

Análisis multicriterio y categorización del Riesgo de inundación en el mes de octubre en el municipio de Barbacoas - Nariño

Cindy Johanna Virviescas Lara - Cjvirviescasl@unadvirtual.edu.co

Daniel Candamil Llano – dcandamill@unadvirtual.edu.co

Diana Cecilia Bravo Rebolledo - dcbravor@unadvirtual.edu.co

Maribel Zapata Tegue - mzapatat@unadvirtual.edu.co

Fanor Mina Erazo – Fminae@unad.edu.co

Rolando Santos (Tutor) - rolando.santos@unad.edu.co

Resumen

El estudio aplicó técnicas de modelación espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para identificar y categorizar el riesgo de inundación en el municipio de Barbacoas (Nariño), tomando como referencia el comportamiento de la precipitación durante el mes de octubre. Se integraron capas ráster y vectoriales estandarizadas, incluyendo el modelo digital de elevación, pendiente, precipitación, coberturas del suelo y distancia a drenajes. Mediante análisis multicriterio, reclasificación y álgebra de mapas se obtuvo un modelo sintético del riesgo, posteriormente transformado a formato vectorial y suavizado para mejorar la presentación cartográfica. Finalmente, con la herramienta Dissolve se consolidaron las categorías de riesgo y se calcularon las áreas en km² para cada clase cualitativa. Los resultados evidencian una alta susceptibilidad a inundaciones en zonas de baja elevación, pendientes suaves y cercanía a los drenajes principales, mientras que las áreas de mayor altitud presentan riesgo bajo o muy bajo. Este análisis constituye un insumo estratégico para la gestión del territorio, especialmente para la planificación agroambiental, la mitigación del riesgo y el soporte a los procesos de ordenamiento municipal.

Palabras clave: riesgo de inundación; análisis multicriterio; SIG; modelación espacial; Barbacoas.

Introducción

El incremento de eventos hidrometeorológicos intensos, asociados al cambio climático, ha aumentado la frecuencia y magnitud de inundaciones en territorios vulnerables. De acuerdo con IDEAM (2023), la variabilidad climática estacional influye en la intensificación de lluvias en la región Pacífica colombiana, mientras que el IPCC (2022) señala que los escenarios de calentamiento global incrementan la probabilidad de precipitaciones extremas y saturación del suelo. Estas condiciones se reflejan de manera crítica en municipios como Barbacoas, donde la combinación de topografía de baja altitud, ecosistemas húmedos y alta incidencia de lluvias configura escenarios propensos a inundaciones recurrentes.

El estudio del riesgo de inundación es esencial para proteger la población, la infraestructura crítica y las actividades agropecuarias. Según información de Corponariño (2024), Barbacoas presenta alta vulnerabilidad social, económica y ambiental, lo cual intensifica los efectos de eventos hidrometeorológicos. Asimismo, el Plan de Desarrollo Municipal reconoce la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo en las zonas aledañas al río Telembí y múltiples afluentes que generan riesgos recurrentes de desbordamiento.

En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado como herramientas fundamentales para la evaluación del riesgo mediante la integración de capas ambientales, geomorfológicas y climáticas que permiten modelar espacialmente las zonas más susceptibles (Olaya, 2020; Pérez et al., 2023). Su capacidad para estandarizar datos y realizar procesos de análisis multicriterio los convierte en un soporte esencial para la toma de decisiones territoriales.

Con base en ello, el presente estudio aplicó un modelo espacial de análisis multicriterio en ArcGIS Pro para generar el mapa del riesgo de inundación del municipio de Barbacoas durante el mes de octubre, identificando sus áreas más críticas y proporcionando un insumo clave para la planificación agroambiental.

Objetivos**Objetivo general**

Realizar un análisis multicriterio para categorizar las zonas con riesgo de inundación en el municipio de Barbacoas – Nariño mediante herramientas SIG.

Objetivos específicos

1. Estandarizar las capas vectoriales y ráster del territorio, incluyendo variables como DEM, pendiente, precipitación, coberturas del suelo y distancia a drenajes.
2. Aplicar herramientas de reclasificación y ponderación para obtener el modelo sintético del riesgo de inundación.
3. Analizar los resultados obtenidos, interpretando la distribución espacial del riesgo y sus implicaciones para la gestión territorial y agroambiental.

Identificación del caso de estudio

Barbacoas pertenece al Pacífico Nariñense, ubicado en la subregión del Telembí, a unos 236 km al noroeste de Pasto, con una extensión aproximada de 1.875 Km² y un territorio que combina llanura del pacífico y estribaciones montañosas del nudo de los Pastos (Cámara de Comercio, 2020). De acuerdo con el Censo 2018 del DANE (2018), el municipio cuenta con 55.633 habitantes, de los cuales, cerca del 78% vive en zona rural, evidenciando una marcada ruralidad y dispersión poblacional (Corponariño, 2024).

Dentro de sus características socioeconómicas, Barbacoas presenta uno de los niveles de pobreza más altos del país, el índice de Pobreza Multidimensional (IPM), alcanzó el 76.1% en 2018, muy por encima de los promedios departamental (33.1%) y nacional (19.1%) (Santacruz, 2022). Esto implica que alrededor de 3 de cada 4 hogares presentan privaciones simultáneas en educación, trabajo, servicios públicos y condiciones de vivienda, revelando alta vulnerabilidad asociada al conflicto armado, desplazamientos forzados y presencia de economías ilícitas (Corponariño, 2024).

Su estructura económica local se basa principalmente en actividades agropecuarias, sus productos principales, plátano, arroz, frutales, ganadería, minería aurífera y un comercio de pequeña escala, con fuerte presencia de micro establecimientos familiares. El censo económico empresarial muestra que cerca del 98% de los establecimientos comerciales operan como persona natural, con poca asociatividad y fuerte orientación al mercado local, limitando de esta forma la capacidad de competir y expandirse hacia otros territorios (Cámara de Comercio de Tumaco, 2022).

