la posibilidad a que pueda existir muchas más y dependen de la generación de alternativas del comité antes mencionada. Algunas de ellas son: 1) Inversión en obras para estabilización de taludes; 2) Reubicación de la población por riesgo muy alto; 3) Inversión en Sistemas de Alerta Temprana (SAT); 4) Creación de proyectos de educación a la población.

Estas alternativas deben ser evaluadas en la fase de evaluación, en la cual, existe la evaluación basada en criterios acordados e individuales y la evaluación basada en alternativas. La primera determina los criterios acordados de evaluación, por ejemplo: 1) Factibilidad presupuestaria; 2) Tiempo de ejecución y 3) Colaboración internacional. A cada uno se les da una ponderación, por ejemplo: 1) Si o No; 2) Corto, mediano o largo plazo y 3) Si o No. Se asigna la ponderación de los tomadores de decisión por cada criterio en 50% para el prefecto y alcaldes y el otro 50% a los expertos. En el supuesto que se realice la evaluación un resultado positivo sería que, si existe factibilidad presupuestaria, el tiempo de ejecución dependería de la opción, ejemplo: el SAT debe ser de mediano plazo o el programa de educación a la población de corto plazo, y la colaboración internacional puede o no existir. Por lo contrario, un negativo sería, la no existencia de factibilidad presupuestaria, el plazo ya no tiene injerencia y la colaboración internacional no existe.

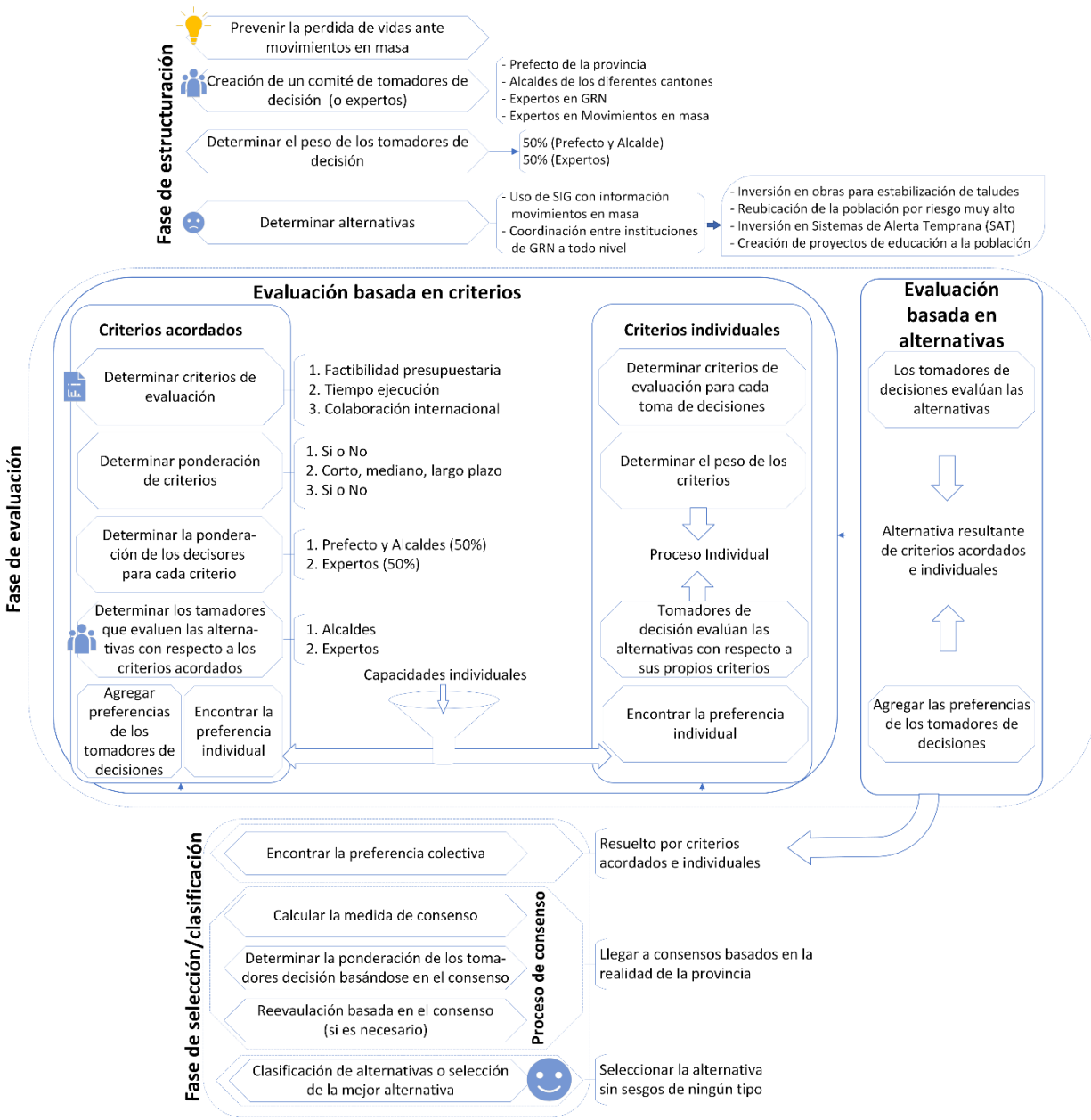
Los alcaldes y expertos serían los que evalúen las alternativas acordes a los criterios acordados. Sin embargo, se debe agregar las preferencias individuales de los tomadores de decisión y experto, que van a depender de las capacidades y experiencia de cada uno. En este proceso individual, cada uno generara una evaluación individual con criterios y ponderación propia. Con el fin, de generar una alternativa, resultado de la evaluación de criterios acordados e individuales.



Para finalizar se pasa a la fase de selección o clasificación, donde se encuentra una preferencia colectiva. En esta fase se debe conseguir el consenso entre los tomadores de decisión y los expertos, donde se evalúa y si es necesario reevalúa los resultados del consenso. En este ejemplo: se debe llegar a consensos basados a la realidad de la Provincia. En tal razón, la selección de la mejor alternativa no debe estar sesgada por ningún motivo.

La discusión en este tipo de modelos y en otros, es que el ejercicio no es lineal como se representa en la figura, sino más bien es complejo por la incertidumbre que se maneja, por esta razón, se debe conseguir consensos reales y también agregar a este tipo de procesos a la población en general. Esto le permitirá discernir a los tomadores de decisión sus alternativas, porque siempre se tiende a sesgar por preferencias ideológicas o intereses personales, los cuales, no generan los resultados esperados en la población y su territorio.

En la Tabla 12, se realiza la descripción del manual de uso del mapa de susceptibilidad por movimientos en masa para la toma de decisiones en la provincia de Azuay, con énfasis en la GRN y PPCT.



**Figura 18.** Modelo de Toma de decisión en el marco de GRN aplicando PPCT para Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay.  
Fuente: Modificado de Kabak & Ervural, (2017).

