

**Evaluación del Riesgo de Inundación mediante Sistemas de Información Geográfica (S.I.G)
para el ordenamiento agroambiental del municipio de Málaga, Santander**

Luz Amparo Niño Flórez laninofl@unadvirtual.edu.co

Loreiny Franco Clavijo alfrancoc@unadvirtual.edu.co

Darwin Fernando Montoya González dfmontoyag@unadvirtual.edu.co

Doris Janneth Benitez Silva djbenitezs@unadvirtual.edu.co

Edwin Rene López Vergel erlopezve@unadvirtual.edu.co

Evangelina Parra Pérez evangelina.parra@unad.edu.co

Resumen

Este trabajo consolida los conocimientos habilidades y destrezas adquiridos en el diplomado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramienta fundamental para la elaboración de planes de ordenamiento territorial y agroambiental en el marco conceptual del desarrollo sostenible. Su objetivo se fundamenta en analizar el riesgo de inundación en el municipio de Málaga, Santander.

A través de la recopilación, procesamiento y análisis de datos espaciales y edafoclimáticos suministrados por diversos portales de información geográfica mediante la metodología multicriterio, que permitió clasificar cinco niveles de riesgo, e identificar las zonas más vulnerables a eventos de inundación, considerando factores como el uso del suelo, la

topografía, la red hidrográfica, la precipitación y la oferta ambiental del municipio y departamento de Santander, así como shapefile, ráster del área de Málaga.

Los resultados obtenidos concuerdan con la información aportada por el plan de ordenamiento de Málaga y del área de influencia del municipio que describe a 62.89 hectáreas del área ambiental protegida por susceptibilidad y riesgos múltiples entre deslizamientos, remoción en masa y áreas de riesgo por inundación. Esta evaluación evidencia, que el mayor impacto ambiental está localizado en el área urbana del municipio, siendo el monitoreo constante mediante la utilización del SIG, la mejor herramienta para la prevención temprana del riesgo ambiental, además del posible manejo sostenible y sustentable del uso y control de la cobertura vegetal a nivel rural y urbano. Este diagnóstico permite establecer criterios técnicos para la planificación territorial orientados a la prevención de desastres y al manejo adecuado de los recursos naturales en contextos rurales. Con lo cual se contribuye a fortalecer la gestión del riesgo y la toma de decisiones desde el ámbito socioeconómico, ambiental y agropecuario del área de influencia del municipio.

Palabras claves: Desastre; análisis multicriterio; riesgo; inundación.

Introducción

De manera general. Tanto a nivel global como en Colombia se presentan inundaciones recurrentes ocasionadas por diversas causas naturales y humanas, con repercusiones negativas en la calidad de vida del ser humano, porque representa un riesgo significativo a nivel urbano y

rural de los municipios y ciudades que conforman los diferentes estados o departamentos del país. Para el año 2024, las naciones unidas reportaron 90 países afectados por inundaciones con aproximadamente 196 millones de personas damnificadas.(Franco Idárraga, 2010). A nivel internacional se recuerda con tristeza la denominada “**Tragedia de Vargas**”, ocurrida en diciembre de 1999 cual impulsó la zonificación del territorio y la documentación de sus cuencas de drenaje. Como lo señalan:(Cartaya et al., 2006) “*Cada vez que llueve en la región, sus habitantes reviven la catástrofe.*”.

El país de Colombia está localizado en el extremo noroccidental de América del Sur, en la zona intertropical del planeta que influye en su diversidad climática y ecológica; por su posición geográfica está localizada entre las coordenadas geográficas. Latitud: desde 12° 27' N (Punta Gallinas, La Guajira) hasta 4° 13' S (Leticia, Amazonas). Y Longitud: desde 66° 50' O hasta 79° 02' O. Al ser el único país de Sudamérica con costas en los océanos Atlántico (mar Caribe) y Pacífico. Limita con: Norte: Mar Caribe, Este: Venezuela y Brasil. Sur: Perú y Ecuador. Oeste: Panamá y océano Pacífico.

Por su ubicación cerca de la línea del ecuador, se caracteriza por poseer una altitud que permite la clasificación climática en cuatro pisos térmicos, desde el **Cálido** (0-1.000 m.s.n.m) con temperaturas >24 °C. Predominantes en las costas, llanuras del Caribe, Llanos Orientales y la Amazonía; seguido del **Templado** (1.000–2.000 m), con temperatura entre 18 y 24 °C. muy aptas para el fomento de la agricultura diversificada, y finalmente el **Frío** (2.000–3.000 m) con

temperaturas que va desde 10 a 17 °C, para las zonas de topografía montañosa y de mayor densidad poblacional como Bogotá. Y por último del **Páramo y nieves perpetuas** (>3.000 m), con temperaturas <10 °C. Presentes en las cordilleras de los Andes.

Además, posee un régimen de lluvias bimodal, con dos estaciones lluviosas al año para los departamentos localizados en la región andina, así como la región del choco cuya precipitación supera los 10.000 mm/año, que la clasifica como la región más lluviosa del mundo, en contraste con la región de la Guajira que escasamente llega a los 1000 mm/año siendo la zona semiárida y desértica de Colombia con tasas de evaporación muy elevadas que de cierta manera incrementan la disponibilidad del recurso hídrico por ende la desertificación de los suelos de la región.

Por sus condiciones geológicas, topográficas y edáfico-climáticas presenta un alto grado de complejidad de las propiedades del suelo, que permiten su clasificación en cuatro regiones. Desde: La **Región Andina** conformada por suelos fértiles en su mayoría originarios de rocas ígneas y metamórficas con diferentes grados de erosión y desertificación de los departamentos del eje cafetero. Seguido de la **Región Amazónica** con suelos ácidos, con baja fertilidad, de origen tropical y alta humedad. **Región Caribe y Llanos:** suelos con limitaciones de fertilidad natural, aunque aptos para ganadería extensiva y cultivos mecanizados. **Región Pacífica:** suelos con alto contenido de materia orgánica, aunque con drenaje deficiente por las lluvias extremas.

Por su posición geográfica posee su sistema topográfico variado. pasando por el interior del país tres cordilleras que en diferentes departamentos favorecen de alguna forma las inundaciones derivadas de fenómenos ambientales como la precipitación, vientos. Por otra parte, la sobre población mundial obliga a que comunidades construyan en zonas de alto riesgo donde la erosión hídrica, remoción en masa, desbordamientos de fuentes hídricas y suelos no aptos para construcciones son causa de grandes desastres.

