

## **Análisis de riesgos asociados a inundaciones en el caso local del municipio El Carmen de Chucurí, Santander, Colombia**

Tomás Eduardo Oviedo Muñoz - [teoviedom@unadvirtual.edu.co](mailto:teoviedom@unadvirtual.edu.co)

Astrid Yelitz Fonseca Aceros – [aifinsecaac@unadvirtual.edu.co](mailto:aifinsecaac@unadvirtual.edu.co)

Directora: Evangelina Parra Perez - [evangelina.parra@unad.edu.co](mailto:evangelina.parra@unad.edu.co)

### **Resumen**

El presente trabajo está relacionado con el estudio y análisis de los riesgos por inundación del municipio de El Carmen de Chucurí, Santander el cual se base en el análisis multicriterio utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en este caso ArGis Pro. Este municipio al estar ubicado en el Parque Nacional Serranía de los Yariguíes, presenta unas precipitaciones altas durante el año, especialmente se analizó el mes de octubre, el cual según los datos históricos es el mes más húmedo de esta región. En el análisis multicriterio se hizo una clasificación de zonas vulnerables a los riesgos de inundación, considerando varios factores entre ellos topografía, incidencias climáticas y usos del suelo. Con los resultados obtenidos podemos establecer diferentes criterios para la mitigación y prevención de los daños asociados a las inundaciones, además de estrategias a establecer dentro de la población directamente afectada, este análisis puede ser una herramienta para considerar por las políticas públicas del municipio en su planificación agroambiental del territorio.

*Palabras claves:* ArGis Pro, Análisis multicriterio, usos del suelo, incidencias climáticas

### **Introducción**

En Colombia, las inundaciones representan uno de los principales riesgos naturales, afectando tanto áreas urbanas como rurales. Según estudios recientes, la gestión pública del riesgo es clave para mitigar los impactos de estos eventos y fortalecer la resiliencia comunitaria (Dias et al., 2021). Sin embargo, la confianza en estas medidas varía significativamente entre diferentes grupos sociales, lo que refleja desigualdades en la percepción y respuesta frente al riesgo. Estas dinámicas son particularmente relevantes en el departamento de Santander, donde factores socioeconómicos

y geográficos aumentan la vulnerabilidad ante inundaciones recurrentes.

El caso del municipio de El Carmen de Chucurí, ubicado en Santander, ilustra los desafíos y oportunidades relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones. Investigaciones sobre comunidades vulnerables, como las de Aversa et al. (2020), han señalado la importancia de fortalecer la resiliencia en regiones con altas exposiciones al riesgo. Este contexto pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias adaptativas que permitan a las comunidades no solo sobrevivir, sino también prosperar en entornos propensos a eventos hidroclimáticos extremos.

A nivel nacional, Colombia ha avanzado en la formulación de políticas públicas orientadas a

la reducción del riesgo de desastres. No obstante, como lo destaca Del Moral Ituarte y García (2022), el éxito de estas medidas radica en la transición hacia enfoques participativos y multidisciplinarios, donde las comunidades locales tengan un papel activo en la planificación y gestión del riesgo. En El Carmen de Chucurí, las medidas preventivas y de adaptación deben estar integradas en un enfoque territorial que considere tanto las particularidades ambientales como las socioeconómicas.

Finalmente, la educación sobre riesgos naturales es fundamental para fomentar la conciencia y el compromiso ciudadano. Propuestas como las de Zaragoza Sáez y Morote Seguido (2024) o Morote y Olcina (2022) subrayan la importancia de incorporar el conocimiento del riesgo en los programas educativos, especialmente en comunidades vulnerables. Estas iniciativas podrían ser cruciales para fortalecer la capacidad de respuesta frente a inundaciones en El Carmen de Chucurí, integrando estrategias sociales, ambientales y educativas para lograr una gestión del riesgo más efectiva y sostenible.

