

EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA REMOCIÓN EN MASAS EN EL MUNICIPIO DE CARTAGENA DE INDIAS - BOLÍVAR

Camilo José Ríos Barbosa, cjrriosb@unadvirtual.edu.co

Madison Dayana Sanchez Herrera, mdsanchezh@unadvirtual.edu.co

Jesús Alberto Cardona Mercado, jacardoname@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Oscar Andrés Toro Trochez, Oscar.toro@unadvirtual.edu.co

RESUMEN

El trabajo se centra en la delimitación, zonificación y análisis de exposición a la amenaza de remoción de masas en el municipio de Cartagena de Indias, Bolívar. Este municipio esta localizado sobre zonas rocosas y arcillosas. Por tal motivo hay factores que implican directamente en los movimientos de tierra. Por ellos es fundamental identificar factores climaticos, topograficos, ambientales; que afectan directamente la remoción del suelo. Un fenomeno que se vive en gran parte de la zona caribe son las invaciones sociales en zonas de alto riesgo, como lo son laderas. Este estudio se basa en identificar areas mas proponas y asi lograr un plan de ordenamiento y concientizacion de riesgos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar la suceptibilidad a la remocion de masas en el municipio de Cartagena de Indias - Bolivar.

Objetivo especificos

- Identificar las areas segun su nivel de exposicion a la amenaza en remocion de masas.
 - Identificar factores climaticos que aumenta el movimiento de masas.
 - Identificar fallas geológicas para determinar áreas propensas en movimiento de masas.
-

INTRODUCCION

La introducción proporciona el contexto del estudio, destacando la importancia de la evaluación de susceptibilidad y el análisis de amenazas relacionadas con los fenómenos de desplazamiento masivo en el municipio de Cartagena de Indias, Bolívar. También plantea la relevancia de este trabajo para la planificación urbana y la gestión de riesgos en la región.

Actualmente existe un índice alto de desplazamiento masivo por diferentes factores climáticos y sociales. Por ende la importancia de identificar las zonas con riesgo y así lograr un ordenamiento territorial.

MARCO TEORICO

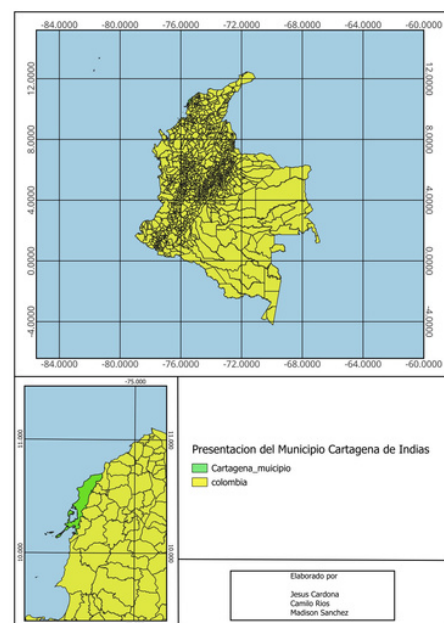
El marco teórico se basa en teorías y conceptos relacionados con los fenómenos de remoción masiva, susceptibilidad y evaluación de riesgos. Se revisan estudios previos y se presentan los enfoques metodológicos utilizados para delinear, zonificar y analizar la amenaza de remoción masiva.

Según el distrito de Cartagena de Indias su localización en rocas y suelos con tendencia erosiva, identificaron el Cerro de La Popa como la principal zona susceptible a movimientos con factores como el mar y el viento se hace más propenso.

Además la fuerte sobre población en esta zona ha convertido las laderas en áreas con mayor riesgos. El informe distrital del 2016, presenta la susceptibilidad al desplazamiento en Cartagena de Indias; en laderas con inclinación de 20° que podrían ser reactivadas. La erosión en esta zona es alta por lo que genera inestabilidad a la ladera, las zonas más afectadas fueron el costado suroriental, suoccidental y sur del Cerro de la Popa, Loma de Marion y Cerros arbonoz. En el barrio Nuevo Bosque se ha presentado deslizamientos rotacionales en los años 1993 con activación en 1994 y 1995. (Contraloría DTC, 2016)

CASO DE ESTUDIO

Figura 1. Área de Estudio



Fuente: Jesus C. (2023)

La problemática identificada para la evaluación de vulnerabilidad y análisis de amenazas por fenómenos de erosión masiva en el municipio de Cartagena de Indias, Bolívar, está relacionada con la degradación del suelo y la propensión a fenómenos naturales como deslizamientos de tierra y movimientos en masa. Estos fenómenos representan una amenaza para la población y la infraestructura de la región.

