



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

**“Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C
Utilizando Herramientas SIG”**

Por:

Miguel Ángel Lemes Borda

Jairo Andrés Castillo Jaramillo

Proyecto presentado como Opción de Grado para obtener el título de Especialista en
Gestión Territorial y Avalúos

Director de trabajo de grado: **Ing. Gerardo Ignacio Urrea Cáceres**

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., 2023



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

Tabla de Contenido

Introducción.....	5
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
Alcance y Limitaciones	7
Pertinencia e Impacto	7
Recursos Disponibles.....	8
Marco Teórico	10
Marco Normativo	19
Planteamiento del problema.....	21
Antecedentes	22
Implicaciones o Consecuencias Sociales y Culturales.....	23
Relación con la Gestión Territorial	25
Justificación	26
Localización del Proyecto	27
Metodología.....	30
Seguimiento y Evaluación.....	31
Recopilación de Información.....	34
Visita de Campo	43
Resultados	53
Conclusiones	58



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

Recomendaciones	59
Bibliografía	60

Índice De Planos

Plano 1: Ubicación macro.....	27
Plano 2: Ubicación Local	28
Plano 3: Ubicación Sector	29
Plano 4: Amenaza de remoción en masa.....	32
Plano 5: Reportes de emergencias.....	35
Plano 6: Mapa de Calor Reportes de emergencias	36
Plano 7: Puntos visitados.....	43
Plano 8: Zona de protección de ronda de quebrada.....	55
Plano 9: Polígonos de Monitoreo – Ocupaciones Informales	56

Índice De Gráficos

Gráfico 1: Frecuencia de eventos asociados a lluvia 2015-2022	38
Gráfico 2: Distribución de eventos asociados a lluvia 2015-2022.....	39
Gráfico 3: Cantidad de eventos por año	40
Gráfico 4: Precipitación promedio	41
Gráfico 5: Precipitación acumulada	42
Gráfico 6: Comparación eventos y precipitación.....	53

Índice De Tablas

Tabla 1: Eventos asociados a lluvia	37
Tabla 2: Precipitación Promedio	42



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

Tabla 3: Índice Oceánico Niño42

Tabla 4: Registro fotográfico y descripción.....44

Índice De Ilustraciones

Ilustración 1: Redes de alcantarillado sanitario y pluvial.....33

Ilustración 2: Red de acueducto33



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Introducción

El presente proyecto busca abordar un problema grave y creciente en la comunidad local. El Barrio de Sierra Morena está ubicado en una zona montañosa y expuesta a riesgos de remoción en masa, especialmente durante los periodos de lluvias intensas que se han vuelto cada vez más frecuentes e intensos debido al cambio climático y fenómenos de variabilidad climática.

La falta de información precisa sobre los riesgos de remoción en masa y su evolución en el tiempo ha llevado a que la comunidad local no tenga suficiente capacidad para prevenir o mitigar los daños causados por estos eventos. Además, la falta de planificación adecuada para el uso del suelo y la construcción de viviendas en áreas de alto riesgo agrava la situación. Por lo tanto, este proyecto busca recopilar datos precisos y actuales sobre el riesgo causado por la remoción de material natural en la zona de Sierra Morena y utilizar herramientas SIG para analizar y evaluar escenarios tanto de variabilidad climática como de cambio climático que pueden afectar la estabilidad del suelo y la vulnerabilidad de la comunidad.

En resumen, el proyecto busca resolver un problema de riesgo de remoción en masa que ha afectado negativamente a las personas que habitan en el Barrio de Sierra Morena de la Localidad Ciudad Bolívar; Mediante el uso de herramientas SIG que permitirán una mejor comprensión del problema y una planificación más efectiva para prevenir y mitigar los riesgos a largo plazo.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Objetivo General

Plantear un diagnóstico como soporte para la correcta toma y priorización de decisiones relacionados a eventos de remoción en masa para el barrio Sierra Morena, Bogotá.

Objetivos Específicos

- Identificar las temporadas de precipitación que dan lugar a efectos de remoción en masa en el barrio Sierra Morena
- Reconocer zonas de amenaza en el barrio Sierra Morena, a las que está expuesta la población
- Plantear acciones para la reducción de riesgos y desastres



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Alcance y Limitaciones

El proyecto prevé realizar análisis orientado hacia la gestión de riesgos utilizando sistemas de información geográfica, relacionando la variabilidad climática y el cambio climático, esto de manera independiente constituye un reto en la adquisición de información puesto a que el abordaje de esta temática es algo relativamente nuevo con la aparición cada vez más frecuente y prolongada de estos eventos cronológicamente en el territorio nacional y local, el encontrar una estación meteorológica que suministre información cuantificable en los periodos requeridos constituye una gran limitación debido a las condiciones que debe tener son específicas así como continuas para que este análisis resulte correcto, adecuado y graficable en planos cartográficos para el territorio objeto de investigación.

Por otra parte, el acceso físico al sector es moderadamente restringido ya que, por condiciones sociales, económicas y/o de orden público es complejo conseguir información nueva y contrarrestar la información encontrada debido a la ubicación geográfica de algunos reportes, esto se configura en que la información que es sustraída en campo se limita a procesos evidentes, superficiales de degradación del suelo, algunas estructuras e información geográfica cargada en geoportales.

Pertinencia e Impacto

La pertinencia de este proyecto radica en que el análisis de remoción en masa es un tema de que ha venido tomando fuerza en la actualidad relacionado con herramientas SIG, especialmente en zonas urbanas con relieve complejo y condiciones geológicas inestables. En el caso específico de la zona de estudio del Barrio de Sierra Morena de la Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C, existen registros de movimientos de masa que han causado afectaciones a



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

la población y las infraestructuras. Además, la variabilidad y el cambio climático pueden agravar la situación y aumentar la frecuencia y magnitud de estos eventos.

El uso de herramientas SIG para el análisis e interpretación de datos espaciales y geográficos, permite la integración de diversas variables que contribuyen en el evento de la remoción de masa, como la topografía, la geología, la vegetación, la precipitación, entre otras. Esto facilita la identificación de áreas críticas y la elaboración de mapas de riesgo que pueden ser útiles para la toma de decisiones en cuanto a la planificación territorial, la gestión de riesgos y la prevención de desastres.

El impacto esperado de este proyecto es contribuir al conocimiento y la comprensión de los eventos de remoción de masa en el Barrio de Sierra Morena y su relación directa con las condiciones meteorológicas asociadas a los factores de variabilidad climática principalmente, y cambio climático. Asimismo, se espera que la elaboración de mapas de riesgo y/o la identificación de áreas críticas, sean de utilidad para la toma de decisiones y la planificación territorial en la zona de estudio. Además, los resultados obtenidos en este proyecto pueden servir como referencia y base para futuros estudios y proyectos relacionados con la gestión de riesgos y la prevención de desastres naturales en zonas urbanas de relieve complejo y condiciones geológicas inestables utilizando Software SIG.

Recursos Disponibles

Para el óptimo desarrollo de este trabajo de grado se tiene a disposición las entidades distritales con el fin de consultar información relacionada y de interés para llegar a los análisis adecuados.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Gracias a las plataformas digitales que tenemos a disposición por parte de las entidades gubernamentales es posible acceder de manera virtual a la información necesaria como datos de estaciones meteorológicas, información catastral, reportes de emergencias entre otras; no se requiere de ninguna inversión económica para acceder a información puesto que el acceso de información es de orden público y puede ser especializado en un SIG.

Las plataformas y/o geoportales consultados para obtención de datos e información fundamental para el trabajo de grado son:

Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá-IDECA

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático-IDIGER

Unidad Administrativa Especial de Bomberos

Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá D.C. (Vigente)

Es de resaltar que puesto a que es un trabajo de grado propio no contamos con un apoyo económico externo, sin embargo, no ha sido interés buscarlo puesto que el alcance no requiere una inversión económica importante.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Marco Teórico

Situaciones de riesgo de desastres

“Son fragmentos o campos delimitados de las condiciones de riesgo del territorio presentes o futuras, que facilitan tanto la comprensión y priorización de los problemas como la formulación y ejecución de las acciones de intervención requeridas” (UNGRD, 2012).

“Las situaciones de riesgo de desastres, sirven como herramienta del conocimiento del riesgo para identificar y enumerar amenazas potenciales, establecer prioridades para abordar las amenazas identificadas, asignar criterios de evaluación, establecer intensidades, magnitudes y detonantes, definir la frecuencia y periodos de retorno, definir zonificación, determinar los elementos expuestos, caracterizar la población en riesgo, analizar las capacidades organizacionales, estimar las capacidades de respuesta y con ello, describir el impacto esperado, estableciendo los efectos directos e indirectos en un sitio específico” (UNGRD, 2012).

“El escenario de riesgo busca presentar un panorama de la situación de un conglomerado humano para conocer cuáles son los factores que generan condiciones de riesgo que propician la ocurrencia de un desastre. Los tres principales componentes del riesgo son: amenazas, exposición y vulnerabilidad” (UNGRD, 2012).

Amenazas

“Son aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él, se refiere específicamente, a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades” (OEA, 1991).



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Exposición

“La exposición se refiere a las personas, la propiedad, los sistemas u otros elementos presentes en zonas de riesgo que los hacen proclives a pérdidas potenciales. Para medir la exposición se puede utilizar el número de personas o tipos de activos en una zona. Estos se pueden combinar con la vulnerabilidad específica de los elementos expuestos a un peligro en particular para estimar los riesgos cuantitativos relacionados con el peligro en la zona de interés” (INEE, 2009).

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” (Minambiente, 2015).

Movimientos de masa

“Un movimiento en masa es el proceso por el cual un volumen de material constituido por roca, suelo, tierras, detritos o escombros, se desplaza ladera abajo por acción de la gravedad. Son conocidos popularmente como deslizamientos, derrumbes, procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, fallas de taludes y laderas” (IDIGER, 2023).

“En la ocurrencia y causas de los movimientos en masa intervienen en diferente medida factores naturales como la cobertura del suelo, la pendiente del terreno, las características intrínsecas de los materiales, la lluvia y la actividad tectónica. En Colombia las lluvias intensas y/o prolongadas son el principal detonante de estos eventos. Sin embargo, también están



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

influenciados por factores antrópicos como el uso inadecuado del territorio” (UNGRD, Sistema nacional de gestión de riesgos de desastres, 2020).

Movimientos de masa en Bogotá D.C.

“La ciudad de Bogotá es el centro geográfico, político, industrial, económico y cultural de Colombia, se encuentra situada en la cordillera oriental a 2.600 metros sobre el nivel del mar, en el borde oriental de la Sabana de Bogotá que es la altiplanicie más alta de los Andes colombianos. Tiene un área aproximada de 163.637 hectáreas, de las cuales 39.406 hectáreas corresponden al área urbana (37,075 ha) y de expansión urbana (2,331ha)” (IDIGER, 2023).

Disminución del riesgo generado por remoción de masa

“Con el fin de reducir las condiciones de riesgo existentes la administración Distrital ha implementado diferentes intervenciones en el territorio como la ejecución de obras, la identificación de áreas a incorporar como suelo protección por parte de la Secretaría Distrital de Planeación cuando se encuentra en amenaza alta no urbanizable o por riesgo alto no mitigable, así como el reasentamiento de familias” (IDIGER, 2023).

Inundaciones

“Las inundaciones son producidas por exceso de agua, invadiendo áreas que en condiciones normales están secas. Este fenómeno desempeña un papel importante en la regulación de los sistemas hídricos, por esta razón, cuando se modifican dichos sistemas o se ocupan las áreas susceptibles de ser inundadas pueden generarse afectaciones” (IDIGER, 2023).

Avenidas Torrenciales en Bogotá D.C.

“La zona urbana de Bogotá está dividida en cuatro principales cuencas de drenaje correspondientes a los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo que drenan principalmente en sentido oriente-



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

occidente y Torca que fluye en sentido sur – norte. Adicionalmente se destacan las cuencas del humedal Jaboque y la cuenca Tintal-Cundinamarca. Todas estas cuencas entregan al Río Bogotá como receptor principal” (IDIGER, 2023).