En cuanto a los índices de vulnerabilidad territorial, se destacan deficiencias en infraestructura básica, acceso a servicios públicos, conectividad a internet y presencia institucional, incrementando las diferencias frente a otros municipios (Corponariño, 2024). La limitada conectividad digital y financiera dificulta la diversificación productiva, la formalización empresarial y la implementación de soluciones tecnológicas para la gestión de servicios, comercialización o atención al ciudadano.

Las características climáticas relacionadas con la precipitación del municipio de Barbacoas, muestran un clima de selva tropical húmeda, con lluvias abundantes durante gran parte del año; el municipio experimenta una temporada húmeda prolongada: la estación lluviosa abarca aproximadamente de octubre a mayo, con un elevado número de días lluviosos.

Entre los meses más lluviosos se encuentra marzo y abril, con un promedio mensual de precipitaciones que puede superar los 117 mm en esos meses (WeatherSpark, 2024), incluso en la temporada más seca, Barbacoas sigue registrando lluvias, siendo un indicador que revela que no existe una temporada seca marcada con precipitaciones nulas. De acuerdo con lo anterior, se infiere que Barbacoas está expuesto a precipitaciones frecuentes y abundantes durante todo el año,

con picos especialmente fuertes en la estación lluviosa, que en conclusión indica que existen niveles altos de humedad permanente y condiciones propensas a saturación del suelo e incremento del riesgo hídrico.

Las características físicas y ambientales más relevantes para el municipio de Barbacoas son:

- **Altitud y relieve:** El casco urbano de Barbacoas se ubica a una muy baja altitud, alrededor de 36 msnm.
- **Red hídrica y ecosistema:** El municipio está atravesado por el río Telembí, así como por numerosos afluentes, humedales y manglares propios de su entorno selvático húmedo
- **Selva húmeda tropical y suelos saturables:** al estar rodeado de selva húmeda tropical, suelos con alta capacidad de retención de agua y un entorno de bosque tropical, el riesgo de acumulación de agua, desbordes e inundaciones es elevado durante temporadas de fuertes lluvias.
- **Topografía de bajo relieve y proximidad a cuerpos de agua:** la combinación de baja altitud, relieve relativamente plano en zonas ribereñas y proximidad a ríos y humedales favorece la inundabilidad, especialmente ante lluvias intensas o aumentos de las corrientes. (UPME, 2025)

Metodología

La recolección de datos cualitativos se realiza bajo fuentes primarias bibliográficas utilizando buscadores especializados en Scielo, Redalyc, Science Direct, EBSCO y otros pertinentes y coherentes con la temática, se listan algunas fuentes bibliográficas como Alberdi, R., y Erba, D. (2022) *introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados al catastro, ESRI. (01 julio 2024) Introducción a ArcGIS Pro, Olaya, V (2020). Sistemas de Información Geográfica, Plata, E. (2021). La tierra y la cartografía., y Toro, O. A. (2022). Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*, adicional a ello se realiza la puesta en marcha del proceso en el aplicativo SIG ArcGIS, la herramienta licenciada suministrada por las UNAD para el desarrollo de los puntos principales y el aprendizaje del SIGOT, así mismo se basa en asesorías profesionales por parte de docentes para la adquisición de conocimientos pertinentes.

El proceso de modelación, se realiza en tres etapas articuladas, la preparación de datos espaciales, el análisis vectorial y ráster y la modelación agroambiental mediante análisis multicriterio, las cuales permiten estructurar el análisis territorial y la estimación del riesgo por inundación en el área de estudio (Barbacoas – Nariño).

La primera etapa se llevó a cabo bajo la adquisición, organización y estandarización de los datos espaciales requeridos para el análisis, recopilando capas vectoriales y ráster relacionada con límites administrativos, drenajes, coberturas de tierra, modelos digitales de elevación (DEM) y capas climáticas, las cuales fueron proyectadas al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS CMT 12 con

el fin de garantizar la compatibilidad espacial entre los insumos. Esta fase también incluyó la verificación de la integridad de las tablas de atributos, la corrección de errores topológicos y la preparación de datos base para los análisis posteriores.

