PROYECTO DE GRADO MODALIDAD DE PASANTÍA

Estudiante: Mary Estrella Páez Gamboa
Código: 20172081067

Tutor: Ing. Jorge Arturo Pineda Jaimes

Visto bueno 19-05-2022

Previo a la obtención del Título de:

Tecnóloga en Construcciones Civiles (Ciclos Propedéuticos)

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
FACULTAD TECNOLÓGICA
BOGOTA D.C.
2022

PROYECTO DE GRADO MODALIDAD DE PASANTÍA

MARY ESTRELLA PÁEZ GAMBOA

Código: 20172081067

TEMA:

PASANTÍA DE APOYO DE ACTIVIDADES DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES GIDPAD ADSCRITO AL PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES E INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

FACULTAD TECNOLÓGICA

BOGOTA D.C.

2022

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 5
1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 7
2.1. OBJETIVO GENERAL 7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
3. MARCO TEÓRICO 8
3.1. TERMINOLOGÍA DEL MODELO DE RECONOCIMIENTO DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO O DE INNOVACIÓN 8
3.1.1. Definiciones básicas 8
3.1.2. Productos para la difusión de conocimiento 9
3.2. TERMINOLOGÍA DE GESTIÓN DEL RIESGO 10
4. DESCRIPCIÓN DE LA PASANTÍA 13
4.1. PLAN DE TRABAJO 13
5. RESULTADOS 15
5.1. LOGO GRUPO DE INVESTIGACIÓN 15
5.2. OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE 15
5.2.1. Introducción a la Política de Gestión del Riesgo 16
5.2.2. Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 17
5.2.3. El concepto de Amenaza en Gestión del Riesgo 20
5.2.4. El concepto de Vulnerabilidad en Gestión del Riesgo 22
5.2.5. El concepto de Resiliencia en Gestión del Riesgo 23
5.2.6. El concepto de Riesgo en Gestión del Riesgo 26
5.3. ESCENARIOS DE RIESGO POR ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ 31
5.4. ESCENARIOS DE RIESGO EN BOGOTÁ POR EXCAVACIONES Y ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN 42
6. EVALUACIÓN DE OBJETIVOS 43
CONCLUSIONES 44
REFERENCIAS 46

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Logo Grupo de Investigación GIDPAD 15
Imagen 2 : Estructura del Sistema Nacional de Gestión del riesgo de Desastres. 18
Imagen 3: Falla de fondo. Carrera 11 con calle 98. Bogotá D.C. 2011 21
Imagen 4: Nivel de Riesgo. 29
Imagen 5: Sismo Eje cafetero 25 de enero de 1999 29
Imagen 6 : Caso 1 Brisas del Volador 31
Imagen 7: Caso 2 urbanización los molinos 31
Imagen 8: Caso 3 barrio Balcón de la Castaña. 32
Imagen 9: Caso 4 Viviendas barrio Las Aguas. 32
Imagen 10: Caso 5 Nuevo edificio Alcaldía de Teusaquillo. 33
Imagen 11: Caso 6 Edificio Cra 16# 80-07 33
Imagen 12: Caso 7 Edificio Boulevard 90 - Carrera 13 # 90-36 34
Imagen 13: Caso 8 Edificio Manglar. 34
Imagen 14: Caso 9 Hotel El Dorado Bogotá 35
Imagen 15: Caso 10 Hundimiento de la calle 98 con carrera 11 35
Imagen 16: Caso11 Edificio Banco Tequendama. 35
Imagen 17: Caso 12 Edificio Av. 100 36
Imagen 18: Caso 13 Edificio La Alborada 36
Imagen 19: Caso 14 Parroquia San Pascual Bailón 37
Imagen 20: Caso 15 Praderas de San Carlos 37
Imagen 21: Casos de escenarios de riesgo en la ciudad de Bogotá por excavaciones y actividad de construcción 42

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Reporte primera temporada de lluvias en Colombia 30
Tabla 2: Matriz de casos de escenarios de riesgo en Bogotá por excavaciones y actividad de la construcción 39
Tabla 3: Evaluación de objetivos 43

RESUMEN

En la Ingeniería Civil, conceptos como amenaza, riesgo, resiliencia y vulnerabilidad han tomado gran relevancia ya que forman parte de las diferentes etapas de ejecución en un proyecto de infraestructura, es así como el Grupo de Investigación en Prevención y Atención de Desastres GIDPAD adscrito al Proyecto Curricular de Tecnología en Construcciones Civiles e Ingeniería Civil de la Facultad Tecnológica, busca favorecer la apropiación social de conocimiento orientando sus líneas de investigación hacía estos cuatro conceptos, teniendo como uno de sus objetivos el fortalecer la investigación científica básica y aplicada interdisciplinaria, enfocada en la predicción y mitigación de riesgos naturales y antrópicos en todo proyecto de infraestructura. Por lo anterior, para el desarrollo de la pasantía se elaboró un plan de trabajo enfocado en la búsqueda de información que permitiera el alcance de las premisas establecidas en el plan estratégico del grupo de investigación.

Por otra parte, con el propósito de orientar dicho plan de trabajo se consultó acerca de la terminología del modelo de reconocimiento de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) para conocer los criterios de reconocimiento y medición que se están implementando actualmente, teniendo en cuenta que se tiene el reto de posicionarse como grupo de excelencia reconocido en el mediano plazo como centro de generación de nuevo conocimiento aplicado en amenazas, riesgos y resiliencia en proyectos de Ingeniería Civil.

De igual manera, en el presente trabajo se describen las actividades que se realizaron durante la pasantía en el Grupo de Investigación GIDPAD y en el marco del proyecto de investigación “evaluación del riesgo sobre estructuras y otros elementos del entorno urbano y estimación de su nivel de resiliencia ante la incidencia de asentamientos causados por túneles y excavaciones profundas en algunos sectores de Bogotá”, orientadas en la generación de contenido educativo con el fin de promover el conocimiento del riesgo.

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas por medio del acuerdo 038 del 2015 establece la pasantía como modalidad de grado y permite a los estudiantes tener un acercamiento al ámbito laboral durante su formación académica, esta incluye el desarrollo de actividades de apoyo en los grupos de investigación ofreciendo así la posibilidad de potenciar la capacidad y formación investigativa que complementa y fortalece los conocimientos y habilidades técnicas.

A partir de lo anterior y sumado a la convocatoria del Grupo de Investigación en Prevención y Atención de Desastres GIDPAD se presentó un plan de trabajo de actividades enfocadas a generar contenido educativo para el fortalecimiento de sus líneas de investigación: análisis y diseño por confiabilidad, modelación numérica de sistemas, gestión de la construcción para el desarrollo sustentable, resiliencia y gestión integral del riesgo para el desarrollo del territorio y materiales sustentables, apoyado en un cronograma propuesto por la pasante y coordinado y supervisado por el tutor académico.

Parte del plan de trabajo se direccionó hacia la elaboración de productos audiovisuales educativos en temas como política de gestión del riesgo en Colombia, estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, estimación del riesgo, estimación de resiliencia, conceptos fundamentales de gestión del riesgo como: amenaza, vulnerabilidad, riesgo y resiliencia, esto con el propósito de brindar contenido informativo de introducción a las temáticas de estudio del grupo de investigación GIDPAD.

Por otra parte, a partir del resultado de la búsqueda de casos presentados en la ciudad de Bogotá se elaboró una matriz en la que se detallan escenarios de riesgo por actividad de la construcción, principalmente por excavación, con esta información se generó un mapa utilizando la plataforma de Mapas Bogotá del IDECA (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital) en el que se detalla la ubicación, el nombre y la zona geotécnica de cada caso; esto con el propósito de crear una herramienta de difusión y conocimiento que permita identificar sectores de la ciudad en los que se concentran la mayoría de los casos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar actividades de apoyo en el Grupo de Investigación en Prevención y Atención de Desastres GIDPAD direccionadas a reforzar y consolidar sus líneas de investigación.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico en temáticas de prevención y atención de desastres a nivel nacional, que tiene como propósito identificar el enfoque investigativo de los casos de estudio.

- Determinar el estado de la normatividad vigente en políticas de gestión del riesgo establecido por entidades como la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER).

- Identificar y sistematizar trabajos de excavación profunda que han presentado problemas de deformación durante y después de la construcción en la ciudad de Bogotá, con el fin de lograr una descripción de cada uno de estos e identificar las posibles causas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. TERMINOLOGÍA DEL MODELO DE RECONOCIMIENTO DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO O DE INNOVACIÓN

Uno de los retos planteados en el plan estratégico del grupo de investigación GIDPAD es posicionarse en el ámbito local como grupo de excelencia reconocido en el mediano plazo como centro de generación de nuevo conocimiento aplicado en amenazas, riesgos y resiliencia en proyectos de Ingeniería Civil. Por tal razón, es fundamental tener claridad de los criterios de reconocimiento y medición que actualmente implementa el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) esto con el fin de orientar el plan de trabajo hacia el cumplimiento de dichos requisitos, a través del fortalecimiento de sus líneas de investigación.

3.1.1. Definiciones básicas

Grupo de investigación: el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) entiende a un grupo de investigación como el conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo (tendiente a la solución de un problema).

Integrantes del grupo de investigación: son las personas que desempeñan alguna tarea relacionada con la actividad del Grupo, se clasifican dentro de cuatro tipos: investigadores, investigadores en formación, estudiantes de pregrado e integrante vinculado.