Factores que afectan principalmente los movimientos de tierra:

Geología

La composición de suelos y rocas influye en su resistencia a los movimientos de masa. Los suelos blandos, como los arcillosos, son más propensos a resbalar que los suelos duros, como las rocas.

Topografía

La pendiente del terreno influye en la velocidad y extensión de los movimientos en masa. Las pendientes pronunciadas son más propensas a deslizamientos de tierra y deslizamientos de tierra.

Vegetación

La vegetación ayuda a estabilizar el suelo y reduce el riesgo de movimientos de masas. La deforestación y la erosión pueden aumentar la vulnerabilidad a estos fenómenos.

Condiciones climáticas

Las fuertes lluvias pueden provocar deslizamientos de tierra. Los cambios climáticos, como el aumento de las temperaturas y la intensidad de las precipitaciones, pueden aumentar la frecuencia y magnitud de estos eventos.

Factores que afectan las amenazas

El objetivo del análisis de amenazas es determinar la probabilidad de que se produzcan movimientos masivos y estimar sus posibles efectos. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes factores:

Alcance de los movimientos

El alcance de los movimientos masivos se mide por su volumen y velocidad. Los movimientos más grandes tienen un mayor impacto potencial.

Velocidad de movimiento

La velocidad de movimiento de los movimientos masivos influye en el tiempo de aviso previo y en la posibilidad de evacuar a la población. Los movimientos rápidos pueden ser más peligrosos que los lentos.

Vulnerabilidad de estructuras y poblaciones expuestas

Esta expuestas a movimientos masivos influye en los impactos potenciales de estos fenómenos. Estructuras bien construidas y una población preparada pueden reducir el riesgo de daños y pérdida de vidas.

Herramientas y métodos utilizados

Se utilizan varios métodos y herramientas para realizar evaluaciones de vulnerabilidades y análisis de amenazas, tales como:

Análisis geotécnicos

Los análisis geotécnicos permiten evaluar las propiedades físicas de suelos y rocas así como su resistencia a movimientos de masa.

Modelos de simulación

Los modelos de simulación permiten predecir la ocurrencia y efectos de movimientos de masas.

Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica permiten la integración y presentación de datos de diferentes fuentes, facilitando la evaluación de vulnerabilidades y amenazas.

DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO

El estudio de caso se centra en el municipio de Cartagena de Indias, Bolívar, y tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad y analizar las amenazas por fenómenos de desalojos masivos en esta zona.

En primer lugar, se demarcan las zonas de extracción masiva en el término municipal. Para ello es necesario identificar las zonas geográficas y geológicas con mayor riesgo de sufrir este tipo de fenómenos. Para esta delimitación se pueden utilizar datos geológicos, topográficos y de eventos pasados.

Una vez demarcadas las zonas de riesgo, se dividen en zonas. Las áreas se clasifican según su grado de vulnerabilidad ante la amenaza de destrucción masiva. Para realizar esta zonificación se pueden utilizar diferentes métodos y criterios, como analizar la pendiente del terreno, la presencia de materiales inestables o la vegetación existente.

Después de la zonificación, se lleva a cabo un análisis detallado de los factores que contribuyen a la amenaza de desalojo masivo en la comunidad. Esto incluye identificar y evaluar los diversos elementos que pueden aumentar el riesgo para el área, tales como: B. urbanización desordenada, deforestación o falta de medidas correctivas adecuadas. Para realizar este análisis se pueden utilizar datos socioeconómicos, ambientales y de infraestructura.

Finalmente, se proponen medidas correctivas y preventivas para reducir la vulnerabilidad a fenómenos de disipación masiva. Estas medidas pueden incluir la introducción de sistemas de alerta temprana, la reforestación de zonas degradadas, una planificación urbana adecuada o la construcción de estructuras de contención. Se deben tener en cuenta las especificidades del municipio de Cartagena de Indias para proponer medidas efectivas y adaptadas a la realidad local.