Justificación

Para el IDEAM (2015) En Colombia la zonificación de la degradación de suelos por erosión reporta perdidas en un 40%, equivalentes a 45.379.058 Ha. De cuyo total el 20% (22.821.889 Ha) presenta erosión ligera, el 17% (19.222.575 Ha) erosión moderada, el 3% (3.063.204 Ha) erosión severa y el 0,2% (271.390 Ha) erosión muy severa. Siendo mayor la pérdida para las zonas ubicadas entre los 1000 y los 3000 metros de altitud de la región andina; sobre todo por erosión laminar (En surco, terraceo y cárcava en diferentes grados de degradación), debido a la topografía con suelos con pendientes por encima del 30% y a la vocación ganadera en gran parte del territorio colombiano. Cerca del 70% esta distribuida en los departamentos de Cesar, Caldas, Córdoba, Cundinamarca, Santander, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Tolima, Quindío, Huila y Boyacá.

En Colombia. Algunos estudios muestran que el 16% (Unas 18.2 millones de Has) de los suelos de 20 departamentos presentan deterioro con alto grado de vulnerabilidad a

deslizamientos, derrumbes e inundaciones, y sobreutilización agropecuaria. De estos departamentos. Santander ocupa el cuarto lugar con el 43,2% (Con 1.3 millones de Has) de su área sobrecargada, con un 25% distribuido en el 95% de los 87 municipios que lo conforman. Mientras que el excedente está distribuido en los municipios de Charta (73%), Guavatá (72%), Rionegro (71%), Palmar (71%) y San Gil (69%) entre los más críticos. Para el IGAC las zonas montañosas del centro, sur y oriente del departamento poseen suelos con alta amenaza a presentar derrumbes. Entre tanto, los terrenos aledaños a los ríos Magdalena, Ermitaño, Carare, San Juan, Suárez, Opón, Sogamoso y Lebrija, son los más vulnerables a las inundaciones. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), n.d). Citado por (Ariza 2019).

Frente a este escenario. El Departamento de Santander con su capital Bucaramanga está localizado entre la latitud Norte $05^{\circ} 42'$ y 08° con longitud y a $72^{\circ} 26'$ y $74^{\circ} 32'$, con una extensión de 30.537 km², que representan el 2.7% de la extensión total de Colombia y el 40% de la Región Nororiental. Limita al Oriente con los Departamentos de Norte de Santander y Boyacá, al Oeste con Antioquia y Bolívar, al Sur con Boyacá y al Norte con Cesar y Norte de Santander.

Sus suelos son originarios de la cordillera oriental y del valle medio del río Magdalena, que, por ser una cuenca con unos 140 millones de años de formación, se ha rellenado con sedimentos de los períodos geológicos Cretáceo, Terciario y Cuaternario, plegados en estructuras sinclinales amplias y anticlinales estrechas y afectadas por fallas geológicas de dirección noroeste. (Roncancio et al., 1998) .

La formación de los suelos, que por su baja a mediana evolución patogenética provienen de la meteorización de formaciones sedimentarias en la mayoría de los municipios, siendo representadas por rocas clásticas arenosas y arcillosas (Zapata *et al.*, 2013). Se caracterizan por ser bien drenados, superficiales a moderadamente profundos y susceptibles a la erosión. Mantilla *et al.*, 2000 .

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el riesgo de inundación mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el ordenamiento agroambiental del municipio de Málaga, Santander.

Objetivo Específicos

Caracterizar las áreas propensas a inundaciones en el municipio de Málaga, Santander.

Aplicar técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para generar mapas temáticos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

Evaluar la vulnerabilidad de las principales actividades de sector económico en el municipio de Málaga.

Identificación del caso de estudio

Reseña del Municipio de Málaga Santander

Se localiza sobre la cordillera oriental, al extremo del Macizo de Santander y al sur de Paramo de Almorzadero.

Limites

Municipios de: San Andrés, Concepción, Molagavita, Enciso.

Comparte linderos con la provincia de García Rovira, con su economía derivada del turismo y el sistema agropecuario, entre sus áreas de producción se destacan sus sistemas agroforestales. (Malaga, 2004)

Málaga Santander fue Fundada el 10 de marzo de 1542 por el Español Jerónimo de Guayo.

Tabla 1. *Información del municipio de Málaga, Santander, Colombia.*

Nombre del Municipio	Málaga
Extensión total	58 km ²
Urbano	55.17 Km ² .
Rural	2.82Kms
Población	175.405 habitantes
Temperatura	18° Grados
Altura	2.235m.s.n.m
Economía	Comercio, Turismo, Agricultura y Ganadería.

Fuente: Adaptada de Valencia Monroy & Bermúdez Macías, 2024.

Promedio de precipitación mensual 150mm a 400mm. Según últimos reportes para el año 2024 las lluvias en provincia de mares presentan cambios significativos especialmente para mes

de octubre y noviembre, así mismo para las temperaturas, que sobre pasan promedios normales (Nacional de Cultivadores de Cereales, 2024)

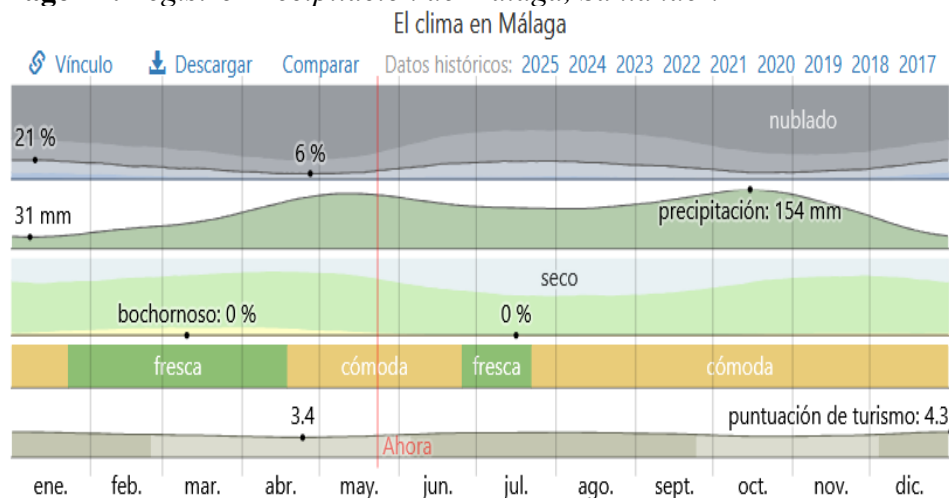
Tabla 2. Distribución de áreas Urbanas y Rurales en Málaga, Santander.

