

Información general			
Facultad: CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS			
Programa académico: INGENIERIA EN TOPOGRAFIA		Grupo(s) de investigación: GRIMAT: Grupo de Investigación en Medio Ambiente y Territorio	
Nombre del semillero – Siglas Centro de Estudios en Topografía y Hábitat CENITH		Fecha creación: 2006	Logo 
		Campus: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Gestión Territorial Geomática Suelo-Subsuelo			
Áreas del saber			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	X	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento, autorizo de manera previa, expresa e inequívoca a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER a dar tratamiento de mis datos personales aquí consignados, para la finalidad de realizar seguimiento de las actividades del grupo de investigación de proyectos de las UTS, como docente líder y/o coordinador del grupo y conforme a las demás finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información publicada en www.uts.edu.co y en la Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas, que declaro conocer y estar informado que en ella se presentan los derechos que me asisten como titular y los canales de atención donde ejercerlos.

Información del director del proyecto

Nombre: CLARA INÉS TORRES VÁSQUEZ		No. de identificación y lugar de expedición: CC. 63479816	
Nivel de formación académica: Magister en Geología			Asesor:
		X	Líder de semillero:
Celular: 3012224928		Correo electrónico: citorres@correo.uts.edu.co	

Información de los autores

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición	Celular	Correo electrónico
Maria Paula Silva Güiza	1005341225	3213436152	pmsilva@uts.edu.co
Ingrid Liliana Uribe Pérez	1007790925	3177506630	iluribe@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del proyecto: Modelado geoespacial de amenazas por deslizamiento, metodología SAATY	MODALIDAD DEL PROYECTO				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
			X		
2. Planteamiento de la problemática: En el municipio de Tona, debido a su geografía montañosa y a la alta pluviosidad de la región se ven afectadas las siguientes veredas: Palmar, El quemado, Arnania, Vegas, Babilonia, Guarumales, Montechiquito, Pirigua, Pitones y Caragua en el cual los procesos de remoción en masa constituyen un riesgo significativo para la seguridad de las comunidades y la infraestructura. (LUNA, 2003) Este fenómeno fue evaluado principalmente desde un punto de vista geológico, con base en la información de morfometría (pendientes), geomorfología geológica y uso actual del suelo. Producto de la interacción de estas características es la intensidad de la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa y erosión Presentando una susceptibilidad muy alta en diferentes zonas de la cuenca del Río Tona, y con susceptibilidad alta en zonas asociadas a unidades morfodinámicas como escarpes y laderas denudacionales pronunciadas, la mayoría del municipio de Tona, presenta una susceptibilidad moderada a dichos fenómenos, estas zonas presentan desarrollo de surcos y terracetos en las laderas adyacentes a quebradas, y la gran mayoría de la parte alta de Tona, en los alrededores de Berlin es considerada con una susceptibilidad baja. (ORTIZ, 2000) Sin embargo, la falta de un análisis integral que combine las condiciones geoespaciales con los factores ambientales y geológicos dificulta la identificación precisa de las áreas más vulnerables. ¿Qué metodología es apropiada para realizar un modelado geoespacial de amenazas por deslizamientos en el municipio de Tona, en las veredas: Palmar, El quemado, Arnania, Vegas, Babilonia, Guarumales, Montechiquito, Pirigua, Pitones y Caragua, ¿de manera que se puedan identificar puntos críticos como aporte a la gestión del riesgo y ordenamiento territorial rural?					
3. Antecedentes: PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA Y RIESGOS ASOCIADOS EN ZACAPOAXTLA, PUEBLA El estudio se centró en evaluar la vulnerabilidad y el riesgo de deslizamientos en el municipio de Zacapoaxtla, Puebla, México. Utilizando la metodología de elaboración de mapas de riesgo con análisis de factores geológicos y geomorfológicos como también el estudio de la interacción humano-medio ambiente logrando como resultado la identificación de áreas de alto riesgo detectando los factores de vulnerabilidad. Este estudio proporcionó una comprensión detallada de los procesos de remoción en masa en Zacapoaxtla, ofreciendo herramientas para la gestión efectiva del riesgo y la protección de la población y su entorno. EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE MALLAS, HUARI – PERÚ La investigación fue de tipo aplicado transversal, con diseño no experimental, ya que las variables de estudio no fueron sometidas a cambios, para la evaluación del riesgo se empleó el método de proceso de análisis jerárquico (PAJ), cuya metodología tiene un soporte matemático para poder valorar la información cualitativa conseguida en campo, así mismo se evaluó el peligro y vulnerabilidad usando el mismo método. Para esta investigación fue la más recomendable ya que permitió ponderar los datos cualitativos obtenidos hacia los resultados cuantitativos EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS EN COLOMBIA (ZONA CAFETERA) En la zona cafetera de Colombia, caracterizada por suelos volcánicos y alta pluviosidad, se aplicó AHP con SIG para modelar la susceptibilidad a deslizamientos. El análisis generó un mapa de susceptibilidad con diferentes niveles de riesgo, validado con eventos históricos de deslizamientos. Los resultados fueron utilizados en planes de ordenamiento territorial y estrategias de mitigación del riesgo.					