Reducción del riesgo por inundaciones

“En el marco de los diferentes instrumentos de ordenamiento territorial que existen en la ciudad como el POT y el POMCA del Río Bogotá, la Ciudad durante los últimos años en articulación con diferentes entidades, ha adoptado una serie de medidas para reducir el riesgo por inundación, entre las que se destacan:

- ✓ Obras para la adecuación hidráulica del río Bogotá: dragado, la ampliación del cauce y la construcción de jarillones en la margen
- ✓ Construcción del embalse seco Cantarrana, para atenuar las crecientes provenientes de la parte alta del río Tunjuelo y reducir el riesgo de inundación en la zona urbana
- ✓ Adecuación hidráulica de cauces, programas de mantenimiento y limpieza, planes de monitoreo y sistemas de alerta entre otros
- ✓ Construcción de las obras de drenaje pluvial y sanitario en la zona del Tintal, cuyo elemento básico es el Canal Embalse Cundinamarca” (IDIGER, 2023).

En el contexto de cambio climático

“Un Escenario de Cambio Climático es una representación del clima que se observaría, bajo una concentración determinada de gases efecto invernadero (GEI) y aerosoles, en la atmósfera en diferentes épocas futuras, el objetivo de trabajar con escenarios de Cambio Climático no es predecir el futuro climático, es evaluar un amplio espectro de posibilidades respecto al posible comportamiento del clima en el futuro y entender las incertidumbres



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

asociadas, con el fin de orientar decisiones robustas que permitan anticiparse a los posibles hechos y generar desde hoy un accionar eficaz que permita introducir los cambios sociales, ambientales, económicos y políticos necesarios para no llegar a la situación proyectada de un futuro desfavorable” (UNGRD, 2012).

“Los escenarios de Cambio Climático, son la mejor forma que tiene la ciencia para, a partir de la información histórica y la generación de modelos físicos, matemáticos, estadísticos y/o geográficos, aproximarse al posible comportamiento que las variables climáticas tendrán en el futuro. Estos se constituyen en herramientas de apoyo a la gestión, ya que permiten al tomador de decisiones de hoy (presidentes, gobernadores, empresarios, inversionistas, directivos, investigadores) aproximarse, bajo algunos supuestos veraces y científicamente soportados, a la manera cómo podría ser el futuro y anticipar así, mediante la planificación, las acciones e inversiones que se desarrollarían en un lugar determinado” (UNGRD, 2012).

Variabilidad climática

“La Variabilidad Climática, se refiere a variaciones en las condiciones climáticas medias, y otras estadísticas del clima (como las desviaciones típicas y los fenómenos extremos, entre otras), en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular. La variabilidad climática, es manifestada, por ejemplo, por fenómenos naturales como el evento cálido de El Niño y su contraparte fría, La Niña” (Quintero, Carvajal, & Aldunce, 2012).

“En el caso colombiano esta integración de la adaptación a la variabilidad climática y el cambio climático y la gestión de riesgo se hace cada vez más necesaria, teniendo en cuenta que las recientes inundaciones de 2011 mostraron una mayor intensidad de las amenazas asociadas al ENOS, y una mayor vulnerabilidad de la sociedad, que indica la necesidad de mejorar



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

mecanismos de respuesta, y realizar una mejor gestión del riesgo en los diferentes planes de desarrollo locales, regionales y nacionales” (Quintero, Carvajal, & Aldunce, 2012).

Gestión del riesgo en zonas urbanas

“el objetivo de la gestión del riesgo en las áreas urbanas es identificar, prevenir y mitigar amenazas y vulnerabilidades a través de la gestión integral del riesgo. Entre las problemáticas ambientales relacionadas con el riesgo de origen natural y antrópico, se encuentran:

- ✓ Desarrollo de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo y amenaza
- ✓ Aumento de la vulnerabilidad por factores inducidos como degradación del paisaje, pérdida de vegetación, deterioro de cuencas, aumento de erosión y sedimentación y el cambio climático
- ✓ Desarrollo de actividades productivas y de servicios en zonas pobladas, que generan alto riesgo de origen antrópico
- ✓ Ocupación de suelos de protección con asentamientos formales e informales y suburbanización” (MINAMBIENTE, 2019).

“La expansión no planificada que muchas ciudades han experimentado para hacer frente al crecimiento repentino de la población en combinación con una planificación territorial inadecuada y con el fracaso de las autoridades urbanas en lo que se refiere a regulación de las normas de construcción, son algunos de los factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de las poblaciones urbanas. Además, unas condiciones de vida deficientes en términos de salud, nutrición, pobreza, analfabetismo o saneamiento, suponen una amenaza permanente a la seguridad física y psicológica de estos grupos de población y generan "riesgos cotidianos" que generan continuos desastres a pequeña escala” (PNUD, 2010).



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

“Los riesgos de desastres extremos por amenazas naturales se ven agravados por estos riesgos cotidianos, dando lugar a un proceso de "acumulación de riesgos" característico de las zonas urbanas, donde las actividades humanas intensifican el riesgo. Por lo tanto, la urbanización aumenta con frecuencia la exposición de personas y bienes frente a las amenazas y crea nuevos patrones de riesgo, por lo que la gestión de los desastres en las zonas urbanas resulta especialmente complejo” (PNUD, 2010).

Asentamientos en faja de Alto Riesgo

“En los últimos años América Latina ha sufrido muchos desastres naturales que han tenido impactos particularmente graves en asentamientos irregulares de áreas densamente urbanizadas. Con base en las conclusiones de investigaciones que el Banco Mundial y otras instituciones financiaron en México en noviembre de 2000. Representantes de autoridades municipales y organizaciones comunitarias compartieron sus experiencias, así como metodologías técnicas y prácticas aprendidas para identificar zonas de alto riesgo, implementar políticas para reducir asentamientos ilegales en esas zonas y establecer medidas de prevención y alivio. Los participantes también identificaron la importancia de la participación social en el proceso” (Keare & Castro, 2010).

“Bogotá es una de las ciudades en Latinoamérica que en los últimos años ha tenido un crecimiento urbanístico muy rápido, sin embargo, parte de ese crecimiento se ha hecho de forma no planificada e informal a través de asentamientos humanos, por medio de la legalización la Administración Distrital reconoce, si a ello hubiere lugar, la existencia de un asentamiento humano constituido por viviendas de interés social o un territorio que se desarrolló de manera informal para luego aprobar los planos de loteo y expedir la reglamentación urbanística, esto trae beneficios a sus habitantes como el acceso a servicios públicos y vías” (Ardila, 2022).



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

“Los asentamientos informales no son una situación nueva y, aunque hay programas, todavía se requiere seguir trabajando para reducir y acabar esta situación. Desde hace décadas se realizan programas para mejorar la calidad de vida de quienes se asentaron informalmente en sectores marginales de la ciudad, con alto riesgo de vulnerabilidad y pobreza, pero como el problema es extenso, la priorización de recursos y programas se realiza a través de las Áreas Prioritarias de Intervención (API). La actual Administración propuso intervenir 24 API en Suba, Kennedy, Ciudad Bolívar, Usaquén, Santa Fe, San Cristóbal y Usme; y en 15 de ellas se arreglaron 252 segmentos viales y se intervinieron 18 parques públicos, beneficiando a 1.741 hogares, según el balance de la Secretaría Distrital de Hábitat. Tarea loable pero insuficiente. Muchos esfuerzos se pierden porque hay un círculo vicioso. Más tarda el Distrito en recuperar los espacios que en volver a ser habitados por otras personas con los mismos o peores problemas. Además, no se hace una evaluación de impacto para saber qué tanto ha mejorado la calidad de vida de los sectores que se intervinieron” (vamos, 2015).

Sistemas de Información Geográfica-SIG

“Es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes” (ESRI, aeroterra, 2019).

“En la actualidad, el mundo se enfrenta a grandes amenazas como sequías, inundaciones, huracanes, eventos con consecuencias nefastas que han aumentado su frecuencia producto de los efectos del cambio climático. Las constantes y grandes emisiones de CO₂ a la atmosfera han



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

provocado un aumento de su temperatura media a nivel global, lo que ha traído consigo un desajuste en los niveles climáticos, generando así el aumento de eventos meteorológicos extremos. Los Sistemas de información Geográfica constituyen una herramienta que puede ser utilizada para realizar la identificación de zonas vulnerables a fenómenos meteorológicos a través de mapas de riesgo; con esto se podrían establecer o mejorar los procesos de toma de decisiones. Estos mapas emplean una técnica que establece un nivel aproximado de riesgo, integrando factores de amenazas y vulnerabilidad que incluye aspectos sociales y económicos” (Vallarino, 2021).

ARCGIS PRO

“La gestión de riesgos y desastres con ArcGIS permite fortalecer la prevención y resiliencia para el desarrollo sostenible de las ciudades y comunidades, logrando un conocimiento integral del riesgo para minimizar el impacto a través del enfoque geoespacial con ArcGIS. Permite Integrar la información de diferentes fuentes en una sola plataforma para la caracterización de las principales amenazas del territorio.” (ESRI, Telemática, 2020)

“A medida que los eventos meteorológicos siempre cambiantes de la Tierra se convierten en más volátiles y costosos, los profesionales utilizan SIG para avanzar en la visualización, predicción y soporte de decisiones en tiempo real de datos meteorológicos. ArcGIS habilita a la comunidad meteorológica para que combine fácilmente enormes cantidades de datos meteorológicos acreditados con información depurada basada en ubicación. Con la actualización de recursos geoespaciales de una organización, los responsables de la toma de decisiones ayudan a proteger vidas y la propiedad y mejorar el desarrollo económico.” (tierra, 2022)



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Marco Normativo

El estado a través del Ordenamiento Territorial establece todos los lineamientos que debe seguir la sociedad con el fin de generar un desarrollo, dentro de las muchas dinámicas que compone el plan de ordenamiento territorial, sin duda alguna, uno de los factores que hace parte de los planes de ordenamiento es todo lo relacionado con Gestión del Riesgo, el estado a través de su normativa establece los lineamientos que deben cumplir las comunidades con el fin de garantizar la integridad y poder gozar de un ambiente de desarrollo sano y próspero.

La carta principal de navegación si de ordenar el territorio se trata es la LEY 388 de 1997 es la ley que brinda la autonomía a los municipios para promover el desarrollo en sus territorios, gestionar el suelo de una manera equitativa y racional y uno de sus objetivos es justamente prevenir los desastres evitando asentamientos en las zonas o fajas de alto riesgo

En el artículo 3: relacionado con la Función Pública del Urbanismo establece que se debe cumplir la seguridad ante asentamientos humanos ante la presencia o aparición de posibles riesgos naturales

En el artículo 8: por medio de la Acción Urbanística la función pública del territorio debe establecer las zonas de alto riesgo por amenazas naturales o cualquier otro tipo de evento que pueda causar perturbación en la integridad humana, de esta forma se restringe en dichas zonas el desarrollo de urbanismo orientados hacia asentamientos humanos

Artículo 10: se establecen las determinantes para la construcción de un Plan de Ordenamiento y sus principales determinantes son la protección y preservación de los ecosistemas, así como la prevención peligros naturales y amenazas que se pueden generar, para esta la creación de políticas y directrices que permitan prevenir las amenazas por riesgos



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

naturales, el reconocimiento de fajas o zonas con un alto riesgo y posibles focos de asentamientos humanos

La Ley 388 de 1997 hace un importante énfasis en el área medio ambiental y zonas de riesgo y es bastante explícita a la hora de establecer los documentos detallados que debe tener un Plan de Ordenamiento con el fin de garantizar la seguridad de la integridad humana

Como lo dicta la ley anteriormente mencionada la Ciudad de Bogotá D.C. con la aprobación de su último POT Decreto 555 de 2021, le apunta a la gestión del riesgo en el territorio

Uno de los objetivos del Decreto 555 de 2021 establece la respuesta frente a desastres de índole climatológicos generados en el territorio mejorando la capacidad de resiliencia de este.

De acuerdo a estudios realizados para el Decreto 555 de 2021, Bogotá D.C. presenta un área de vulnerabilidad por movimientos de masa de 119.000 hectáreas aproximadamente, correspondiente al 73% aproximadamente del área del territorio, por ende, la puesta en marcha de la gestión del riesgo en el POT que busca implementar medidas de adaptación y mitigación frente a fenómenos naturales causados por variabilidad climática que promueven el bienestar social y la protección de la vida, apuntando a un territorio más seguro frente a las amenazas de este tipo.