## Objetivos

### General

Analizar los riesgos asociados a inundaciones en el caso local del municipio El Carmen de Chucurí, Santander, Colombia.

### Específicos

- Elaborar un mapa de inundaciones para el municipio de El Carmen de Chucurí, Santander.

- Analizar las características físicas y socioeconómicas del municipio que influyen en su vulnerabilidad frente a inundaciones.
- Identificar las áreas más propensas a inundaciones a partir de datos históricos, geográficos y climáticos.
- Proponer estrategias basadas en el mapa de inundaciones que contribuirán a mitigar los riesgos y fortalecer la resiliencia comunitaria.

## Identificación del caso de estudio

El Carmen de Chucurí está ubicado en el departamento de Santander, en la provincia de Yariguíes, es un municipio altamente agropecuario, en donde se destaca el cultivo de cacao representando más del 80% de la economía del pueblo, es un municipio biodiverso gracias a que se encuentra el Parque Nacional Serranía de los Yariguíes, por otra parte, es importante destacar que “De las 14.642 especies observadas en Santander, el municipio de El Carmen de Chucurí aporta 1.880 equivalentes a 12.8%. de estas 149 especies son endémicas” (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, 2024).

El clima del Municipio se caracteriza por tener dos temporadas secas y dos temporadas de lluvia. En el Carmen, los veranos son cortos y calurosos; los inviernos son cortos, cómodos y mojados y esta opresivo y nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año la temperatura generalmente varía entre 21 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 29 °C (Weather Spark, 2024).

En cuanto a sus precipitaciones la temporada más mojada dura 8,5 meses, de 16 de marzo a 2

de diciembre, con una probabilidad de más de del 47% de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en El Carmen es octubre, con un promedio de 22 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación (Weather Spark, 2024).

### Metodología

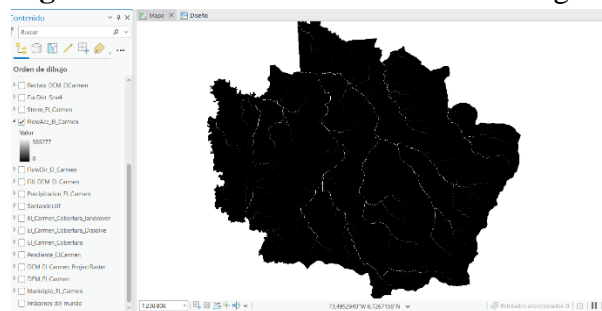
La metodología para abordar los riesgos asociados a inundaciones en el municipio de El Carmen de Chucurí, Santander, se enfoca en la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de modelación espacial aplicadas al ordenamiento agroambiental. En primer lugar, se realizará una recolección exhaustiva de datos geoespaciales, incluyendo modelos digitales de elevación, mapas de uso del suelo, redes hidrográficas y registros históricos de inundaciones, los cuales serán obtenidos de fuentes como IDEAM y entidades locales. Estos datos serán procesados y preparados en plataformas SIG mediante la limpieza, estandarización y compatibilización de formatos y sistemas de coordenadas, garantizando su precisión y usabilidad en análisis posteriores (Olaya, 2020; Escolano, 2015).

El siguiente paso implica el análisis de vulnerabilidad física y socioeconómica del municipio. Este proceso considera variables como densidad poblacional, infraestructura crítica y actividades económicas, factores que contribuyen a la exposición y sensibilidad al riesgo. Estas características se mapearán mediante la creación de capas temáticas que reflejan su distribución geográfica. El análisis se complementará con técnicas de interpolación y clasificación para identificar las zonas más vulnerables, integrando información cualitativa obtenida a través de entrevistas a actores locales. Estas herramientas permiten vincular

las condiciones socioeconómicas con el contexto territorial y ambiental del área de estudio, proporcionando un enfoque multidimensional (Moreno et al., 2017).

En tercer lugar, se aplicarán técnicas de modelación espacial para simular áreas de riesgo de inundaciones. Este proceso incluye el análisis hidrológico del territorio, utilizando datos del modelo digital de elevación para identificar patrones de flujo hídrico y áreas de acumulación de agua.