**Tabla 12.** Manual de uso de los modelos de susceptibilidad por movimientos en masa en la provincia del Azuay para procesos de toma de decisión en el marco de la gestión de riesgos naturales con la aplicación de políticas públicas de Ciencia y Tecnología.

Modelo de susceptibilidad por Movimientos en Masa de la Provincia del Azuay	Gestión de Riesgos Naturales	Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología	Toma de decisiones
Muy baja (0 - 25) %	Planificación, Organización, Desarrollo y Control del Territorio en base a las diferentes normativas locales y nacionales, como: el Código Orgánico de Organización Territorial,	Inversión en gestión del conocimiento y uso de nuevas tecnologías del territorio, que permitan el monitoreo e implementación de Sistemas de Alerta Temprana, en base a equipos de investigación interdisciplinarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y controlar el uso del suelo, que no exista irregularidades.</li> <li>• Coordinar acciones con los diferentes gobiernos locales, si existiese novedades.</li> <li>• Evaluar zonas para sitios seguros, en caso de emergencia.</li> </ul>
Baja (25 - 50) %	Autonomía y Descentralización (COOTAD), la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOTUS), y la actual Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y controlar el uso del suelo, que no exista irregularidades.</li> <li>• Coordinar acciones con los diferentes gobiernos locales, si existiese novedades.</li> </ul>
Alta (50 - 75) %			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y controlar el uso del suelo, que no exista irregularidades.</li> <li>• Coordinar acciones con los diferentes gobiernos locales e instituciones nacionales, si existiese novedades.</li> <li>• Monitorear los diferentes movimientos en masa e implementar Sistemas de Alerta Temprana, en zonas pobladas e infraestructura público y privada.</li> <li>• Tener un plan de emergencia ante el suceso de algún evento.</li> </ul>

Muy Alta (75 - 100) %			<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar y controlar el uso del suelo, que no exista irregularidades.</li><li>• Coordinar acciones con los diferentes gobiernos locales e instituciones nacionales, si existiese novedades.</li><li>• Monitorear los diferentes movimientos en masa e implementar Sistemas de Alerta Temprana, en zonas pobladas e infraestructura público y privada.</li><li>• Tener un plan de emergencia ante el suceso de algún evento.</li></ul>
-----------------------	--	--	--

## 4. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

### 4.1. Conclusiones

- La revisión bibliográfica sistemática en las diferentes bases de datos inicio introduciendo diferentes cadenas de búsqueda, se agrupo un total de 4157 documentos en su mayoría artículos científicos, después de varios filtros como el eliminar los duplicados, seleccionar investigaciones entre el 2013 al 2023, seleccionar los artículos conforme al título, las palabras clave, el resumen, entre otros. Se obtuvo 60 documentos los cuales fueron analizados para sintetizar la información relevante al tema.
- Brasil y República Popular China son los países con más publicaciones sobre Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología con relación a la Gestión de Riesgos Naturales. *Natural Hazards y Environmental Hazards, Disaster Prevention and Management: An International Journal* son las revistas con más artículos revisados.
- Existe tres principales políticas públicas de ciencia y tecnología que tienen relación con ciertos contextos y resultados en la Gestión de Riesgos Naturales, estas son: 1) La inversión en proyectos de ciencia y tecnología se relaciona con la Gestión de Riesgos Naturales por la creación de programas específicos de investigación como: creación de base de datos ante eventos pluviométricos, mapas de susceptibilidad a movimientos en masa, programas de mitigación ante movimientos en masa, creación de metodologías para evaluación de riesgos naturales, programa de sistema de alerta temprana. 2) Programa de ciencia y tecnología con varias relaciones entre ellas la relación directa de producción de información con la toma de decisiones en la reducción del riesgo de desastres, la creación de programas específicos de investigación con la concepción de vulnerabilidad del territorio, estudios de geociencias, adquisición de datos, geoingeniería, concepción holística de riesgo, plataforma web para el acceso a inventarios de deslizamientos, generación de base de datos, monitoreo temprano ante desastres y reducción de riesgo de desastre. La generación de base de datos con la implementación de nuevas tecnologías. La generación de educación con la creación de programas de educación. La innovación en la gestión de riesgos naturales con la innovación para la toma de decisiones. 3) Plan de desarrollo con la contribución para construcción de herramientas desde la ciencia y tecnología con la relación directa en el programa de producción y la creación de programas específicos de investigación.
- Del análisis de las herramientas e indicadores de políticas públicas de ciencia y tecnología con relación al gestión de riesgos naturales por continentes se concluye que: en América

del Norte la mala gestión de las políticas públicas relacionadas a la gestión de riesgos naturales han resultado en el limitado o nulo accionar para generar programas de reducción de riesgo de desastres, donde se puedan involucrar científicos con las comunidades, realizar una transferencia de conocimientos y tecnología para brindar soluciones acordes a las realidades del entorno. América del Sur los proyectos de investigación son las principales herramientas de política pública para generar conocimientos del territorio, innovaciones en educación, resiliencia en comunidades, entre otras. Sin embargo, la argumentación de que solo existe soluciones en base a ciencia y tecnología no es una aceptación general. Por otro lado, la vulnerabilidad puede ser construida por las decisiones humanas, en conjunto con una política pública inadecuada que no permite enlazar a la academia, el estado y la comunidad en la generación de una generación de riesgos naturales con estrategias en base a ciencia, tecnología e innovación. En Asia se plantea estrategia de gobernanza de los riesgos, en conjunto con la construcción de nuevos marcos conceptuales y la inversión en política de ciencia y tecnología para la reducción del impacto del cambio climático. Este tipo de inversiones es clave para la toma de decisiones ligada a la realidad de la población, ha permitido tener un correcto monitoreo de los desastres e incrementar sus investigaciones relacionadas a las Geociencias. Y Europa en algunos países cercanos a los Alpes han implementado dispositivos de protección que alertan a los locales y visitantes ante movimientos en masa, estos han sido implementados gracias a metodologías de evaluación del peligro, junto a la coproducción de datos y su acceso democratizado a la comunidad. Se plantea que la política pública ya debe intervenir también en el entorno abiótico del planeta, para la generación y acceso de información para la toma de decisiones. Las nuevas tecnologías como la Inteligencia Artificial han permitido evaluar y modelar los peligros naturales con mayor precisión para interpretar eventos futuros, sin dejar a un lado que la esencia son la comunidad y su participación en la política pública y la gestión de riesgos naturales.

- Las políticas públicas de ciencia y tecnología con relación a la gestión de riesgos naturales han impactado con efecto positivo en los siguientes ámbitos: el diagnosticar si los resultados de la política son los correctos, la gestión del conocimiento para la toma de decisiones, la generación de sistemas de seguridad y protección, y la contribución holística de políticas públicas de ciencia y tecnología con la generación de espacios de innovación. Por lo contrario, como efectos negativos se consideran: la falta de accionar

de las agencias de gobierno para la reducción de riesgos de desastres, idealizar a la ciencia y tecnología como única solución, sin tomar en cuenta la realidad de la población.