El Instituto Distrital De Gestión de Riesgo y Cambio Climático-IDIGER conforma el Plan Local de Gestión del Riesgo y Cambio Climático para la Localidad de Ciudad Bolívar, en la Acción No. 1.1.3 en la descripción del problema se establece que algunos barrios, dentro de estos Sierra Morena, por su localización en el terreno con topografía de pendientes medias a altas y de acuerdo al POT del 2004 este se categoriza en una zona de amenaza alta y media



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

Planteamiento del problema

Bogotá en la Localidad No. 19: Ciudad Bolívar, se ha caracterizado por su topografía montañosa y densificación poblacional, relacionado con el contexto social de la localidad que genera un alto porcentaje de déficit habitacional ocasionando un fenómeno de autoconstrucción generalizada del territorio.

Todas estas características hacen propenso el territorio a múltiples riesgos de desastre, el más recurrente el de remoción en masa. El sector occidental de Sierra Morena se ha caracterizado por ser un territorio donde la gestión del riesgo no ha sido priorizada dado a la emergencia histórica de otros puntos focales de la localidad, fenómenos de variabilidad climática generan una alteración en los comportamientos del movimiento del suelo muchas veces pasando desapercibido, por lo anterior, surge la necesidad de generar análisis de manera eficaz y remota para la correcta toma de decisiones, herramientas de análisis espacial contenidas en los SIGs como ArcGis Pro son fundamentales para generar esta sectorización y gestión territorial.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Antecedentes

Este sector limita directamente con el polígono de Altos de la Estancia reconocido por el evento ocurrido en el año 1998 catalogado como el mayor deslizamiento urbano de América latina, según lo establecido en el Decreto 555 POT Bogotá Reverdece 2022 - 2035 se priorizan las “Áreas De Resiliencia Climática Y Protección Por Riesgo” (Suelos declarados uso de protección) de este polígono puntualmente por parte de la autoridad ambiental en suelo urbano “SDA” del cual el barrio sierra morena es colindante y debe ser tenido en cuenta para cualquier intervención institucional.

A su vez este Plan de Ordenamiento Territorial fórmula medidas de adaptación para lo cual estipula la disminución del riesgo relacionado con el cambio climático donde se pretende establecer Medidas de conocimiento para reducir y gestionar el riesgo climático a través de programas de suelos resilientes al clima en entornos amenazados o de riesgo, obras de Adaptación al cambio climático según el estándar Nature-Based Solutions en proyectos de infraestructura implementados en la región capital “SbN”.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Implicaciones o Consecuencias Sociales y Culturales

Teniendo como referente a la Universidad Santo Tomás la cual posee un Centro de Proyección Social “CPS” en la Localidad No. 19: Ciudad Bolívar generando respuesta y capacidad instalada de manera pertinente a las necesidades que presenta la población y/o grupos de valor en el territorio, contribuyendo a el fortalecimiento de los lazos sociales a través de relaciones interinstitucionales, educación continua, asesoría y consultoría, desarrollo comunitario y emprendimiento.

El planteamiento del trabajo plasmado en el presente documento no se aleja de esta proyección social que implementa la Universidad Santo Tomás en este territorio aportando al fortalecimiento de la comunidad desde varios puntos de vista como lo es el bien común, la resolución de conflictos y una mejor calidad de vida en general. La identificación de amenazas de tipo territorial permite a las instituciones tomar decisiones a favor de la comunidad, de esta manera se puede dar el buen ordenamiento del territorio, garantizando el desarrollo humano de la comunidad y su hábitat.

Las ventajas primordialmente de efectuarse un ordenamiento territorial serían sociales, culturales y relativamente económicos, esto debido a que se espera realizar una reducción en el riesgo, con la finalidad de evitar un desastre de remoción en masa salvaguardando la población. Por otra parte, se generaría una cultura de conocimiento del riesgo el cual puede ser replicado en diferentes territorios, y con beneficios económicos puesto que se protegería la inversión de inmuebles realizada por los propietarios de estos.

Relacionado con las desventajas principalmente se vería afectado el tema cultural y económico puesto que posiblemente esta investigación sugiere la toma de decisiones como un posible reasentamiento de viviendas lo cual genera un choque cultural debido al desplazamiento



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

básicamente forzado al que se sometería la población. A su vez, y ligado a lo anterior, el rol económico se afectaría por los gastos que la población tendría que asumir por el cambio de vivienda, aun así, teniendo en cuenta que el ente territorial deberá cubrir la mayor parte de estos egresos.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Relación con la Gestión Territorial

El presente documento tiene una relación estricta con los componentes fundamentales de la gestión territorial toda vez que analiza el ordenamiento territorial, la gestión del riesgo de desastres y los impactos de estos a la infraestructura presente, esto articulado con el uso y/o empleo de herramientas de análisis espacial como los sistemas de información geográfica (SIG) puntualmente ArcGis Pro.

La interlocución de estos elementos permite mediante el empleo de esta herramienta digital sugerir un reordenamiento territorial teniendo en cuenta los posibles riesgos físicos presentados en el suelo y por consiguiente la infraestructura, la gestión territorial posee una responsabilidad social bastante amplia ya que la toma de decisiones puede replantear totalmente el comportamiento de una población es por ello que se debe relacionar la gestión social en cada instancia del proyecto.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Justificación

El IDIGER-Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, no ha realizado y/o contratados estudios recientes de detalle referentes al sector y por consiguiente no ha planteado soluciones a esta problemática. Cabe mencionar, que al limitar directamente con el sector de Altos de la Estancia debe ser objeto de estudio permanente con el fin de Proteger la vida e integridad de los residentes de la zona.

Por otra parte, en el “Plan Local de Gestión del Riesgo y Cambio Climático” de 2019 y actualmente vigente no se consideran medidas dirigidas específicamente a la prevención de un posible evento de remoción de masa puntualmente para este sector.

Teniendo como referente el “Decreto 555 de 2021 POT Bogotá Verdece 2022 - 2035” toma relevancia la importancia de las fases: Conocimiento del riesgo y Mitigación del riesgo con el fin de disminuir instancias donde se tenga que recurrir al manejo de desastres. Los Software SIG como ArcGIS Pro son herramientas generadoras de insumos técnicos que pueden ser utilizados para la toma de decisiones correcta, en este contexto se hace necesario su utilización para generar un análisis de ocurrencia de eventos, al ser estos espacializados es posible generar un mapeo y/o ruta de mayor afectación para poder priorizar sectores y su formulación para plantear las acciones pertinentes.

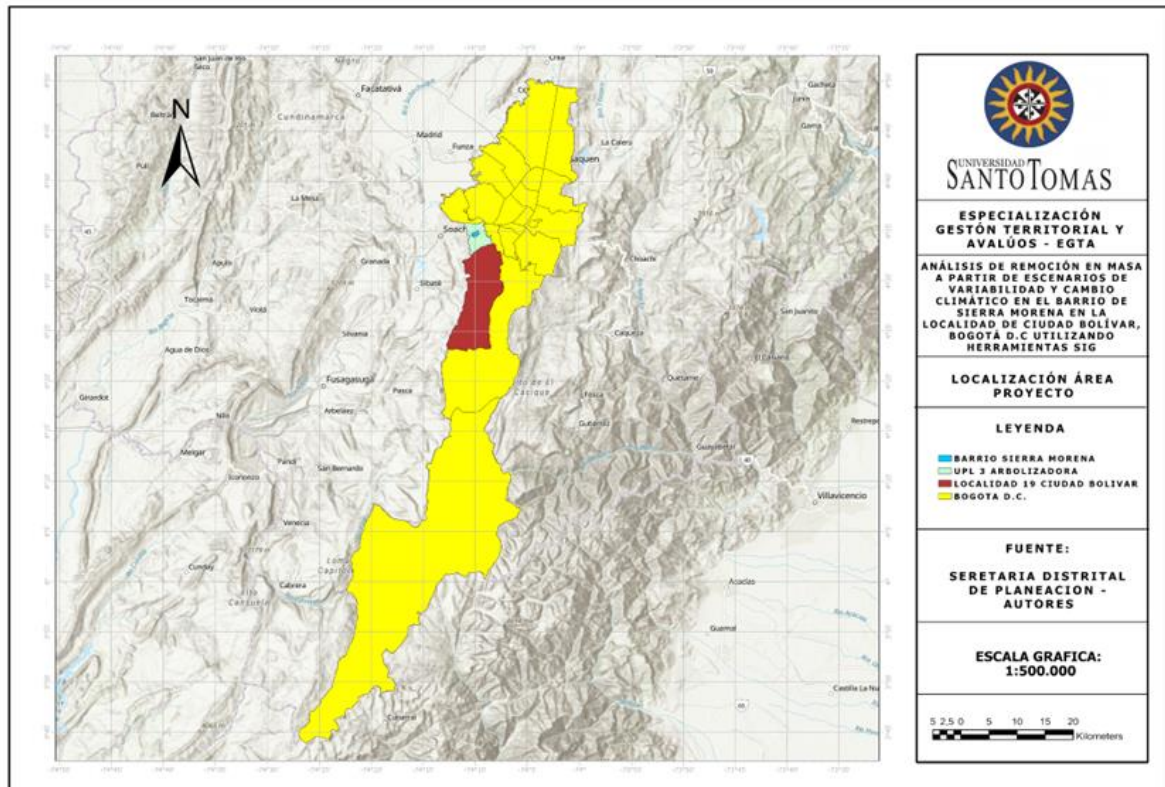


Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Localización del Proyecto

El desarrollo del presente trabajo académico se va a realizar en la ciudad de Bogotá. D.C., en la Localidad No. 19: Ciudad Bolívar en el Barrio denominado como Sierra Morena