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USME Y CIUDAD BOLIVAR

La investigación se basó en el análisis de contenido y en técnicas estadísticas, se revisaron documentos normativos para identificar los instrumentos de gestión del riesgo implementados por el distrito. Además, se analizaron datos estadísticos sobre la evolución de barrios informales y la incidencia de movimientos en masa, representados en mapas para visualizar su distribución espacial. Este estudio se centró en evaluar las estrategias implementadas para mitigar los riesgos asociados a deslizamientos en estas zonas de Bogotá dando como resultado reforzar las estrategias de gestión del riesgo en Usme y Ciudad Bolívar, enfocándose en la regulación del uso del suelo y la reubicación de asentamientos en zonas seguras para reducir la vulnerabilidad de la población ante posibles desastres por remoción en masa.

ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN BOGOTÁ

Este estudio se enfocó en examinar los deslizamientos y otros movimientos de tierra en el perímetro urbano de Bogotá, Colombia, durante el periodo de 1996 a 2013 utilizando la metodología de recopilación y análisis de datos junto con un mapeo geomorfológico detallado y el análisis de lluvia y deslizamientos obteniendo como resultado la identificación de áreas críticas, volumen de material desplazado haciendo una contribución al manejo del riesgo y el desarrollo de estrategias más efectivas para la gestión del riesgo y la planificación urbana de la ciudad

4. Justificación:

En el municipio de Tona, los deslizamientos de tierra y derrumbes son un problema constante debido a su terreno montañoso y las fuertes lluvias. Esto pone en peligro a los habitantes, sus viviendas, vías de acceso y otras infraestructuras, de las veredas mencionadas en la problemática (TERRITORIAL, 2005).

Sin un análisis adecuado que combine diferentes factores, es difícil identificar con precisión las zonas más vulnerables y tomar medidas preventivas. Este proyecto busca utilizar la metodología Saaty, que permita estudiar de manera más detallada las áreas de amenaza por deslizamientos en un sector del municipio de Tona, Santander, facilitando la prevención y respuesta ante estos desastres.

Con información más precisa, las autoridades podrán planificar mejor el uso del suelo, evitar pérdidas materiales y proteger a la población. Al solucionar esta problemática, se reducirá el impacto de los deslizamientos y así poder evitarse costos elevados en reparaciones y se mejorará la seguridad de los habitantes. Además, para las UTS, esta investigación es importante porque promueve el uso de nuevas tecnologías y métodos para resolver problemas reales, fortaleciendo el aprendizaje y la contribución de la universidad al desarrollo de la región, usando los recursos de la institución y las herramientas SIG.

La metodología de Saaty, o Proceso de Análisis Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process), es una técnica de análisis multicriterio que permite estructurar, organizar y evaluar problemas, esta metodología desarrollada por Thomas L. Saaty en 1980, utilizada para la toma de decisiones en problemas complejos que involucran múltiples criterios. Esta técnica permite descomponer un problema en una estructura jerárquica, asignar valores de importancia relativa a los factores de decisión y obtener una evaluación cuantitativa a partir de comparaciones pareadas.