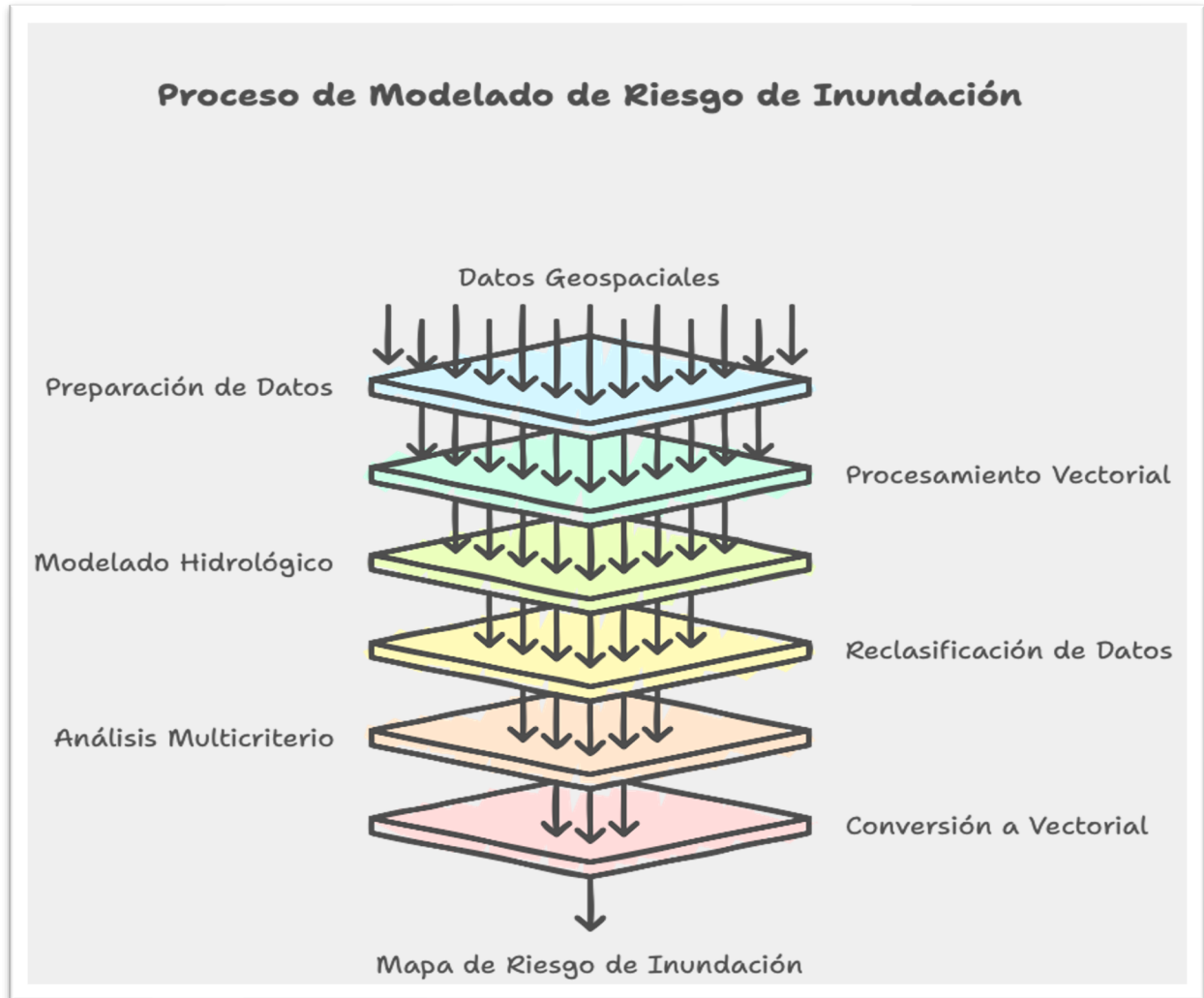
Seguidamente la segunda etapa se orienta al análisis espacial mediante geo procesos vectoriales y operaciones de superposición, siguiendo las recomendaciones establecidas, en esta fase se aplicaron herramientas como Intersect, Clip Buffer, Dissolve y Symmetrical Difference, las cuales permitieron delimitar áreas de interés ambiental, establecer zonas de influencia hídrica y generar unidades espaciales homogéneas para el análisis territorial, así mismo se efectuó el cálculo de áreas y la generación de cartografía temática inicial, que permitió interpretar relaciones espaciales entre elementos físicos, ambientales y socioeconómicos del territorio.

Por último, el proceso de modelación agroambiental para el riesgo por inundación sigue los lineamientos de proceso de insumos ráster mediante herramientas hidrológicas como Fill, Flow Direction, Flow Accumulation y Distance Accumulation, con el propósito de derivar variables esenciales para el análisis, en este caso se hizo uso de complementos de la herramienta SIG entre los que se pueden listar: la acumulación de flujo, la distancia a drenajes y la jerarquización de corrientes. Una vez obtenidas las capas hidrológicas y ambientales, todas las variables fueron reclasificadas a una escala común de 2 a 10, considerando los niveles de riesgo asociados con altitud, la pendiente, la precipitación, la distancia a drenajes y la cobertura de suelo. Finalmente, mediante álgebra de mapas se integraron estas capas reclasificadas para generar un mapa sintético de riesgo por inundación, el cual constituye el producto cartográfico principal del proceso.

La modelación de los niveles de riesgo de inundación del municipio de Barbacoas expuesto en mapas técnicos y gráficas con información veraz consolidando la gran importancia de los SIG en el ordenamiento territorial y agroambiental en los territorios. " El documento incluye imágenes representativas de los principales geo procesos desarrollados., los referentes citados en este documento constituyen la base conceptual para comprender los procesos de análisis multicriterio Toro, O. A. (2022)" ("Análisis del riesgo de inundación en el mes de octubre 2024 en el ...") ("Análisis del riesgo de inundación en el mes de octubre 2024 en el ...") ("Análisis del riesgo de inundación en el mes de octubre 2024 en el ...")

“La **Figura 12** presenta el flujo metodológico seguido para la modelación del riesgo de inundación en el municipio de Barbacoas, integrando los principales procesos desarrollados en el entorno SIG.”

Figura 1. Proceso de modelado del riesgo de inundación



Nota. El flujograma representa de manera esquemática las etapas metodológicas empleadas para la modelación del riesgo de inundación, incluyendo la preparación de datos geospaciales, el procesamiento vectorial, el modelado hidrológico, la reclasificación de variables, el análisis multicriterio y la conversión a formato vectorial, que culminan en la generación del mapa de riesgo de inundación.

Fuente. Autoría propia (2025).

Figura 2. Delimitación de áreas de interés.



Nota. En la figura se aprecian los diferentes usos del suelo del municipio, incluyendo centros urbanos y red vial.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

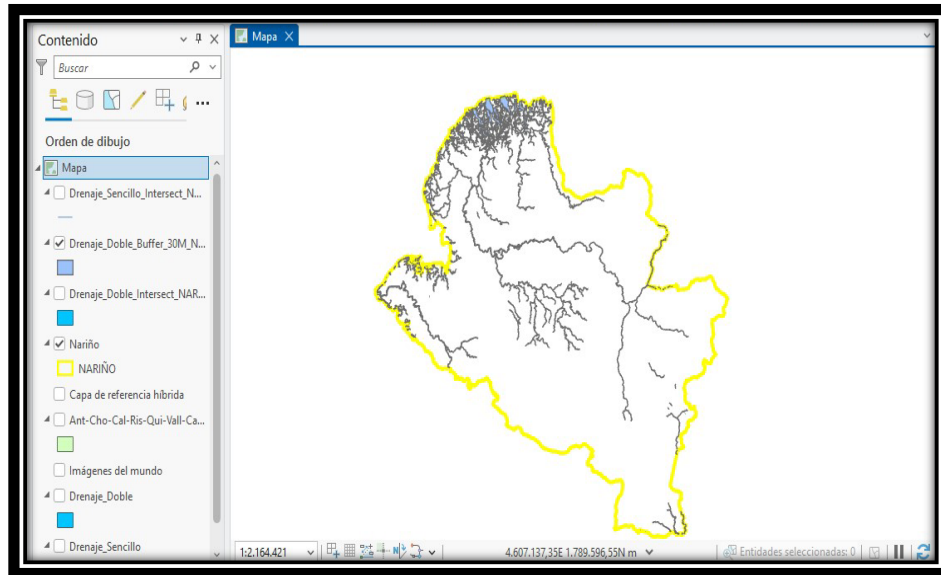
Figura 3. Recorte de la capa vectorial del municipio de Barbacoas.