Análisis de Caso de estudio

El análisis del estudio de caso se basa en la recolección y evaluación de datos relevantes sobre la vulnerabilidad y amenaza de fenómenos de desalojos masivos en el municipio de Cartagena de Indias, Bolívar.

Se recopilan datos geológicos, topográficos y climáticos para comprender las características del terreno y el clima de la región. Además, se analizan eventos pasados de remoción masiva para identificar patrones y tendencias.

Se evalúan los factores que contribuyen al riesgo de remoción masiva, tales como: B. la presencia de pendientes pronunciadas, erosión del suelo, presencia de materiales inestables o actividad humana en la zona. Para realizar este análisis con mayor precisión, se pueden utilizar herramientas y técnicas de análisis geoespacial.

A partir de los resultados del análisis se identifican las áreas de mayor vulnerabilidad y se determinan las posibles consecuencias de los fenómenos de abstracción masiva en la comunidad. Esto nos permite comprender el nivel de riesgo que enfrentan las comunidades y la infraestructura en la región.

A partir de estos hallazgos, se proponen medidas específicas de mitigación y prevención para reducir la vulnerabilidad a los fenómenos de extracción masiva y aumentar la resiliencia. Estas medidas deben adaptarse a las especificidades y necesidades de la comunidad de Cartagena de Indias.

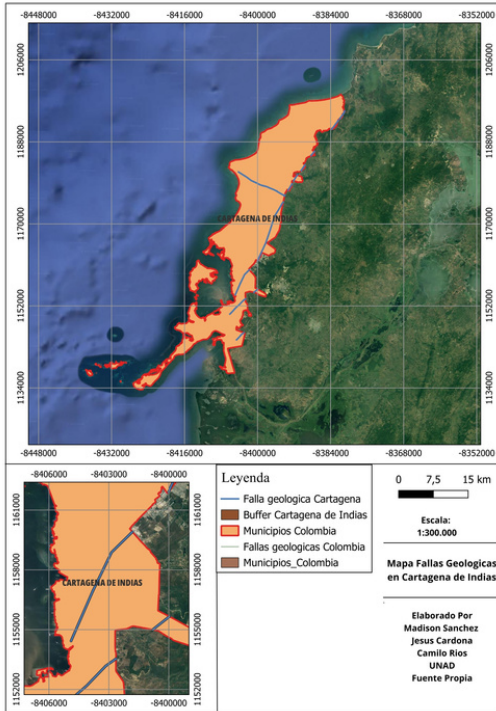
Figura 2. Identificación de Geoprocesos

Componente	Capa Vectorial
Municipio de cartagena	Capa de Colombia, capa de municipios en Colombia.
Geologico	Capa de fallas geológicas.
Pisos termicos	Capas de pisos térmicos, geoproceso de disolver y corte de Cartagena.
Precipitación	Capa de Cartagena disuelta, capa raster de precipitación, lang disuelto.
Colombia	Capa de Colombia.
Cobertura de suelos	Cobertura de suelo Bolivar.

Fuente: Camilo R, (2023)

Identificación de Geoprosesos

Figura 3. Mapa de fallas geológicas en Cartagena de Indias

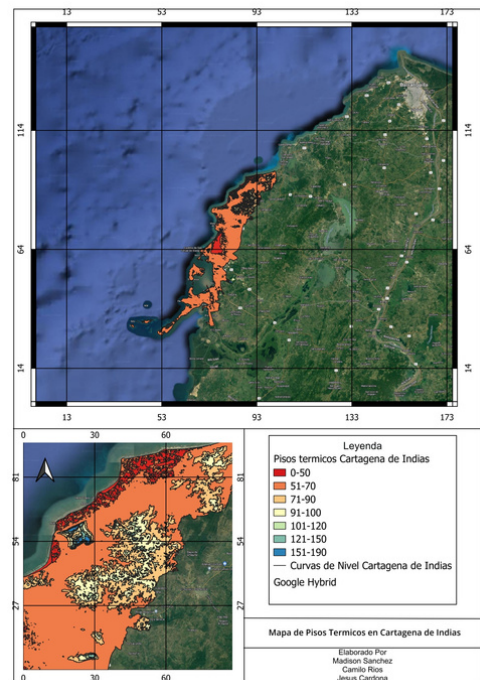


Fuente: Madison S, (2023)

En el mapa se muestra que la ciudad está ubicada en una zona de alta actividad sísmica. Presentando dos fallas principales que atraviesan la ciudad: la falla de Cartagena y la falla de Turbaco. La Falla de Cartagena es una falla normal que se extiende a lo largo de la costa de la ciudad. Esta falla tiene aproximadamente 15 kilómetros de largo y hasta 10 kilómetros de profundidad. La falla es responsable de varios de los terremotos históricos de la ciudad, incluido el terremoto de Cartagena de 1783, que midió 7,5 en la escala de Richter.