Plano 1: Ubicación macro

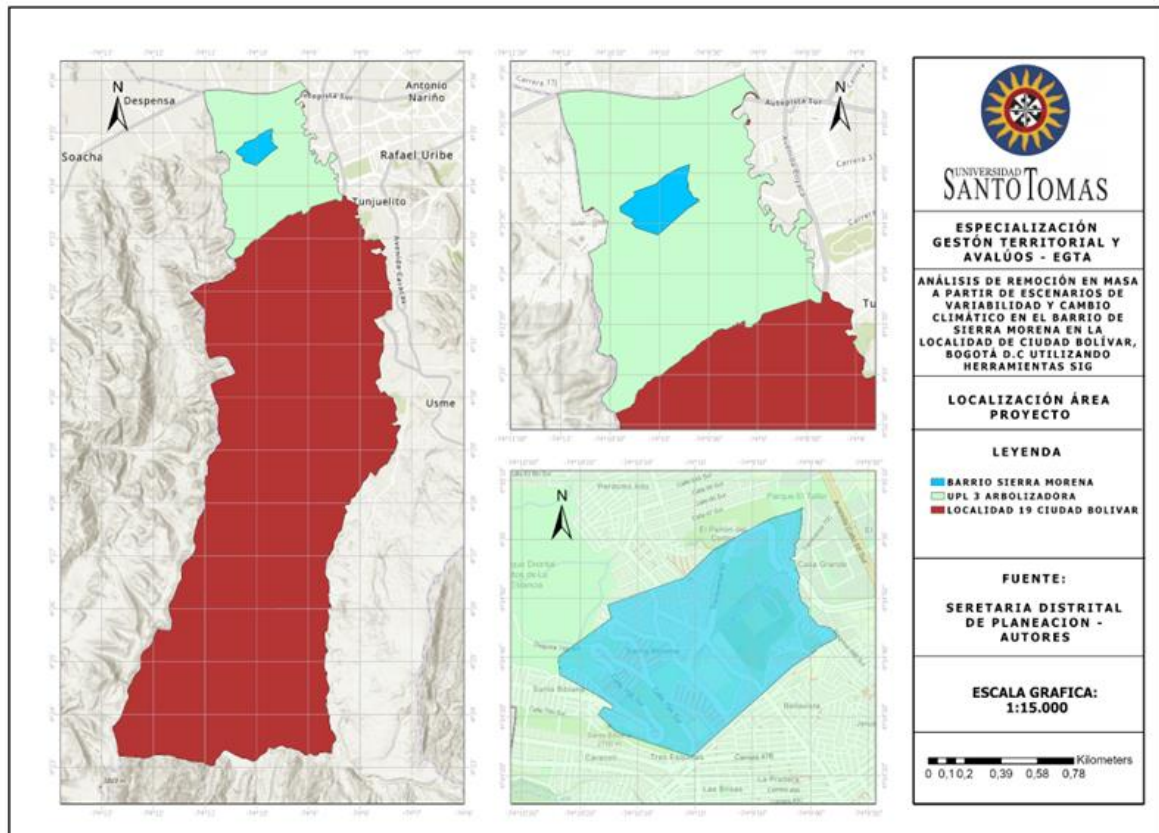


Fuente: Elaboración propia



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Plano 2: Ubicación Local

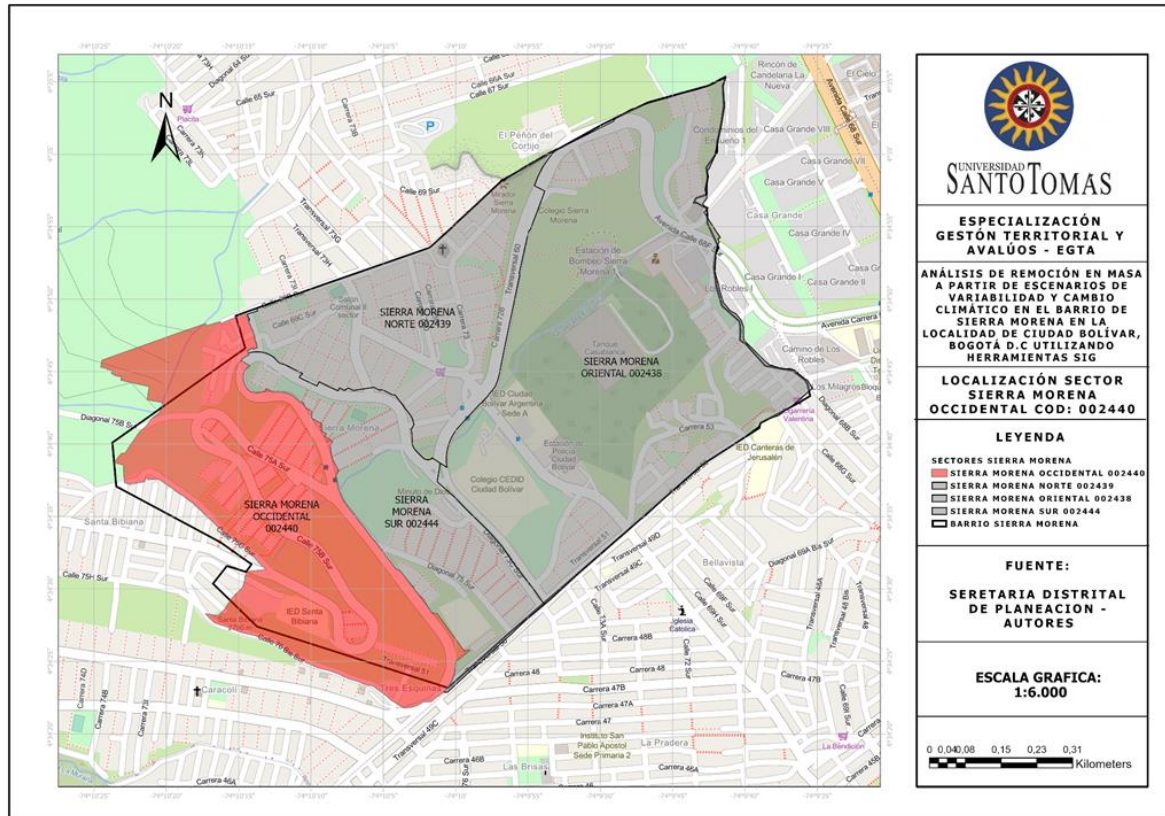


Fuente: Elaboración propia.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Plano 3: Ubicación Sector



Fuente: Elaboración propia

El Área del polígono objeto de estudio es de 26,35 ha



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Metodología

Teniendo en cuenta la ausencia de información relacionada a eventos de remoción de masa que se tiene en el Barrio Sierra Morena de la Localidad No. 19: Ciudad Bolívar se pretende realizar un tratamiento y análisis de datos relacionados a precipitaciones captados a través de estaciones de medición por él , IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, para realizar una comparación con los sucesos de remoción de masa obtenidos por las diferentes entidades institucionales como lo son: IDIGER-Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, UAE-Unidad Administrativa Especial, SDHT-Secretaría Distrital de Hábitat, SDP-Secretaría Distrital de Planeación, CVP-Caja de Vivienda Popular, SDA-Secretaría Distrital de Ambiente, ALCB-Alcaldía Local de Ciudad Bolívar y Alcaldía Mayor con el fin de poder establecer una relación entre ellos, para finalmente representarlo en un Sistema de Información Geográfica-SIG.

Esta información representada en el SIG del sector de estudio será fundamental a la hora de tomar decisiones que permitan el óptimo desarrollo territorial particularmente a eventos de remoción de masa que causan alto riesgo en esta zona del territorio, dicho documento busca ser una fuente de información de importancia especialmente para las entidades institucionales que vinculan el riesgo del territorio para su ordenamiento, finalmente serán estas entidades las que determinarán la utilidad y eficiencia de la información representada.

Aunque no se buscan plasmar las soluciones que permitan ordenar el territorio en el Barrio Sierra Morena, si es de interés plasmar un documento que apoya o fundamenta las decisiones que las entidades institucionales pueden tomar a la hora de ordenar el territorio



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Seguimiento y Evaluación

Poder establecer la relación directa que tiene la variabilidad climática y cambio climático sobre el sector Occidental del Barrio Sierra Morena; con las zonas o fajas identificadas de alto riesgo identificadas en las que este se encuentra representadas por medio de los sistemas de información geográfica como lo es el software ArcGis Pro, fundamenta las decisiones a tomar dirigidas a la reducción y mitigación del riesgo y aporta a el ordenamiento del territorio logrando así la gestión territorial de una manera integral

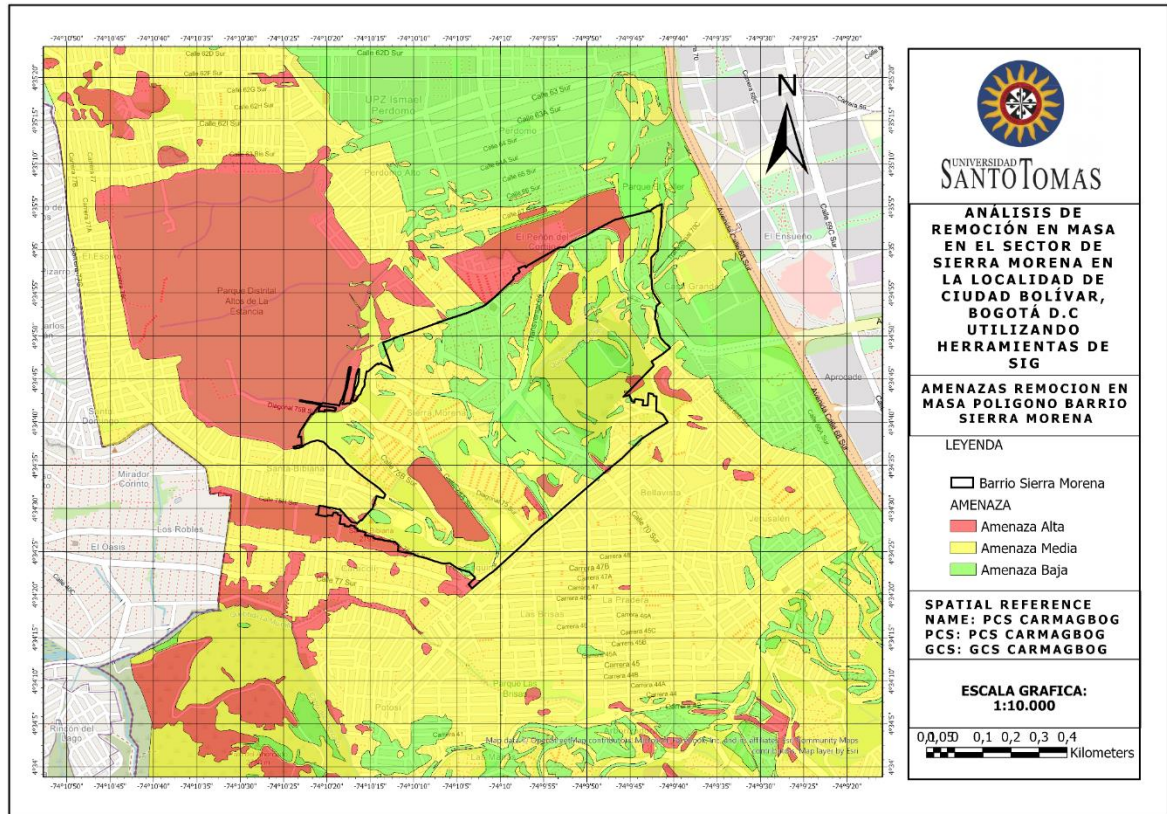
Teniendo en cuenta las características físicas y de vulnerabilidad que presenta la zona de análisis en el Barrio Sierra Morena, el diagnóstico se basa fundamentalmente en los análisis de ciclos anuales de precipitación y relacionados con los eventos asociados a emergencias por condiciones climatológicas, todo esto inmerso dentro de una temporada climatológica NIÑO O NIÑA

Para el Barrio de Sierra Morena se tienen reportes de las entidades territoriales como lo son IDIGER y Bomberos desde el 2015 hasta el 2022 como último reporte de emergencia asociada a lluvias con apoyo de los Sistemas de Información Geográfica-SIG se compila la información necesaria y se representa cartográficamente.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Plano 4: Amenaza de remoción en masa



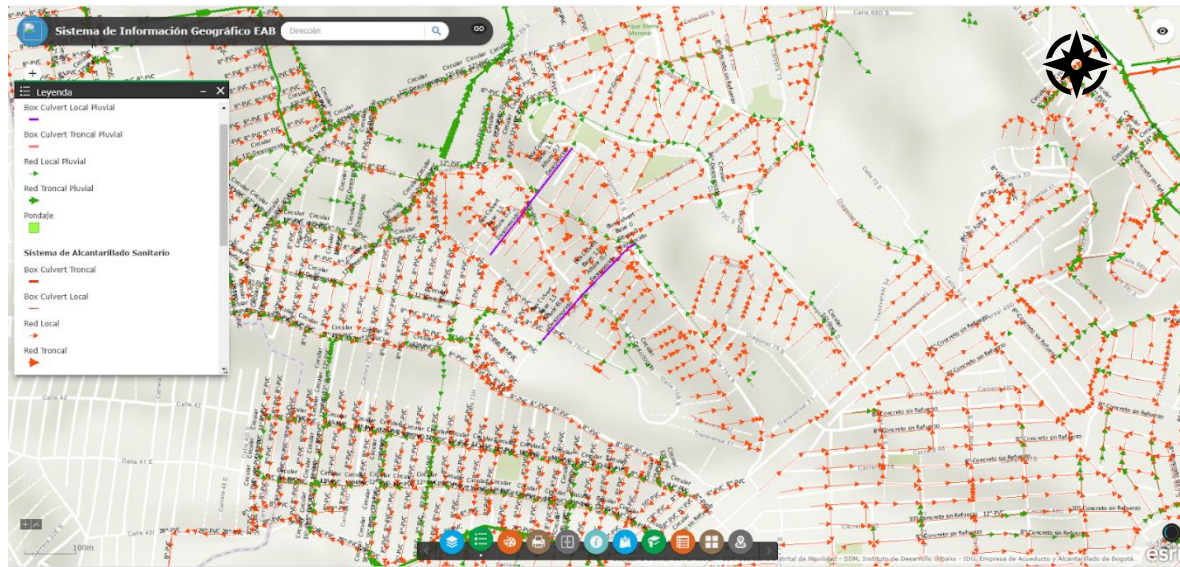
Fuente: Elaboración propia

En el Plano 4 se puede evidenciar la zonificación de amenaza de remoción en masa para el barrio Sierra Morena se puede evidenciar que el sector objeto se encuentra inmerso en bastantes sectores catalogados como de amenaza alta y particularmente la zona de Altos de la Estancia, dicho zona demarcada por medio de un polígono el cual está clasificado como riesgo alto no mitigable.