Productos resultados de las actividades de los Grupos de Investigación y de los Investigadores: son los resultados que se obtienen en los procesos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, y responden al plan de trabajo, las líneas de investigación y los proyectos del grupo. Los productos que son reconocidos como resultados de las actividades de grupo de investigación se clasifican en cuatro (4) grandes tipos.

- Productos resultados de actividades de Generación de Nuevo Conocimiento.
- Productos resultados de actividades de Desarrollo Tecnológico e Innovación.
- Productos resultados de actividades de Apropiación Social del Conocimiento y Divulgación Pública de la Ciencia.

- Productos de actividades relacionadas con la Formación de Recurso Humano en CTeI.

Productos resultados de actividades de Generación de Nuevo Conocimiento: son los aportes significativos al estado del arte de un área de conocimiento, que han sido discutidos y validados para llegar a ser incorporados a la discusión científica, al desarrollo de las actividades de investigación, al desarrollo tecnológico, y que pueden ser fuente de innovaciones. Ejemplo de resultados son los artículos de investigación, notas científicas, libros resultados de investigación.

3.1.2. Productos para la difusión de conocimiento

Artículo científico: es una producción original e inédita, publicada en una revista de contenido científico, tecnológico o académico, producto de procesos de investigación, reflexión o revisión, que haya sido objeto de evaluación por pares y avalado por estos como un aporte significativo al conocimiento en el área. De acuerdo con la escala de medición de MinCiencias existen cinco tipos de artículo de investigación: A1, A2, B, C y D, adicionalmente según su contenido y estructura un artículo puede ser: científico original, de reflexión, de revisión, artículo corto y de reporte de caso.

La Guía de Revisión Artículos de Investigación Publicados en Revistas Especializadas de MinCiencias (2021) establece que los criterios de verificación en cada tipo de artículo que a continuación se describe, son de obligatorio cumplimiento:

- **Artículo científico original:** documento completo que presenta de manera detallada los resultados originales derivados de proyectos de investigación o de desarrollo tecnológico finalizados. Éste generalmente presenta dentro de su estructura las siguientes partes, Titulo, Resumen, Palabras claves, Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Conclusiones, Discusión, Reconocimientos y Referencias bibliográficas.

- **Artículo de reflexión:** documento original que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa y critica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

- **Artículo de revisión:** documento resultado de investigación donde se organiza, analiza y se integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas sobre un

campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo.

- **Artículo corto:** documento breve que presenta resultados originales de una investigación científica o tecnológica que requiere de una pronta difusión.
- **Reporte de caso:** documento que presenta resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico.

Notas científicas: son el resultado preliminar de un ejercicio de observación o de estudios cortos que aporten conocimientos nuevos o hipótesis para futuros estudios (Las notas en las revistas científicas son producción secundaria respecto de los artículos científicos que son producción primaria).

Libro resultado de investigación: es una publicación original e inédita, cuyo contenido es el resultado de un proceso de investigación; que - previo a su publicación - ha sido evaluado por parte de dos o más pares académicos; que ha sido seleccionada por sus cualidades científicas como una obra que hace aportes significativos al conocimiento en su área y da cuenta de una investigación completamente desarrollada y concluida. Además, esta publicación ha pasado por procedimientos editoriales que garantizan su normalización bibliográfica y su disponibilidad (MinCiencias, 2021).

3.2. TERMINOLOGÍA DE GESTIÓN DEL RIESGO

La ley 1523 de 2012 establece 27 términos con sus definiciones como parte de la política de gestión del riesgo de desastres, adicionalmente la Comisión Nacional Técnica Asesora para el Conocimiento del Riesgo (CNTACR) y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) coordinadora del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) desarrollaron el documento de Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes que es una adaptación de la Terminología sobre la Reducción del Riesgo de Desastres de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), que tiene como objetivo implementar un acuerdo de términos o definiciones sobre gestión del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes, que contribuya al desarrollo coherente y coordinado de las acciones misionales ejecutadas por los actores del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia.

A partir de los anterior y teniendo en cuenta que el plan estratégico del grupo de investigación GIDPAD menciona que los conceptos de Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo y Resiliencia forman parte de las diferentes etapas de un proyecto de ingeniería civil, se toman las definiciones establecidas en la Ley 1523 de 2012 y por la UNGRD como punto de inicio para orientar la búsqueda de información.

> **Amenaza:** peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012).
>
> **Vulnerabilidad:** susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Ley 1523 de 2012).
>
> **Resiliencia:** la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (UNGRD 2017).
>
> **Riesgo:** es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas, es decir que el riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre (UNGRD 2017).

Por otra parte, en el marco del desarrollo de la pasantía se tuvo en cuenta otros conceptos que en conjunto con los mencionados anteriormente permitieran dar cumplimiento a los objetivos enfocados en la generación de material educativo e informativo del grupo de investigación GIDPAD relacionado con sus líneas de investigación.

Sustentabilidad: capacidad de lograr prosperidad económica sostenida en el tiempo, protegiendo simultáneamente los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas (Informe Brundtland de las Naciones Unidas 1987).

Riesgo de desastres: corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 1523 de 2012).

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: es el conjunto de entidades nacionales del orden público, privado y comunitario que, articuladas con las políticas, normas y recursos, tiene como objetivo llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en todo el territorio nacional en busca de mejorar la calidad de vida, la seguridad y el bienestar de todas las comunidades colombianas (Ley 1523 de 2012).

4. DESCRIPCIÓN DE LA PASANTÍA

4.1. PLAN DE TRABAJO

La pasantía se desarrolló de manera remota teniendo en cuenta los lineamientos de la Universidad Distrital que se establecen según las regulaciones distritales y nacionales debido a la pandemia del COVID-19. Para la supervisión y entrega de actividades se coordinaron encuentros virtuales semanales dirigidos por el tutor Jorge Arturo Pineda Jaimes quien a la vez es el director del grupo de investigación GIDPAD.

Para el cumplimiento de los objetivos de la pasantía se definieron tres actividades principales:

- **Revisión de literatura**

Inicialmente, con el propósito de identificar las temáticas que se están estudiando y se han estudiado en cuanto a amenazas y riesgos en el ámbito de la ingeniería civil producidos por fenómenos naturales y antrópicos a nivel nacional, se inicia una búsqueda de trabajos, artículos y publicaciones en repositorios de universidades y plataformas de carácter académico e investigativo, en esta etapa se establece que tanto el centro de documentación digital de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), como la Biblioteca Digital de Gestión del Riesgo del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) cuentan con un amplio registro de documentos que sirven de punto de partida para generar una base de datos de consulta para la elaboración y confección de las herramientas de aprendizaje.

- **Estado de la normatividad en el ámbito de la Gestión del Riesgo de Desastres**

Revisión del estado de la política de gestión del riesgo a nivel nacional y local (Bogotá), esta etapa tiene como propósito conocer el estado de la normatividad y el enfoque de trabajo de entidades como la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER).

- **Identificación de escenarios de riesgo por actividad de la construcción en la ciudad de Bogotá**

Para identificar las características de un escenario de riesgo por actividad de construcción y realizar la búsqueda de casos, se parte de la definición presentada por el IDIGER:

La actividad de la construcción es considerada un escenario de riesgo de origen antrópico, debido a los daños o pérdidas potenciales ocasionados durante el desarrollo o ejecución de obras de construcción de edificaciones, deficiencias del proceso constructivo evidenciadas en su vida útil o por falta de mantenimiento de las mismas. Estos eventos se asocian a las situaciones que, durante el desarrollo de obras de construcción, el comportamiento de la estructura de las edificaciones o por falta de mantenimiento de las edificaciones, afectan la infraestructura de servicios, vías, espacio público, recursos ambientales y en particular afectan a edificaciones o predios localizados en el entorno de la obra, edificaciones o a sus habitantes.

Posteriormente, teniendo claridad acerca de las características de un escenario de riesgo por actividad de la construcción, se seleccionan los casos que cumplen con estos criterios y que adicionalmente están relacionados con las líneas de investigación del grupo GIDPAD.

La búsqueda se centra en documentos e informes técnicos emitidos por el IDIGER, trabajos de grado y/o publicaciones en medios de comunicación digital, que permitan la construcción de una matriz de escenarios de riesgo detallando la ubicación, la localidad, la zona geotécnica, los daños presentados y las posibles causas por las que se presentó el escenario de riesgo.

5. RESULTADOS

5.1. LOGO GRUPO DE INVESTIGACIÓN

El logotipo tiene como función identificar de manera gráfica al grupo de investigación, es así que por indicaciones del director del grupo GIDPAD se presentan diferentes opciones y por medio de un consenso entre el director y los miembros del grupo se selecciona el logotipo de la Imagen 1.

Para el diseño del logotipo se tuvo en cuenta que este fuera sencillo y representativo por lo que incluye íconos alusivos a las temáticas de investigación, la abreviación del nombre que es lo más llamativo, el lema y finalmente se resalta que el grupo pertenece a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas al incorporar su escudo.

Imagen 1: Logo Grupo de Investigación GIDPAD

5.2. OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE

En el marco del desarrollo de las actividades de la pasantía se propone la elaboración de objetos virtuales de aprendizaje como herramientas de difusión de conocimiento del grupo de investigación GIDPAD y del proyecto de investigación “evaluación del riesgo sobre estructuras y otros elementos del entorno urbano y estimación de su nivel de resiliencia ante la incidencia de asentamientos causados por túneles y excavaciones profundas en algunos sectores de Bogotá”.