Nota. La figura muestra la delimitación del municipio de Barbacoas como área de interés seleccionada para la modelación del riesgo de inundación.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

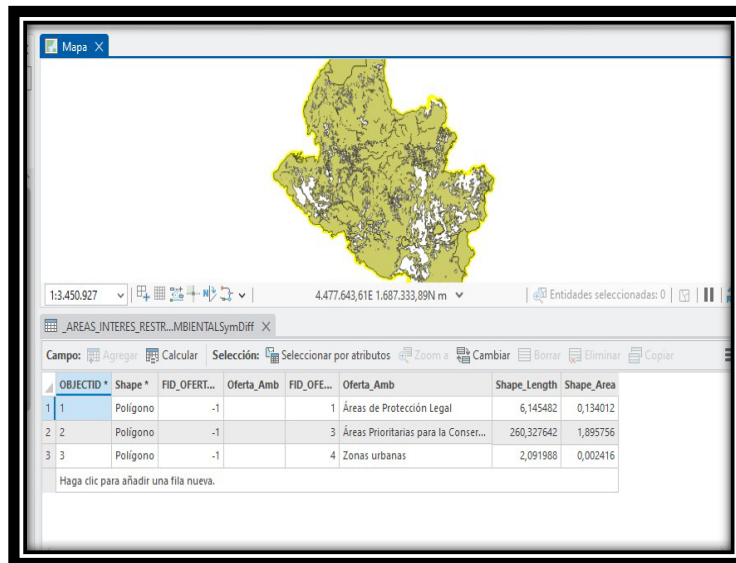
Figura 4. Creación de zonas de influencia mediante buffer.



Nota. En la figura se observa la delimitación de drenajes y la aplicación de buffers para facilitar el análisis espacial de las zonas de influencia hídrica.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

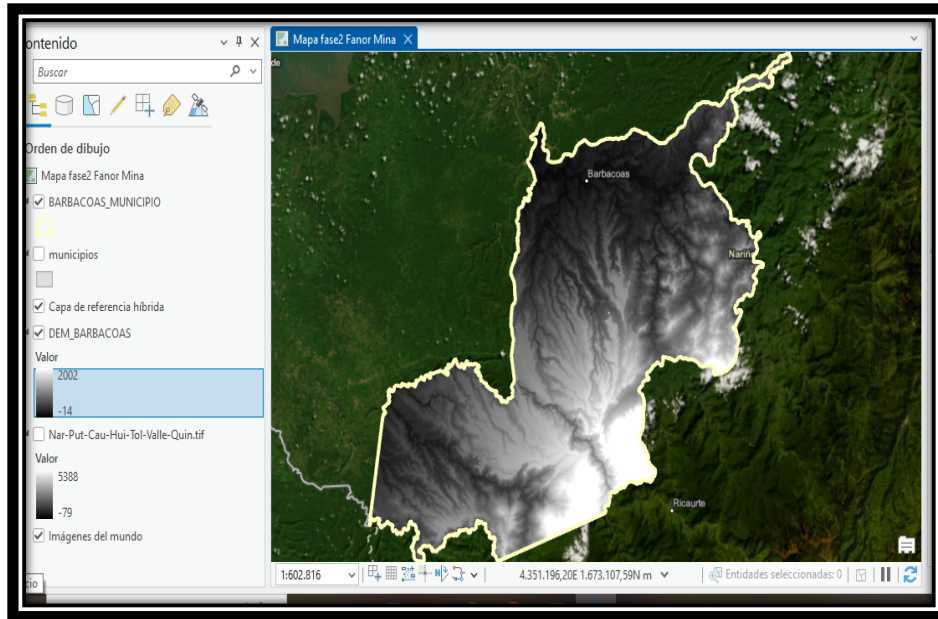
Figura 5. Extracción de la capa vectorial de oferta ambiental.



Nota. La figura representa la distribución espacial de la oferta ambiental del municipio de Barbacoas empleada en el análisis territorial.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

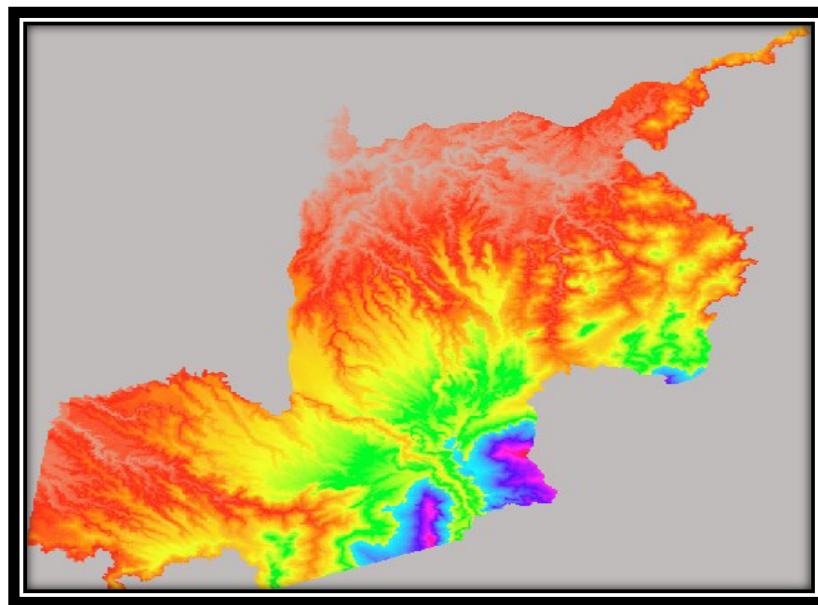
Figura 6. Modelo ráster de elevaciones del municipio de Barbacoas.