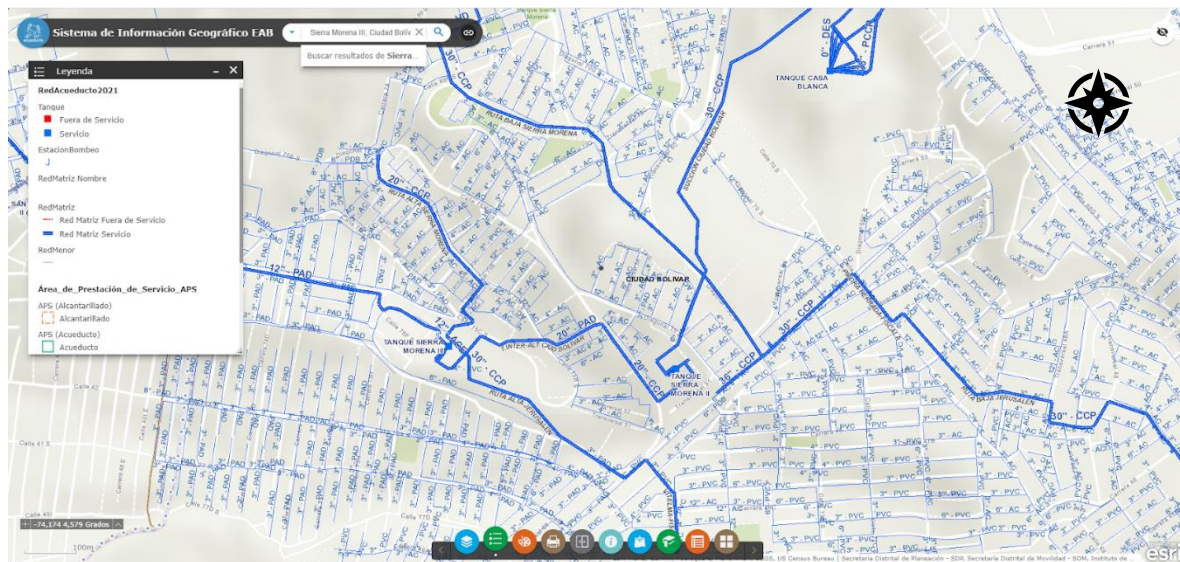
Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Ilustración 1: Redes de alcantarillado sanitario y pluvial



Fuente: SIGUE - EAAB

Ilustración 2: Red de acueducto



Fuente: SIGUE – EAAB

En la ilustración 1 se puede evidenciar las redes de alcantarillado pluvial y sanitario, se logra identificar que la “Quebrada Zanjón El Cortijo” suple gran parte del descargue para el caudal de la zona lo que a su vez evidencia una carente presencia de redes pluviales complementarias y genera conexiones erradas con redes de alcantarillado sanitario.



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

En la ilustración 2 se evidencian las redes de acueducto presentes en el sector donde se puede identificar conforme a la comparación con alcantarillado una aparente falta de redes conforme a la cantidad de predios asentados en el sector, esto induce a que se han construido redes clandestinas por parte de la comunidad residente.

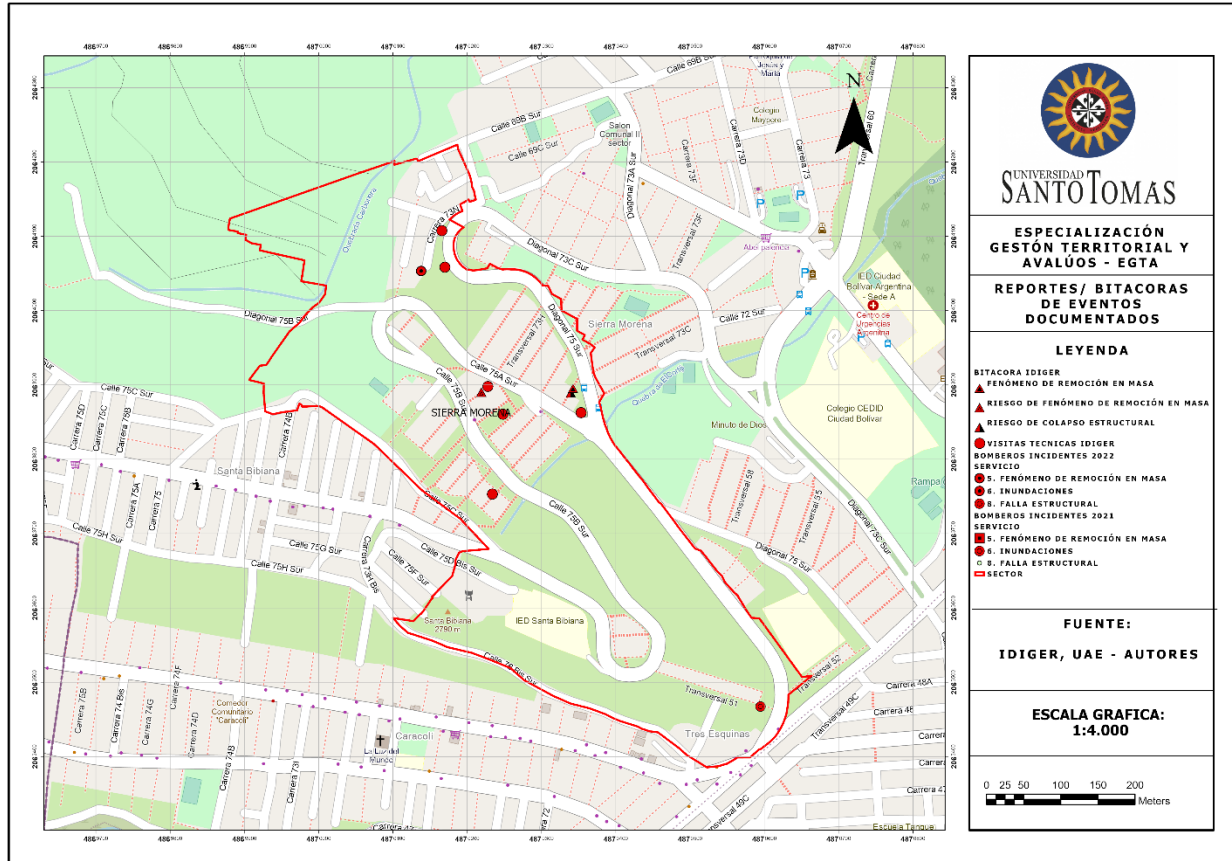
Recopilación de Información

Dadas las condiciones de la zona de estudio presenta características muy marcadas de topografía que lo hacen zona con un riesgo alto, de acuerdo a información obtenida de las entidades públicas como IDIGER y Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial Bomberos Bogotá (UAE) para el sector occidental de Sierra Morena se tiene la siguiente información reportes de emergencias asociados a precipitación en un periodo de seis años.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Plano 5: Reportes de emergencias



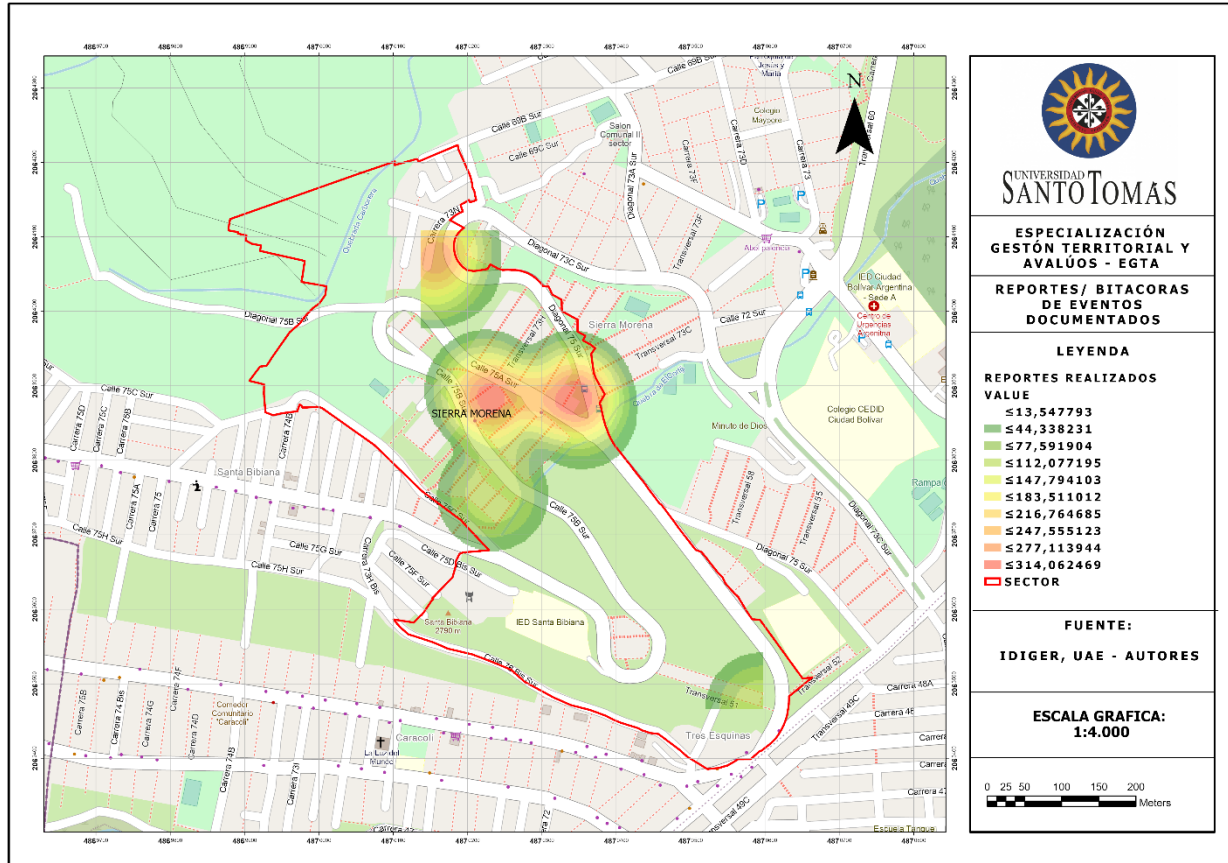
Fuente: IDIGER, UAE - Elaboración propia

En el Plano 5 se visualiza los reportes generados por IDIGER, UAE, Comunidad y Alcaldía local para eventos de remoción de masa ocurridos, detonantes y/o con riesgo alto de ocurrencia como inundaciones y riesgo estructural.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Plano 6: Mapa de Calor Reportes de emergencias



Fuente: IDIGER, UAE - Elaboración propia

En el Plano 6 se genera un análisis espacial por medio de un mapa de calor que permite generar las zonas de afectación puntuales sobre las cuales se realizará el recorrido en campo prioritariamente debido a su alta ocurrencia en fenómenos de remoción en masa y asociados a la ocurrencia de estos.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Tabla 1: Eventos asociados a lluvia