- La incidencia de las políticas de ciencia y tecnología en la gestión para la reducción de riesgos naturales en el Ecuador, según los expertos es muy limitada en algunos de los casos nula, por la falta de una normativa en gestión de riesgos, junto a una inexistente gestión o demasiado reactiva por parte de las instituciones públicas a cargo de la gestión de riesgos naturales, deja en evidencia que no existe incidencia de la ciencia y tecnología en la gestión de riesgos naturales, las agendas políticas no han impactado en positivo a la población, al contrario, los últimos acontecimientos de movimientos en masa, han dejado evidenciar la falta de coordinación entre instituciones, la corrupción arraigada en todos los niveles, una población vulnerable y tomadores de decisión con falta de conocimiento de su territorio. En comparación con las investigaciones en otros países y la poca o limitada investigación en el país sobre este contexto, los resultados son no han sido positivos, más bien son una crítica a la política pública y al mal accionar de los gobiernos, junto a una ausencia de la población en la construcción de soluciones.
- La toma de decisión en el marco de gestión de riesgos naturales aplicando la política pública de ciencia y tecnología para movimientos en masa en la provincia de Azuay, se ve muy limitada por varias razones, entre ellas, la falta de información contrastada en el territorio, la descoordinación de instituciones relacionadas a la gestión de riesgos naturales, la corrupción en los procesos, entre otras. A pesar del panorama negativo, se han planteado indicadores para el uso del o los modelos de susceptibilidad por movimientos en masa de la provincia de Azuay, que le permita al tomador de decisión tener una guía para su implementación, estos consisten en gestionar inversiones en investigación y desarrollo (I+D) para el acceso y comprensión de Sistemas de Información Geográfica, evaluar el impacto de esta en la población, además, buscar la generación de inversiones por colaboración internacional, que también permitan una transferencia de conocimientos y tecnologías, para el beneficio de la población.
- En respuesta a la pregunta de investigación existe el Marco de Sendai que agrupa tanto a la Gestión de Riesgos de Desastres donde se encuentran los naturales y las Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología, además, de marcos legales internos nacionales como la COOTAD, LOTUS y la actual Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, donde confluyen acciones que deben realizar los tomadores de decisiones para la correcta gestión del territorio en relación con un desarrollo sostenible.

## **4.2. Limitaciones del estudio**

- La investigación tiene la limitante de la poca existencia de expertos que tengan conocimientos en las áreas de PPCT y GRN, para el fortalecimiento de los criterios vertidos en estos campos.
- Para la aplicación del modelo de toma de decisión debe tomarse un tiempo donde se pueda evaluar los resultados y afinar este para trabajos futuros.
- En lo concerniente a la gestión tecnológica con énfasis en el campo de la gestión de riesgos de desastres, no se comprende su estado actual, por lo cual, se propone un trabajo de investigación a futuro.



## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahn, E.-Y., Bae, J.-H., Lee, O.-S., & Lee, J.-W. (2018). A Study on the Policy of New Government Science and Technology and the R&D Policy of Government Departments Related to Geoscience and Mineral Resources. *Economic and Environmental Geology*, 51(3), 279–289. Scopus. <https://doi.org/10.9719/EEG.2018.51.3.279>
- Aitsi-Selmi, A., Egawa, S., Sasaki, H., Wannous, C., & Murray, V. (2015). The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Renewing the Global Commitment to People's Resilience, Health, and Well-being. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2), 164–176. <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0050-9>
- Albornoz, B., Thomas, H., Picabea, F., Jiménez, J., & Bustamante, M. (2015). *Políticas tecnológicas y tecnologías políticas. Dinámicas de inclusión, desarrollo e innovación en América Latina*.
- Albrecht, F. (2022). Natural hazards as political events: Framing and politicisation of floods in the United Kingdom. *Environmental Hazards*, 21(1), 17–35. Scopus. <https://doi.org/10.1080/17477891.2021.1898926>
- Alcántara-Ayala, I. (2019). Disasters in Mexico: Maps and notes around an unfinished story. *Investigaciones Geográficas*, 100. Scopus. <https://doi.org/10.14350/rig.60025>
- Alcántara-Ayala, I. (2021). Integrated landslide disaster risk management (ILDRiM): The challenge to avoid the construction of new disaster risk. *Environmental Hazards*, 20(3), 323–344. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1810609>
- Alcántara-Ayala, I., & Geertsema, M. (2022). Landslides. En *Routledge Handbook of Environmental Hazards and Society*. Routledge.
- Alcántara-Ayala, I., & Sassa, K. (2021). Contribution of the International Consortium on Landslides to the implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Engraining to the Science and Technology Roadmap. *Landslides*, 18(1), 21–29. <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01539-8>
- Alonso, I., Barrera, D., & Taraborrelli, D. (2023). *Las políticas públicas desde organismos de ciencia y tecnología*. <https://www.teseopress.com/laspolicaspublicasdesdeorganismosdecienciaytecnologia/>

- Álvarez-Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós.  
[https://www.academia.edu/download/39444266/Como\\_hacer\\_una\\_investigacion\\_cualitativa.pdf](https://www.academia.edu/download/39444266/Como_hacer_una_investigacion_cualitativa.pdf)
- Aman, D. D., & Aytac, G. (2018). Public green space and disaster relief: The scope for effective policies in Istanbul. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 19(3), 1047–1053. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85055731598&partnerID=40&md5=d43fd39f8b7da6bfe13a9e059a6a7bbe>
- Aquilino, N., Arena, E., Bode, M., & Scolari, J. (2019). *Guía N° 1: ¿Qué es la gestión por resultados? Serie ¿Cómo diseñar metas e indicadores para el monitoreo y evaluación de políticas públicas?* Buenos Aires: CIPPEC.
- Arias-Gonzales, J. (2023). *Metodología de la Investigación—Guía para el Proyecto de Tesis*. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- ASReview LAB Developers. (2023). *ASReview LAB - A tool for AI-assisted systematic reviews (v1.3rc1)* [Software]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3345592>
- Bang, H. N. (2014). General overview of the disaster management framework in Cameroon. *Disasters*, 38(3), 562–586. Scopus. <https://doi.org/10.1111/disa.12061>
- Becerra, L., & Santos, G. (2015). Política de Salud, Mercado de Medicamentos y Producción Pública. Trayectoria Socio-Técnica de Talleres Protegidos de Buenos Aires. *Políticas Tecnológicas y Tecnologías Políticas. Dinámicas de inclusión, desarrollo e innovación en América Latina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, FLACSO.
- Bello, O., Bustamante, A., & Pizarro, P. (2020). *Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/31789>
- Biesbroek, R., & Candel, J. J. L. (2020). Mechanisms for policy (dis)integration: Explaining food policy and climate change adaptation policy in the Netherlands. *Policy Sciences*, 53(1), 61–84. <https://doi.org/10.1007/s11077-019-09354-2>
- Birkmann, J., Welle, T., Solecki, W., Lwasa, S., & Garschagen, M. (2016). Boost resilience of small and mid-sized cities. *Nature*, 537(7622), 605–608. <https://doi.org/10.1038/537605a>