CATEGORIAS	ÁREA Has.	MODALIDAD	EXTENSIÓN Has.
URBANO	293,75	Urbano	330,86
		Protección	62,89
RURAL	5.468,04	Producción	2.994,62
		Protección	2.473,42
Total área			5.761,69

Fuente: Adaptada de (De & Santander, s. f.).

Las áreas de Producción y protección en Málaga Santander estan conformadas en su mayoría por sistemas agroforestales. (Malaga, 2004) Los cuales permiten que la zona rural sea más segura ante fenómenos climáticos que puedan desencadenar riesgos altos para inundaciones y daños en suelo.

Imagen 1. Registro Precipitación de Málaga, Santander.



Fuente: Adaptada de *Weather Spark.com2025*.

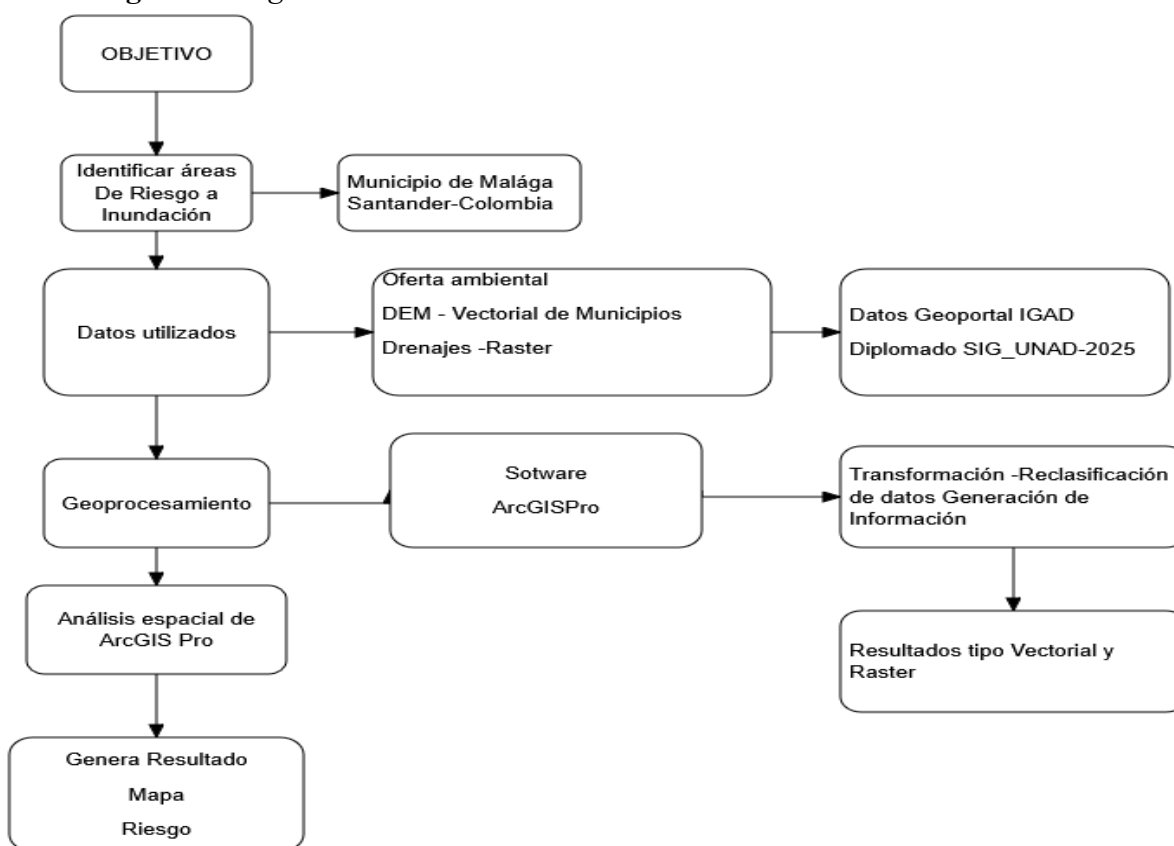
Los meses de mayor intensidad de lluvias comienzan en agosto y terminan en noviembre.

Metodología

La presente investigación se desarrolló mediante un Análisis Multicriterio (AMC) apoyado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el objetivo de identificar las zonas con mayor riesgo de inundación en el municipio de Málaga, Santander. Esta metodología fue seleccionada por su capacidad de integrar múltiples variables espaciales y ambientales que inciden en la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, permitiendo una representación geoespacial precisa y útil para la planificación territorial local

Obtención y preparación de datos

Imagen 2. Diagrama de Datos.



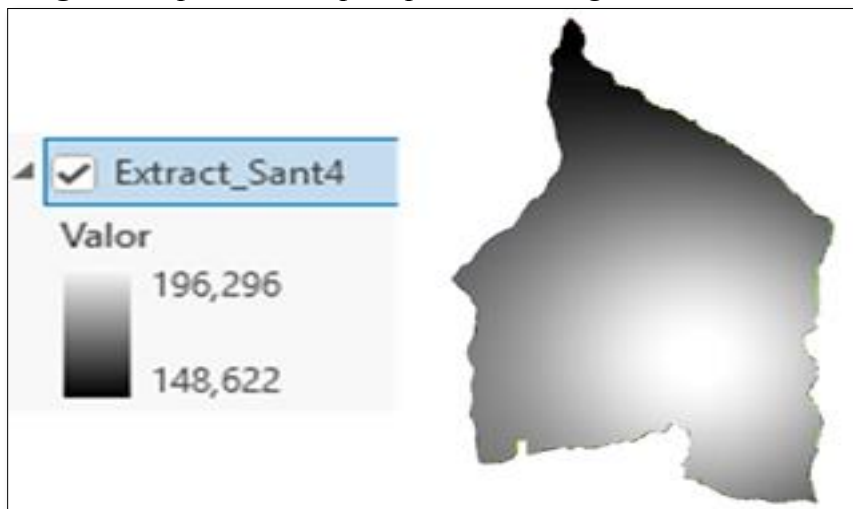
Fuente: *Elaboración, Propia 2025. Goconqr.*

Para generar resultados se utilizó el Software ArcGISPro el cual proporciona, facilita, almacena, edita, comparte y muestra la información geográficamente referenciada vital para presentar información espacial, que se usara para generar los resultados. (*Software SIG de escritorio | Análisis cartográfico | ArcGIS Pro, s. f.*).