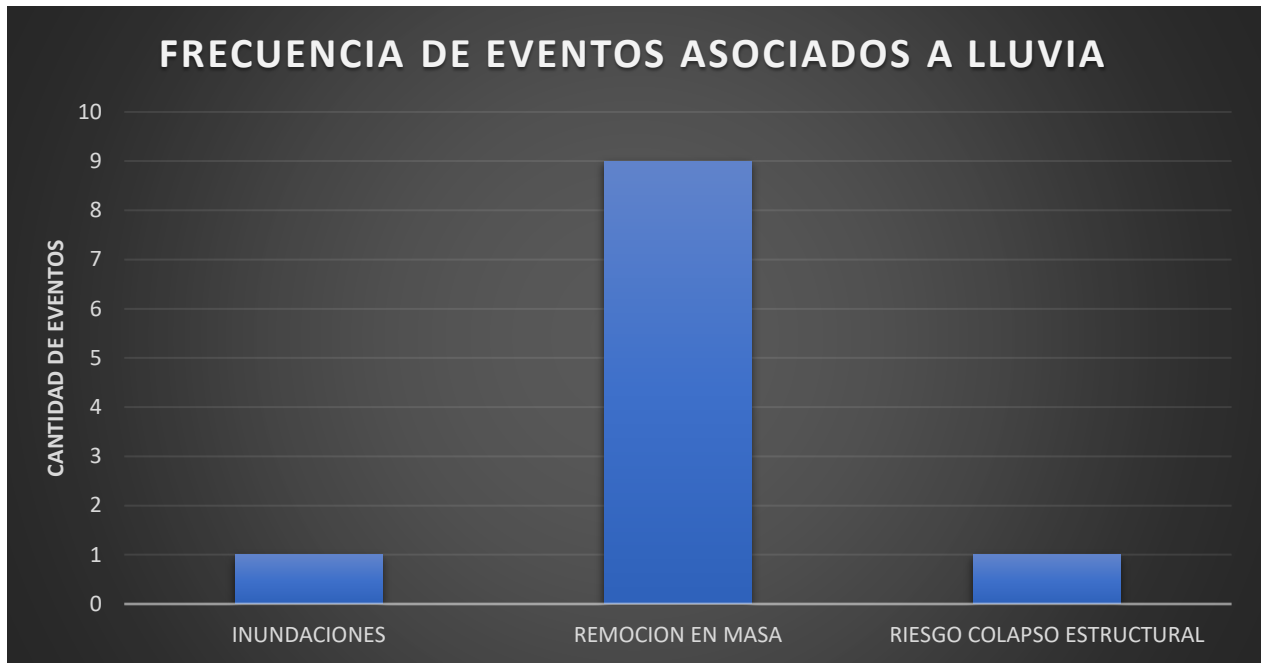
EVENTOS ASOCIADOS A LLUVIA				
AÑO	INUNDACIONES	REMOCIÓN EN MASA	RIESGO DE COLAPSO ESTRUCTURAL	TOTAL
2015		1		1
2017		2	1	3
2019		1		1
2020		1		1
2021	1			1
2022		4		4
TOTAL	1	9	1	11

El la Tabla 1 se encuentran tabulados los reportes obtenidos en las entidades de atención de emergencias para el barrio Sierra Morena, específicamente para zona objeto de estudio, como se puede identificar el dato mas antiguo data del año 2015, año en el cual se empiezan a registrar los reportes de emergencias de desastres naturales para la zona objeto de estudio



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Gráfico 1: Frecuencia de eventos asociados a lluvia 2015-2022



Fuente: Elaboración Propia

En el Grafico 1 están plasmados la cantidad (frecuencia) de cada uno de los eventos de riesgo debido a las lluvias, generados en la zona objeto de estudio, indispensable para determinar cual es el evento con mayor frecuencia en le tiempo reportado y en temporada de lluvia



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Gráfico 2: Distribución de eventos asociados a lluvia 2015-2022



Fuente: Elaboración Propia

En el Grafico 2 se puede identificar como ha sido la distribución de los eventos asociados a lluvias presentados en el Grafico 1 en relación con los meses del ciclo 2015-2022, para poder analizar cuales con los meses que presentan la mayor cantidad de reportes, para la zona de estudio los meses MARZO, ABRIL y JUNIO presentan la mayor cantidad de reportes de eventos asociados a lluvias



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Gráfico 3: Cantidad de eventos por año



Fuente: Elaboración Propia

Para el Grafico 3 se refleja la representación de los eventos asociados a lluvias reportados a través de los años, la frecuencia de estos y poder observar cual el año o los años con mayor cantidad de reporte de emergencias, para este caso el año 2017 y 2022 fueron los años de mayor cantidad de emergencias presentadas y reportadas

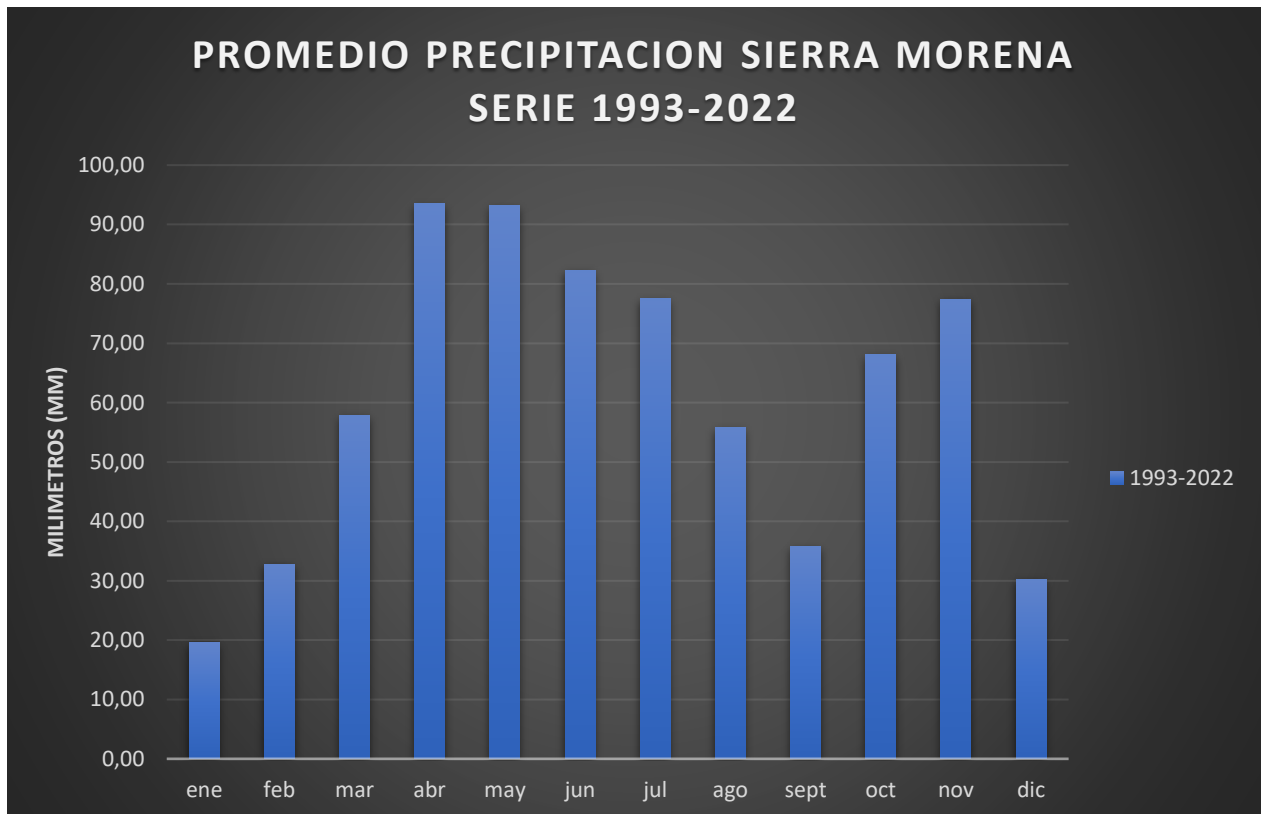
Gracias a las bases de datos que proporciona el IDEAM y a través de Datos Hidrológicos y Meteorológicos- DHIME es posible identificar la estación que monitorea el sector de Sierra Morena, para este caso la estación que presentaba la información completa y adecuada que permite el tratamiento de datos para su análisis se denomina SANTA MARIA DE USME identificada con el código 21201240, actualmente activa y operativa.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Puesto a el tipo de estación que es SANTA MARIA DE USME se puede analizar distintos datos hidrometeorológicos, sin embargo, para efectos del presente trabajo sólo se requieren los datos referentes a Dia Pluviométrico, con un ciclo hidrológico de treinta años.

Gráfico 4: Precipitación promedio



Fuente: Elaboración Propia

En el Grafico 4 puede establecer el ciclo anual de precipitación y se pueden identificar los meses que han presentado más cantidad de agua debido a la precipitación A partir de esta información también se puede obtener el acumulado total de precipitación del año para el sector de Sierra Morena que para este caso se cuenta con un acumulado de 729 mm como se puede identificar a través de los datos tabulados en la Tabla 2 y representados en el Grafico 5

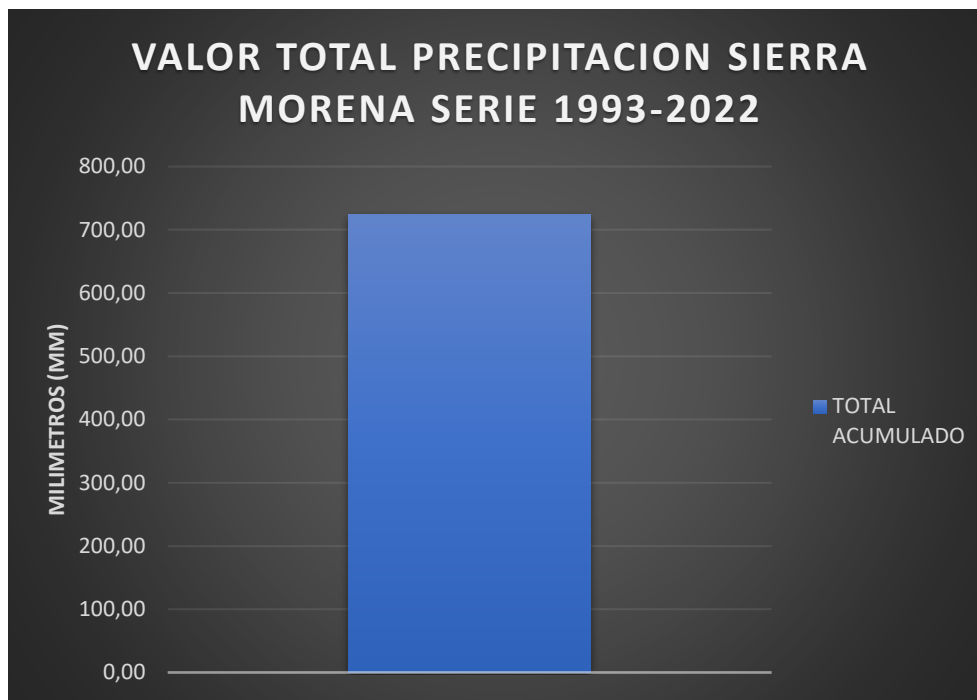


Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Tabla 2: Precipitación Promedio

serie	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	TOTAL ACUMULADO
1993-2022	19,59	32,78	57,87	93,48	93,15	82,28	77,51	55,77	35,80	68,05	77,41	30,23	723,92

Gráfico 5: Precipitación acumulada



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Índice Oceánico Niño

2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0
2022	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8