- Bohórquez, D., & Castro, C. (2020). *Modelos de aprendizaje supervisado de machine learning aplicado en la identificación de amenazas de movimientos en masa*. 1, 71–87.
- Burón, C. L. (2003). Los desastres nunca serán naturales. *Revista INVI*, 18(47), Article 47. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2003.62232>
- Calle, L. M., & Cevallos Jiménez, P. F. (2021). Arquitectura tecnológica de un visor cartográfico para la gestión de riesgos. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(11), 224–247. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219361>
- Capano, G., & Howlett, M. (Eds.). (2020). *A modern guide to public policy*. Edward Elgar Publishing.
- Capano, G., & Howlett, M. (2021). Causal logics and mechanisms in policy design: How and why adopting a mechanistic perspective can improve policy design. *Public Policy and Administration*, 36(2), 141–162. <https://doi.org/10.1177/0952076719827068>
- Carbonell, R. C. (2017). Predictability in natural risk management: An epistemological approach. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 37(1), 87–105. Scopus. <https://doi.org/10.5209/AGUC.55957>
- Carbonell, R. C. (2022). Modeling using quantum artificial neural networks applied to natural risk management. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 42(1), 53–63. Scopus. <https://doi.org/10.5209/aguc.81795>
- Carneiro, C. D. R., Barbosa, R., Amendola, D. F., & Barbosa, I. N. B. de C. (2022). Two decades of learning with the Geo-School Project: A journey to introduce Geoscience into schools. *Ciênc. Educ. (Bauru)*, 28. SciELO Brasil. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220007>
- Carvalho, A., Ferreira, V., Matos, A. R., Ponte, J., Couto, G., Pimente, P., Sousa, Á., & Oliveira, A. (2021). Ontologias do Antropoceno: Crise climática, respostas sociopolíticas e tecnologias emergentes. *Forum Sociológico*, 38, 5–13. SciELO Portugal. <https://doi.org/10.4000/sociologico.9693>
- Castillo, E. C. J., Martín, A. L. S., & González, C. M. (2017). Strengthening the use of urban planning instruments for risk management purposes. The city of Coronel, Biobío region. *Revista INVI*, 32(90), 107–124. Scopus. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582017000200107>

- Cobos-Mora, S. L., Rodríguez-Galiano, V., & Lima, A. (2023). Analysis of landslide explicative factors and susceptibility mapping in an andean context: The case of Azuay province (Ecuador). *Heliyon*, 9(9), e20170. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20170>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, [CEPAL]. (2021). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2021: Dinámica laboral y políticas de empleo para una recuperación sostenible e inclusiva más allá de la crisis del COVID-19*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47192-estudio-economico-america-latina-caribe-2021-dinamica-laboral-politicas-empleo>
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. L. da. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: Aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Resumos*. <https://repositorio.usp.br/item/002833837>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, [CONEVAL]. (2013). *Manual para el diseño y la construcción de indicadores* (Primera). <https://isbn.cloud/9786079598662/manual-para-el-diseno-y-la-construccion-de-indicadores/>
- CORDIS. (2016, marzo 3). *La explicación científica de los fenómenos naturales*. CORDIS | European Commission. <https://cordis.europa.eu/article/id/175232-scientific-explanation-of-natural-phenomena/es>
- Córdova, M., Menoscal, J., & Flores, E. M. (2022). Governance and the design of post-disaster policies: A comparative analysis from Latin America and the Caribbean. *Disasters*. Scopus. <https://doi.org/10.1111/disa.12561>
- Cortés Fonnegra, L. M. (2018). Reflexión sobre la gestión de riesgos de desastres bajo la perspectiva CTS. *trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 10(19), 7–10. <https://doi.org/10.22430/21457778.1011>
- Cuestas-Caza, A. J. (2021). *El Sumak Kawsay: Entre el (post)desarrollismo occidental y la filosofía andina*. <https://digital.csic.es/handle/10261/280994>
- Cutter, S. L. (2016). The landscape of disaster resilience indicators in the USA. *Natural Hazards*, 80(2), 741–758. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1993-2>

- De Souza Sardinha, D., Pena, Y. T. L., De Oliveira Tiezzi, R., & De Almeida, M. C. J. (2016). Data base of natural disasters in Poços de Caldas: A tool for land planning and management. *Urbe*, 8(3), 318–331. Scopus. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.008.003.AO03>
- El Comercio. (2022, marzo 28). Cifra de fallecidos asciende, en Cuenca, debido a aluvión registrado en Sayausí. *Digital*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/cuenca/cofra-fallecidos-afectadas-aluvion-cuenca.html>
- Espada, R., Apan, A., & McDougall, K. (2014). Spatial modelling of natural disaster risk reduction policies with Markov decision processes. *Applied Geography*, 53, 284–298. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.021>
- Espinosa Rodríguez, L. M. (2021). Recognizing socio-natural disasters occurred in Mexico. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reduccion del Riesgo de Desastres*, 5(1), 96–109. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85125962159&partnerID=40&md5=a36e2140af19bded6a29e37ae8864ef4>
- Estrella Heredia, C. E. (2020). *Las implicaciones de las políticas de ciencia y tecnología en la investigación científica en ecuador durante el periodo 2007-2017* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Salamanca]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=300167>
- Ferradas, P. (2015). *La memoria es también porvenir. Historia mundial de los desastres*. Soluciones Prácticas.
- Fressoli, J. M., Smith, A., Thomas, H. E., & Bortz, G. M. (2016). *De las Tecnologías Apropriadas a las Tecnologías Sociales: Algunos dilemas persistentes de los movimientos de innovación de base para la construcción de futuros socialmente justos*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/108609>
- Froude, M. J., & Petley, D. N. (2018). Global fatal landslide occurrence from 2004 to 2016. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(8), 2161–2181. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-2161-2018>
- Gao, J., Zhang, W., Yang, C., Wang, R., Shao, S., Li, J., Zhang, L., Li, Z., Liu, S., & Si, W. (2022). Comparative Study on International Research Hotspots and National-Level Policy Keywords of Dynamic Disaster Monitoring and Early Warning in China (2000–2021). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215107>