Representación de la Altitud (DEM) de Málaga -Santander

La forma en que se distribuyen los colores en este caso la escala gris que se nota más claro en centro y oscuro hacia bordes está mostrando la zona de mayor altitud está en el centro-sur del municipio de Málaga.

Imagen 3. Capa ráster de precipitación Málaga-Sder.

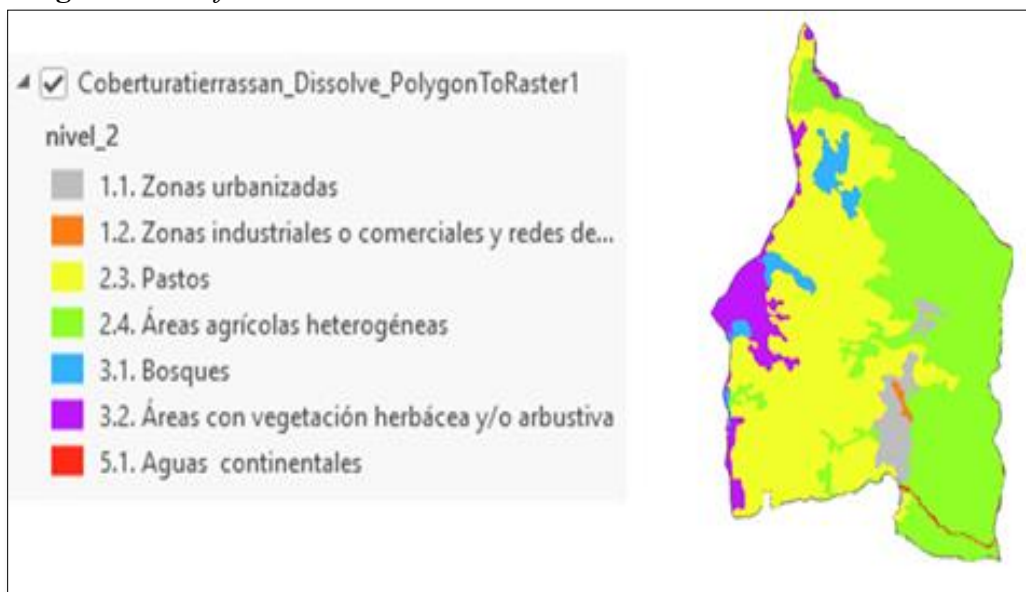


Fuente: Elaboración propia, 2025 ArcGISPro

Blanco (196,296): El color blanco en la leyenda y en la parte central inferior del mapa indica los valores más altos. Negro (148,622): El color negro en la leyenda y en los bordes del

mapa indica los valores más bajos. En un DEM, esto correspondería a las elevaciones más bajas o zonas de menor altitud. (Rodríguez, 2018)

Imagen 4. Clasificación de coberturas.



Fuente: Elaboración propia, 2025 ArcGISPr).

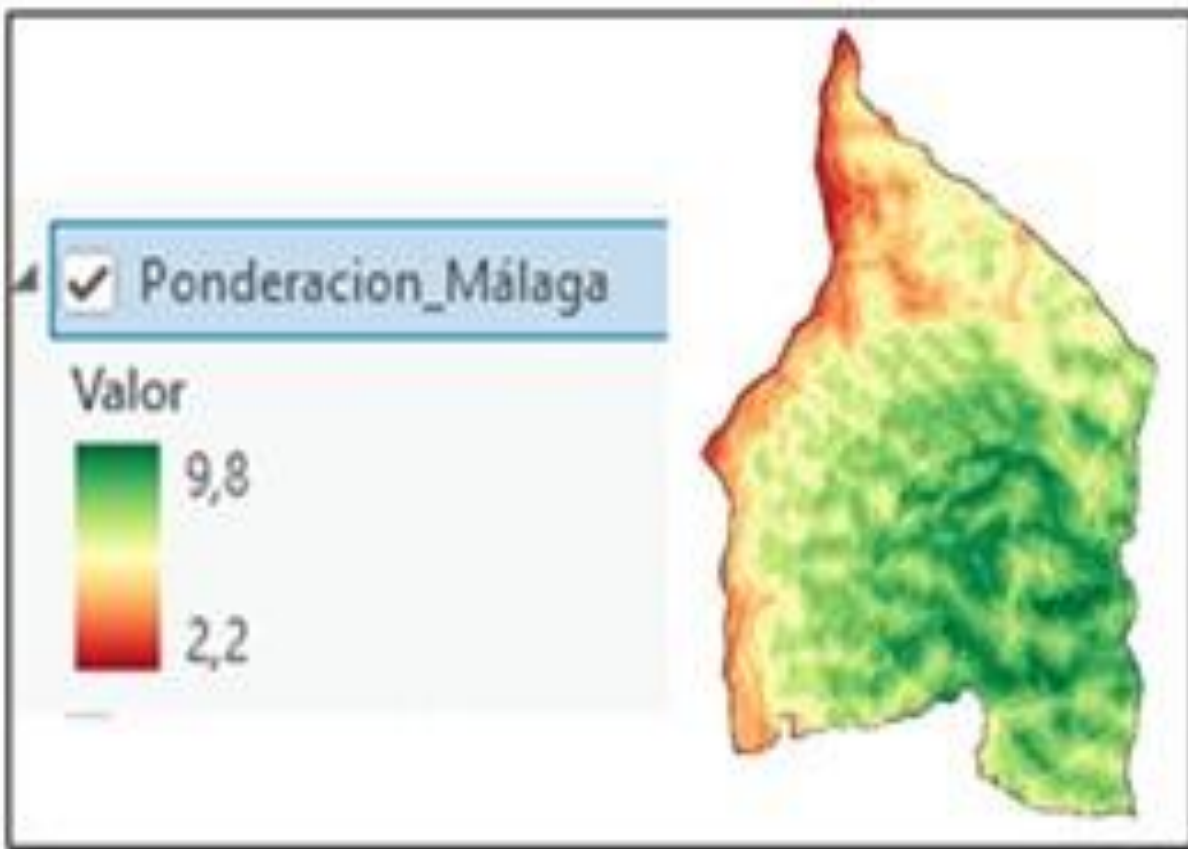
Una vez reclasificadas todas las capas, se aplicó la herramienta de suma ponderada en ArcGIS Pro. A cada criterio se le asignó un peso según su influencia relativa en la ocurrencia de inundaciones. Los pesos fueron definidos con base a las recomendaciones de la guía, asegurando una ponderación adecuada de cada factor.