La Falla Turbaco es una falla invertida que se extiende a lo largo de la Península de Barú. Esta falla tiene aproximadamente 20 kilómetros de largo y hasta 15 kilómetros de profundidad. La falla es responsable de varios terremotos históricos en la región, incluido el terremoto de Cartagena de 1875 que midió 7,0 en la escala de Richter. El mapa también muestra varias pequeñas fallas que atraviesan la ciudad. Esta falla es menos activa que la falla principal, pero aún puede causar terremotos de menor magnitud.

Figura 4. Mapa Pisos Térmicos de Cartagena de Indias (Bolivar)



Fuente: Madison S, (2023)

La distribución de los suelos térmicos en Cartagena de Indias está influenciada por varios factores, entre ellos la altitud, la proximidad al mar y la orientación de la costa. La ciudad está ubicada en la costa norte de Colombia, a orillas del Mar Caribe. La altitud de la ciudad varía entre el nivel del mar y los 1.000 metros sobre el nivel del mar. La proximidad al mar también influye en las temperaturas, ya que el mar ayuda a moderar el clima.

La orientación de la costa también afecta a las temperaturas, ya que las zonas costeras orientadas al norte reciben más luz solar que las zonas costeras orientadas al sur.

Los suelos térmicos son importantes para la planificación y el desarrollo urbano. La distribución de los suelos térmicos determina qué tipos de vegetación y fauna se dan en una región. También influye en los tipos de actividades económicas que se pueden desarrollar en una región.

En el caso de Cartagena de Indias, la distribución de los pisos térmicos influye en el clima de la ciudad. La ciudad tiene un clima tropical cálido y húmedo con temperaturas promedio de 28°C. La ciudad también recibe mucha lluvia, con una media de 1.500 mm al año.

La distribución de los pisos térmicos también influye en la vegetación de la ciudad. La ciudad tiene una vegetación diversa que incluye bosques tropicales, manglares, pantanos y sabanas.

La distribución de los pisos térmicos también influye en las actividades económicas de la ciudad. La ciudad es un importante centro turístico y el trazado de las tierras termales ofrece a los turistas una variedad de atractivos naturales.

El mapa muestra la distribución de los pisos térmicos en Cartagena de Indias, Colombia. El mapa está dividido en seis zonas, cada una con un rango de temperatura específico. Piso térmico cálido (0-50): Esta zona se caracteriza por temperaturas promedio superiores a los 27 °C. Se encuentra en la zona costera de la ciudad, incluyendo las islas de Tierrabomba y Barú.

Suelo térmico templado-cálido (51-70): Esta zona se caracteriza por temperaturas promedio entre 24 y 27 °C. Se encuentra ubicado en la zona central de la ciudad, incluyendo el centro histórico y el sector de Bocagrande.

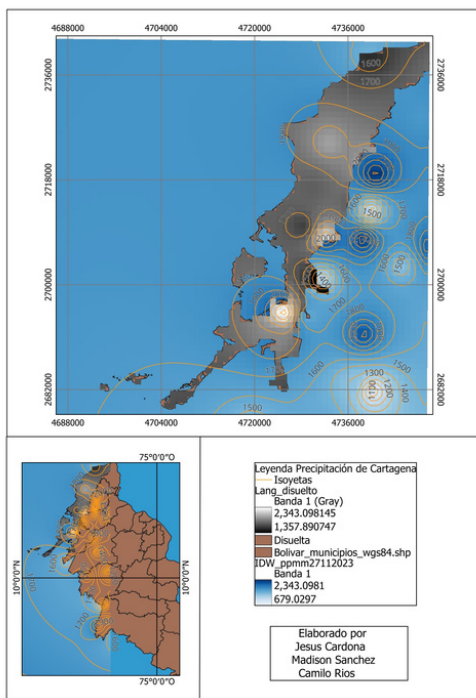
Suelo térmico templado (71-90): Esta zona se caracteriza por temperaturas promedio entre 21 y 24 °C. Se encuentra ubicado en la zona norte de la ciudad, incluyendo el sector Manga y el distrito de Crespo.

