

## **Análisis de las zonas de riesgo por inundación mediante sistemas de información geográfica en el municipio de Algeciras, Huila.**

Autores:

Angela Yisela Sanchez Lugo - aysanchezl@unadvirtual.edu.co  
Daneyi Amparo Medina Ramos - damedinara@unadvirtual.edu.co  
Ivan Gabriel Romero Sanchez - igromeros@unadvirtual.edu.co  
Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa

### **Resumen**

El análisis del riesgo de inundación en Algeciras, Huila, se realizó utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), empleando el software ArcGIS Pro. Este análisis permitió identificar las áreas vulnerables a las inundaciones. Para ello, se trataron diversos datos geoespaciales, como mapas topográficos, datos de hidrología y meteorológica, información de drenajes, información georreferenciada producida por el Geoportal Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2024) en la cual fue de gran apoyo para obtener mapas de visores geográficos en mapas de cartografía básica. Los datos fueron procesados y visualizados en mapas que permitieron llegar a clasificar los riesgos de inundación en cinco niveles: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, usando un código de colores en su simbología para facilitar la interpretación. Los resultados de este análisis se presentan en mapas, gráficos y tablas que muestran de forma clara la clasificación de riesgo por inundación, se deja en evidencia que el 58.7% del territorio del municipio de Algeciras está en rango medio y muy bajo de riesgo de inundación y el 41.4% del territorio se encuentra en un nivel de riesgo alto y muy alto. El estudio concluye que con estos estudios se pueden generar estrategias de prevención y mitigación.

*Palabras claves:* Inundación, Riesgo, SIG.

### **Introducción**

El municipio de Algeciras se ubicado en el departamento de Huila, Colombia conocido por ser despensa Agrícola del departamento del Huila gracias a la diversificación productiva, Contribuye en el desarrollo económico de la zona y la seguridad alimentaria del país, es de gran importancia y año tras año enfrenta diversos riesgos asociados a inundaciones debido a su ubicación geográfica y las

características de su clima y sus cuencas hidrográficas. (Salamanca Rodríguez, L. M., Cabezas Zabala, J., & Rucinke González, D. N. (2023), La región es rodeada por varios ríos y quebradas, como el río Neiva, quebrada la Mosca, los negros, quebrada la Perdiz, Rio Blanco quebrada Quebradón que durante períodos de fuertes lluvias puede desbordarse y afectar las zonas urbanas y rurales.

La temporada de lluvias de acuerdo a los reportes hidrometeorológicas (IDEAM -

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024) en la región, va de abril a noviembre, aumenta la probabilidad de eventos de inundación, especialmente en áreas cercanas a los cuerpos de agua. Además, el crecimiento urbano y la deforestación en las cuencas hidrográficas han desmejorado la vulnerabilidad de las comunidades locales ante estos fenómenos naturales. Las inundaciones pueden causar daños en infraestructuras como viviendas, puentes, carreteras y redes eléctricas, así como pérdidas en cultivos y un impacto significativo en la vida de los habitantes.

La falta de un manejo adecuado de las aguas pluviales y el cambio climático también están generando fenómenos climáticos más extremos, lo que podría aumentar la frecuencia y la magnitud de las inundaciones en el futuro (Salazar Guerrero, R. A. (2023). Ante esta situación, es crucial que las autoridades locales implementen medidas de prevención, planificación urbana adecuada, mantenimiento de canales de drenaje y la sensibilización de la población sobre los riesgos asociados.

La gestión de riesgos de inundación en Algeciras debe incluir un enfoque integral que contemple tanto la infraestructura hidráulica como la educación comunitaria y la participación activa de los ciudadanos para reducir las consecuencias de estos eventos naturales, de este modo han surgido estudios y metodologías que tienen el objetivo de identificar el potencial de riesgo para las diferentes zonas. Estas metodologías requieren análisis multicriterios de campo desde una caracterización de coberturas y usos de suelo, análisis de variables hidrológicas como la precipitación y análisis del comportamiento de los caudales (Lozano y Devia, 2020)), en este

trabajo se emplea una metodología con el uso del software ArcGIS Pro que realiza geoprocementos de datos con capacidad de llegar a modelar zonas de riesgo por inundación en el municipio considerándose fundamental para la planificación y mitigación de inundaciones en el Municipio de Algeciras Huila.