Tabla 3. Criterios de análisis para el riesgo de inundación.

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras Corine Land Cover	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%

Fuente: Adaptado de guía de actividades Diplomado SIG.

Imagen 5. *Capa Ráster Suma ponderada de los ráster reclasificados.*

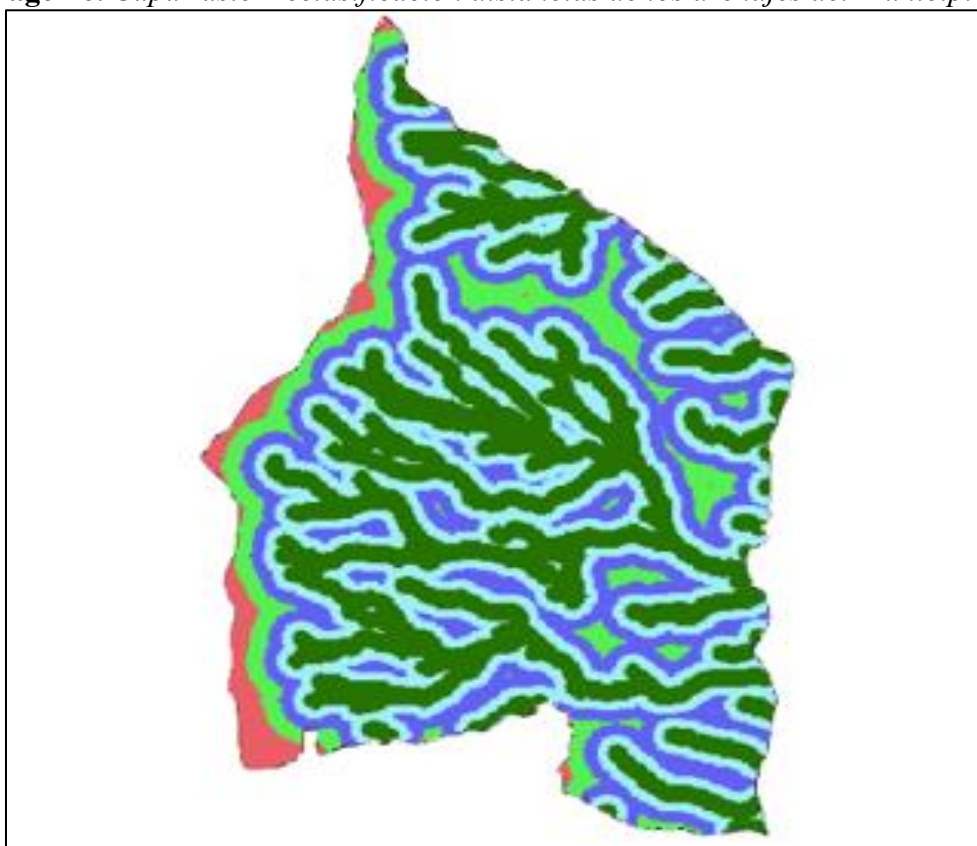


Fuente: Elaboración propia ,2025ArcGISPro.

Estableciendo los criterios y reclasificados. Se aplicó una simbología cualitativa por colores (gradiente del verde al rojo) para representar de forma clara los niveles de riesgo identificados. Cada una de las capas ráster fue reclasificada para unificarlas bajo una misma escala cualitativa de riesgo, según la Tabla 2. Esta reclasificación permitió estandarizar los valores y facilitar su integración posterior.

Para hacer la reclasificación de distancias entre drenajes se obtuvieron mediante geoprocesos: Relleno (Fill), Dirección del Flujo (Flow Direction) y Acumulación de flujo (Flow Acumulación).

Imagen 6. *Capa ráster reclasificación distancias de los drenajes del Municipio.*

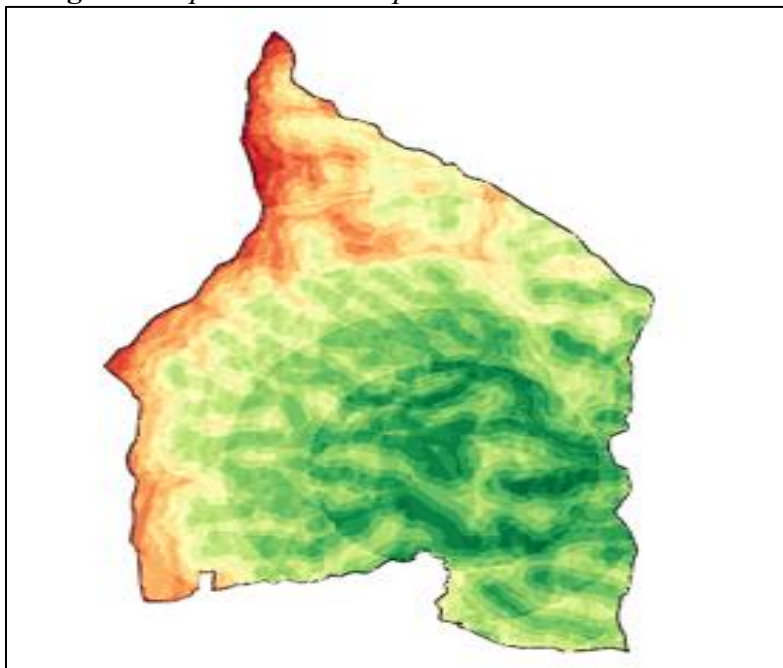


Fuente: Elaboración propia ,2025 ArcGISPro.

La Capa ráster Suma ponderada de los ráster reclasificados contiene (DEM, slope, lcl, precipitación y distancia drenajes).