La metodología SAATY permite estructurar y ponderar de manera objetiva los factores que influyen en la susceptibilidad a deslizamientos en Tona, Santander. Su integración con SIG posibilita una representación espacial detallada, apoyando la toma de decisiones en ordenamiento territorial y gestión del riesgo

5. Marcos referenciales:

Marco Teórico:

1. ordenamiento territorial

Según Garzón (2019) la ley 388 de 1997 establece la normatividad armónica, para la organización político-administrativa del territorio colombiano; encuadrar en las semejantes el ejercicio de la diligencia legislativa en componente de normas y disposiciones de carácter orgánico referentes a la organización político-administrativa; instituir los manuales rectores del ordenamiento; delimitar el marco institucional e instrumentos para el desarrollo territorial; reducir competencias en materia de ordenamiento territorial entre la Nación, las entidades territoriales y las áreas metropolitanas y formar las normas generales para la organización territorial.

2. Fundamento teórico El ABC del POT

Según Molina y Muñoz (2022) las estructuras del POT, están compuestas en tres: Inicialmente corresponde a las normas urbanísticas estructurantes, donde se diseñan los objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas que ubican y disponen el progreso espacial del territorio y el manejo del suelo en los municipios y distritos, donde la rige la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial de Colombia. Seguidamente están las generales, que

corresponde a lo urbano y lo rural y tiene una eventualidad de mediano plazo (8 años). Son aquellas que permiten formar una ruta para las operaciones de clasificación a mediano y largo plazo; plan estratégico, desde cuando iniciamos y a donde pretendemos llegar durante la vigencia del plan, y estructural, definiendo el “que” y el “como” ocupar. Finalmente, está la norma complementaria, con una eventualidad de corto plazo (4 años) tratando aquellos afines con los hechos, programas y proyectos.

Análisis jerárquico AHP – Método Saaty (1980)

El método de Saaty (Analytic Hierarchy Process) permite estructurar decisiones complejas jerarquizando criterios y asignando pesos relativos a través de comparaciones por pares. En amenazas por deslizamiento, permite ponderar variables como pendiente, litología, uso del suelo, entre otras.

Teoría de la amenaza por deslizamientos (Cruden & Varnes, 1996)

Define la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dentro de un periodo y área definidos. La teoría clasifica movimientos en masa y establece factores condicionantes y detonantes.

Modelos geoespaciales de susceptibilidad (Van Westen, 2002; Guzzetti, 2005)

Enfatizan la utilidad de los SIG para integrar variables geomorfológicas y físicas, clasificando la susceptibilidad mediante modelos determinísticos, probabilísticos o multicriterio como AHP.

Geomorfología aplicada al análisis de amenazas (Tricart, 1977; Pérez, 2014)

La geomorfología estudia la dinámica del relieve y permite identificar unidades susceptibles a movimientos en masa mediante análisis morfométricos, morfodinámicos y estructurales.

Teoría de gestión del riesgo de desastres (UNDRR, 2015)

Integra el análisis de amenazas y vulnerabilidades para construir territorios resilientes, usando enfoques prospectivos, correctivos y compensatorios frente al riesgo.

MARCO CONCEPTUAL

Amenaza: Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico potencialmente destructivo en un lugar y tiempo específicos.

Susceptibilidad: Grado de propensión de un terreno a sufrir deslizamientos, determinada por factores físicos y ambientales, sin considerar la frecuencia.

Modelo geoespacial: Representación digital en un SIG de un fenómeno del territorio (en este caso, deslizamientos), integrando variables físicas, sociales y ambientales.

Análisis multicriterio (AMC): Técnica que permite tomar decisiones basadas en la ponderación de múltiples variables. En contexto geoespacial, se usa junto a SIG para priorizar zonas de riesgo.

Sistema de Información Geográfica (SIG): Plataforma para capturar, almacenar, analizar y representar información espacialmente referenciada, crucial para el modelamiento de amenazas.

MARCO LEGAL

Ley 1523 de 2012 (Colombia) – Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: Establece que los estudios de amenaza y riesgo deben formar parte de los instrumentos de ordenamiento territorial, y promueve la gestión prospectiva y correctiva.