## **Objetivos**

### **General**

Analizar las zonas de riesgo por inundación mediante los sistemas de información geográfica.

### **Específicos**

Ejecutar una modelación espacial para determinar el riesgo por inundación mediante geoprocementos de datos en el programa ArcGIS Pro.

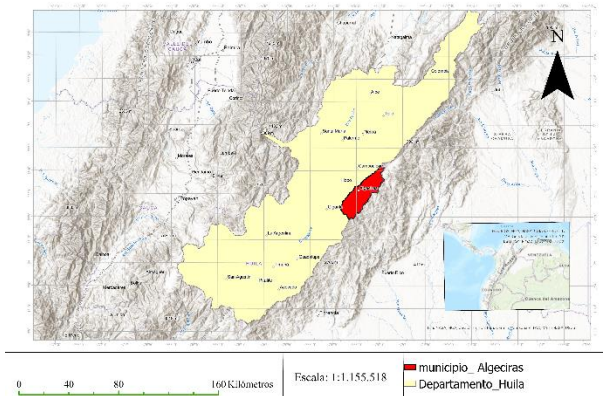
Delimitar las áreas susceptibles a inundaciones en función de variables hidrológicas.

Evaluar las áreas vulnerables a posibles eventos de inundación en el municipio de Algeciras Huila.

## **Identificación del caso de estudio**

La zona de estudio se encuentra en Algeciras, municipio ubicado en el departamento de Huila, Colombia, en los valles interandinos de la cordillera Oriental, dentro de la región media del Valle del Magdalena. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2024), en la **figura 1** vemos al municipio de Algeciras el cual tiene una extensión de 567.7 km<sup>2</sup>, de los cuales 60 km<sup>2</sup> corresponden a áreas urbanas y 500.7 km<sup>2</sup> áreas rurales.

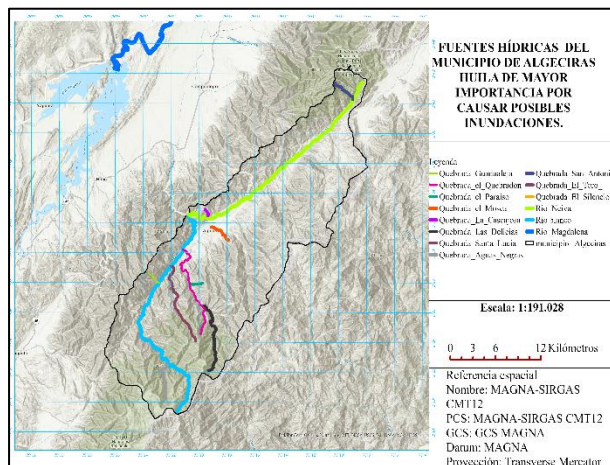
**Figura 1.** Mapa de ubicación municipio de Algeciras Huila



Fuente. Elaboracion propia, 2024

El municipio se destaca por la presencia de dos fuentes hídricas de gran importancia para la región y la cuenca alta del río Magdalena: como podemos observar en la **figura 2** el río Blanco y el río Neiva, este último nace al norte del municipio, en los límites con la inspección de Balsillas, en el departamento del Caquetá.

**Figura 2.** Cuencas hidrológicas de importancia en Algeciras Huila.



Fuente. Elaboracion propia, 2024

La mayor parte del territorio de Algeciras es montañosa, y dentro de este relieve se encuentran los cerros Neiva y Miraflores, que forman un paso natural entre el valle de Neiva y el municipio de San Vicente del Caguán, en Caquetá. Este corredor geográfico es clave para un análisis de riesgo de inundación, debido a factores como la proximidad a la cuenca del río Magdalena, uno de los ríos más importantes del país. El río Magdalena, con su alto caudal, puede causar desbordamientos si aumenta su nivel debido a lluvias intensas en las montañas circundantes o en las zonas altas de su cuenca. Además, existen varios afluentes, como quebradas y riachuelos, que contribuyen al aumento del nivel del río, especialmente durante la temporada de lluvias, (IDEAM, 2024)