Nota. En la figura se visualizan las elevaciones del terreno del municipio, representadas mediante un modelo digital de elevación.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 7. Recorte del modelo digital de elevación (DEM).



Nota. La figura muestra el modelo digital de elevación recortado al área de estudio, permitiendo identificar las variaciones del relieve del municipio.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

A partir de las imágenes obtenidas en el paso anterior, se realizó el análisis multicriterio, en cumplimiento de los objetivos planteados en el presente artículo.

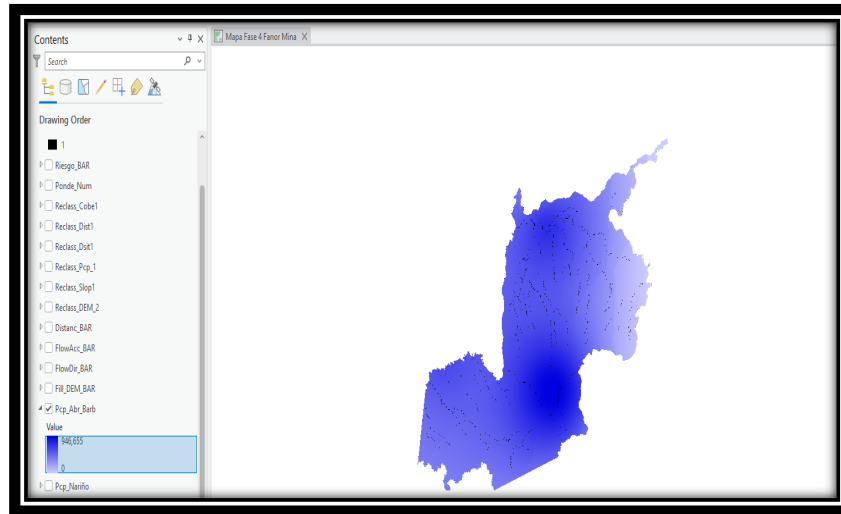
Conversión de Capa Ráster a Capa Vectorial

El proceso de conversión de una capa ráster a una capa vectorial constituye una etapa fundamental en los análisis espaciales cuando se requiere transformar información continua o categórica almacenada en celdas en entidades geométricas definidas, como polígonos, líneas o puntos. Este procedimiento permite que los valores o clases presentes en un archivo ráster se conviertan en unidades espaciales discretas que pueden ser analizadas mediante herramientas vectoriales, las cuales ofrecen mayores posibilidades de edición, consulta y modelación temática. En términos operativos, la conversión se realiza empleando herramientas como Raster to Polygon o Raster to Features, donde cada grupo de celdas contiguas con el mismo valor es transformado en un polígono independiente. Este proceso incluye parámetros esenciales como la selección del campo que contiene el valor de clasificación, la configuración del sistema de coordenadas y la definición del nivel de detalle que se desea conservar durante la conversión.

Este geo proceso a datos vectoriales permite un análisis más detallado y flexible de los elementos del territorio, especialmente cuando se requiere asociar información alfanumérica complementaria o realizar operaciones espaciales avanzadas, tales como intersecciones, recortes, buffers o cálculos de área. En el contexto del ordenamiento ambiental y la modelación espacial, convertir un ráster reclasificado a formato vectorial posibilita delimitar unidades homogéneas que pueden ser incorporadas en estudios de planificación, zonificación o evaluación ambiental. Además, el formato vectorial facilita la interpretación visual, dado que el resultado refleja geometrías más comprensibles para la toma de decisiones, como polígonos definidos que representan zonas de riesgo, unidades de cobertura o sectores priorizados para intervención.

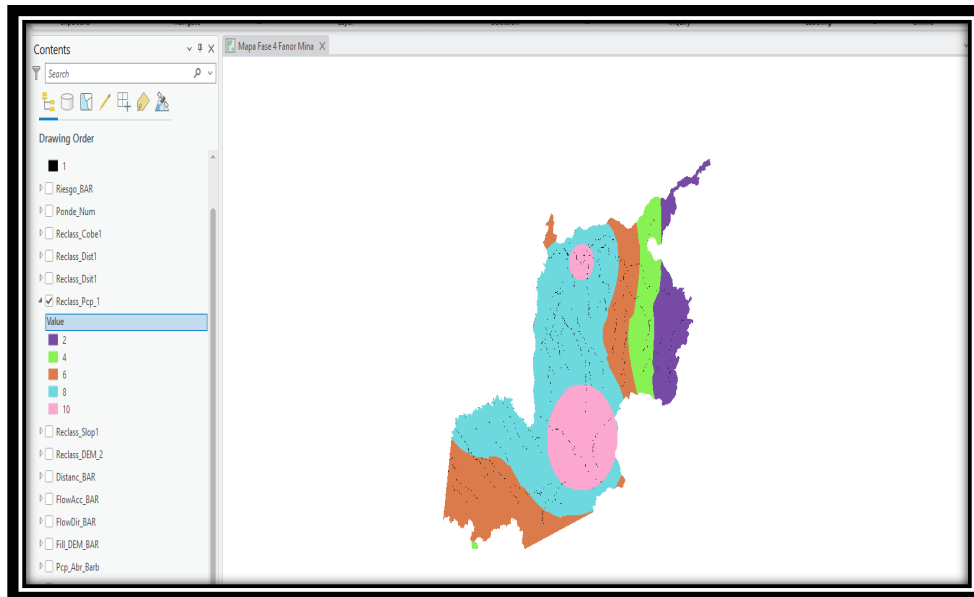
Asimismo, la conversión es especialmente importante cuando se requiere integrar información procedente de modelos ráster en procesos participativos, informes técnicos o instrumentos de ordenamiento territorial, permitiendo a quienes se encarga de tomar decisiones, suelen trabajar más frecuentemente con información vectorial. De esta manera, el paso de ráster a vectorial no solo cumple una función técnica dentro del flujo de trabajo SIG, sino que también contribuye con la usabilidad y aplicabilidad de los resultados en contextos institucionales y de gestión territorial. En resumen, este proceso amplía las posibilidades de análisis y comunicación de resultados, permitiendo que la información derivada de modelos espaciales sea operativa, interpretable y adaptable a distintos escenarios de planificación.