Piso térmico frío (91-100): Esta zona se caracteriza por temperaturas promedio entre 18 y 21 °C. Se encuentra ubicado en la zona montañosa de la ciudad, incluyendo el Cerro de La Popa y el barrio El Cabrero.

Piso térmico de páramo (101-120): Esta zona se caracteriza por temperaturas promedio entre 15 y 18 °C. Se encuentra ubicado en la zona más alta de la ciudad, incluyendo el cerro El Tintico y el barrio La Boquilla.

Termosuelo Nevado (121-150): Esta zona se caracteriza por temperaturas promedio inferiores a 15°C. Se encuentra en las zonas más altas de la ciudad, incluidas las colinas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 5. Mapa de Precipitaciones en el municipio de Cartagena de Indias (Bolívar)

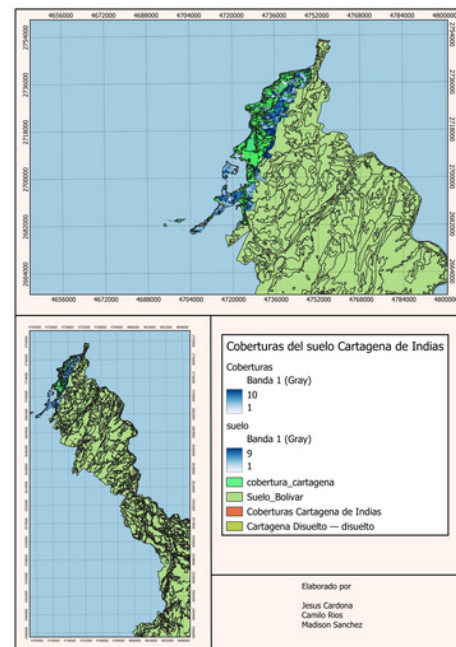


Fuente: Jesús C, (2023)

El mapa de precipitaciones muestra la cantidad de lluvia que cayó en Cartagena, durante el período del 1 de noviembre de 2022 al 28 de noviembre de 2023. El mapa utiliza isoyetas, que son líneas que conectan puntos con la misma cantidad de lluvia.

También se observa que las precipitaciones en Cartagena son mayores en las montañas que en las llanuras. La zona con mayor precipitación es la Sierra Nevada de Santa Marta, que recibe más de 2.000 milímetros de lluvia al año. Las llanuras costeras reciben menos precipitaciones, con un promedio de 1.000 a 1.500 milímetros por año. El mapa también muestra que las precipitaciones son mayores en los meses de invierno (de noviembre a abril) que en los meses de verano (de mayo a octubre). La razón es que la Sierra Nevada de Santa Marta bloquea los vientos húmedos del Caribe, lo que provoca que llueva en las montañas.

Figura 6. Mapa de coberturas de suelo del municipio de Cartagena de Indias (Bolívar)



Fuente: Jesús C, (2023)

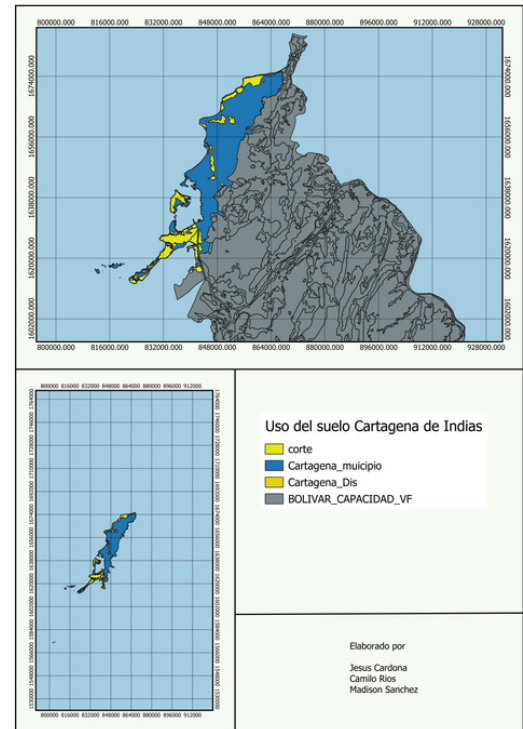
El mapa de cobertura del suelo de Cartagena de Indias muestra que la mayor parte del área está cubierta por vegetación, con un porcentaje del 72,5%. El segundo nivel de cobertura en importancia es el de agua con un porcentaje del 17,5%. Las tierras urbanizadas representan el 10% del territorio y las tierras agrícolas, el 0,2%.