Es importante mencionar que el propósito de desarrollar estos objetos virtuales de aprendizaje va encaminado al cumplimiento del objetivo de fortalecer la investigación científica básica y aplicada interdisciplinaria, enfocada en la predicción y mitigación de riesgos naturales y antrópicos en proyectos de infraestructura, esto teniendo en cuenta que gran parte, por no decir la mayoría de información que se encuentra en las diferentes fuentes está principalmente orientada en los riesgos naturales. En consecuencia, los hallazgos obtenidos a partir de la revisión de literatura y posterior clasificación de la información se plasmaron en seis productos audiovisuales (videos) con las

temáticas que se describen a continuación, como fundamento para la posterior generación de nuevo conocimiento aplicado en amenazas, riesgos y resiliencia en proyectos de Ingeniería Civil.

5.2.1. Introducción a la Política de Gestión del Riesgo

La gestión del riesgo en Colombia tiene su inicio en 1984 a partir del Decreto 1547 por el cual se crea el Fondo Nacional de Calamidades con el propósito de atender las necesidades originadas por catástrofes; adicionalmente, como consecuencia de los daños y la pérdida de vidas ocasionada por la avalancha de Armero ocurrida en el año 1985 surge la necesidad de contar con un sistema a nivel nacional que cumpla que con la función de coordinar las acciones enfocadas en la prevención y atención de desastres, por tal razón, en el año 1988 se crea el Sistema Nacional para la prevención y Atención de Desastres decretado por la Ley 46 de 1988.

Posteriormente, con el fin de establecer y regular las acciones del Sistema por medio del Decreto 93 de 1998 se crea el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres que tiene el objetivo orientar las acciones del Estado y de la sociedad civil para la prevención y mitigación de riesgos, los preparativos para la atención y recuperación en caso de desastre, contribuyendo a reducir el riesgo y al desarrollo sostenible de las comunidades vulnerables ante los eventos naturales y antrópicos.

En síntesis es así como se manejó la gobernabilidad de la Gestión del Riesgo en Colombia, ahora, con respecto a la política de gestión del riesgo en Colombia es importante mencionar el documento de Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia publicado en el año 2012 como resultado del trabajo interinstitucional del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), el Banco Mundial y el Fondo Mundial para la Recuperación y Reducción de Desastres (GDFRR por sus siglas en inglés). En este documento se menciona que Colombia es un país pionero en América Latina en el desarrollo de una visión más integral frente al tratamiento de los riesgos y desastres, pero los daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen en aumento y evidencian que los desastres no son eventos de la naturaleza por sí misma, sino el resultado de la aplicación de modelos inapropiados de desarrollo que no consideran la relación sociedad-naturaleza. En este informe se menciona también que uno de los factores que marca la tendencia del crecimiento del riesgo en Colombia y del aumento de la responsabilidad fiscal del Estado es que los avances conceptuales sobre la relación entre gestión del riesgo y desarrollo, no han podido ser llevados a

nivel de políticas de Estado, ni han sido incorporados como parte integral de gestión pública, contribuyendo así al crecimiento del riesgo, de tal manera que se propone como estrategia para aumentar la gobernabilidad de la gestión del riesgo de desastres en Colombia "convertir la gestión del riesgo en una política de estado y superar los desequilibrios existentes en el Sistema, a través del ajuste y la armonización del marco normativo e institucional".

5.2.1.1. Ley 1523 de 2012

Decretada por el Congreso de la República establece la creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SNGRD y la adopción de una política pública con el objetivo de reglamentar las medidas preventivas y las acciones correctivas que se podrán tomar en caso de presentarse un desastre que pueda llegar a considerarse en calamidad pública. Se divide en ocho capítulos:

1. Gestión del riesgo, responsabilidad, principios, definiciones y Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres sus objetivos y principales componentes.
2. Estructura: organización, dirección y coordinación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
3. Instrumentos de planificación: planes de gestión del riesgo (Nacional, departamental, distrital y municipal), estrategia nacional para la respuesta a emergencias.
4. Sistemas de información: Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres.
5. Mecanismos de financiación para la Gestión del Riesgo de Desastres.
6. Declaratoria de desastre, calamidad pública y normalidad.
7. Régimen especial para situaciones de desastre y calamidad pública.
8. Disposiciones finales.

5.2.2. Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Creado a partir de la Ley 1523 de 2012 por sanción presidencial, es el conjunto de entidades nacionales del orden público, privado y comunitario que, articuladas con las políticas, normas y

recursos, tiene como objetivo llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en todo el territorio nacional en busca de mejorar la calidad de vida, la seguridad y el bienestar de todas las comunidades colombianas.

5.2.2.1. Integrantes del Sistema Nacional

- **Las entidades púbicas:** que tienen la responsabilidad en la gestión del desarrollo social, económico y ambiental sostenible, en los diferentes ámbitos como el sectorial, el territorial, el institucional y en los proyectos de inversión.
- **Entidades privadas que son tanto con ánimo y sin ánimo de lucro:** por su intervención en el desarrollo a través de actividades económicas, sociales y ambientales.
- **La comunidad:** por su intervención en el desarrollo a través de actividades económicas, sociales, ambientales, culturales y participativas.

5.2.2.2. Instancias de orientación y coordinación

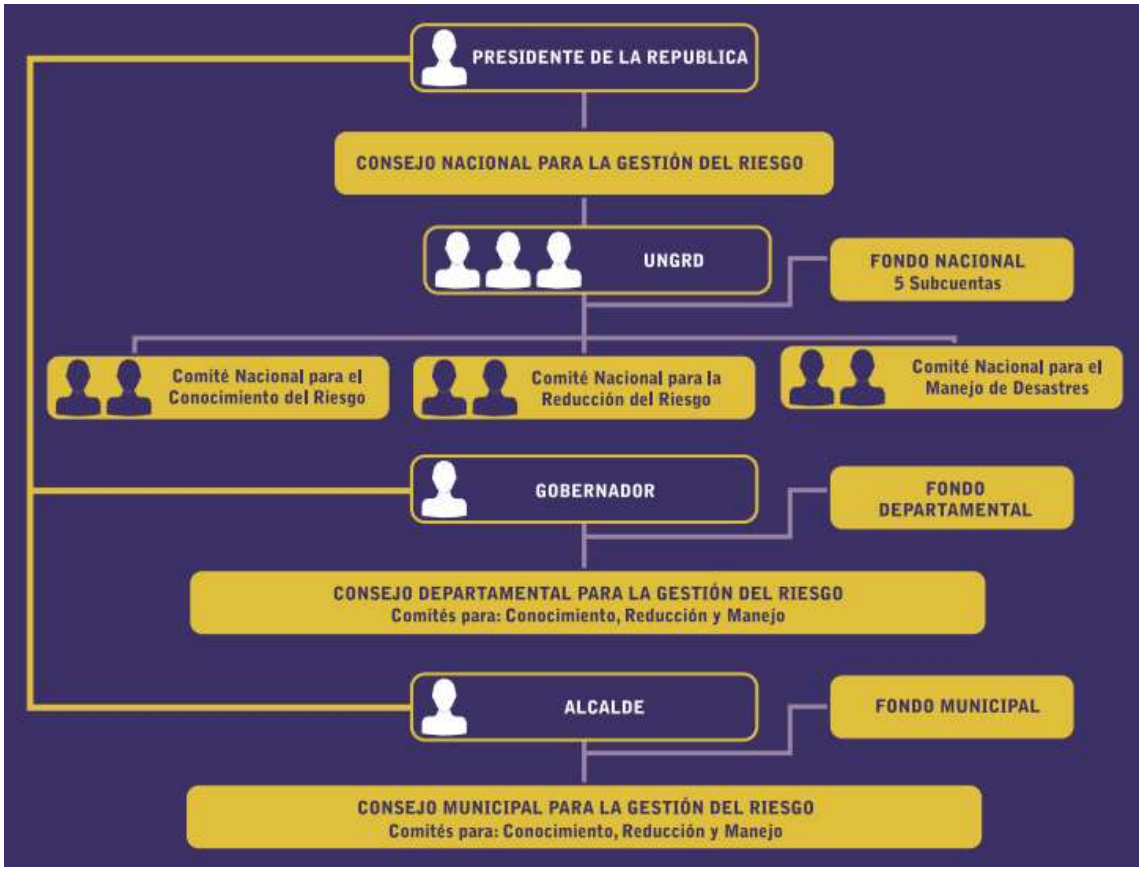

Imagen 2 : Estructura del Sistema Nacional de Gestión del riesgo de Desastres. Fuente (UNGRD 2012). Recuperado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20871/Guia_elaboracion_plan_departamental_gestion_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo: es la instancia superior encargada de orientar a todo el Sistema Nacional encabezado por el Presidente de la República, seguido por los Ministros, el Departamento Nacional de Planeación y el Director de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Sus funciones son: i) Orientar y aprobar las políticas de gestión del riesgo y su articulación con los procesos de desarrollo. ii) Aprobar el Plan nacional de Gestión del Riesgo y la estrategia nacional de respuesta a emergencias. iii) Ejercer el seguimiento, evaluación y control del sistema nacional y los resultados de las políticas de gestión del riesgo.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres: es la entidad que se encarga de la coordinación de todo el Sistema Nacional, es decir articular los niveles nacional y territorial, incluyendo los intervinientes privados, las organizaciones sociales y las organizaciones no gubernamentales. Además de dirigir la implementación de la Gestión del Riesgo, atendiendo las políticas y el cumplimiento de la normatividad interna (decretos, resoluciones, circulares, conceptos y otras normas).

Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo: se encarga de asesorar y planificar la implementación permanente del proceso de conocimiento del riesgo y está encabezado por el Director de la UNGRD, seguido por los directores del Departamento Nacional de Planeación, Departamento Nacional de Estadística, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto Colombiano de Geología y Minería, el IDEAM, la Dirección General Marítima, la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Departamentos y la Federación Colombiana de Municipios.

Comité Nacional para la Reducción del Riesgo: asesora y planifica la implementación del proceso de reducción del riesgo de desastres. Se encuentra integrado por el Director de la UNGRD, quien lo preside; y los directores del Departamento Nacional de Planeación, el Consejo Colombiano de Seguridad, la Asociación de Corporaciones Autónomas, el Presidente de la Federación Colombiana de Municipios, la Federación de Aseguradores Colombianos y los representantes de universidades públicas y privadas que en sus programas tengan manejo, administración y gestión del riesgo.

Comité Nacional para el Manejo de Desastres: encargado de asesorar y planificar la implementación del proceso de manejo de desastres. Este comité está encabezado por el Director de la UNGRD, el director del Departamento Nacional de Planeación y los comandantes o

directores del Ejercito Nacional, la Armada Nacional, la Fuerza Aérea Colombiana, la Policía Nacional, la Defensa Civil, la Cruz Roja Colombiana y la Junta Nacional de Bomberos.

Consejos departamentales, distritales y municipales para la gestión del riesgo. Son las instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento quienes deben garantizar la efectividad y articulación de los procesos de la Gestión del Riesgo en su respectiva entidad territorial.

5.2.3. El concepto de Amenaza en Gestión del Riesgo

La Ley 1523 de 2012 define la amenaza como el peligro latente de que se presente un evento físico de origen natural, causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

5.2.3.1. Tipos de amenaza

Las amenazas se clasifican de acuerdo a su origen por lo que pueden ser de ser de origen natural de origen biológico o de origen antrópico.

Las amenazas de origen natural están asociadas con la manifestación de un fenómeno físico que depende de los procesos naturales de transformación y modificación de la tierra y el ambiente, estos pueden ser generados por procesos dinámicos en el interior de la tierra (geodinámica interna), por procesos en la superficie terrestre (geodinámica externa) o por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

- Las amenazas por geodinámica interna son los tsunamis o maremotos, la actividad volcánica fumarólica y eruptiva y los sismos o terremotos.
- Las amenazas por geodinámica externa son los derrumbes, deslizamientos de tierra, la erosión fluvial y de laderas y los aluviones.
- Dentro de las amenazas por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos están las inundaciones los huracanes y las sequías.

Las amenazas biológicas son de origen orgánico o transportadas por vectores biológicos que incluyen organismos patógenos toxinas y sustancias bioactivas, se encuentran los vectores biológicos, las plagas, los virus y las epidemias.

Las amenazas de origen antrópico son generadas por la actividad humana en la producción distribución transporte y consumo de bienes y servicios y en la construcción y uso de infraestructuras y edificios, dentro de las amenazas inducidas por la actividad del ser humano están la contaminación ambiental por materiales nocivos o peligrosos para la salud humana, las explosiones, el derrame de sustancias químicas peligrosas y los incendios que pueden ser urbanos forestales o industriales.

- **Caso de amenaza de origen antrópico**

Falla de fondo: caso presentado en la ciudad de Bogotá producida por fallas de excavaciones durante el proceso de construcción de edificación como consecuencia se inhabilitaron varios elementos en la infraestructura urbana esta falla de fondo se presentó en la carrera 11 con calle 98 y las imágenes fueron tomadas en el año 2011.

Imagen 3: Falla de fondo. Carrera 11 con calle 98. Bogotá D.C. 2011

5.2.3.2. Identificación de amenazas

La identificación de amenazas es fundamental al realizar análisis de riesgos, para esto se tienen en cuenta cuatro variables: el tipo de amenaza, la frecuencia con que se presenta, la intensidad que hace referencia a la severidad de la afectación generada por fenómenos amenazantes y finalmente el territorio o espacio afectado.

5.2.4. El concepto de Vulnerabilidad en Gestión del Riesgo

De acuerdo con la Ley 1523 de 2012, es decir la política de gestión en Colombia, la vulnerabilidad es la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. En otras palabras, la vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. Por ejemplo, las personas que viven en la planicie son más vulnerables ante las inundaciones que las que viven en lugares más altos.

Por tal razón la vulnerabilidad corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

Factores que influyen en la vulnerabilidad

- **La Exposición**: se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

  Se puede dar por ejemplo por un proceso de urbanización carente de un adecuado manejo del territorio. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

- **Fragilidad:** se refiere a las condiciones de desventaja de los seres humanos y sus medios de vida frente a una amenaza. Está centrada en las condiciones de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo, los métodos de construcción, los materiales de construcción o la no aplicación de las normas de construcción. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

- **Resiliencia:** la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. A mayor resiliencia menor vulnerabilidad.

Tipos de Vulnerabilidad

El concepto de vulnerabilidad en el contexto de la gestión del riesgo de desastres, es usado para determinar "los diferentes niveles de preparación, resiliencia y capacidades con las que cuenta un individuo ante la ocurrencia de un desastre" por tal razón, la vulnerabilidad puede ser de distintos tipos. La Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos y Desastres, ha incorporado el concepto de vulnerabilidad global desarrollado por Gustavo Wilches-Chaux, en su libro "Herramientas para la Crisis: Desastres, Ecologismo y Formación Profesional", publicado en 1989, en el que identifica once tipos de vulnerabilidad, las cuales se encuentran estrechamente interconectadas.

- Vulnerabilidad natural
- Vulnerabilidad Física
- Vulnerabilidad económica
- Vulnerabilidad social
- Vulnerabilidad política
- Vulnerabilidad técnica
- Vulnerabilidad ideológica
- Vulnerabilidad cultural
- Vulnerabilidad educativa
- Vulnerabilidad ecológica
- Vulnerabilidad institucional

5.2.5. El concepto de Resiliencia en Gestión del Riesgo

Resiliencia en psicología: desde el ámbito psicológico la resiliencia hace referencia al proceso de adaptarse bien a la adversidad, a un trauma, tragedia, amenaza, o fuentes de tensión significativas,

como problemas familiares o de relaciones personales, problemas serios de salud o situaciones estresantes del trabajo o financieras (APA, 2011).

Resiliencia en ingeniería: se define como la preparación y la respuesta de un sistema frente a un evento disruptivo. Está caracterizada por cuatro componentes, denominadas las 4 R's Robustez, Redundancia, Recursividad y Rapidez (Basu D, 2017, como se citó en Gómez, M., & Benítez, C. 2021).

Infraestructura resiliente: de acuerdo con Gay (2016) la infraestructura resiliente no es aquella que nunca falla, más bien es la que, habiendo sufrido un evento de falla causado natural o antropogénicamente, es capaz de sostener un nivel mínimo de servicio y recuperar su funcionamiento original con tiempo y costo razonables.

Resiliencia en gestión del riesgo: de acuerdo con la terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR) resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. De manera simplificada la resiliencia "es la capacidad de reaccionar con efectividad y rapidez a los efectos de los desastres".

5.2.5.1. Propiedades de una construcción resiliente

Como se mencionó anteriormente la resiliencia está caracterizada por cuatro componentes que al ser incorporadas en las diferentes etapas de la construcción se tendrá como resultado una obra civil altamente resiliente.

- **Robustez:** es la capacidad de mantener operaciones y funciones ante una crisis. Ejemplo: viviendas y puentes construidos para resistir sismos (cumpliendo los códigos Sismorresistentes).

- **Redundancia:** Es contar con diversos recursos de respaldo en caso de falla. Ejemplo Tuberías de agua principales de un edificio. Redes eléctricas.

- **Recursividad** (ingenio, iniciativa e imaginación): Capacidad de repararse hábilmente, responder y manejar de la forma más adecuada la crisis o interrupción a medida que se desarrolla. Ejemplo: Mantenimiento preventivo Gestión y organización.

- **Rapidez:** Capacidad de volver y/o reconstruir las operaciones normales de forma rápida y eficiente luego de una interrupción. Ejemplo: Planes de contingencia.

5.2.5.2. Los factores de la resiliencia

La resiliencia se basa en cinco factores, estos fueron propuestos inicialmente por La Alianza Zúrich para la resiliencia que son aceptados en el marco de la gestión del riesgo:

- **Humano**: educación, habilidades, salud.
- **Social:** redes comunitarias y relaciones sociales, vínculos de cooperación, enlaces que facilitan el intercambio y el acceso a ideas y recursos.
- **Físico:** bienes, infraestructura, equipos, mejoras en cultivos, ganado, etc.
- **Natural:** recursos naturales, incluyendo la productividad del suelo y las acciones para sostenerla, así como el agua y otros recursos que sustentan los medios de vida.
- **Financiero:** nivel, variabilidad y diversidad de fuentes de ingreso y acceso a otros recursos financieros.

5.2.5.3. Sistemas resilientes

Para comprender el concepto de sistemas resilientes en ingeniería civil, es importante mencionar el Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) de la Universidad de Buffalo (EEUU), este es un centro de investigación de ingeniería sísmica y de riesgos múltiples, que desarrolla nuevos conocimientos, herramientas y tecnologías encaminados a aumentar la resiliencia ante desastres como terremotos y otros eventos extremos. Sus investigadores han demostrado que los sistemas resilientes reducen las probabilidades y consecuencias de fracaso; tales como las muertes y lesiones, daños físicos y factores económicos y efectos sociales; y permite la mejora en el tiempo de recuperación (Vesga, H. F. (2018).