Figura 8. Mapa de riesgo de inundación del municipio de Barbacoa.



Nota. En la figura se zonifican los niveles de riesgo por inundación del municipio de Barbacoa, según los resultados del análisis multicriterio.
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 9. Mapa de reclasificación del riesgo de inundación.



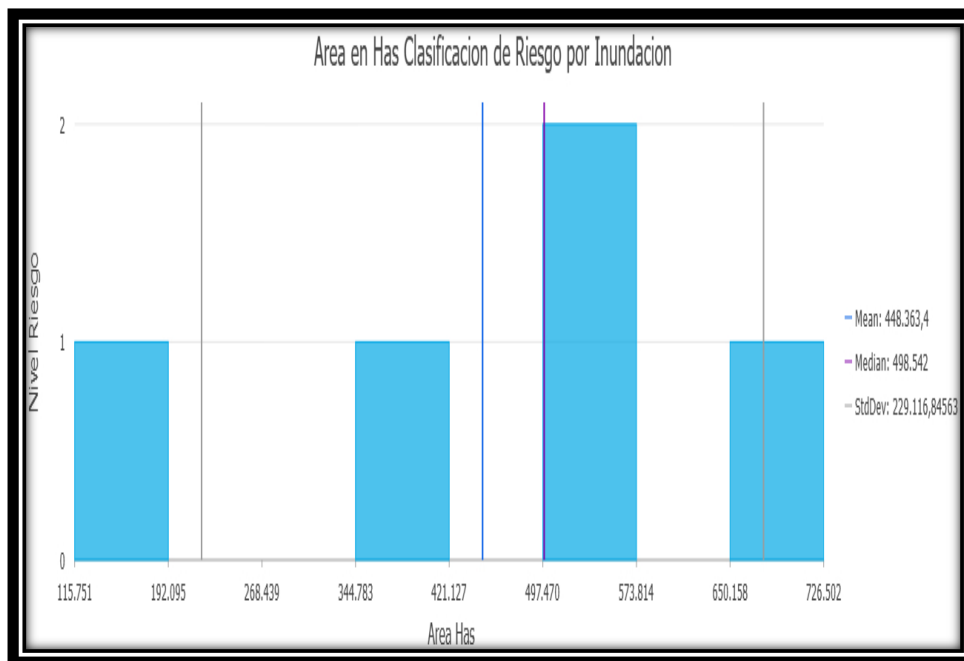
Nota. La figura presenta la reclasificación de los niveles de riesgo por inundación del municipio de Barbacoa en una escala cualitativa.
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Los mapas obtenidos a partir de los geo procesos aplicados muestran de manera clara la categorización del riesgo por inundación en el municipio de Barbacoas. El análisis se enfoca principalmente en el mes de octubre, periodo que corresponde a una temporada lluviosa significativa no solo en el municipio, sino también a nivel nacional.

Los mapas presentados incluyen leyendas, áreas delimitadas, niveles de riesgo y demás elementos cartográficos que permiten apoyar la formulación de acciones pertinentes y efectivas en los procesos de ordenamiento territorial y ambiental. Asimismo, estos resultados constituyen un insumo para la gestión de actividades agrícolas, pecuarias y productivas, de acuerdo con las diferentes épocas del año y las condiciones climáticas predominantes.

Finalmente, se presenta la reclasificación de los criterios analizados, identificando los niveles de riesgo y la distribución porcentual de las áreas según cada categoría de riesgo en el municipio de Barbacoas.

Figura 10. Distribución de áreas según clasificación del riesgo de inundación.



Nota. La figura permite analizar la distribución porcentual de las áreas del municipio de Barbacoas de acuerdo con las categorías de riesgo por inundación.
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

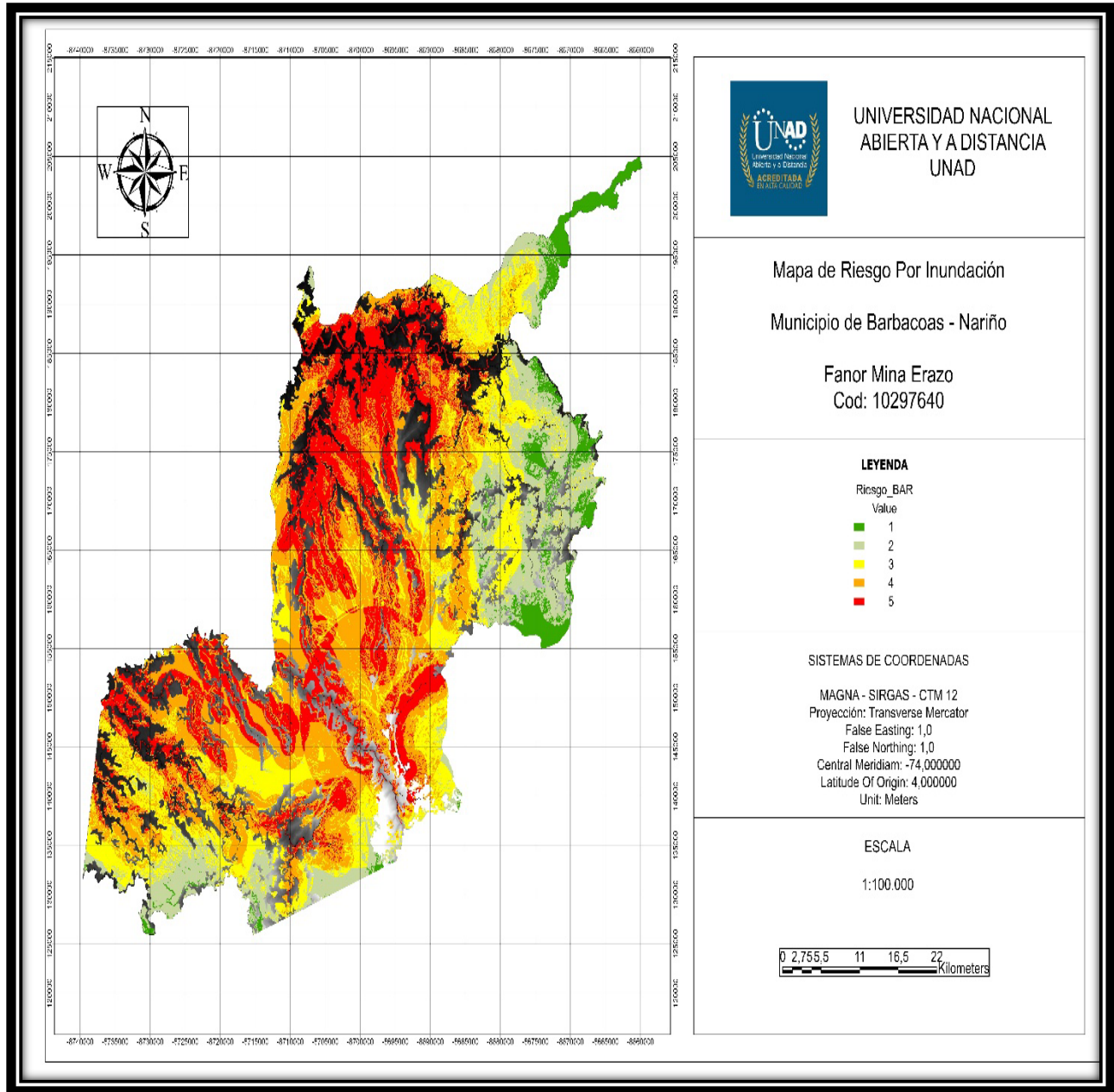
La anterior gráfica muestra como las áreas expresadas en hectáreas y sus sumas que muestran la extensión del territorio, se asocian con los niveles y categorías de riesgo por inundación en el municipio de Barbacoas, evidenciando tanto la susceptibilidad por amenazas y riesgos generadas por las precipitaciones en el mes de octubre, situación que permite modelar un acercamiento a los panoramas reales de la zona de estudio y que pueden ser aplicados a los planes de ordenamiento territorial agroambiental.