La vegetación en Cartagena de Indias es principalmente bosques tropicales, manglares y pastos. Las selvas tropicales se encuentran en las zonas más altas de la ciudad y los manglares en las zonas costeras. Los pastos se encuentran en zonas rurales.

El agua en Cartagena de Indias está representada principalmente por la bahía interior, bahía exterior y Ciénaga de la Virgen. La bahía interior es un importante puerto comercial y turístico, mientras que la bahía exterior es una zona de pesca. La Ciénaga de la Virgen es un humedal de importancia internacional. El suelo urbanizado en Cartagena de Indias está representado principalmente por la ciudad amurallada, barrios tradicionales y nuevos desarrollos residenciales. La ciudad amurallada es Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO y los barrios tradicionales conservan la arquitectura colonial de la ciudad. Los nuevos complejos residenciales se ubican en zonas periféricas de la ciudad. El suelo agrícola en Cartagena de Indias es muy limitado, ya que la mayor parte del territorio está ocupado por vegetación o agua.

Las tierras agrícolas se encuentran principalmente en zonas rurales, donde se cultivan productos agrícolas como caña de azúcar, arroz y maíz.

Figura 7. Mapa de uso del suelo



Fuente: Jesus C. (2023)

El mapa de uso del suelo en el municipio de Cartagena muestra la distribución heterogénea de las diferentes categorías de uso. Las zonas de protección de flora y fauna, representadas en amarillo, ocupan la mayor parte del territorio, especialmente en la región norte, donde se ubican los Montes de María. Esta área es importante para la conservación de la biodiversidad y la regulación del clima.

La capacidad de uso de la tierra que se muestra en azul también muestra una distribución heterogénea. Las áreas de alta capacidad donde la tierra es apta para la agricultura y la ganadería se encuentran principalmente en la región sur, donde se ubica la cuenca de Momposina. Las zonas de baja capacidad, donde el suelo es menos apto para el desarrollo urbano y la actividad económica, se encuentran principalmente en el norte, donde se ubican Montes de María.

CONCLUSIONES

El Municipio de Cartagena de Indias se encuentra ubicado en una región con alta vulnerabilidad a movimientos masivos por factores naturales y antropogénicos. Esta vulnerabilidad es causada por una combinación de varios factores como la topografía del área, la presencia de pendientes pronunciadas y actividades humanas descontroladas.

Factores naturales

La topografía de la región contribuye a la inestabilidad del terreno. Cartagena de Indias está situada en una región montañosa, lo que provoca pendientes pronunciadas y suelos con poca capacidad de retención de agua. Esta condición aumenta la posibilidad de deslizamientos de tierra y movimientos en masa, especialmente durante lluvias intensas.

Otros factores naturales que contribuyen a la vulnerabilidad de Cartagena de Indias a los movimientos masivos incluyen:

- Hay fallas activas en la zona.

- El suelo suelto y arenoso lo hace más susceptible a los resbalones.

- Esta zona tiene un clima tropical, caracterizado por períodos de lluvias intensas y prolongadas.

Factores antropogénicos

La actividad humana descontrolada ha exacerbado estos riesgos. La deforestación de zonas montañosas para la agricultura y la minería ha debilitado el suelo y eliminado la vegetación protectora. Esto hace que el suelo sea vulnerable a la erosión y aumenta la posibilidad de deslizamientos de tierra y colapsos.

Otros factores antropogénicos que contribuyen a la vulnerabilidad de Cartagena de Indias a los movimientos masivos incluyen:

- Expansión descontrolada de la urbanización, ocupando zonas montañosas propensas a deslizamientos de tierra.

- Desarrollo inadecuado de infraestructura, como carreteras y edificios, en zonas de alto riesgo.

Recomendación

Para abordar este problema, es importante implementar medidas de mitigación y prevención. Estas medidas deben abordar los factores naturales y antropogénicos que contribuyen a la vulnerabilidad de Cartagena de Indias a los movimientos masivos.