De igual manera, otros autores mencionan que:

> La resiliencia enfocada a la ingeniería ha sido aplicada a los sistemas de infraestructura para abordar las consecuencias causadas a las comunidades por fallas en instalaciones después de eventos extremos. Los resultados de un sistema de ingeniería resiliente son:

1) Reducir las probabilidades de falla o incrementar la capacidad de absorción

2) Reducir las consecuencias debidas a las fallas

3) Reducir el tiempo de recuperación o incrementar la capacidad de adaptabilidad (Basu D, 2017, como se citó en Gómez, M., & Benítez, C. 2021).

5.2.5.4. Comunidades resilientes ante desastres

Las comunidades resilientes se caracterizan por su organización a la respuesta de emergencias y desastres, esto lo logran ejecutando simulacros de manera periódica, fortaleciendo sus conocimientos en temáticas de riesgo de desastres, implementando sistemas de alerta temprana, gestionando recursos y aprendiendo de los desastres que han ocurrido en su territorio; por tal razón, tienen la capacidad de responder eficazmente a situaciones de desastres aun cuando se presenten daños físicos y sicológicos.

5.2.5.5. Territorios resilientes

En la guía para el conocimiento y la reducción del riesgo de desastre en los municipios colombianos (Peralta, H., Velásquez, A., & Enciso, F. 2013), se define a los territorios resilientes como todos aquellos territorios que conocen sus riesgos, los reducen y si estos se manifiestan en desastres, resisten el impacto recuperándose de manera rápida, segura y eficiente. Se adaptan a los cambios y aprenden de estas situaciones para incrementar su seguridad frente a acontecimientos futuros que puedan afectar la continuidad de los negocios territoriales y sostenibilidad del sistema municipal.

5.2.6. El concepto de Riesgo en Gestión del Riesgo

Riesgo de desastres: en Colombia la política de gestión del riesgo Ley 1523 de 2012 define el riesgo de desastres como los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.

5.2.6.1. Análisis del riesgo

La UNGRD precisa que el análisis del riesgo consiste en identificar y evaluar probables daños y pérdidas como consecuencia del impacto de una amenaza sobre una unidad social en condiciones vulnerables. Por tal razón para el análisis del riesgo se tienen en cuenta los siguientes factores:

- **Amenaza:** Identificar los diversos tipos de amenazas, sean de origen natural, socio-natural o antrópico que puedan afectar un territorio. Evaluarlos y monitorearlos.
- **Vulnerabilidad:** Identificar los conglomerados humanos, actividades e infraestructura socioeconómica, medio ambiente y/o proyectos de desarrollo, que por su grado de exposición, fragilidad y resiliencia puedan ser impactados y afectados por algún tipo de amenaza,
- **Riesgo:** Determinar las zonas de riesgo donde coinciden conglomerados humanos, actividades e infraestructura socioeconómica, medio ambiente y/o proyectos de desarrollo, vulnerables a algún tipo de amenaza, con la probabilidad de que dichas amenazas se materialicen y generen daños y pérdidas en las comunidades y el territorio.

5.2.6.2. Cálculo del riesgo

De acuerdo con la Guía Metodológica para la elaboración de planes departamentales para la Gestión del Riesgo, el cálculo del riesgo corresponde a un análisis y combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad de ocurrencia de la amenaza identificada, es decir, la fuerza e intensidad de ocurrencia, así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, Infraestructura, etc.) dentro de una determinada área geográfica.

El riesgo se puede calcular por métodos matemáticos o por métodos descriptivos.

- **El método analítico, llamado también matemático**

En Colombia tanto la UNGRD y el Servicio Geológico Colombiano entienden el riesgo como la amenaza por la vulnerabilidad y se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la siguiente ecuación:

$$Riesgo = Amenaza\ x\ Vulnerabilidad$$

Donde:

Amenaza: exposición a potenciales eventos naturales o inducidos por el hombre que puedan causar daños.

Vulnerabilidad: condiciones y procesos resultantes de factores sociales, físicos, económicos y ambientales que puedan incrementar la susceptibilidad al impacto de las amenazas.

Se observa a partir de la ecuación que el riesgo es directamente proporcional a la amenaza y a la vulnerabilidad, por lo que puede aumentar o disminuir por la variación de estos factores.

- **Matriz de peligro y vulnerabilidad para estimación del nivel de riesgo**

Para determinar el riesgo por el método descriptivo es importante primero realizar los análisis de amenaza y vulnerabilidad, de tal manera que los resultados se interrelacionan en la matriz de peligro y vulnerabilidad (Imagen 4).

Amenaza Alta	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Amenaza Media	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Amenaza Baja	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta

Imagen 4: Matriz de peligro y vulnerabilidad. Fuente (UNGRD 2012). Recuperado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20871/Guia_elaboracion_plan_departamental_gestion_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- **Nivel de Riesgos**

El nivel de riesgo que puede ser alto, medio o bajo, se determina a partir del resultado de la intersección obtenido en la Matriz de peligro y vulnerabilidad.

Imagen 4: Nivel de Riesgo. Fuente (UNGRD 2012). Recuperado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20871/Guia_elaboracion_plan_departamental_gestion_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5.2.6.3. Manifestaciones del riesgo

La terminología general de la gestión del riesgo de desastres de la UNGRD define dos tipos de manifestaciones de riesgo.

- **Riesgo intensivo**

El riesgo asociado con la exposición de grandes concentraciones poblacionales y actividades económicas a intensos eventos relativos a las amenazas existentes, los cuales pueden conducir al surgimiento de impactos potencialmente catastróficos de desastres que incluirían una gran cantidad de muertes y la pérdida de bienes (UNISDR, 2009).

Imagen 5: Sismo Eje cafetero 25 de enero de 1999

Un caso de riesgo de tipo intensivo presentado en Colombia es el sismo del Eje cafetero ocurrido el 25 de enero de 1999 afectó 9 municipios y produjo la pérdida de 1165 vidas humanas.

- **Riesgo extensivo**

El riesgo generalizado que se relaciona con la exposición de poblaciones dispersas a condiciones reiteradas o persistentes con una intensidad baja o moderada, a menudo de naturaleza altamente

localizada, lo cual puede conducir a un impacto acumulativo muy debilitante de los desastres (UNISDR, 2009). Las manifestaciones de riesgo extensivo tienden a asociarse más con las pérdidas parciales (caso de las viviendas afectadas) que con las pérdidas totales (caso de muertos y viviendas destruidas).

Los movimientos en masa y las inundaciones constituyen las manifestaciones más numerosas del riesgo extensivo en el país, este hecho se puede observar en este reporte de la primera temporada de lluvias en Colombia elaborado por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres con datos registrados entre el 16 de marzo de 2022 y el 9 de mayo de 2022.

Tabla 1: Reporte primera temporada de lluvias en Colombia

REPORTE 1ª TEMPORADA DE LLUVIAS EN COLOMBIA		
Datos registrados entre 16 de marzo de 2022 a 9 de mayo de 2022, Reporte de la UNGRD		
Movimientos en masa	271	51,2%
Inundaciones	129	24,4%
Crecientes Súbitas	64	12,1%
Vendavales	37	7,0%
Avenidas Torrenciales	11	2,1%
Temporales – vendavales con lluvias fuertes	13	2,5%
Granizadas	4	0,8%
TOTAL	**529**	**100%**
Familias afectadas en todo el país		18100
Muertes		47
Desaparecidos		7
Personas heridas		49

Fuente: elaboración propia a partir de datos reportados por la UNGRD (2022). Recuperado de: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2022/Lluvias-han-afectado-a-mas-de-18000-familias-en-Colombia-Llamado-a-no-bajar-la-guardia-en-lo-que-queda-de-la-temporada.aspx

5.3. ESCENARIOS DE RIESGO POR ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

En el plan de trabajo de la pasantía se planteó la búsqueda de casos relacionados con excavaciones profundas y actividades de la construcción que han generado escenarios de riesgo en la ciudad de Bogotá, como resultado de dicha búsqueda se identificaron quince (15) casos en los que se observa de acuerdo con las siguientes imágenes

1. Brisas del Volador

Imagen 6 : Caso 1 Brisas del Volador. Fuente: IDIGER 2017a

2. Urbanización los molinos

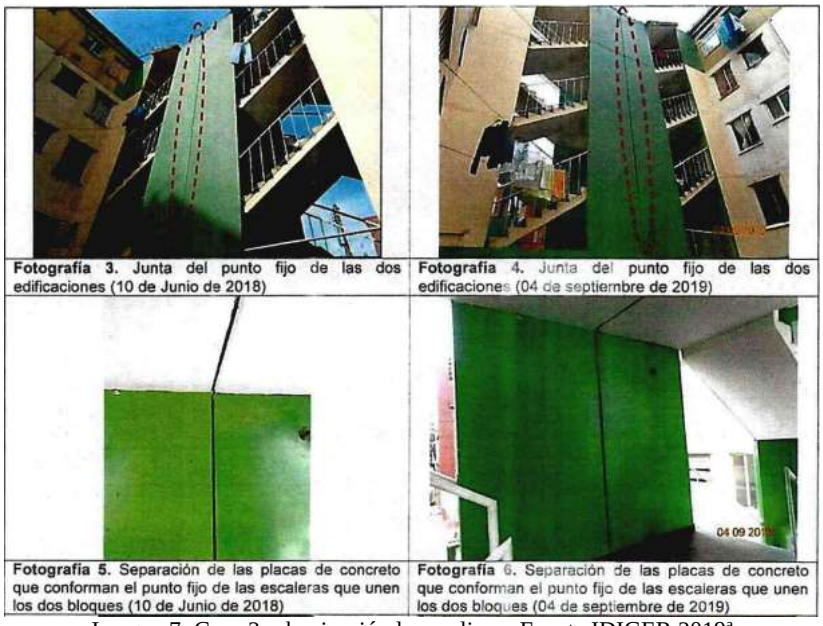

Imagen 7: Caso 2 urbanización los molinos. Fuente IDIGER 2019ª

3. Balcón de la castaña

Imagen 8: Caso 3 barrio Balcón de la Castaña. Fuente: Contraloría de Bogotá D.C., 2012