**Figura 1.** Modelo ráster acumulación de agua



Fuente: Autoría propia, 2024

Los modelos ráster servirán para simular escenarios de inundación bajo diferentes condiciones climáticas, como eventos extremos de precipitación, evaluando así el comportamiento potencial del agua en el paisaje. Los resultados serán validados comparándolos con registros históricos de inundaciones para garantizar la precisión de las predicciones (Díaz, 2017; Ramírez Cano, 2016). Esta etapa culminará con la integración de los datos en un mapa de riesgos, combinando factores físicos y socioeconómicos para priorizar las zonas críticas.

Finalmente, se generará un informe técnico y un mapa cartográfico que visualiza áreas de alto, medio y bajo riesgo, diseñado para ser comprensible tanto para tomadores de decisiones como para las comunidades locales.

Este mapa se utilizará para proponer estrategias de mitigación basadas en enfoques adaptativos y participativos, promoviendo medidas como la educación comunitaria y la planificación territorial resiliente. La metodología asegura que las estrategias sean socializadas mediante talleres y capacitaciones, fomentando la apropiación de los resultados y fortaleciendo la capacidad de respuesta frente a inundaciones (Morote y Olcina, 2022). Este enfoque combina herramientas tecnológicas con la participación comunitaria, integrando aspectos técnicos y sociales para una gestión sostenible del riesgo en El Carmen de Chucurí.

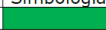



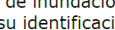
## Resultados

Colombia es un país tropical, que se ubica sobre la línea ecuatorial por ende las condiciones climáticas son bimodales, es decir no contamos con cuatro estaciones, pero si con dos estaciones secas (verano) y dos estaciones lluviosas (invierno). Esta característica hace que los climas de Colombia sean muy variados, en el departamento de Santander se ubica el municipio de El Carmen de Chucurí, el cual cada año sufre algunas consecuencias por la ola invernal, debido a sus grandes montañas y bosques naturales que hace parte del Parque Nacional de los Yaruigües, registra altas precipitaciones a lo largo del año.

En esta ocasión se hizo un análisis multicriterio tomando el mes de octubre como base debido a que según los registros es el mes más húmedo del año. “El mes con más días mojados en El Carmen es octubre, con un promedio de 22 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación” (Weather Spark, 2024). A continuación, realizaremos una interpretación de riesgo por inundación que nos arroja la radiografía del mapa del municipio de El Carmen de Chucurí.

**Figura 2.** Tabla de clasificaciones de riesgos de inundación en cinco niveles.

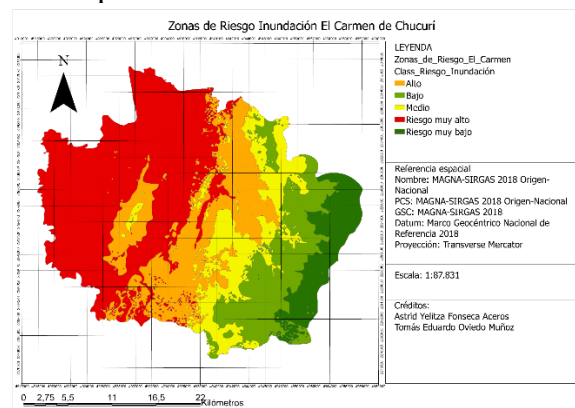
### Reclasificación de riesgo por inundación

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

*Nota:* La tabla muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación.

Fuente: IDEAM

**Figura 3.** Mapa de Riesgo de Inundación Municipio de El Carmen de Chucurí.



**Figura 4.** Gráfico de zonas de riesgo



Fuente: Autoría propia, 2024

El análisis multicriterio nos arroja una información bastante interesante sobre el municipio de estudio el cual es El Carmen de Chucurí, ubicado en el departamento de Santander. En la **Figura 3**. Se puede observar el mapa donde se clasifican las zonas de riesgo de inundación para el municipio de El Carmen de Chucurí.