La capa es el producto de combinar varias capas con escalas de valores comparables y significativas para el análisis que se va a realizar.






Imagen 7. *Capa ráster Suma ponderada.*



Fuente: Elaboración propia ,2025 ArcGISPro.

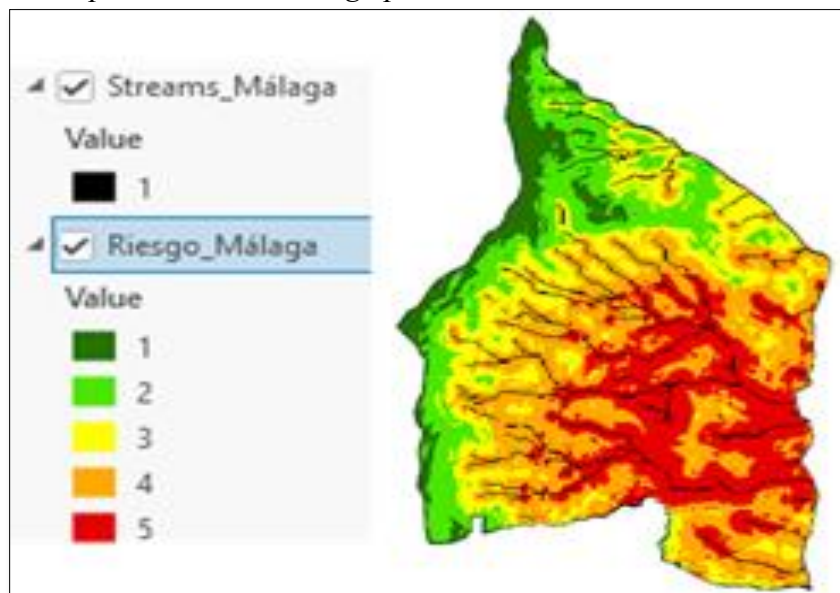
Reclasificación DEM, slope, lcl, precipitación y distancia drenajes: Se utilizo esta herramienta con fines de simplificar y hacer más fácil la unificación de datos y por ende su interpretación.

Tabla 4. *Reclasificación de riesgo.*

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo Alto	4	
Riesgo muy Alto	5	

Fuente: Adaptado: *Guía de actividades Diplomado SIG 202.*

Imagen 8. Mapa resultado de riesgo por inundación



Fuente: Elaboración propia, 2025 ArcGISPro

Proceso

La imagen de integración generó una capa ráster compuesta que representa el nivel de riesgo de inundación del municipio de Málaga.

Se realizó conversión a formato vectorial y análisis espacial, la capa ráster resultante fue convertida a formato poligonal vectorial para facilitar la visualización y análisis estadístico. Luego, se aplicó un proceso de disolución por atributo “gridcode”, con el objetivo de realizar una agrupación de áreas con el mismo nivel de riesgo y poder representar gráficamente la visual del resultado del municipio.

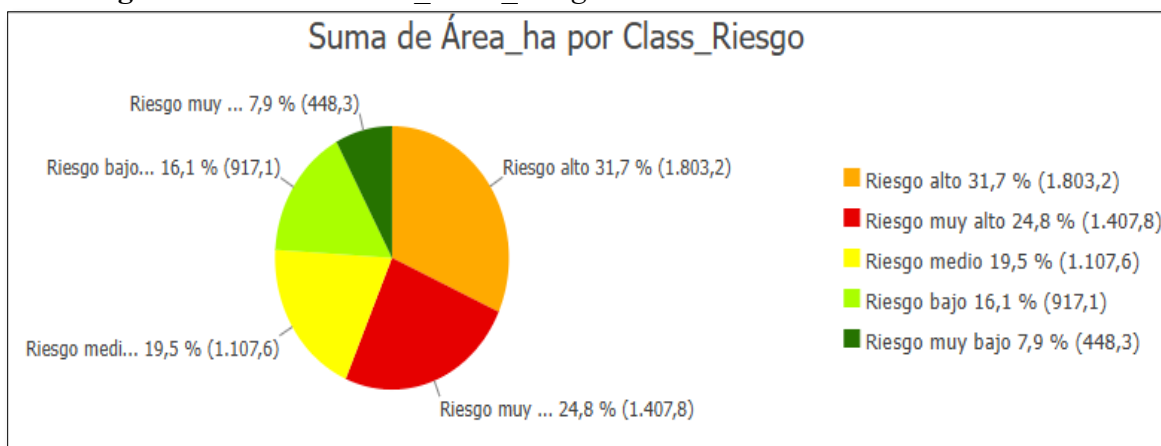
Cálculo de geometría y clasificación final

A la capa disuelta se le añadieron dos campos:

Class_riesgo: para asignar una etiqueta cualitativa al riesgo.

Área: para calcular la superficie de cada polígono en hectáreas al revisar la tabla de atributos se reflejan los datos de la superficie en hectáreas y la clasificación por niveles que le fue asignada, para generar el cálculo de áreas y nivel de riesgo por porcentajes, que permite ver que áreas son las vulnerables.