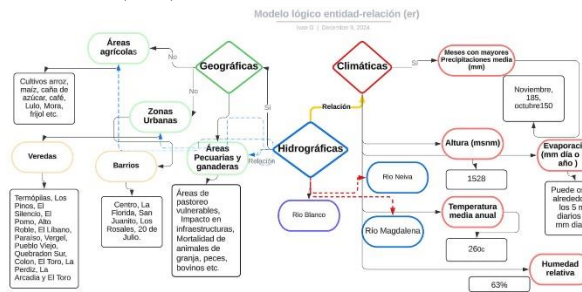
Algeciras presenta un clima tropical subhúmedo con dos periodos de lluvias al año, principalmente entre los meses de abril y noviembre. De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales (IDEAM, 2024), Los picos de precipitación ocurren en mayo y noviembre, meses en los cuales las lluvias pueden superar los 200 mm mensuales. Este fenómeno eleva el riesgo de inundaciones, particularmente en las áreas cercanas al río Magdalena y sus afluentes. En cuanto a infraestructura, Algeciras cuenta con algunas obras de drenaje, pero el sistema no siempre es adecuado para hacer frente a lluvias intensas, lo que genera un alto riesgo de inundaciones tanto en las zonas urbanas como rurales. En las áreas rurales, la red de drenaje es aún más limitada, lo que aumenta la vulnerabilidad de las zonas agrícolas a los efectos de las inundaciones.

**Metodología**

La primera metodología empleada en el análisis multicriterio consistió en desarrollar un modelo lógico ilustrativo de tipo entidad-relación (ER). Según Jiménez, F. G. Á., & Hernández, A.A. (2023), en la **figura 3** podemos observar que esta herramienta permite organizar, estructurar y entender de manera clara los diversos componentes relacionados. En este caso, se utilizó para ordenar y examinar las diferentes variables que intervienen en los riesgos de inundación en Algeciras, Huila, tales como las condiciones geográficas, climáticas e hidrográficas.

**Figura 3.**

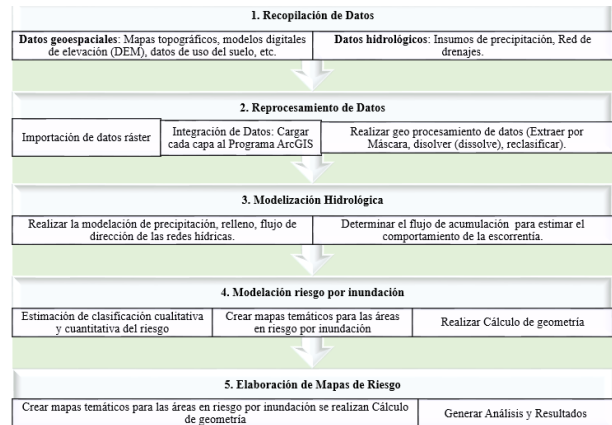
*Modelo lógico ilustrativo de tipo entidad-relación (ER)*



Fuente. Autoría propia, 2024.

Después de realizar el análisis de entidad-relación (ER), es fundamental establecer el procedimiento detallado para obtener el análisis de riesgo por inundación. Por ello en la **figura 4**, se presenta un mapa conceptual que ilustra etapas para hallar el análisis de los riesgos de inundación.

**Figura 4.** *Mapa conceptual que ilustra cinco etapas metodológicas*



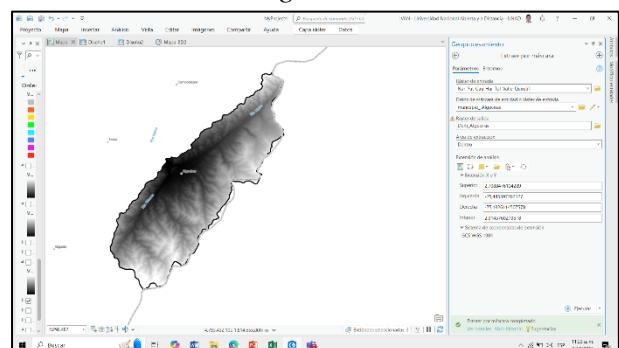
Fuente. Autoría propia, 2024.

Una vez tenemos los pasos definidos y el Modelo lógico entidad-relación (ER) procedemos a realizar el procesamiento de datos donde se destacan geoprocесamientos, como:

**Extraer por Máscara (Spatial Analyst)**, siendo una herramienta ideal para el análisis espacial ya que permite extraer los valores de una capa de datos vectorial o raster en las áreas de interés. En la **figura 5** podemos observar que esta herramienta desempeña un papel fundamental para obtener el Modelo de Elevación Digital (DEM), y para crear la capa de precipitación del mes de trabajado sobre el Municipio objeto de estudio.