4. Viviendas barrios Las Aguas Carrera 1 #12d-82

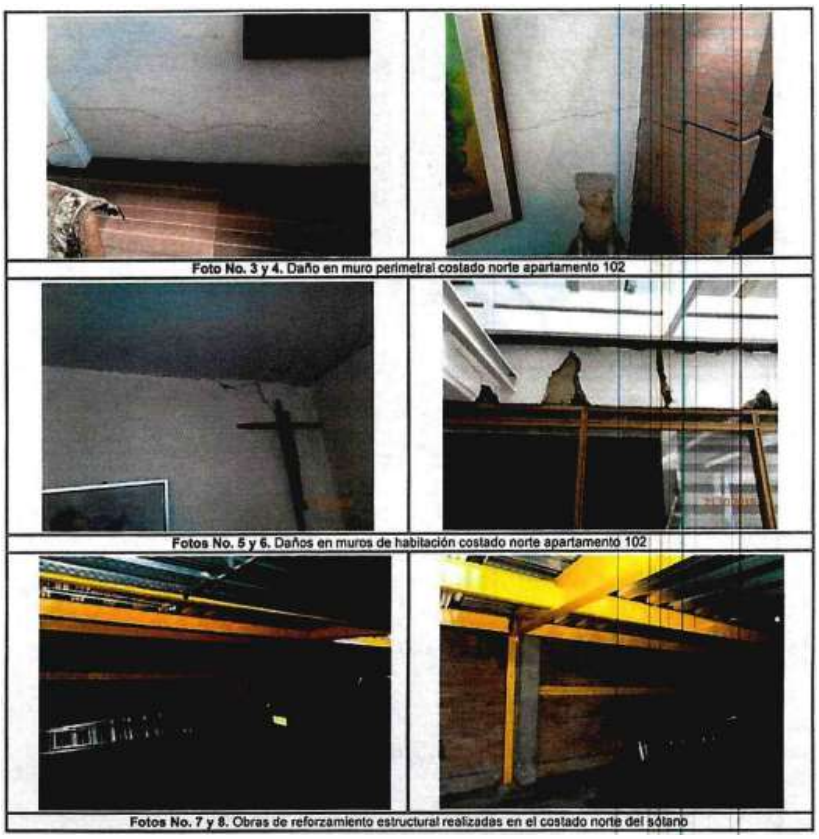

Imagen 9: Caso 4 Viviendas barrio Las Aguas. Fuente IDIGER 2019c

5. Alcaldía Local Teusaquillo

Imagen 10: Caso 5 Nuevo edificio Alcaldía de Teusaquillo. Fuente. Semana 2021b.

6. Edificio Cra. 16 # 80-7

Imagen 11: Caso 6 Edificio Cra 16# 80-07. Fuente: IDIGER 2017b

7. Edificio Boulevard 90 - Carrera 13 # 90-36

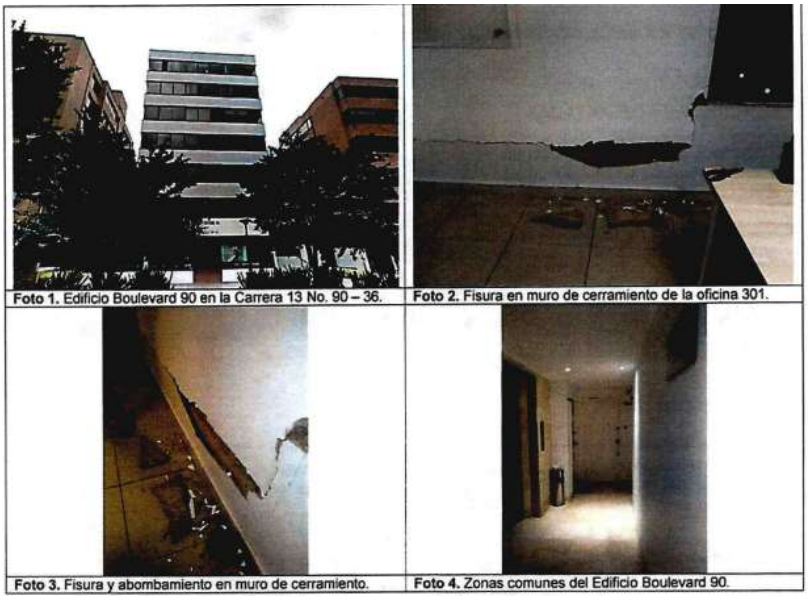

Imagen 12: Caso 7 Edificio Boulevard 90 - Carrera 13 # 90-36. Fuente: IDIGER 2019d

8. Edificio Manglar

Imagen 13: Caso 8 Edificio Manglar. Fuente: Castelblanco, 2020.

9. Hotel El Dorado Bogotá

Imagen 14: Caso 9 Hotel El Dorado Bogotá. Fuente: IDIGER 2013

10. Hundimiento de la calle 98 con carrera 11

Imagen 15: Caso 10 Hundimiento de la calle 98 con carrera 11. Fuente: La república, 2012

11. Edificio Banco Tequendama

Imagen 16: Caso11 Edificio Banco Tequendama. Fuente: Juzgado Cuarenta Civil Circuito Bogotá D.C. 2021

12. Edificio Av. 100

Imagen 17: Caso 12 Edificio Av. 100. Fuente: Semana 2021a.

13. Edificio La Alborada

Imagen 18: Caso 13 Edificio La Alborada Fuente: IDIGER 2019b

14. Parroquia San Pascual Bailón

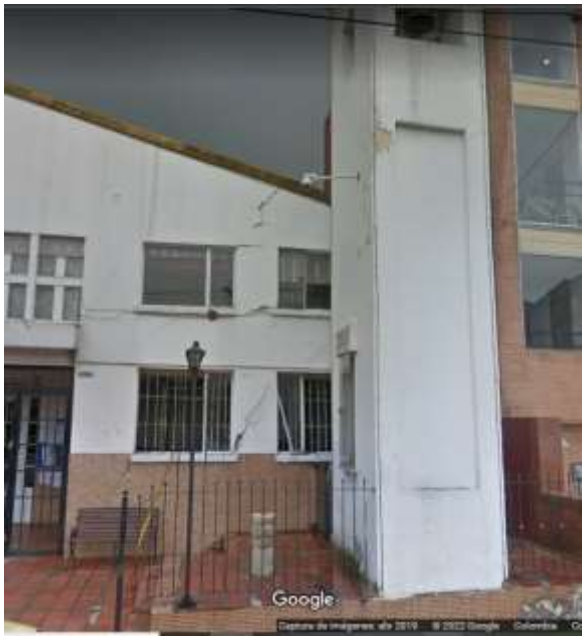

Imagen 19: Caso 14 Parroquia San Pascual Bailón. Fuente: IDIGER 2018

15. Praderas de San Carlos

Imagen 20: Caso 15 Praderas de San Carlos. Fuente: IDIGER 2015

Posteriormente, con el fin de organizar los hallazgos mostrados anteriormente se plantea una matriz (Tabla 2) en la que además de señalar la localidad en la que se encuentra cada caso, se identifica la zona geotécnica, se describen los daños presentados y se señalan las posibles causas que los generaron.

Finalmente, con la información relacionada en la matriz de casos (Tabla 2) se genera un mapa (imagen 7) por medio de la plataforma de Mapas Bogotá del IDECA (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital) utilizando específicamente el mapa de Zonificación Geotécnica

de Bogotá actualizado al año 2017, en el que la numeración de los puntos que se observa corresponde con la numeración de los casos en la matriz de escenarios de riesgo por actividad de la construcción. Este tiene el propósito de servir como herramienta de difusión de conocimiento que permita identificar sectores de la ciudad en los que se concentran la mayoría de los casos.

Tabla 2: Matriz de casos de escenarios de riesgo en Bogotá por excavaciones y actividad de la construcción

N°	CASO	LOCALIDAD	ZONA GEOTÉCNICA	DAÑOS PRESENTADOS	POSIBLES CAUSAS
1	Brisas del Volador	Ciudad Bolívar	Cerro A	16 viviendas con daños directos en sus estructuras (IDIGER, 2017a).	Ocupaciones ilegales, en algunos sectores donde el uso de suelo no es permitido. La explotación de material de cantera en donde se realizaron excavaciones profundas en el terreno. Viviendas con deficiencias constructivas.
2	Urbanización los molinos	Rafael Uribe Uribe	Cerros B	Abertura en la junta de separación de las dos edificaciones que conforman el interior 1, fisuras en escaleras y en la placa de cubierta (IDIGER, 2019a).	Asentamiento diferencial
3	Balcón de la castaña	San Cristóbal	Cerros B	Desconfinamiento del terreno en el que están construidas las viviendas (Contraloría de Bogotá D.C., 2012).	Actividades de excavación
4	Viviendas barrios Las Aguas Carrera 1 #12d-82	La candelaria	Depósito ladera	Agrietamientos de tendencia horizontal y diagonal escalonada en muros de mampostería de las viviendas (IDIGER, 2019c).	Actividades de excavación y construcción en predio aledaño.
5	Alcaldía Local Teusaquillo	Teusaquillo	Lacustre B	Deformaciones en predios aledaños, fisuras en las viviendas. Inclinación del edificio en obra (Semana 2021b).	Actividades de excavación y construcción en predio aledaño.