- Garrido, S., & Juárez, P. (2015). Políticas de Energías Renovables y Dinámicas de Desarrollo Inclusivo (Argentina, 2001-2012). *Políticas Tecnológicas y Tecnologías Políticas Dinámicas de inclusión, innovación y desarrollo en América Latina*, 241. [https://www.researchgate.net/profile/Belen-Albornoz/publication/283089814\\_Políticas\\_tecnológicas\\_y\\_tecnologías\\_políticas\\_Dinámicas\\_de\\_inclusión\\_desarrollo\\_e\\_innovación\\_en\\_América\\_Latina/links/562a619408aef25a244003bd/Políticas-tecnológicas-y-tecnologías-políticas-Dinámicas-de-inclusión-desarrollo-e-innovación-en-América-Latina.pdf#page=241](https://www.researchgate.net/profile/Belen-Albornoz/publication/283089814_Políticas_tecnológicas_y_tecnologías_políticas_Dinámicas_de_inclusión_desarrollo_e_innovación_en_América_Latina/links/562a619408aef25a244003bd/Políticas-tecnológicas-y-tecnologías-políticas-Dinámicas-de-inclusión-desarrollo-e-innovación-en-América-Latina.pdf#page=241)
- Gil Bautista, R. (2021). Orihuela ante los desastres naturales y epidémicos en los tiempos modernos. Rogativas, bendiciones y conjuros frente a la calamidad. *Revista de Historia Moderna*, 39, 160. <https://doi.org/10.14198/RHM2021.39.06>
- Gil, M., & Rivera, F. (2023). Strengthening the role of science and technology in disaster risk reduction: The Chilean strategy. *Disasters*, 47(1), 136–162. Scopus. <https://doi.org/10.1111/disa.12533>
- Giovannini, E., Niestroy, I., Nilsson, M., Roure, F., & Spanos, M. (2015). The role of science, technology and innovation policies to foster the implementation of the sustainable development goals. *Report of the Expert group "Follow-up to Rio, 20*. <https://fp7-4-sd.eu/tpl/static/workshop/Giovannini-STI4SD.pdf>
- Giraldo Gutiérrez, F. L., Ortiz Clavijo, L. F., & Zuñiga-Miranda, S. (2020). Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe y su influencia en la producción y apropiación de la CTI. *Revista Linguagem & Ensino*, 23(1), 292. <https://doi.org/10.15210/rle.v23i1.17751>
- Guerrero-Miranda, P., & González, A. L. (2021). Social responsibility, sustainability, and public policy: The lessons of debris management after the Manabí earthquake in Ecuador. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073494>
- Guimarães, R., Santos, L. M. P., Angulo-Tuesta, A., & Serruya, S. J. (2006). Defining and implementing a national policy for science, technology, and innovation in health: Lessons from the Brazilian experience. *Cadernos De Saude Publica*, 22(9), 1775–1785; discussion 1786-1794. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2006000900002>

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc/1385>
- Howlett, M., Leong, C., & Sahu, S. (2022). Trends in the management of policy volatility: Managing internal policy risk in three OECD countries. *International Journal of Public Policy*, 16(5–6), 345–361. Scopus. <https://doi.org/10.1504/ijpp.2022.127435>
- Iadanza, C., Trigila, A., Starace, P., Dragoni, A., Biondo, T., & Roccisano, M. (2021). IdroGEO: A collaborative web mapping application based on REST API services and open data on landslides and floods in Italy. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(2). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijgi10020089>
- Jovel, J. R. (1989). Los desastres naturales y su incidencia económico-social. *Revista de la CEPAL*, 1989(38), 133–146. <https://doi.org/10.18356/ca2e20e3-es>
- Kabak, Ö., & Ervural, B. (2017). Multiple attribute group decision making: A generic conceptual framework and a classification scheme. *Knowledge-Based Systems*, 123, 13–30. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.02.011>
- Koivisto, J. E., & Nohrstedt, D. (2017). A policymaking perspective on disaster risk reduction in Mozambique. *Environmental Hazards*, 16(3), 210–227. Scopus. <https://doi.org/10.1080/17477891.2016.1218820>
- Kougkoulos, I., Merad, M., Cook, S. J., & Andredakis, I. (2021). Floods in Provence-Alpes-Côte d'Azur and lessons for French flood risk governance. *Natural Hazards*, 109(2), 1959–1980. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04905-4>
- Kusakabe, O., Kikumoto, M., Shimono, K., Itoh, K., Inagaki, H., Ohsato, S., & Watanabe, K. (2017). Development of gross national safety index for natural disasters. *Geotechnical Engineering*, 48(1), 90–101. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85014001107&partnerID=40&md5=6eefebb001ace5c0fc552f47a14e4f49>
- Lavell, T. A. (1993). Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: Un encuentro inconcluso. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 19(58). <http://eure.cl/index.php/eure/article/view/1121/223>

- Li, Y., Tavehagh, A., de Jong, M., & Klinke, A. (2021). Toward a Commonly Shared Public Policy Perspective for Analyzing Risk Coping Strategies. *Risk Analysis*, 41(3), 519–532. Scopus. <https://doi.org/10.1111/risa.13505>
- Loray, R. (2017). Public policies in science, technology and innovation: Regional trends and areas of convergence. *Revista de Estudios Sociales*, 2017(62), 68–80. Scopus. <https://doi.org/10.7440/res62.2017.07>
- Lu, J., & Ruan, D. (2007). *Multi-objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques*. Imperial College Press.
- Main, G., Gauci, R., Schembri, J. A., & Chester, D. K. (2022). A multi-hazard historical catalogue for the city-island-state of Malta (Central Mediterranean). *Natural Hazards*, 114(1), 605–628. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85132119808&doi=10.1007%2fs11069-022-05403-x&partnerID=40&md5=906db9ab828727d92c70acea696d38d9>
- Martínez, A. C. (2023). Políticas públicas para el desarrollo. Sistema de Ciencia y Tecnología para el Estado de Tlaxcala. *Revista de Estudios Regionales Nueva Época*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.59307/terne1.12>
- Mateos, R. M. (2020). Los peligros geológicos en Iberoamérica. El papel de los servicios de geología y minería iberoamericanos (ASGMI). *BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO*, 131(4), 695–708. <https://doi.org/10.21701/bolgeomn.131.4.010>
- Mattea, S., Franceschinis, C., Scarpa, R., & Thiene, M. (2016). Valuing landslide risk reduction programs in the Italian Alps: The effect of visual information on preference stability. *Land Use Policy*, 59, 176–184. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.032>
- McLennan, B., Weir, J. K., Eburn, M., Handmer, J., Dovers, S., & Norman, B. J. (2014). Negotiating risk and responsibility through law, policy and planning. *Australian Journal of Emergency Management*, 29(3), 22–28. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84938237210&partnerID=40&md5=d74eff860027e36e79b944135618920f>
- Medina, D., Montilla, N., & Pimstein, L. (2015). Map of soil units and surface lithology as a contribution to the overall project risk management in urban spaces—Mérida phase, Venezuela. *Boletín de Geología*, 37(1), 83–97. Scopus.