Decreto 1077 de 2015 – Compilación normativa sector vivienda y territorio: Regula la incorporación de análisis de amenaza por deslizamientos y otros riesgos en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

Resolución 1415 de 2016 – Guía metodológica para estudios de amenaza y riesgo: Emitida por el Ministerio de Vivienda y la UNGRD, establece los lineamientos técnicos para la elaboración de mapas de amenaza y estudios de riesgo en el territorio colombiano.

5. Objetivo general y objetivos específicos:

Objetivo General: Analizar los procesos de remoción en masa y su comportamiento geoespacial mediante la aplicación de la metodología Saaty contribuyendo a la mitigación y gestión del riesgo en el municipio de Tona, Santander en el año

Objetivos Específicos

1. Identificar el proceso de la metodología Saaty para aplicar en el análisis de procesos como deslizamientos en la zona de estudio, teniendo en cuenta, factores como la geología, geomorfología, topografía y clima para obtener el mapa de susceptibilidad a deslizamientos en el municipio de Tona, Santander
2. Implementar un modelo geoespacial integrado basado en la metodología Saaty para la caracterización y monitoreo de los deslizamientos que se presenten en la zona de estudio como aporte a la gestión territorial
3. Formular recomendaciones técnicas de mitigación y gestión del riesgo, fundamentadas en los resultados obtenidos a partir del análisis geoespacial y de remoción en masa como insumos para el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Tona, Santander

7. Metodología:

Tipo de investigación

Mixta: Combina enfoques cuantitativo (para la sistematización, análisis geoespacial, clasificación y modelado) y cualitativo (para la recolección de saberes locales, usos tradicionales y percepciones de cambio).

Aplicada: Busca generar información útil para la toma de decisiones territoriales, planeación rural, agroecología y desarrollo sostenible.

Diseño de investigación

No experimental – Descriptivo – Transversal

No experimental: No se manipulan variables, sino que se observan y analizan tal como ocurren en el territorio.

Descriptivo: Se identifican, clasifican y representan espacialmente los cultivos existentes y sus condiciones agroecológicas.

Población objetivo:

Productores agropecuarios del municipio de Tona, Santander.

Predios rurales con vocación agrícola.

• Muestra:

Muestreo intencionado por conglomerados (veredas con mayor representatividad agrícola).

Criterios de selección:

Diversidad de cultivos (hortalizas, frutales, tubérculos, entre otros).

Altitud y características agroecológicas diversas.

Acceso y disposición a participar.

8. Avances realizados

Revisión Bibliográfica

Recolección de datos geoespaciales

Cartografía a partir de análisis de información geoespacial de portales y plataformas: mapa de sombras, pendientes, coberturas, drenajes sencillos y dobles

Identificación de puntos críticos para deslizamientos en la zona de estudio a partir de la información geoespacial

9. Resultados esperados:

- Análisis de procesos en remoción de masa en la zona de estudio mediante la metodología Saaty teniendo en cuenta, factores como la geología, geomorfología, topografía y clima.

- Generar un modelo geoespacial integrado basado en la metodología Saaty detallando las zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos y remociones en masa que se presenten en la zona de estudio, con la posibilidad de clasificar áreas en diferentes niveles de riesgo (bajo-medio-alto) según los factores geoespaciales analizados.

- Originar un informe de recomendaciones técnicas para la mitigación de riesgos, basados en los resultados obtenidos para las veredas (Palmar, El quemado, Arnania, Vegas, Babilonia, Guarumales, Montechiquito,

Pirigua, Pitones y Caragua) del municipio de tona; todo esto contribuirá a mejorar la toma de decisiones en cuanto a la planificación territorial, la prevención de desastres y la protección de la vida humana.

10. Cronograma:

Actividad (Semanal)	FASE 1									FASE 2									FASE 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Revisión bibliográfica y construcción del estado del arte																						
Visitas a campo y recolección de datos																						
Recolección de datos geoespaciales de plataformas y portales																						
Cartografía a partir de información geoespacial y de información de campo																						
Caracterización y modelado de deslizamientos en software GIS con metodología SAATY																						
Socialización de los resultados y presentación de cartografía y modelo 3D																						
Entrega final																						

Referencias Bibliográficas

Altieri, M. A. (2018). Agroecology: The science of sustainable agriculture. CRC Press.