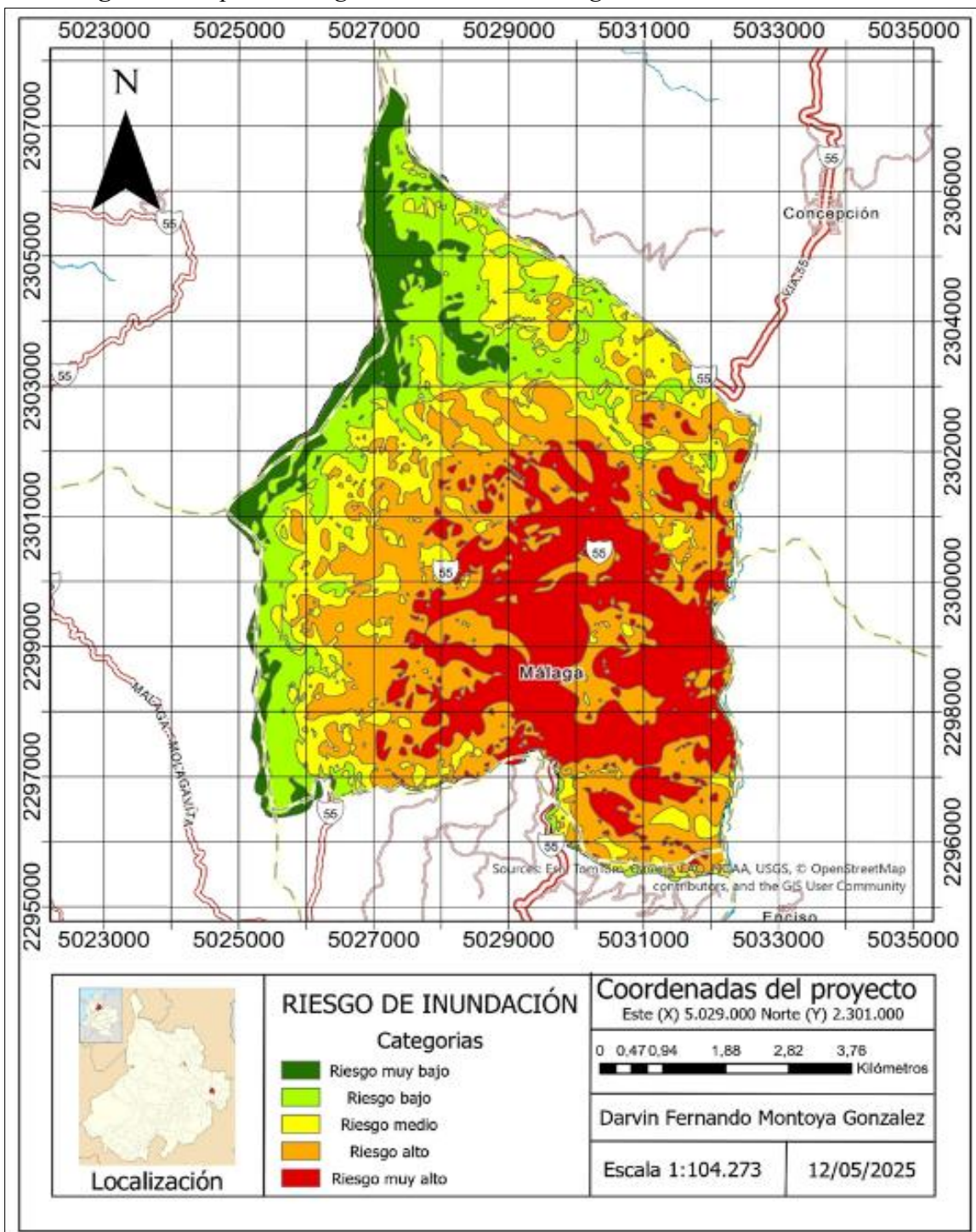
Imagen 9. Cálculo de Área_Class_Riesgo



Fuente: Elaboración propia, (ArcGISPro) 2025

El Diagrama estadístico de riesgo de inundación presenta información sobre la probabilidad y la magnitud de las inundaciones en una zona determinada, así como los posibles daños que pueden causar. “Estos datos se utilizan para la planificación y la gestión del riesgo de inundaciones en cualquier área de un país”(Inundaciones - IDEAM, s. f.) Su simbología está basada en códigos y colores RGB Corine Land Cover sugeridos para Colombia. (Mauricio et al., s. f.) la cual fue implementada para mejorar la clasificación de cambios en las coberturas ubicadas en los Andes Colombianos.

Imagen 10. Mapa de Riesgo de Inundación Málaga-Sder-Colombia



Fuente: Elaboración propia, 2025(ArcGISPro)

Resultados

El resultado encontrado de **alto Riesgo es la Zona Urbana**. Problema que ha estado siendo manejado por las autoridades ambientales a nivel departamental y municipal.

Lo anterior se debe a la alta densidad de construcciones, la escasez de zonas verdes y, de manera crucial, a las deficiencias en los sistemas de drenaje urbano. Estas condiciones favorecen la rápida acumulación de agua, provocando daños significativos, especialmente durante los meses de mayor precipitación como octubre y noviembre. “Situación que demanda acciones prioritarias de mitigación y control”(xavi, s. f.)

Zonas de Menor Riesgo: Áreas de Protección Natural

En contraste, las zonas con riesgo bajo o muy bajo se ubican principalmente en áreas de mayor altitud y pendientes pronunciadas, caracterizadas por una abundante cobertura de árboles y vegetación. Esta actúa como una barrera natural eficaz contra la escorrentía superficial, haciendo que estas áreas sean mucho menos vulnerables a las inundaciones. La conservación de ecosistemas como páramos y bosques contribuye a brindar protección.

Es importante destacar que estas zonas coinciden parcialmente con las áreas de conservación estipuladas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio, que incluyen 739.08 hectáreas destinadas a la conservación del sistema hídrico y 37.57 hectáreas reservadas para la protección de rondas de quebradas.(Antonio & Moreno, 2009)

Zonas de Riesgo Medio: El Sector Rural y sus Cultivos

También se identificaron zonas de riesgo medio, que corresponden en su mayoría a las áreas rurales con cultivos, pastos y fincas. Estas áreas son susceptibles a afectaciones por lluvias intensas, lo que podría resultar en pérdida de cultivos, erosión del suelo por escorrentía y formación de cárcavas aunado a daños a la infraestructura vial rural, fundamental para la comercialización de productos. Problema de especial atención dado que muchas familias dependen económicamente de la actividad agrícola.

Conclusiones

El análisis multicriterio, realizado con el software ArcGIS, fue fundamental para identificar las zonas urbanas con alto potencial de inundación. Esta herramienta no solo reveló la distribución de las coberturas del suelo en estas áreas, un dato crucial para diseñar programas de monitoreo y control, sino que también destacó la importancia de la educación ambiental. A través de esta, se pueden fomentar la conservación y protección de cuencas, bosques y cultivos, así como la vigilancia y el control de la expansión urbana en áreas de alto riesgo.

La identificación de estas zonas críticas proporciona una base técnica sólida para la toma de decisiones en el ordenamiento agroambiental. Esto permite enfocar eficazmente las estrategias de prevención y gestión del riesgo en los sectores más vulnerables(C, 2024) En última instancia, el mapa de riesgo se convierte en una herramienta invaluable para proteger la vida y el entorno natural de la comunidad.