- <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84922032702&partnerID=40&md5=c5668842fd613d652572c964251cfe22>
- Melo, P. O., de Britto, R. M., Fontainha, T. C., Leiras, A., & Bandeira, R. A. M. (2017). Evaluation of community leaders' perception regarding Alerta Rio, the warning system for landslides caused by heavy rains in Rio de Janeiro. *Natural Hazards*, 89(3), 1343–1368. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3023-z>
- Mendonca, M. B. D., & Gullo, F. T. (2020). Landslide risk perception survey in Angra dos Reis (Rio de Janeiro, southeastern Brazil): A contribution to support planning of non structural measures. *Land Use Policy*, 91. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104415>
- Merino Serrano, M. J. (1995). *Políticas de ciencia y tecnología y su vinculación con el desarrollo en el Ecuador* [masterThesis, Quito: FLACSO Sede Ecuador]. <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/967>
- Miao, Q., Chen, C., Lu, Y., & Abrigo, M. (2020). Natural Disasters and Financial Implications for Subnational Governments: Evidence from China. *Public Finance Review*, 48(1), 72–101. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1091142119884710>
- Murray, M., & Watson, P. K. (2022). Policy implementation for extreme hazard events in Caribbean Small Island Developing States: A case study – Trinidad and Tobago and Grenada. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 31(5), 508–520. Scopus. <https://doi.org/10.1108/DPM-03-2022-0079>
- Narváez, L., Ortega, G., & Lavell, A. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres. Un enfoque basado en procesos*. <https://www.semanticscholar.org/paper/La-Gesti%C3%B3n-del-Riesgo-de-Desastres.-Un-enfoque-en-Narv%C3%A1ez-Ortega/905769e3fe21c6e71fd06aa93af74aa076018fea>
- Natenzon, C. E. (2023). RISK MANAGEMENT OR RISKS OF MANAGEMENT? *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reduccion del Riesgo de Desastres*, 7(1), 1–5. Scopus. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.103>
- Odiase, O., Wilkinson, S., & Neef, A. (2020). Urbanisation and disaster risk: The resilience of the Nigerian community in Auckland to natural hazards. *Environmental Hazards*, 19(1), 90–106. Scopus. <https://doi.org/10.1080/17477891.2019.1661221>

- Olson, R. S., Emel Ganapati, N., Gawronski, V. T., Olson, R. A., Salna, E., & Pablo Sarmiento, J. (2020). From Disaster Risk Reduction to Policy Studies: Bridging Research Communities. *Natural Hazards Review*, 21(2). Scopus. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000365](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000365)
- Osorio Piñeros, J. D. (2020). Technocracy, disaster risk reduction and development: A critique of the Sendai Framework 2015-2030-. *Rev. Derecho Estado*, 47, 319–342. SciELO Colombia. <https://doi.org/10.18601/01229893.n47.10>
- Pan, C.-Y. (2020). Protections from natural disasters as local public goods: Migration and local adaptations. *Regional Science and Urban Economics*, 85. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2020.103592>
- Papathoma-Köhle, M., Promper, C., & Glade, T. (2016). A common methodology for risk assessment and mapping of climate change related Hazards-Implications for climate change adaptation policies. *Climate*, 4(1). Scopus. <https://doi.org/10.3390/cli4010008>
- Paz-Gómez, D., Córdova, M., & Santelices, M. (2023). Mecanismos causales: Una perspectiva metodológica en auge para el estudio de las políticas públicas. *Opera*, 179–201. <https://doi.org/10.18601/16578651.n33.09>
- Pudasaini, S. P. (2022). The Entire Landslide Velocity. *Earth Surface Dynamics Discussions*, 2022, 1–21. <https://esurf.copernicus.org/preprints/esurf-2022-31/>
- Quesada-Román, A., Villalobos-Portilla, E., & Campos-Durán, D. (2020). Hydrometeorological disasters in urban areas of Costa Rica, Central America. *Environmental Hazards*, 1–15. Scopus. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1791034>
- Quintero, M., Almanza Vides, K., & Díaz Arrieta, I. M. (2023). Gestión y políticas públicas del estado colombiano para la integración de la migración. El caso de la educación. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(102), 514–526. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.102.5>
- Rawluk, A., Ford, R. M., Neolaka, F. L., & Williams, K. J. (2017). Public values for integration innatural disaster management and planning: A case study from Victoria, Australia. *Journal of Environmental Management*, 185, 11–20. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.052>
- Ray-Bennett, N. S., Clarke, K., & Mendez, D. (2022). Sendai Framework’s Global Targets A and B: Opinions from the Global Platform for Disaster Risk Reduction’s Ignite Stage 2019.

- International Journal of Disaster Risk Science*, 13(5), 651–663.  
<https://doi.org/10.1007/s13753-022-00432-3>
- Renn, O. (2021). New challenges for risk analysis: Systemic risks. *Journal of Risk Research*, 24(1), 127–133. Scopus. <https://doi.org/10.1080/13669877.2020.1779787>
- Righi, E., Lauriola, P., Ghinoi, A., Giovannetti, E., & Soldati, M. (2021). Disaster risk reduction and interdisciplinary education and training. *Progress in Disaster Science*, 10. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100165>
- Rojas-Lema, X., Alfaro-Saiz, J.-J., Rodríguez-Rodríguez, R., & Verdecho, M.-J. (2021). Performance measurement in SMEs: Systematic literature review and research directions. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(15–16), 1803–1828. <https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1774357>
- Ruckelshaus, M., Reguero, B. G., Arkema, K., Compeán, R. G., Weekes, K., Bailey, A., & Silver, J. (2020). Harnessing new data technologies for nature-based solutions in assessing and managing risk in coastal zones. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101795>
- Ruiz, J. S. (2021). Natural risks and public policies: The vulnerability of the city of seville to floods (1982-2020). *Revista de Pensamiento Estrategico y Seguridad CISDE*, 6(1), 27–46. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108696525&partnerID=40&md5=d430d05eb592b186bf996d54a9bd8076>
- Saldana-Zorrilla, S. O. (2015). Assessment of disaster risk management in mexico. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 24(2), 230–248. Scopus. <https://doi.org/10.1108/DPM-11-2013-0201>
- Saldaña, J. (2021). *The coding manual for qualitative researchers*. sage.
- Salvador López, A. (2011). Conocimientos científicos y decisiones políticas. *El Viejo topo*, 286, 27–31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3780300>
- Sánchez Sánchez, R. M., Guerrero Grijalva, M. V., Vayas López, Á. H., & Villa Muñoz, J. C. (2017). Desastres naturales – terremotos y seguros en Ecuador. *Ojeando la Agenda*, 48, 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6105588>
- Santos, R., Menezes, J. A., Souza, C. M. de, Confalonieri, U., & Freitas, C. M. de. (2020). Vigilância em saúde e desastres de origem natural: Uma revisão da literatura. *Saúde*