**Figura 5.**

*Modelación digital DEM.*



Fuente. Autoría propia, 2024.

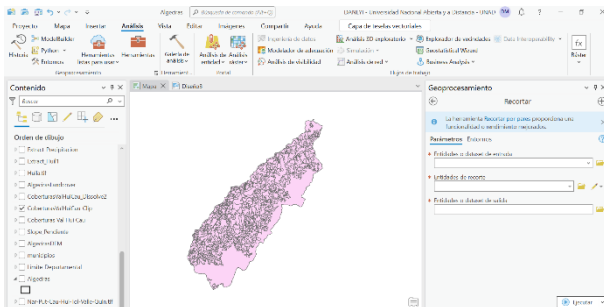
Esta acción de extracción por máscara la podemos encontrar en el software ArcGIS Pro con la siguiente ruta, nos dirigimos en la

parte superior y vamos en la opción al realizar esta acción se abre una pestaña de Geoprocésamiento donde podemos buscar Extraer por Máscara (Spatial Analyst).

**Geo-procesos de recorte (clip).** Esta herramienta permite extraer entidades de entrada que se superponen y recortar solo el área de estudio o de interés, tal y como se observa en la **figura 6**, en este caso con la capa de cobertura de tierras y con el geo-proceso de clip se define sobre el municipio objeto de estudio.

Para acceder a esta herramienta se da clic en la pestaña Análisis luego selecciona Herramientas, se abrirá una ventana de Geoprocésamiento y se busca Recortar (Clip), de doble clic para seleccionar.

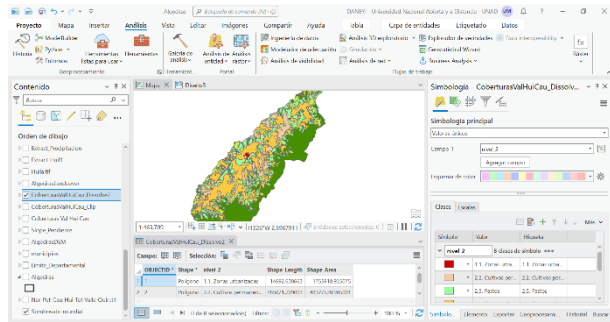
**Figura 6.** Recortar Clip, Capa cobertura de tierras



Fuente. Autoría propia, 2024.

**Geoproceso Dissolver:** Esta herramienta permite simplificar la cantidad de datos de la tabla de atributos. En este caso el campo Nivel\_2. Para utilizar en la cinta Análisis se da clic sobre herramientas en el panel de geoprocésamiento se busca Dissolver y se da clic para seleccionarla y se procede a ajustar los parámetros para finalmente ejecutar como lo vemos en la **figura 7**.

**Figura 7.** Dissolver, Capa cobertura de tierras



Fuente. Autoría propia, 2024.

**Geo-proceso reclasificación:** Esta herramienta reclasifica los valores en un ráster; la podemos encontrar en el software ArcGIS Pro con la siguiente ruta: En la pestaña Análisis de la parte superior de las cintas y luego seleccione Herramientas, en el panel de Geoprocésamiento busque Reclasificar de doble clic para seleccionar

Para tomar la distancia entre drenajes para que tengan una escala en común para poder modelar, se emplea el método distancia euclidiana encontrada en la caja de herramientas.

Siguiendo los pasos anteriores se hace una reclasificación de las capas de Modelo de elevación digital DEM, Pendientes, Cobertura de tierras (Land cover), Precipitación, con la clasificación como se observa en la **tabla 1**.

**Tabla 1.**

*Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa*





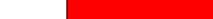
| Clasificación cualitativa | valores |
|---------------------------|---------|
| Riesgo muy bajo           | 2       |
| Riesgo bajo               | 4       |
| Riesgo medio              | 6       |
| Riesgo alto               | 8       |
| Riesgo muy alto           | 10      |

*Nota:* Esta tabla muestra la relación de la descripción cualitativa del riesgo con su valor

numérico correspondiente. Adaptado de Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio (2024).