En la **Figura 4**. Tenemos un porcentaje del 41,3% de riesgo muy alto el cual equivale a la zona baja del municipio con una extensión de 380 km<sup>2</sup>, en esta parte del municipio la población se dedica a la ganadería

principalmente, por lo tanto, es importante tener presente esta información para en épocas de lluvia tomar todas las medidas correspondientes y evitar tragedias a causa de las inundaciones. Por otra parte, en el riesgo alto tenemos un porcentaje del 21,8% con una extensión de 201 km<sup>2</sup>, en esta área se ubica el municipio, y gran parte de cultivos en especial el cultivo de cacao que representa el renglón más representativo del municipio, por lo tanto, es importante tener estrategias para mitigar los posibles riesgos que se puedan presentar en las épocas de lluvias. No obstante, si sumamos los dos porcentajes (riesgo muy alto y riesgo alto) no da una suma del 63%, es decir el municipio tiene una alta probabilidad de sufrir riesgos de inundación en su mayoría de extensión. El riesgo medio equivale al 13,5% con un área de 124 km<sup>2</sup>, de extensión, allí se ubican cultivos agroforestales de cacao, plátano y frutales. El riesgo bajo nos representa el 15% del área del municipio con una extensión 138 km<sup>2</sup>, es la parte del clima frío que tiene El Carmen de Chucurí la cual se dedica también a la agricultura y algo de ganadería en pequeña escala. Por último, tenemos el riesgo muy bajo el cual nos representa el 8,5% con un área de 78 km<sup>2</sup> de extensión, área que pertenece al Parque Nacional Serranía de los Yariguíes, la cual está protegida.

### **Conclusiones**

En conclusión, queda demostrado que en El Carmen de Chucurí los riesgos por inundación son altamente probables, como se puede evidenciar en el mapa que se creó mediante un análisis multicriterio con diferentes procesos de Sistemas de Información Geográfica. Por otra parte, sabemos que el municipio es altamente agropecuario y por tanto la población se

beneficia económicamente de los diferentes cultivos que allí se establecen, principalmente el asocio de cacao con maderables y frutales. Es así como esta población se ve propensa a sufrir algún tipo de riesgo por inundación donde pueden perder gran parte de sus cosechas o en el peor de los casos el cultivo, cabe recalcar que por la topografía de la zona la cual es con pendientes pronunciadas este municipio sufre también de derrumbes causados por los excesos de lluvias.

El análisis nos arroja como resultado que entre las áreas más propensas a sufrir inundaciones se encuentra el municipio con un riesgo alto y un riesgo muy alto se encuentra la zona ganadera del municipio la cual se sitúa en la zona más baja.

Por último, es importante generar estrategias de mitigación que ayuden a minimizar estos riesgos, por ejemplo, establecer protocolos de capacitación en desastres causados por la ola invernal, para que la población este preparada en cualquier emergencia que se pueda presentar y así saber que hacer en estos casos imprevistos.

### **Recomendaciones**

Es importante difundir la información para que la población esté enterada de los riesgos que se pueden llegar a presentar en esta zona de influencia; por lo tanto, se deben articular las diferentes entidades que trabajan en el territorio para fortalecer las estrategias de mitigación, entre ellas:

Conservar los bosques primarios, realizar recuperación de las fuentes hídricas a través de siembra de arboles nativos que permitan mantener el equilibrio en el ecosistema, esto permite además prevenir los riesgos de erosión que van anclados a las precipitaciones de la zona.

Respetar las cotas máximas de inundación que están establecidas en las diferentes leyes gubernamentales.

Tener conocimientos básicos de que hacer frente a una posible emergencia que se pueda presentar por riegos de inundación, es decir: tener un botiquín de primeros auxilios, un suministro de supervivencia los cuales son de utilidad en estos casos.

implementar dentro del ordenamiento territorial del municipio los diferentes esquemas de prevención.