Fuente: National Weather Service- Climate Prediction Center

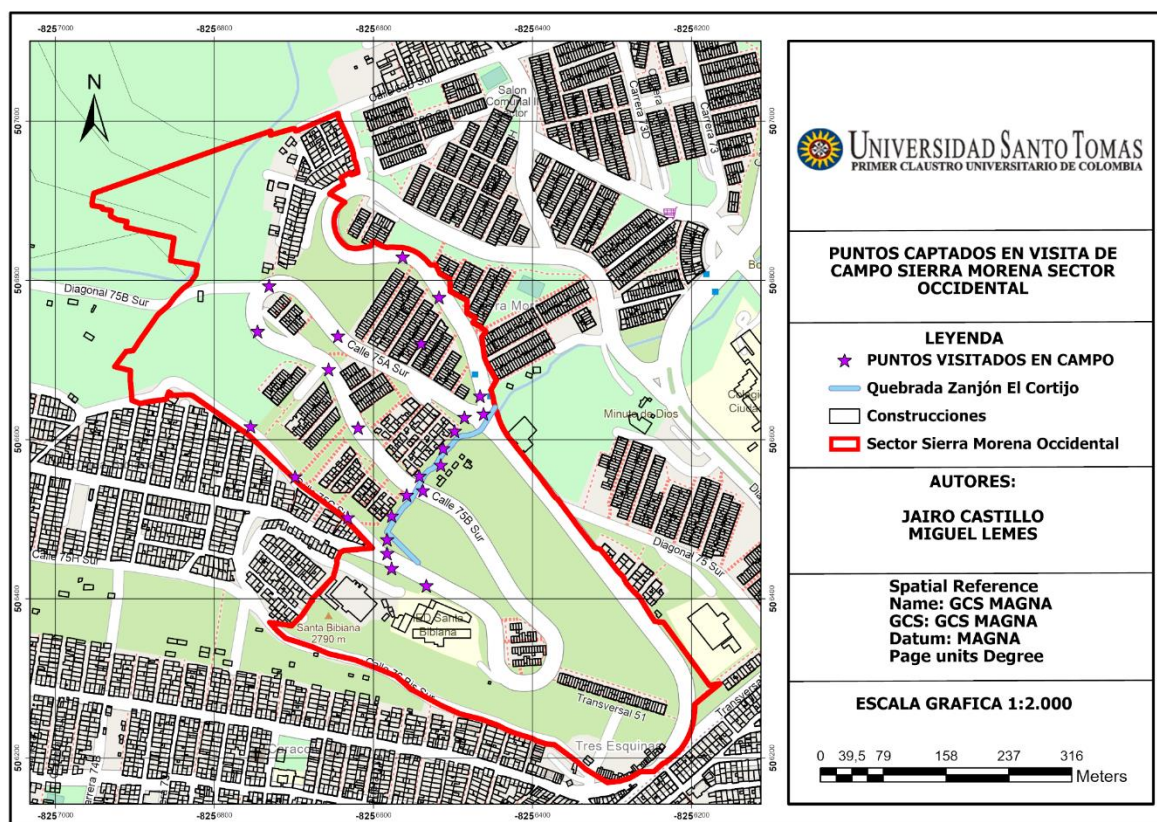


Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Los datos presentados en la Tabla 3 están dados en cambios de temperatura para periodos fríos se representan en azul y se relacionan a fenómeno Niña (temporada de lluvia), por el contrario, para periodos cálidos se representan en color rojo y se relaciona a una temporada de Niño (temporada de sequía) y los datos con color representan un periodo neutral. los periodos fríos o cálidos se consideran cuando se supera un umbral de ± 0.5 grados

Visita de Campo

Plano 7: Puntos visitados



Fuente: IGAC - Elaboración propia

En el Plano 7 se ubican los puntos de interés en el recorrido realizado en campo teniendo en cuenta el análisis espacial generado con la información reportada y georreferenciada, estas coordenadas se espacializaron con ArcGis Pro y posicionadas con un dispositivo celular GPS, es



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

de aclarar que la ubicación de estas cuentan con un desfase aproximado de 3-4 metros debido al dispositivo utilizado, sin embargo, para el análisis realizado es suficiente.

Tabla 4: Registro fotográfico y descripción

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Terreno erosionado evidencia de remoción en masa, estructura de contención en su parte baja.
	Edificaciones convencionales aledañas a ronda de protección de quebrada, zona riesgo alto y medio, ronda de quebrada ocupada por cobertura vegetal.

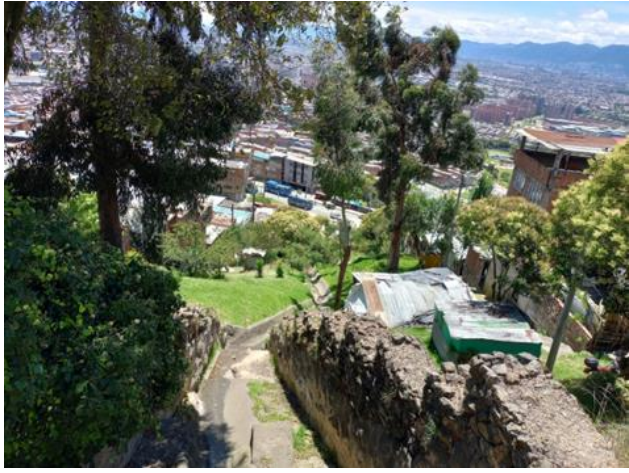


Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Canal de quebrada, ronda de protección zona de alto riesgo con presencia de especies arbustivas
aquie 	Edificaciones convencionales y estructuras no convencionales (asentamientos informales) construidos en zonas de protección de quebrada, siendo zona de alto riesgo, se evidencia especies arbóreas de gran magnitud en dicha zona.
	Estructuras no convencionales de uso familiar construidas en zonas de protección de quebrada, zonas de alto riesgo, aparente invasión



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Estructuras no convencionales de uso familiar construidas en zonas de protección de quebrada, zonas de alto riesgo, aparente invasión
	Evidentes fallas estructurales en uno de los corredores viales principales, específicamente en la zona aledaña a la quebrada, zona de ronda de protección
	Evidencia de especies arbóreas de gran magnitud, edificaciones convencionales y no convencionales en zona de protección de ronda, zona de alto riesgo



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Evidencia de humedad en zonas cercanas al suelo de las viviendas debido a la capilaridad que puede presentarse por el nivel de humedad que posee el suelo
	Remoción de material, evidente causa de erosión sobre suelo
	Erosión en el suelo y evidentes estructuras de contención de taludes (gaviones), se puede identificar una zona inestable y de riesgo, con estructuras convencionales aledañas



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Estructura de contención de talud fallada, zona de riesgo e inestable, aledaña a importante corredor vial del sector
	Talud de gran magnitud con evidencia de remociones de material, estabilizado a través de corte y estructuras de contención en algunas secciones en su terraza se evidencia construcciones
	Talud con alto grado de perpendicularidad con evidencia de erosión y algunas estructural de contención



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Terreno erosionado evidencia de remoción de material en tiempos anteriores.
	Desarrollo de viviendas de manera autoconstructiva, las viviendas presentan características arquitectónicas de hasta cuatro plantas y un sistema estructural convencional
	Zona de alto riesgo estabilizada con estructuras de contención, construcción de viviendas en parte alta sobre terraza de talud



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Edificaciones de uso residencial en zona denominadas de alto riesgo, sin ningún tipo de control, condición o restricción urbanística.
	Procesos de autoconstrucción de viviendas potencial riesgo de remoción en masa y/o colapso estructural
	Viviendas con cortes en talud para permitir accesos a estas mismas



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Fotografía tomada en campo	Concepto
	Accesos vehiculares a viviendas causando cortes ajenos al talud, generando una zona inestable y erosión sobre el mismo.
	Sector conocido como Altos de la Estancia foco de desastres cronológicamente hablando, donde está prohibido el desarrollo de obras civiles diferentes a contención de terreno y establecida como zona de alto riesgo de acuerdo con el POT.
	Sector conocido como Altos de la Estancia foco de desastres cronológicamente hablando, donde está prohibido el desarrollo de obras civiles diferentes a contención de terreno y establecida como zona de alto riesgo de acuerdo con el POT.



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

La Tabla 4 representa el trabajo de campo realizando, donde se pueden identificar zonas con alguna evidencia de afectación de algún tipo de evento relacionado a lluvia y que se puede identificar físicamente en suelo, o bien alguna característica marcada del sector, se hace una breve descripción del hallazgo identificado en campo orientado a el objeto de estudio del trabajo académico



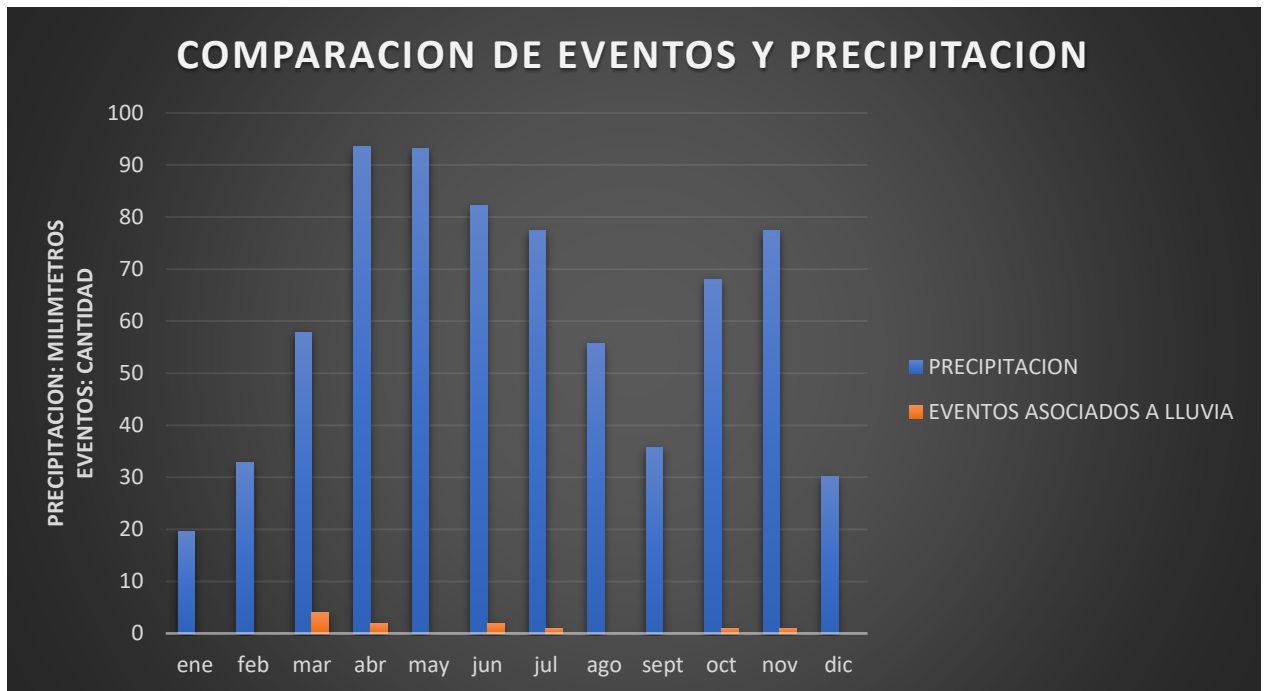
Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Resultados

Es necesario hacer tratamientos de datos para obtener la información necesaria que permita diagnosticar esta zona del territorio y caracterizarla de acuerdo a la problemática que se encuentra inmersa, de acuerdo a esto y teniendo en cuenta toda la información recopilada y tratada se puede interpretar de los datos:

Los reportes son dados debido a la causa de un daño en un inmueble, debido a las características físicas y topográficas del sector las emergencias con mayor cantidad de reportes es la Remoción en masa como lo muestra el Grafico 1, esta emergencia es una de las frecuentes en temporadas de lluvias en zonas de asentamientos

Gráfico 6: Comparación eventos y precipitación



Fuente: Elaboración Propia



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

El Grafico 6 representa la relación dada entre el Grafico 2 y el Grafico 3, donde es evidente que los meses con mayor cantidad de precipitación se ajustan y coinciden con los meses que presentan mayor cantidad de reportes de emergencias

La relación también está dada a el Fenómeno Niña que de acuerdo a la Tabla 3 se tiene que los periodos fríos están dados para los años 2017, 2018, 2020, 2021 y 2022, particularmente con más frecuencia en los años 2021 y 2022, analizando el Grafico 5 los años con mayor cantidad de reportes son los años 2017 y 2022, teniendo también reportes de emergencias en los años 2019, 2020 y 2021, es decir, existe una relación directa de las emergencias presentadas en la zona y las condiciones de climáticas lluviosas, enmarcado en un período Niña (periodo frío-condición de lluvia)

En el trabajo de campo se evidencia el desarrollo de edificaciones aledañas a la zona de protección de la quebrada siendo una invasión que en temporadas de lluvias genera las emergencias reportadas, ya que esta condición climática genera una sobre carga hidráulica sobre la quebrada, aumentando su caudal de manera súbita que afecta de manera directa toda construcción que se encuentre en su zona de protección.