Gliessman, S. (2021). Agroecology: A transformative pathway towards resilient food systems. Springer.

FAO. (2020). Land evaluation: Towards a revised framework. De la Rosa, D., & van Diepen, C. A. (2020). Soil-specific agroecological evaluation for sustainable land management. Agricultural Systems, 187.

IPCC. (2022). Sixth Assessment Report. Impacts, Adaptation and Vulnerability.

Altieri, M., Nicholls, C., & Henao, A. (2021). Agroecological resilience and climate adaptation in Latin America. Journal of Sustainable Agriculture.

Orjuela Medina, W. Y., & Pérez Chud, D. A. (s.f.). Aplicación de los sistemas de información geográfica (sig) y diseño de modelo lógico. REPOSITORIO UNAD, 19. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/56430/1/wyorjuelam.pdf?utm_source

Daza, A. R. (06 de 2021). Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. Obtenido de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA: https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/SANTANDER/Priorizaci%C3%B3n%20de%20Alternativas%20Productivas%20Agropecuarias%20y%20Diagn%C3%B3stico%20de%20Mercados%20para%20el%20Departamento%20de%20Santander2021.pdf

EOT. (2000). EOT. Obtenido de EOT: <https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot--municipio-de-tona>

Espinosa Mendoza , L. M., Reyes Gómez, R., & Useche Lozano, S. L. (s.f.). ANÁLISIS DE ZONAS APTAS PARA CULTIVO AGRÍCOLA EN EL REPOSITORIO UNAB.

Marín-Escobar, J. C., Marín-Benítez, A. C., Maury-Mena, S. C., & Maury, A. (2023). Caracterización e inventario ambiental de cultivos bajo invernadero en Tenjo, Colombia. SCIELO.

Muelas, L. Q. (2015). Mapas agrícolas más precisos y con cobertura mundial. GEOINOVACIONES. Obtenido de https://geoinnova.org/blog-territorio/mapas-agricolas-mas-precisos-y-con-cobertura-mundial/?utm_source

ORDOÑEZ, M. E. (2007). CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE TONA . TESIS DE GRADO UIS , 87.

ORTIZ, A. B. (2000). ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT). Obtenido de https://tonasantander.micolombiadigital.gov.co/sites/tonasantander/content/files/000587/29344_eot-tona-proyecto-de-acuerdo-2.pdf

Perez Garcia, C., Perez Atray , j. j., Hernandez Santana , l., Gustabello Cogle, R., & Becerra de Armas, E. (2018). Geographic information system for sugarcane agriculture in the province of Villa Clara. Redalyc.org .

Sergieieva, K. (2024). SIG En La Agricultura: Mejores Prácticas En El Sector. EOS DATA ANALYTICS. Obtenido de https://eos.com/es/blog/sig-en-la-agricultura/?utm_source

SOTO, J. A. (2018). CARACTERIZACIÓN A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÉ EN 7 VEREDAS. REPOSITORIO UNAB, 42.

TONA, A. D. (2000). EOT. Obtenido de EOT: <https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot--municipio-de-tona>

TONA, E. M. (2000). ALCALDIA DE TONA SANTANDER. Obtenido de ALCALDIA DE TONA SANTANDER: <https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot--municipio-de-tona>

Thenkabail, P. S. (2022). Hyperspectral remote sensing of vegetation. CRC Press. López-Granados, F. (2021). Precision agriculture: Challenges and perspectives. Agronomy, 11(1), 153.

Torres Ledesma,, S. L., & Capera Riveros,, Y. (s.f.). IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). REPOSITORIO UNAD, 10. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/62394/Storresle.pdf?sequence=1>

Vargas Peña, I. L., & Nazarit Díaz, M. N. (2019). Caracterización del manejo agronómico del cultivo de sábila (Aloe barbadensis M.) en el REPOSITORIO DE LA UNAD.

Vargas, A. F. (2020). Caracterización fisicoquímica y mineralógica de un suelo de uso agrícola ubicado en el REPOSITORIO USTA, 90.

(1) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)