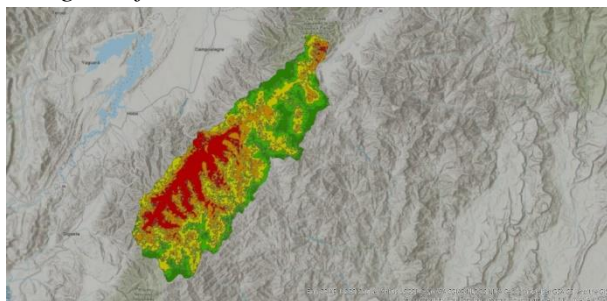
Teniendo los pasos anteriores procedemos a realizar la modelación del mapa de riesgo en formato Vectorial abordando la siguiente clasificación de la **tabla 2**.

**Tabla 2.** Clasificación del 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.** Presenta la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación adaptado de (Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio, 2024).

**Figura 8.** Mapa con la clasificación de Riesgo en formato vectorial.



Fuente. Autoría propia, 2024.

Como se observa en la **figura 8**, después de obtener el mapa con su respectiva clasificación adicionalizamos dos procesos denominados: (disolviendo el campo Gridcode). Luego, en la tabla de atributos, se agregan dos columnas donde una es llamada “Class\_riesgo\_inundación”, con el fin de asignar valores cualitativos como se observa en

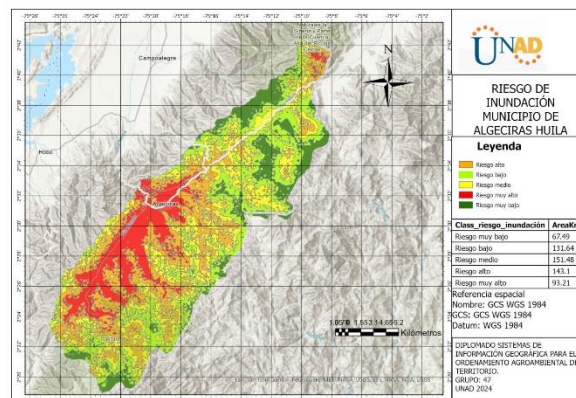
la tabla 2, lo que facilita la categorización de las áreas según su nivel de riesgo del mismo modo se agrega la columna Área (km<sup>2</sup>), fundamental para calcular la geometría y determinar el área de cada polígono.

### Resultados

Teniendo en cuenta los datos obtenidos mediante la mapificación de datos por medio del programa ArcGIS Pro, se pueden realizar varias determinaciones, cumpliendo con el proceso estandarizado en la metodología propuesta anteriormente (pág. 4).

1. Se obtiene la **figura 9** grafica ráster que deja visualizar al municipio de Algeciras y sus posibles niveles de riesgo por inundaciones, también contiene su respectiva leyenda de colores de gamas RGB que hace posible la determinación visual más fácil.

**Figura 9.** Mapa Riesgo de inundación municipio de Algeciras, (H).



Fuente. Autoría propia, 2024.

2. Para la interpretación de la **figura 9**, se realizó una clasificación determinada para el territorio del municipio de Algeciras (H), teniendo en cuenta un balance entre área(km<sup>2</sup>) y el porcentaje de una posible afectación por riegos de inundación tal como se visualiza en la **figura 10** y **tabla 3**.

**Figura 10.** Clasificación Riesgo de inundación municipio de Algeciras, (H).



Fuente. Autoría propia, 2024.

**Tabla 3.**

*Datos numéricos recopilados de la clasificación Riesgo de inundación municipio de Algeciras-Huila.*

| Gridcode | Class_riesgo_inundación | Área_ km² |
|----------|-------------------------|-----------|
| 1        | Muy bajo                | 54,06     |
| 2        | Bajo                    | 115,57    |
| 3        | Medio                   | 173,51    |
| 4        | Alto                    | 139,14    |
| 5        | Muy Alto                | 102,7     |

**Nota:** Se logra identificar una contrariedad en la totalidad de km<sup>2</sup> recopilados ya que en la tabla 3 se abarcan un total de 585 km<sup>2</sup> y el municipio de Algeciras cuenta con una extensión territorial de 567.7 km<sup>2</sup>. Adaptado de Gobernación del huila (2022)

3. Con estos resultados podemos determinar unas características muy marcadas que nos ayudan a identificar zonas vulnerables por inundaciones y a que zonas presentan un riesgo por inundación mucho menor:

- El casco urbano del municipio de Algeciras, está en un rango Muy alto de posibles riesgos por inundación como se observa en la figura 9.