Para finalizar la población en general debe implementar la agricultura responsable es decir no talar bosques de manera indiscriminada, establecer cultivos agroforestales, respetando la fauna y flora que prevalece dentro del municipio de influencia.

### Referencias bibliográficas

American Psychological Association. (s.f.). Style and Grammar Guidelines. Recuperado el 17 de enero de 2020, de Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>

Aversa, María, Rotger, Daniela, & Senise, Florencia. (2020). Vivir en las márgenes del riesgo. Inundación y resiliencia en La Plata. *Bitácora Urbano Territorial*, 30(3), 219-232. Epub December 09, 2020. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n3.86792>

Carrillo García, S. (2019). Artículo científico. En S. Carrillo García, L. M. Toro Calderón, A. X. Cáceres González, & E. C. Jiménez Lizarazo, *Caja de herramientas. Géneros Textuales*. Universidad Santo Tomás.

CRAI USTA Bucaramanga. (2020). Informe de recursos y servicios bibliográficos. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.

Del Moral Ituarte, L., & García, Á. L. (2022). ¿Cambio de paradigmas frente a los riesgos hidroclimáticos? La experiencia de Sevilla. *Cuadernos de geografía*, (108), 769-789. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8621408>

Dias, Pierre, Bertoldo, Raquel, Guignard, Séverin y Schleyer-Lindenmann, Alexandra. (2021). Confianza en la gestión pública del riesgo y dinámica social en caso de inundación. *CES Psicología*, 14 (1), 49-63. Publicación electrónica del 09 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.21615/cesp.14.1.5>

Diaz, D. (2017). [Modelado y simulación de sistemas climáticos: desde la escala global hasta los microclimas](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-modelado_y_simulacion_completo_fisico.pdf) Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader. En F. Cala (Ed), *Modelado y simulación de sistemas naturales* (pp. 11-40). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. [https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-modelado\\_y\\_simulacion\\_completo\\_fisico.pdf](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-modelado_y_simulacion_completo_fisico.pdf)

Escolano, S. (2015). Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos. En S. Escolano (Ed), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47-78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>

Galvis García, R. E. (2020). *Guía Resumen del Estilo APA Séptima Edición*. Universidad Santo Tomás.

- Moreno, A., Buzai, G., y Fuensalida, M. (2017). Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales. 2ª edición. RA-MA Editorial. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=0c7f5c3f-5c9a-32c5-99b8-f27d15dff3e8>
- Morote, A. F., & Olcina, J. (2022). El tratamiento de los riesgos naturales en los libros de texto de Ciencias Sociales (Educación Primaria). Una aproximación a las definiciones y problematización de las actividades. Cuadernos Geográficos, 61(2), 223–246. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v61i2.24389>
- Olaya, V. (2020). [Sistemas de Información Geográfica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica). Open Library. [https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_geogr%C3%A1fica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica)
- Ramírez Cano, C. (2016). Valoración ecosistémica a partir del uso de métricas de paisaje aplicando sistemas de información geográfica en cultivos de palma africana. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental, Vol. 7(2), pp. 129-143. <https://doi.org/10.22490/21456453.1563>
- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (5 de Diciembre de 2024). SIB. Obtenido de Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia: <https://cifras.biodiversidad.co/santander/el-carmen-de-chucuri>
- Weather Spark. (5 de Diciembre de 2024). Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/24377/Clima-promedio-en-El-Carmen-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Zaragoza Sáez, Ángela del C., & Morote Seguido, Álvaro-F. (2024). Orihuela (España), laboratorio del territorio para la enseñanza del riesgo de inundación. Una propuesta didáctica social y ambiental. Sostenibilidad Económica, Social Y Ambiental, (6), 123–139. <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad.25671>

**Enlace de sustentación:**

<https://www.youtube.com/watch?v=2WR2Jijk7N0>