Medidas de mitigación y prevención

En primer lugar, se propone un plan espacial de reforestación en zonas montañosas afectadas por la deforestación. Reintroducir vegetación en estas áreas ayudará a fortalecer el suelo, aumentar la retención de agua y reducir el riesgo de movimientos masivos.

Asimismo, es necesario regular las actividades agrícolas y mineras en la zona. Esto implica establecer estándares y prácticas que fomenten la conservación del suelo y la adopción de técnicas sostenibles. Limitar la expansión agrícola y minera descontrolada ayudará a mantener la integridad de la tierra y reducirá el riesgo de desplazamientos masivos.

Por último, es fundamental desarrollar sistemas de alerta temprana que permitan una rápida detección y respuesta a posibles movimientos masivos. Estos sistemas pueden incluir la instalación de sensores para monitorear la estabilidad del suelo, así como la implementación de programas de capacitación para las comunidades locales. De esta forma se pueden tomar medidas de precaución y evacuar las zonas de riesgo si es necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

na Campos G., Niels Holm-Nielsen, Carolina Díaz G., Diana M. Rubiano V., Carlos R. Costa P., Fernando Ramírez C. y Eric Dickson. (Marzo 2012) .Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Tomado de: <https://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>

thel Marina Hadechni M. (2023). GESTIÓN DEL PLAN Y PLAN DE INTERVENCIONES COLECTIVAS DE SALUD PÚBLICA – PICSP. Tomado de: [Ana Campos G., Niels Holm-Nielsen, Carolina Díaz G., Diana M. Rubiano V., Carlos R. Costa P., Fernando Ramírez C. y Eric Dickson. \(Marzo 2012\) .Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Tomado de: https://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf](https://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf)

Fredy Quintero M., Miguel Torres M., Jose Ponceffz S., (2017). Informe sobre el estado de los recursos naturales y del medio ambiente del distrito de Cartagena. Tomado de: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://contraloriadecartagena.gov.co/wp-content/uploads/2018/06/24-INFORME-MACRO-SOBRE-EL-ESTADO-DE-LOS-RECURSOS-NATURALES-Y-DEL-MEDIO-AMBIENTE-DEL-DISTRITO-DE-CARTAGENA-VIG-2016.pdf](https://contraloriadecartagena.gov.co/wp-content/uploads/2018/06/24-INFORME-MACRO-SOBRE-EL-ESTADO-DE-LOS-RECURSOS-NATURALES-Y-DEL-MEDIO-AMBIENTE-DEL-DISTRITO-DE-CARTAGENA-VIG-2016.pdf)

Barboza Miranda, Guillian, Méndez Medina, William. Estudio detallados de riesgo por remoción de masas en área del sector oriental del Cerro de la Popa. Tomado de: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scg.org.co/xvii-

ccg/presentaciones/Geotecnia-ambiental.pdf

Fredy Quintero M., Miguel Torres M., Jose Poncezffz S., (2017). Informe sobre el estado de los recursos naturales y del medio ambiente del distrito de Cartagena. Tomado de: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://contraloriadecartagena.gov.co/wp-content/uploads/2018/06/24-INFORME-MACRO-SOBRE-EL-ESTADO-DE-LOS-RECURSOS-NATURALES-Y-DEL-MEDIO-AMBIENTE-DEL-DISTRITO-DE-CARTAGENA-VIG-2016.pdf

Barboza Miranda, Guillian, Méndez Medina, William. Estudio detallados de riesgo por remoción de masas en área del sector oriental del Cerro de la Popa. Tomado de: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scg.org.co/xvii-

ccg/presentaciones/Geotecnia-ambiental.pdf

LINK VIDEO SUSTENTACION

<https://youtu.be/Cd6Wz2cYIEI?si=I2BsWtwzq3UsPiaG>

UNAD
Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

DIPLOMADO DE PROFUNDIZACION SISTEMAS DE
INFORMACION GEOGRAFICA PARA EL ORDENAMIENTO
TERRITORIAL
PRESENTA
CAMILO JOSE RIOS
JESUS ALBERTO CARDONA,
MADISON DAIANA SANCHEZ HERRERA
Grupo 302276112_3

EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA REMOCION EN MASAS EN EL
MUNICIPIO DE CARTAGENA DE INDIAS - BOLIVAR

Colombia 2023