6	Edificio Cra. 16 # 80-7	Chapinero	Lacustre A	Inclinación del edificio, hundimiento del suelo de cimentación, fisuras en muros, hundimiento de la placa de contrapiso, desprendimiento de muro de acceso (IDIGER 2017b).	Asentamiento diferencial propio de la edificación y actividades de excavación y construcción en predio aledaño.
7	Edificio Boulevard 90 - Carrera 13 # 90-36	Usaquén	Lacustre A	Fisuras y embombamiento en muro (IDIGER, 2019d).	Asentamiento diferencial.
8	Edificio Manglar	Chapinero	Lacustre A	Dislocaciones, fracturas, grietas y fisuras en diferentes elementos del edificio tales como muros y placas de entrepiso (Castelblaco, 2020).	Asentamiento diferencial generado por actividades de excavación y construcción en predios aledaños.
9	Hotel El Dorado Bogotá	Chapinero	Lacustre A	Fisuras y grietas longitudinales en muros divisorios de viviendas aledañas (IDIGER 2013).	Asentamiento diferencial propio de las viviendas, posibles vibraciones por la maquinaria utilizada en actividades de construcción del hotel.
10	Hundimiento de la calle 98 con carrera 11	Chapinero	Lacustre A	Hundimiento de la vía, filtraciones de agua (La República, 2012).	Excavación insuficientemente controlada de los sótanos del edificio Green Office.
11	Edificio Banco Tequendama	Chapinero	Lacustre A	Asentamientos diferenciales, fisuras transversales, muros de la fachada y divisorias con aberturas, desprendimientos del mortero, presencia de grietas en la placa de contrapiso y fisuras en el muro de cerramiento del parqueadero, rompimiento	Actividades de excavación y construcción en predio aledaño.

				de tuberías (Juzgado Cuarenta Civil Circuito Bogotá D.C., 2021).	
12	Edificio Av. 100	Chapinero	Lacustre A	Inclinación del edificio, agrietamientos en muros, humedades en sótano y cielos rasos (Semana 2021a).	Actividades de construcción de obra aledaña.
13	Edificio La Alborada	Usaquén	Lacustre A	Fisuras de tendencia escalonada y vertical en muros (IDIGER, 2019b).	Asentamiento diferencial propio de la edificación y por actividades de excavación y construcción en predio aledaño.
14	Parroquia San Pascual Bailón	Suba	Lacustre A	Grietas y desprendimiento de material en muros(IDIGER, 2018).	Asentamiento diferencial originado por actividades de construcción de edificio aledaño.
15	Praderas de San Carlos	Usaquén	Lacustre A	Hundimientos y fracturas en senderos peatonales, fisuras en muros de cerramiento (IDIGER, 2015).	Asentamientos diferenciales excesivos, susceptibilidad del terreno a presentar deformaciones.

5.4. ESCENARIOS DE RIESGO EN BOGOTÁ POR EXCAVACIONES Y ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

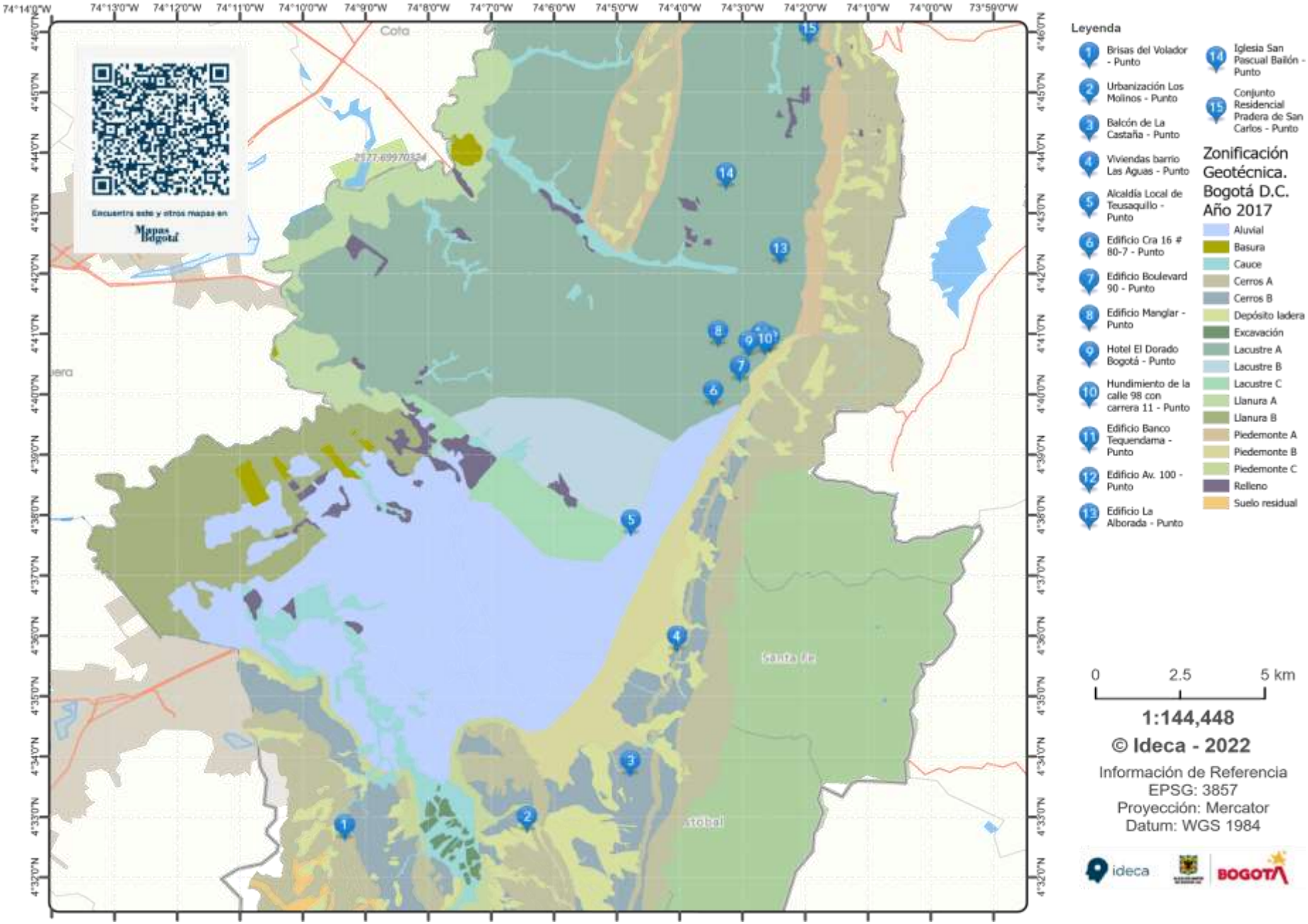

Imagen 21: Casos de escenarios de riesgo en la ciudad de Bogotá por excavaciones y actividad de construcción

6. EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

Tabla 3: Evaluación de objetivos

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO	RESULTADO
Realizar un diagnóstico en temáticas de prevención y atención de desastres a nivel nacional, que tiene como propósito identificar el enfoque investigativo de los casos de estudio.	100%	La información recopilada se organizó y se orientó hacia la generación de cuatro productos audiovisuales (videos) enfocados en la temática de gestión del riesgo: Amenaza, Riesgo, Resiliencia y Vulnerabilidad que son conceptos fundamentales en los que el grupo de investigación GIDPAD centra sus líneas de investigación.
Determinar el estado de la normatividad vigente en políticas de gestión del riesgo establecido por entidades como la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER).	100%	Se generan dos productos audiovisuales (videos) de carácter académico e informativo, el primero trata de la Política de Gestión del Riesgo en Colombia y el segundo de la estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
Identificar y sistematizar trabajos de excavación profunda que han presentado problemas de deformación durante y después de la construcción en la ciudad de Bogotá, con el fin de lograr una descripción de cada uno de estos e identificar las posibles causas.	100%	A partir de los hallazgos encontrados en informes técnicos del IDIGER, trabajos de grado (repositorios institucionales) y publicaciones en medios de comunicación, se realiza una matriz en la que se presentan 15 casos de escenarios de riesgo en la ciudad de Bogotá que son producto de actividades de construcción, con estos datos se genera por medio de la plataforma Mapas Bogotá del IDECA un mapa en el que se detalla la ubicación, el nombre y la zona geotécnica de cada caso.

CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta que las actividades de construcción pueden representar un escenario de riesgo, desde la ingeniería civil se debe promover el conocimiento del riesgo, pues es evidente que este concepto se ha orientado principalmente hacia el riesgo de desastres de origen natural, un claro ejemplo de esto son las fallas y problemas que se han presentado durante y después de la ejecución de proyectos.

- A partir de la revisión del estado de la normatividad en el ámbito de la gestión del riesgo en Colombia se observa que gracias a la Política de Gestión del Riesgo que surge con la Ley 1523 de 2012 se logra consolidar en un solo sistema las diferentes entidades que se habían creado desde el año 1988 y que de cierto modo carecían de articulación y unanimidad en el manejo e interpretación de las normas para hacer frente a las situaciones de riesgo de desastres.