- debate*, 44(spe2), 316–333. SciELO Salud Pública. <https://doi.org/10.1590/0103-11042020e222>
- Sarker, M. N. I., Wu, M., Alam, G. M. M., & Shouse, R. C. (2020). Administrative resilience in the face of natural disasters: Empirical evidence from Bangladesh. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2), 1825–1837. Scopus. <https://doi.org/10.15244/pjoes/109527>
- Schuster, R. L., Salcedo, D. A., & Valenzuela, L. (2002). Overview of catastrophic landslides of South America in the twentieth century. En *Reviews in Engineering Geology* (Vol. 15, pp. 1–34). Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/REG15-p1>
- Scolobig, A., & Pelling, M. (2016). The co-production of risk from a natural hazards perspective: Science and policy interaction for landslide risk management in Italy. *Natural Hazards*, 81, 7–25. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1702-1>
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, [Senescyt]. (2021). *Documento preliminar del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales*.
- Serra-Llobet, A., Tàbara, J. D., & Sauri, D. (2013). The Tous dam disaster of 1982 and the origins of integrated flood risk management in Spain. *Natural Hazards*, 65(3), 1981–1998. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0458-0>
- Sevilla, C. M., & Idrovo, J. (2017). Use of Lightweight Fill for Landslide Repair: Media via Stabilization Project, the Cuenca-Molleturo Roadway, Ecuador. En *Geotechnical Frontiers 2017* (pp. 126–135). <https://doi.org/10.1061/9780784480458.013>
- Shaw, R., Izumi, T., & Shi, P. (2016). Perspectives of Science and Technology in Disaster Risk Reduction of Asia. *International Journal of Disaster Risk Science*, 7(4), 329–342. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0104-7>
- Soriano Torres, L. E., & Robles Salguero, R. E. (2020). Evaluación social de las competencias de gestión de riesgos de un municipio en Ecuador. *RECIMUNDO*, 4(4), 411–433. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.411-433](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.411-433)
- Szlafsztein, C. F. (2015). Management of natural disasters in the Brazilian Amazon region. *Natural Hazards*, 76(3), 1745–1757. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1567-8>

- Tappenden, K. M. (2014). The district of North Vancouver's landslide management strategy: Role of public involvement for determining tolerable risk and increasing community resilience. *Natural Hazards*, 72(2), 481–501. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-1016-0>
- Thaler, T., Attems, M.-S., & Fuchs, S. (2022). Bottom-up innovations in natural hazard risk management in Austria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102689>
- Thaler, T., & Seebauer, S. (2019). Bottom-up citizen initiatives in natural hazard management: Why they appear and what they can do? *Environmental Science and Policy*, 94, 101–111. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.012>
- Tiller, R. G., Ross, A. D., & Nyman, E. (2022). Social capital and institutional complexity in Svalbard: The case of avalanche disaster management. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 31(4), 425–439. Scopus. <https://doi.org/10.1108/DPM-05-2021-0168>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Ed.). (2022). *Our world at risk: Transforming governance for a resilient future*. United Nations.
- Urgilez Vinueza, A., Robles, J., Bakker, M., Guzman, P., & Bogaard, T. (2020). Characterization and Hydrological Analysis of the Guarumales Deep-Seated Landslide in the Tropical Ecuadorian Andes. *Geosciences*, 10(7), 267. <https://doi.org/10.3390/geosciences10070267>
- Vargas, A., & Rodríguez, M. (2021). Políticas en Ciencia, Innovación y Tecnología y su relación con el contexto económico mexicano. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 1, 173–188. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i1.31>
- Vargas Yara, G., Rodriguez, D. D., & Silva Ortiz, A. V. (2021). Aporte del SENA al sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de Colombia. *Revista Mutis*, 11(2), 109–131. <https://doi.org/10.21789/22561498.1723>
- Vieira, R., Schmidt, G., & de Moura, J. M. B. M. (2019). Política pública urbana de gestão de riscos de desastres naturais em Blumenau-SC: Processos e ações. *Ambiente e Sociedade*, 22. Scopus. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0118r2vu19L1AO>
- Villegas-González, P. A., Ramos-Cañón, A. M., González-Méndez, M., González-Salazar, R. E., & De Plaza-Solórzano, J. S. (2017). Territorial vulnerability assessment frame in

- Colombia: Disaster risk management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 384–395. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.01.003>
- Waldmüller, J. M., & Robledo, M. S. (2021). DECOLONIZE INTERNALLY? TRACKING THE MILITARY AND COLONIZING PATTERNS IN ECUADOR THROUGH RISK MANAGEMENT. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reduccion del Riesgo de Desastres*, 5(2), 34–47. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85125885390&partnerID=40&md5=93c2e64f75f5b10a0fe366c444188723>
- Xie, X. L., Lo, A. Y., Zheng, Y., Pan, J., & Luo, J. (2014). Generic security concern influencing individual response to natural hazards: Evidence from Shanghai, China. *Area*, 46(2), 194–202. Scopus. <https://doi.org/10.1111/area.12098>
- Yang, C., Liu, L.-L., Huang, F., Huang, L., & Wang, X.-M. (2023). Machine learning-based landslide susceptibility assessment with optimized ratio of landslide to non-landslide samples. *Gondwana Research*, 123, 198–216. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.05.012>

## 6. ANEXOS

### Anexo 1. Manual de Uso del Modelo de Susceptibilidad por Movimientos en Masa en la Provincia de Azuay



# MODELO DE SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA PROVINCIA DEL AZUAY

**Manual de uso**

---

PPCT-GRN / SPSY 2023



# CONTENIDO



## **PÁGINA 1**

Introducción al  
modelo de  
susceptibilidad  
por movimientos  
en masa

## **PÁGINA 2**

Partes del modelo  
de susceptibilidad  
por movimientos  
en masa

## **PÁGINA 3**

Características de la  
leyenda del modelo  
de susceptibilidad  
por movimientos en  
masa