Para Duckham, (2024), lo anterior contribuye al desarrollo sustentable y sostenible de las regiones, debido a su aporte al cumplimiento de los objetivos de la gestión del riesgo, con el fin de prevenir los riesgos o en caso de ocurrencia, proceder con eficacia para evitar afectaciones considerables frente a eventos y emergencias, minimizando y/o anulando los impactos y efectos de importancia en infraestructura, sistemas agrícolas, poblaciones humanas, sistemas pecuarios y otros componentes que constituyen el sistema vital del municipio, su entorno, disminuyendo de esta manera drásticamente las emergencias ambientales y formulando estrategias que permiten restaurar, mitigar o anular las emergencias ambientales.

Resultados

Frente a los análisis realizados, se obtienen resultados significativos aplicados al desarrollo del SIGOT y desempeño profesional, se muestra entonces los resultados finales

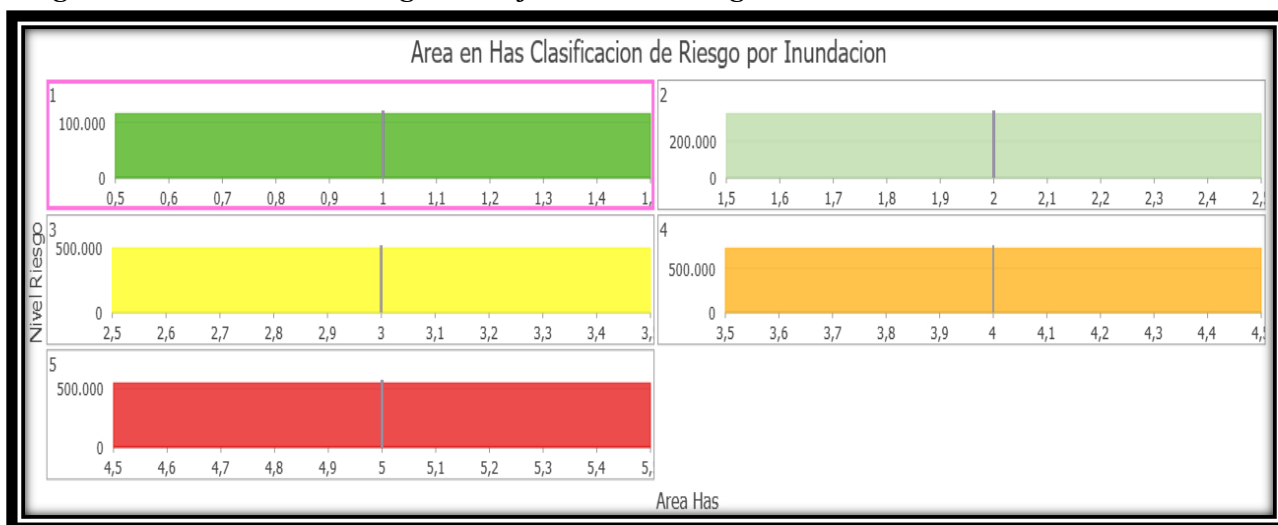
Figura 11. Mapa de representación del riesgo de inundación y red hídrica.



Nota. El mapa delimita y categoriza las áreas del municipio en función de su nivel de riesgo por inundación, integrando la red de drenajes.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Figura 12. Suma de áreas según clasificación del riesgo de inundación.



Nota. En la figura se representan las áreas en hectáreas correspondientes a cada categoría de riesgo por inundación, facilitando su comparación cuantitativa.
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Análisis de resultados

La modelación permitió también reconocer sectores donde la influencia antrópica aumenta la susceptibilidad a inundaciones. En particular, las zonas rurales cercanas a ríos y quebradas presentan asentamientos y actividades productivas que podrían verse afectadas ante eventos hidrometeorológicos severos. Esto resalta la necesidad de acciones de ordenamiento territorial orientadas a regular el uso del suelo y promoviendo acciones de conservación y recuperación de rondas hídricas y áreas de protección ribereña.