Recomendaciones

Dada la identificación de zonas con alto potencial de inundación en Málaga, Santander, a través de análisis multicriterio, se recomienda enfáticamente la implementación de un Plan Integral de Gestión del Riesgo de Inundaciones (PIGRI). Este plan debe articularse bajo los principios de la gestión integrada de cuencas hidrográficas y el ordenamiento territorial sostenible, priorizando la resiliencia climática de la comunidad.

Componentes Clave de la Recomendación:

Fortalecimiento del Monitoreo Hidrometeorológico: Es crucial establecer y/o optimizar una red de estaciones hidrometeorológicas que permitan la recolección de datos en tiempo real sobre precipitaciones, niveles de cuerpos de agua y caudales. Esta información es vital para la generación de alertas tempranas y la modelación predictiva de escenarios de inundación, facilitando la toma de decisiones oportuna por parte de las autoridades competentes y la comunidad.

Zonificación y Restricción de Usos del Suelo: Con base en los mapas de riesgo generados, se debe proceder a una revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Málaga. Esto implica la delimitación precisa de las áreas de alto riesgo no edificable y la restricción estricta de nuevos desarrollos urbanísticos o agrícolas en estas zonas. Se deben establecer servidumbres ecológicas y áreas de amortiguación para la conservación de la ronda hídrica y las planicies de inundación naturales, reconociendo su función esencial en la disipación de la energía del agua.

Implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza: Se deben promover intervenciones que aprovechen los procesos ecológicos para mitigar el riesgo. Esto incluye la restauración y reforestación de microcuencas, el manejo sostenible de laderas para reducir la erosión y el arrastre de sedimentos, y la creación o rehabilitación de humedales y zonas de retención natural de agua. Estas medidas no solo reducen la velocidad y el volumen de las escorrentías, sino que también ofrecen beneficios ecosistémicos adicionales, como la mejora de la biodiversidad y la calidad del agua.

Desarrollo de Capacidades y Educación Ambiental: Es fundamental empoderar a la comunidad y a los actores locales. Esto implica la creación de brigadas comunitarias de respuesta a emergencias, la realización de simulacros de evacuación y la implementación de programas de educación ambiental que promuevan la comprensión del riesgo de inundación las buenas prácticas de conservación del suelo y el agua, y la importancia de no ocupar zonas vulnerables. La apropiación social del riesgo es un pilar para la efectividad de cualquier medida de gestión.

Articulación Interinstitucional y Financiamiento Sostenible: programas que deben ser el resultado de un esfuerzo coordinado entre las autoridades locales (Alcaldía, Corporaciones Autónomas Regionales), departamentales y nacionales. Se requiere la asignación de recursos económicos y técnicos sostenibles para la implementación y el mantenimiento de las acciones propuestas, explorando fuentes de financiación como fondos de gestión del riesgo, cooperación internacional y alianzas público - privadas.

La aplicación rigurosa de estas recomendaciones permitirá a Málaga, Santander, transitar hacia un modelo de desarrollo más seguro y sostenible, donde la prevención prevalezca sobre la

reacción y la capacidad de adaptación al cambio climático sea un pilar de su planificación territorial.

Referencias bibliográficas

Alcaldía Municipal de Málaga. (2020, 27 de octubre). *Informe definitivo No 00087 de Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Regular*. Contraloría de Santander.

<https://contraloriasantander.gov.co/sites/default/files/2022-06/DEFINITIVO-00087-ALCALDIA-DE-MALAGA-2017-2018.pdf>

Biodiversidad La Guajira. (2020, noviembre). *Características físicas y climáticas del departamento de La Guajira*. <https://biodiversidadlaguajira.over-blog.com>

Caracol Radio. (2024, 2 de octubre). *¿En qué época suele llover en La Guajira? Este es el mes más lluvioso, según Corpoguajira*. <https://caracol.com.co/2024/10/02/en-que-epoca-suele-llover-en-la-guajira-este-es-el-mes-mas-lluvioso-segun-corpoguajira>

Corporación Regional de La Guajira – Corpoguajira. (2023). *Clima y gestión ambiental en La Guajira*. <https://www.corpoguajira.gov.co>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2024). *Estadísticas geográficas y ambientales*. <https://www.dane.gov.co>

Esri. (2025.). *Euclidean distance*. ArcGIS Pro. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/euclidean-distance.htm>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (s.f.). *Perfiles de suelo y clima en Colombia*. <http://www.fao.org>

Gobernación de Santander. (2023). *Datos territoriales del departamento de Santander*. <https://www.santander.gov.co>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. (2015, diciembre). *Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015*. IDEAM - MADS. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2022). *Atlas climático de Colombia*. <https://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas-climatico>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2022). *Caracterización climática y de suelos de la región nororiental*. <https://www.ideam.gov.co>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (s. f.). *Inundaciones*, Recuperado 30 de mayo de 2025, de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/inundaciones>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. (2023). *Cartografía y suelos del departamento de Santander*. <https://www.igac.gov.co>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. (2023). *Información geográfica de Colombia*. <https://www.igac.gov.co>

Méndez Aldana, H. (1990). *Generalidades sobre la fertilidad de los Suelos en las zonas Cacaoteras Colombianas*. En Memorias Curso Nacional de Cacao. ICA.

Méndez Aldana, H., Palencia Calderón, G., & Ramírez Gómez, M. (2006). *Zonificación de tierras por su aptitud para el cultivo de Cacao en los Municipios del Occidente de Boyacá*. (Informe Final. Documento de Trabajo). CORPOICA.

Peña Ramírez, A. (s.f.). *Cultivadores de tabaco, en el limbo*. Universidad del Rosario. <https://urosario.edu.co/revista-divulgacion-cientifica/economia-y-politica/cultivadores-de-tabaco-en-el-limbo>

Universidad Javeriana. (2022). *Análisis de la relación entre indicadores de sequía y sus impactos en La Guajira*. <https://perfilesycapacidades.javeriana.edu.co/es/projects/analisis-de-la-relacion-entre-indicadores-de-sequia>.

Mauricio, G., Hernández, V., Adolfo, J., & Acevedo, A. (s. f.). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER CON IMÁGENES IKONOS*.

Software SIG de escritorio | Análisis cartográfico | ArcGIS Pro. (s. f.). Recuperado 28 de mayo de 2025, de <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-pro/overview>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/Q93tB3dQvWw?si=qsYJaJYDDRxYcVcz>