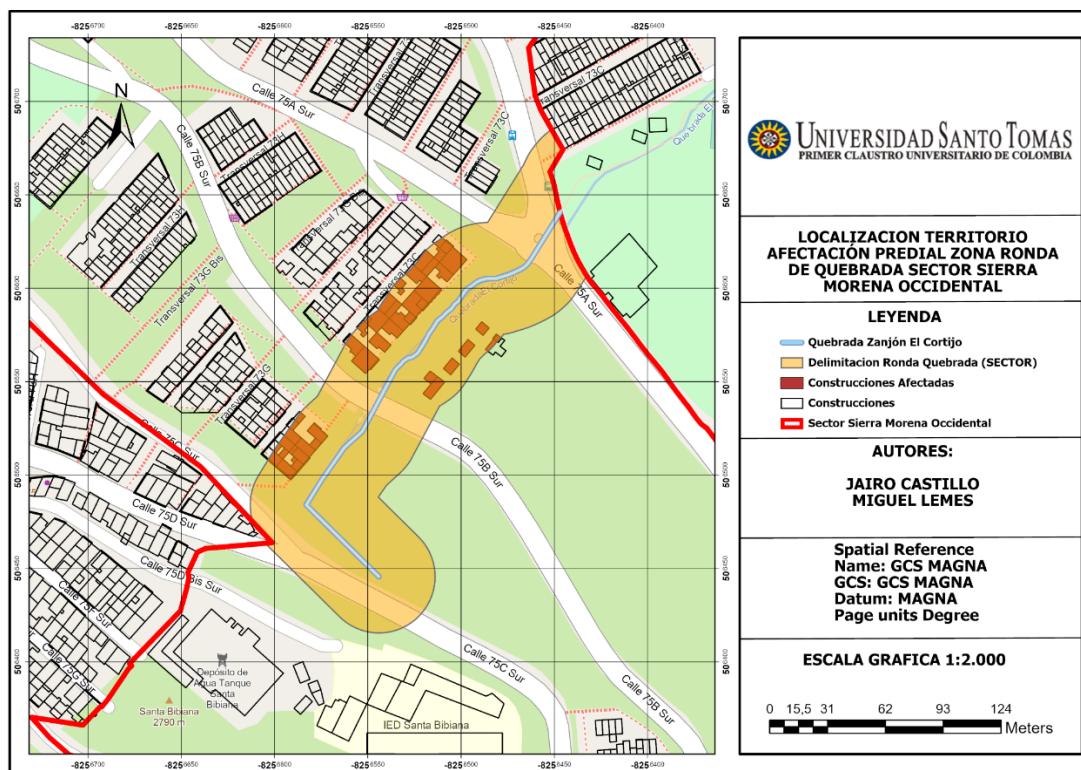
Teniendo en cuenta la información estadística cuantificada de la estación meteorológica, información espacial y evidencia captada en terreno se hace lógica la zona con mayor amenaza, vulnerabilidad y/o susceptibilidad a ser objeto de una remoción en masa es la aledaña a la “Quebrada Zanjón El Cortijo” toda vez que la identificación en campo y los reportes evidenciaron una mayor afectación tanto de construcciones como obras realizadas por IDIGER para la contención y prevención del avance de estos deslizamientos.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Por consiguiente, se hace necesario generar una nueva zonificación que tenga como objetivo priorizar este espacio geográfico con la ampliación de la ZMPA a un radio de 30 metros como mínimo ya que son estas construcciones, predios y/o unidades familiares son las que mayor cantidad de vulnerabilidad posee como se propone a continuación:

Plano 8: Zona de protección de ronda de quebrada



Fuente: IDIGER, IGAC - Elaboración propia

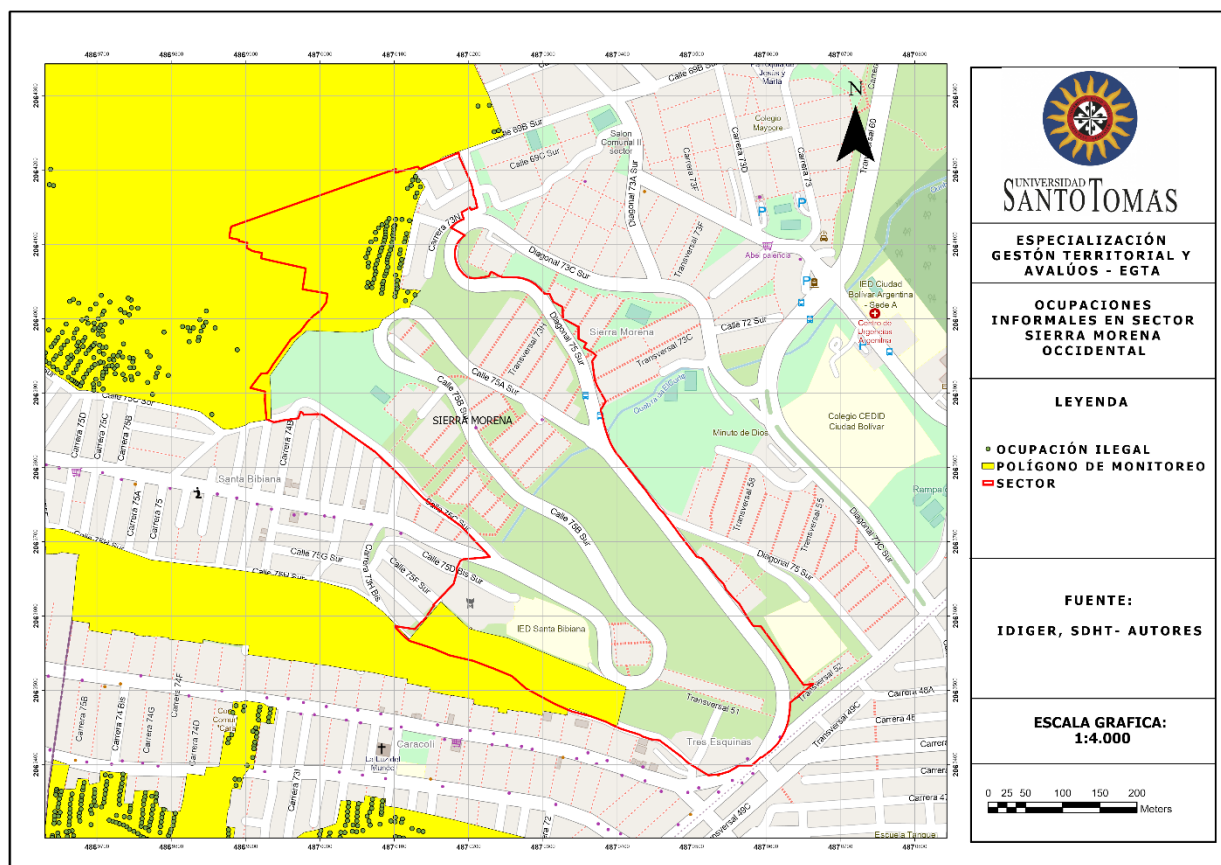
En el Plano 8 se logra identificar que la afectación preliminar es de 58 Predios, área construida afectada total 1.811 m² en esta zona específica, se sugiere realizar la reubicación definitiva de la población que habita estos predios para la resolución de esta zona problemática ya que al hacer el cruce de información es evidente que los escenarios de inundación y encharcamiento provocados por fenómenos de variabilidad climática surgen como detonantes de eventos de remoción de masa, las obras realizadas para la contención de la ocurrencia de estos



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

fenómenos en su gran mayoría ya se encuentran con fallas en su estructura y/o destruidos totalmente, por esto la prioridad de generar un reasentamiento con el fin de proteger la vida de la comunidad en general.

Plano 9: Polígonos de Monitoreo – Ocupaciones Informales



Fuente: IDIGER, IGAC - Elaboración propia

Por otra parte en el Plano 9 se pueden evidenciar los procesos de autoconstrucción y asentamientos informales son evidentes en todo el sector objeto de estudio, aún más preocupante la ubicación de estos ya que se disponen en polígonos de monitoreo por consiguiente se hace necesario implementar acciones de recuperación de estos espacios ya que en el caso particular del



**Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio
Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar,
Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG**

sector Altos de la estancia aún se evidencian asentamientos pese al aparente control urbanístico que la entidad territorial ejerce.



Conclusiones

Principalmente se puede concluir que los escenarios de variabilidad climática puntualmente los relacionados con fenómeno de la niña están ampliamente relacionados con los eventos ocurridos en el sector objeto de estudio por consecuente se puede relacionar directamente la ocurrencia de remociones en masa con el aumento de precipitaciones y su detonante en colindancia con la “Quebrada Zanjón El Cortijo”.

En relación con el trabajo de campo es evidente que en el suelo de la zona de estudio se han presentado remociones en masa, un suelo de pendientes pronunciadas y con presencia de estructuras de contención, en donde, algunas de estas ya presentan fallas o colapsos, lo realmente preocupante es la cercanía o presencia de algunas estructuras como viviendas y vías a estos suelos con remoción, es evidente la zona de riesgo en la se encuentra la comunidad de este sector de Sierra Morena, algunas de estas estructuras se encuentran sobre la zona de protección de la “Quebrada Zanjón El Cortijo”.

La “Quebrada Zanjón El Cortijo” debe ser sometida a una re evaluación en la definición de la ronda de protección establecida en ZMPA como se propone en los insumos de diagnóstico esto con el fin de generar una correcta gestión del territorio, teniendo conocimiento de riesgo y mitigación del riesgo de desastres.



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Recomendaciones

- Es necesario resaltar que el presente trabajo es un ejercicio académico y su objeto de estudio es la una zona específica del Barrio Sierra Morena, sus resultados están dados única y exclusivamente para este sector estudiado
- Es prioritario contemplar en el Plan de Ordenamiento Territorial la zona de la “Quebrada Zanjón El Cortijo” de intervención a corto plazo debido a los escenarios de riesgos encontrados mediante análisis espacial.
- Los resultados presentados en el presente ejercicio académico brinda una orientación de la inferencia que tienen las condiciones meteorológicas frente a el riesgo a el cual se encuentra inmerso una comunidad específica, sin embargo, dichos resultados no son un condicionante para la toma de decisiones sobre la problemática del territorio en específico
- Debido a veracidad de los tratamientos de datos generados en el presente documentos, a través de las diferentes salidas gráficas, planimétricas y/o tabla, puede usarse como uno de los muchos insumos de aporte a los diferentes estudios que orientan el Ordenamiento Territorial



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

Bibliografía

- Ardila, J. M. (2022). *Secretaria de habitat*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/avances-y-proceso-de-legalizacion-de-barrios-informales-en-bogota>
- ESRI. (2019). *aeroterra*. Obtenido de <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>
- IDIGER. (2023). *Instituto distrital de gestion de riesgos y cambio climatico*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rmovmasa>
- INEE. (2009). *red internacional para la educacion en situaciones de emergencia*. Obtenido de <https://inee.org/es/eie-glossary/exposicion>
- Keare, D., & Castro, L. J. (2010). *Lincoln institute of land policy*. Obtenido de <https://www.lincolnst.edu/es/publications/articles/prevencion-riesgos-en-los-asentamientos-irregulares>
- Minambiente. (2015). *Gestión del Riesgo de Desastres*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/amenaza-vulnerabilidad-y-riesgo/>
- MINAMBIENTE. (2019). *Gestión del Riesgo en Áreas Urbanas*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-del-riesgo-en-areas-urbanas/>
- OEA. (1991). *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/begin.htm#Contents>



Análisis De Remoción En Masa A Partir De Escenarios De Variabilidad Y Cambio Climático En El Barrio De Sierra Morena En La Localidad De Ciudad Bolívar, Bogotá D.C Utilizando Herramientas SIG

PNUD. (2010). *Gestion del riesgo urbano*. Obtenido de

<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/Reduci%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%20-%20Gesti%C3%B3n%20del%20Riesgo%20Urbano.pdf>

Quintero, M., Carvajal, Y., & Aldunce, P. (2012). ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO:. *Luna Azul* .

UNGRD. (2012). *Sistema Nacional de Gestion de Riesgo de Desastres*. Obtenido de

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Conocimiento/Escenarios-de-riesgo-de-desastres-y-escenarios-de-cambio-climatico.pdf>

UNGRD. (2020). *Sistema nacional de gestion de riesgo de desastres*. Obtenido de

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Riesgo-por-movimientos-en-masa-en-Colombia.aspx>

Vallarino, R. (2021). *PATRIMONIO, URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE DEL AULA A LA*

RED. Obtenido de <https://blogs.upm.es/puma/es/2021/12/13/los-sistemas-de-informacion-geografica-como-herramienta-para-la-prevencion-de-desastres/#:~:text=Los%20Sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20Geogr%C3%A1fica%20constituyen%20una%20herramienta%20que%20puede,procesos%20de>

vamos, B. c. (2015). *El problema de los asentamientos informales*. Obtenido de

<https://bogotacomovamos.org/el-problema-de-los-asentamientos-informales/>