El análisis evidencia que la metodología de ponderación mediante Weighted Sum fue apropiada para integrar variables de distinta naturaleza facilitando los procesos de clasificación final en cinco categorías permitió una lectura clara y útil del riesgo. La reclasificación facilitó la interpretación visual y cuantitativa, aportando insumos robustos para la toma de decisiones, especialmente en contextos institucionales como la gestión del riesgo, el POT y la planificación agroambiental.

En síntesis, los resultados confirman que Barbacoas presenta un alto índice de susceptibilidad a inundaciones durante la temporada lluviosa, particularmente en octubre, lo que permite concluir que el uso de herramientas SIG resulta fundamental para identificar de manera precisa las zonas críticas. La información generada contribuye no solo al análisis académico, sino también a la formulación de estrategias de mitigación y prevención adaptadas a las características físicas y socioambientales del territorio.

Conclusiones

El análisis espacial permitió identificar con claridad la distribución del riesgo de inundación en el municipio, evidenciando que las zonas más afectadas se concentran en las áreas de menor altitud, pendientes planas y proximidad con la red hídrica principal. La superposición de variables como el modelo digital de elevación, la distancia a drenajes, la acumulación de flujo, la precipitación y las coberturas del suelo hizo posible visualizar patrones territoriales consistentes que muestran cómo las dinámicas geomorfológicas y climáticas determinan la susceptibilidad a inundaciones. Con ello, se reconoce que el riesgo no se distribuye de manera aleatoria, sino que responde a condiciones biofísicas y usos del suelo que interactúan espacialmente y que pueden ser representadas con claridad mediante técnicas SIG.

El uso de Sistemas de Información Geográfica y del análisis multicriterio demostró ser altamente adecuado para este tipo de estudios, proceso que permitió integrar múltiples capas de información de forma estructurada y cuantificable. Las herramientas hidrológicas utilizadas junto con los procedimientos de reclasificación y combinación mediante álgebra de mapas, facilitaron la construcción de un modelo robusto que sintetiza diferentes dimensiones del riesgo. Además, la capacidad del SIG para transformar, estandarizar y analizar datos vectoriales y ráster garantizó resultados precisos, replicables y útiles tanto para la interpretación técnica como para su comunicación a tomadores de decisiones.

Los resultados obtenidos tienen importantes implicaciones para la gestión del territorio, porque permiten identificar áreas críticas donde se deben priorizar acciones de mitigación, planificación del uso del suelo e intervención en infraestructura. La delimitación de estas zonas de riesgo facilita el diseño de estrategias preventivas, entre las que se pueden mencionar, la restricción de asentamientos humanos en áreas inundables, el fortalecimiento de los sistemas de drenaje urbano y rural, y la protección de coberturas vegetales que contribuyen a regular los flujos hídricos. Así, el estudio aporta insumos concretos para la toma de decisiones orientadas a reducir las afectaciones futuras y avanzar hacia un ordenamiento agroambiental más seguro y sostenible.

Recomendaciones

Desde el campo de formación agroambiental, se recomienda priorizar intervenciones en las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto, especialmente aquellas asociadas a baja altitud, cercanía a drenajes y presencia de suelos saturables. En estas áreas se sugiere establecer restricciones de uso del suelo, evitar nuevas ocupaciones humanas y orientar los sistemas productivos hacia prácticas compatibles con alta humedad.

Asimismo, se recomienda fortalecer los procesos de planificación territorial mediante la incorporación rutinaria de información geoespacial actualizada. La consolidación de un sistema municipal de monitoreo con SIG permitiría mejorar la capacidad de respuesta ante eventos hidrometeorológicos, así como optimizar la evaluación periódica del riesgo.

Desde la perspectiva agroambiental, se sugiere implementar estrategias de restauración ecológica en zonas ribereñas y áreas de amortiguación, favoreciendo coberturas que regulen la esorrentía y reduzcan la erosión. Estas acciones deben integrarse en los instrumentos de ordenamiento territorial y en los planes municipales de gestión del riesgo.

Finalmente, se recomienda desarrollar procesos de formación comunitaria sobre riesgo de inundación y manejo del territorio, promoviendo el uso adecuado de la información cartográfica generada y fortaleciendo la corresponsabilidad de las comunidades rurales en la prevención y adaptación.

Referencias bibliográficas

- Alberdi, R., & Erba, D. (2022). *Introducción a los sistemas de información geográfica (SIG) aplicados al catastro*. Universidad Católica de Santa Fe.
- Cámara de Comercio de Tumaco. (s. f.). *Censo económico y empresarial del municipio de Barbacoas*.
https://www.cctumaco.org/images/Archivos/censo_Barbacoas.pdf
- Corponariño. (2024). *Análisis situacional – Cuenca río Mira*.
<https://corponarino.gov.co>
- Corponariño. (2024). *Caracterización social – POMCA río Mira*.
<https://corponarino.gov.co>
- DANE. (2018). *Censo nacional de población y vivienda 2018*.
<https://sitios.dane.gov.co/cnpv/>
- Duckham, M. (2024). Cartography and geovisualization. En M. Duckham, Q. Sun & M. Worboys (Eds.), *GIS: A computing perspective* (pp. 307–347). CRC Press.
- IDEAM. (2023). *Informe climático anual de Colombia 2023*. IDEAM.
- IPCC. (2022). *Sixth assessment report (AR6)*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Olaya, V. (2020). *Sistemas de información geográfica*. Open Library.
- Pérez-Guerra, G. A., Sosa-Franco, I., Machado-García, N., & Ruiz-Pérez, M. E. (2023). GIS tools: Review of their foundations, types and relationship with spatial databases. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(3), 1–11.
- Plata, E. (2021). La tierra y la cartografía. En A. Bejarano (Ed.), *Fundamentos de cartografía en los recursos naturales*(pp. 29–60). Ediciones USTA.
- Santacruz, D. M. (2022). *Planificación territorial y mitigación de vulnerabilidades*. Universidad EAN.
- UPME. (2025). *Triángulo de Telembí: Distritos mineros especiales*. UPME.
- WeatherSpark. (2024). *Clima promedio en Barbacoas, Nariño*.
<https://weatherspark.com>

Enlace de sustentación: https://youtu.be/Mx21j_d8jRM