- Uno de los hallazgos que se puede identificar en el mapa de escenarios de riesgo en Bogotá por excavaciones y actividad de la construcción, es que los casos identificados se encuentran en zonas de alta pendiente de ladera a las que se suman los escenarios de riesgo por remoción en masa, y en zonas planas de suelos blandos cuyo comportamiento es de baja a media capacidad portante y por lo tanto son muy compresibles.

- En el desarrollo de las actividades de la pasantía teniendo como propósito potenciar las líneas de investigación del grupo GIDPAD se optó por generar productos audiovisuales de carácter educativo e informativo como herramientas de difusión, ya que estos tienen la ventaja de captar la atención del espectador contribuyendo a una mejor comprensión del contenido presentado, por tal razón se procuró primero realizar un guion para cada video y así definir su duración teniendo en cuenta que este factor es de gran importancia para mantener el interés de las personas, segundo establecer el diseño de las diapositivas que incluye la selección de imágenes, gráficos, íconos, paleta de colores, diseño de textos, etc. que aporten valor a la información que se está trasmitiendo.

- En concordancia con su visión, en el 2025 el grupo de investigación GIDPAD será reconocido como un grupo de investigación de excelencia de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, apoyando la formación de pregrado y los posgrados en Ingeniería Civil de la Facultad Tecnológica, por tal razón su gestión debe encaminarse hacia la transmisión de conocimiento

por medio de: la producción de artículos de investigación, el desarrollo de proyectos de investigación, la participación en eventos de divulgación científica, el desarrollo e innovación tecnológica enfocado en la difusión de resultados de investigación y la apropiación social del conocimiento; todo lo anterior enmarcado en temáticas de gestión del riesgo de desastres tanto de origen natural como antrópico desde un punto de vista interdisciplinar y aplicado a proyectos de infraestructura.

- En el marco de las actividades desarrolladas destaco la motivación que me brindó el director del grupo de investigación GIDPAD, el ingeniero Jorge Arturo Pineda Jaimes, quien de manera constante por medio de la retroalimentación de los avances entregados me orientó a partir de su experiencia y conocimiento hacia el cumplimiento de los objetivos propuestos en la pasantía.
- Finalmente, como pasante puedo afirmar que fortalecí y afiancé mis habilidades en investigación de tal manera que considero que los productos obtenidos de mi trabajo son el punto partida para contribuir en la generación de más contenido que permita afianzar las líneas de investigación del grupo GIDPAD, por lo que recomiendo seguir aportando información a las matrices de documentos de consulta que en mi caso fueron de gran ayuda para la comprensión de las temáticas estudiadas.

REFERENCIAS

APA. (2011). *Camino a la resiliencia*. American Psyschological Association. https://www.apa.org/topics/resilience/camino

Banco Mundial & Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Repositorio UNGRD. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/18426

Castelblanco, Y. (2020). *Estudio de Caso para Patología Estructural Presentada en el Edificio Manglar de la Ciudad de Bogotá*. Repositorio institucional Universidad Santo Tomás. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30833/2020yudycastelblanco.pdf?sequence=1

Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. Biblioteca Digital de la Unidad para la Gestión del Riesgo de Desastres y del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf?sequence=2

Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1523 de 2012*. Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141

Contraloría de Bogotá D.C. (2012). *Informe final de la auditoría abreviada "evaluar la gestión distrital adelantada frente a la legalización de los barrios que presentan riesgo medio, en la localidad de San Cristóbal"*. https://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/Informes/Auditoria/Direcci%C3%B3n%20Sector%20Ambiente/PAD_2012/Abreviada/SAN%20CRISTOBAL.pdf

Editorial La República S.A.S. (2012). *El hundimiento de la Calle 98 con Carrera 11 fue ocasionado por edificio de Pijao: Unal*. Diario La República. https://www.larepublica.co/economia/el-hundimiento-de-la-calle-98-con-carrera-11-fue-ocasionado-por-edificio-de-pijao-unal-2007288

Gay, L. (2016). *Infraestructura resiliente: desempeño sostenido en un mundo siempre cambiante*. Revista Entretextos. http://entretextos.leon.uia.mx/num/24/PDF/ENT24-7.pdf

Gómez, M., & Benítez, C. (2021). *Estimación del índice de resiliencia para un grupo de estructuras del entorno urbano que pueden verse afectadas por el uso de Tecnología Trenchless en un sector de la primera línea del Metro de Bogotá D.C.* Repositorio Institucional Universidad Distrital. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28528

IDIGER. (s. f.). *Riesgo por la Actividad de la Construcción*. Sistema de información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/rconstrucciones

IDIGER. (2013). *Diagnóstico Técnico DI-7021*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://bibliotecadigital.sire.gov.co/bitstream/handle/123456789/57523/DI-7021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IDIGER. (2015). *Diagnóstico Técnico DI-8437*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://bibliotecadigital.sire.gov.co/bitstream/handle/123456789/58802/DI-8437.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IDIGER. (2017a). *Caracterización del Escenario de Riesgo por Fenómeno de Remoción en Masa – Brisas del Volador*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/documents/220605/1103195/1.2+Caracterizaci%C3%B3n+del+Escenario+de+Riesgos+por+Fenomeno+de+Remoci%C3%B3n+en+Masa+Brisas+del+Volador.pdf/7980693f-d3d1-4abe-95d3-7dd4dbe6c575

IDIGER. (2017b). *Diagnóstico Técnico DI-10197*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://bibliotecadigital.sire.gov.co/bitstream/handle/123456789/60516/DI-10197.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IDIGER. (2018). *Diagnóstico Técnico DI-12527*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/documents/20182/507211/NOTIFICACION+POR+AVISO+N%C2%B0+204.pdf/089943fe-eaa6-4deb-9229-3c58c8ba8542

IDIGER. (2019a). *Diagnóstico Técnico DI-13795*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/documents/20182/507211/NOTIFICACION+POR+AVISO+N%C2%B0+209.pdf/4dbcd812-2598-4f3f-a8e1-aa3bedaab1e5

IDIGER. (2019b). *Diagnóstico Técnico DI-13916*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/documents/20182/507211/NOTIFICACION+POR+AVISO+N%C2%B0+207.pdf/a79afbf4-8d2e-4db5-bd01-6fb2cabe841e

IDIGER. (2019c). *Diagnóstico Técnico DI-14005*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/documents/20182/524378/NOTIFICACION+POR+AVISO+N%C2%B0+33.pdf/4cd98119-ec16-4d4d-b52d-63590738cbd7

IDIGER. (2019d). *Diagnóstico Técnico DI-14543*. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático. https://www.idiger.gov.co/documents/20182/550021/AVISO+DE+NOTIFICACION+N%C2%B0+89.pdf/d280bc9a-9c58-4d81-b6b4-bba13f4b1f11

Juzgado Cuarenta Civil Circuito Bogotá D.C. (2021). *RAD. No. 11001310304020190007900*. Rama Judicial. https://www.ramajudicial.gov.co/documents/36156117/58989133/2019-00079Sentencia.pdf/742809d3-f2a9-4dc6-b257-f6dee32c92fb

MinCiencias. (2020). *Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - 2021*. https://minciencias.gov.co/convocatorias/fortalecimiento-capacidades-para-la-generacion-conocimiento/convocatoria-nacional-para

Peralta, H., Velásquez, A., & Enciso, F. (2013). *Territorios resilientes: Guía para el conocimiento y la reducción del riesgo de desastre en los municipios colombianos*. Repositorio UNGRD. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19767

Presidencia de la República de Colombia. (1998). *Decreto 93 de 1998*. Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3454

Rincón, A., & Bonilla, M. (2021). *Estimación del índice de resiliencia en tres estructuras de contención en la vía Sibaté - Fusagasugá*. Repositorio Institucional Universidad Distrital. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28725

Semana. (2021a). *Los edificios chuecos de la calle 100 en Bogotá desatan una batalla campal entre los vecinos*. https://www.semana.com/nacion/articulo/los-edificios-chuecos-de-la-calle-100-en-bogota-desatan-una-batalla-campal-entre-los-vecinos/202145/

Semana. (2021b). *Se "tuerce" la nueva sede de la Alcaldía de Teusaquillo*. Semana.com. https://www.semana.com/nacion/articulo/se-tuerce-la-nueva-sede-de-la-alcaldia-de-teusaquillo/202100/

UNGRD. (s. f.). *Historia del Sistema Nacional para la Atención y prevención de Desastres*. Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=79

UNGRD. (2013). Guía para la formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres. Repositorio UNGRD. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/157

UNGRD. (2022). *Lluvias han afectado a más de 18.000 familias en Colombia. Llamado a no bajar la guardia en lo que queda de la temporada*. http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2022/Lluvias-han-afectado-a-mas-de-18000-familias-en-Colombia-Llamado-a-no-bajar-la-guardia-en-lo-que-queda-de-la-temporada.aspx

UNGRD & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. (2012). *Guía Metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo*. Repositorio UNGRD.

https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20871/Guia_elaboracion_plan_departamental_gestion_del_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Repositorio de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

Vesga, H. F. (2018). *Nuevas formas para optimizar la gestión del riesgo desde la perspectiva de territorios resilientes en Colombia*. Revista ESPACIOS Vol. 39 (Nº 08). https://www.revistaespacios.com/a18v39n08/18390810.html