## **PÁGINA 4**

Interpretación de  
la susceptibilidad  
del modelo



# Introducción al modelo de susceptibilidad por movimientos en masa

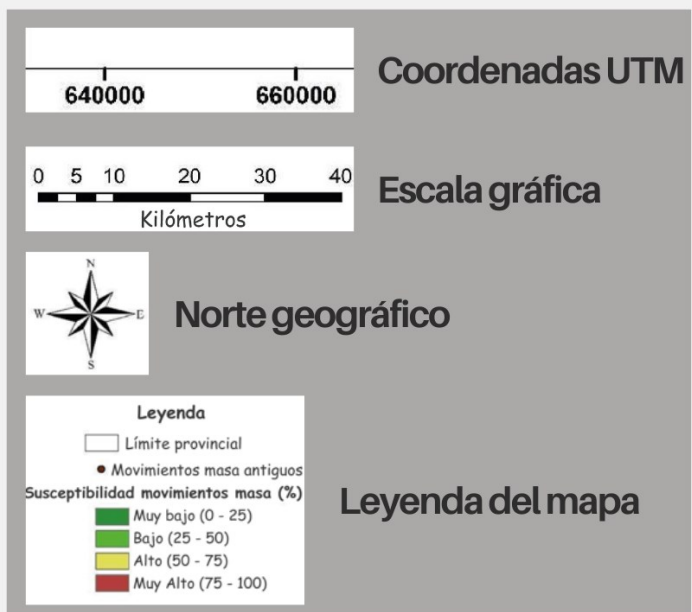
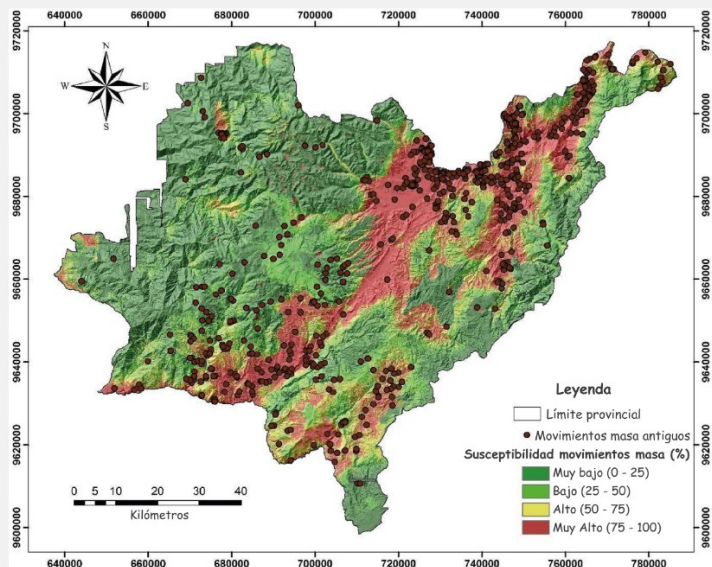


El modelo de susceptibilidad por movimientos en masa es la representación superficial del territorio por medio de un mapa, el cual presenta los diferentes niveles de afectación por la ocurrencia de estos fenómenos naturales.

# PÁGINA 1

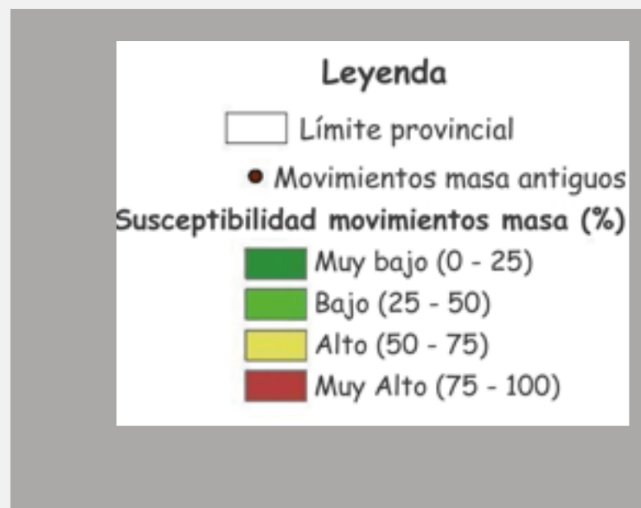
# PÁGINA 2

## Partes del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa



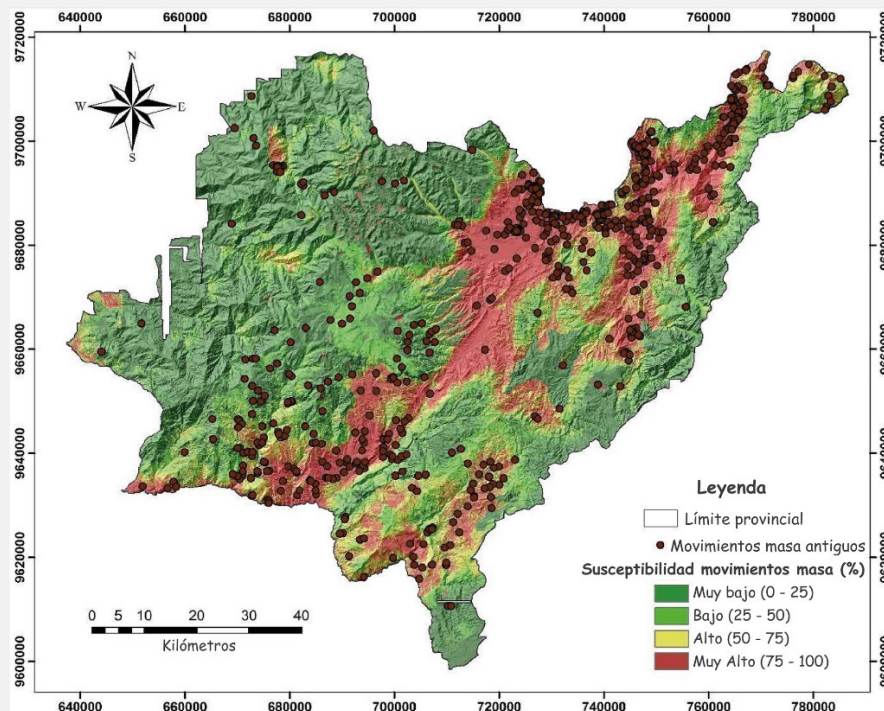
**Coordenadas en UTM** consisten en valores de latitud y longitud, medidos en metros.  
**Escala gráfica** indica la relación entre las distancias en el mapa y las distancias reales en la superficie de la Tierra.  
**Norte geográfico** indica hacia donde es el norte en el mapa.  
**Leyenda del mapa** indica los diferentes símbolos que conforma el mapa y su nombre.

# Características de la leyenda del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa

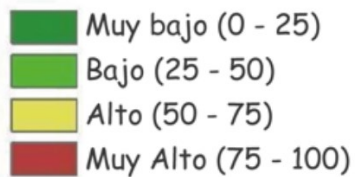


La leyenda del mapa tiene diferentes simbologías que son la guía para entender la representación gráfica de los diferentes componentes, en este caso se observa en un recuadro con línea continua el límite provincial. El círculo de color marrón representa los diferentes movimientos en masa ocurridos en el pasado. Por último, se presenta en una escala de colores de verde a rojo el porcentaje de susceptibilidad por movimientos en masa.

# Interpretación de la susceptibilidad del modelo



## Susceptibilidad movimientos masa (%)



El grado de susceptibilidad es el resultado de la interacción entre varias variables entre las mas relevantes la geología (tipo de rocas y fallas geológicas) y las precipitaciones del territorio.

Los colores representan los diferentes niveles de probabilidad de la ocurrencia en el tiempo de movimientos en masa. Estos van desde muy bajo hasta muy alto. Además, se relacionan con la ocurrencia de antiguos eventos.

# PÁGINA 4