- La zona Sur del municipio de Algeciras que tiene límites territoriales con el municipio de Hobo también está en un rango de inundaciones muy alto (tener en cuenta que es una de las zonas más productivas de este municipio)
- Desde el riesgo medio al riesgo muy bajo que se plantean en la figura 10, se debe tener en cuenta que este rango abarca 343.14 km<sup>2</sup> que se traduce en un 58.7% del territorio del municipio, este factor ocurre por la topografía montañosa (Elevación promedio 1,528 m)

### Conclusiones

El uso de herramientas SIG ha permitido identificar y mapear con precisión las zonas más vulnerables a inundaciones, basándose en datos geospaciales. Con estos datos analizados se concluye que la gestión de riesgo y emergencia del municipio de Algeciras tiene que trabajar con la comunidad del sur del municipio, exactamente con la comunidad local de la vereda La Arcadia, La Guadualeja, vereda Santa Lucia y vereda La Ensilada ya que están ubicadas en un rango de riesgo muy alto de inundación, porque estas veredas están a las orillas inundables del río Blanco.

Si no se monitorean de forma constante y con datos reales los siguientes afluentes Río Neiva, Río Blanco es muy evidente que vuelvan a ocurrir nuevas emergencias, estos dos ríos son muy cambiantes en temporada de lluvias porque las desembocaduras que reciben un cause menor pero no menos importante como son las quebradas :

- Quebrada el toro
- Quebrada san Antonio
- Quebrada las delicias
- Quebrada aguas negras.

También concluimos que los Mapas de riesgo sirven como una herramienta clave para los responsables de la planificación urbana, autoridades locales y organismos de gestión del riesgo ya que facilitan la identificación de áreas prioritarias para intervenciones, como la construcción de infraestructuras de drenaje, la reubicación de zonas habitadas y la implementación de medidas de protección.

La valoración de riesgo para Algeciras (H), también contribuye a la evaluación de impactos en la infraestructura y población y su impacto potencial de inundaciones en la infraestructura crítica y las comunidades.

Identificar las zonas más expuestas ayuda a priorizar la inversión en medidas de protección y mejorar la planificación de la respuesta ante emergencias.

### **Recomendaciones**

A partir de los resultados obtenidos, se pueden desarrollar recomendaciones y estrategias de mitigación para reducir la vulnerabilidad en áreas críticas. Entre ellas se incluyen el uso adecuado del suelo, la construcción de infraestructuras resistentes, la reforestación en cuencas hidrográficas y la implementación de sistemas de alerta temprana basados en SIG.

Se recomienda iniciar unas campañas en la alcaldía local del municipio, para concientizar a la población rural sobre los peligros de ocupar los espacios inundables de los afluentes, ya sea para la construcción de vivienda, como en la utilización para la producción agrícola.

Implementar un plan de monitoreo en los meses establecidos de mayor lluvia como son los meses de noviembre y marzo, se

recomiendan sensores (pluviómetros y escalas hidrométricas y un Data logger); estos equipos nos ayudan a un monitoreo constante con datos reales y en tiempo real, todo esto nos permite poder generar alertas tempranas para evacuaciones.

Después de identificar la zona de mayor impacto se recomienda iniciar un proceso de verificación casa a casa para realizar una clasificación, para poder iniciar un proceso de reubicación de esta población en zona donde no se presente este riesgo por inundación.

### **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>

Bobokalonov, M. K., & Khamdamova, D. (2022). Using arcgis software to create a land reclamation map. *Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali*, 2(11), 385-388. <https://www.sciencebox.uz/index.php/jars/article/view/4694>

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

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.

Cárdenas-Rodríguez, S., Vides-Herrera, C. A., & Pardo-García, A. (2022). Sistema de alerta temprana de inundaciones para el río Arauca basado en técnicas de inteligencia artificial. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(2), 315-326.

Efrimidou, E., Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale. *Environmental Process*. No. 11, Article:9.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024, December 5). Ideam.gov.co. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Bolet%20ADn-agroclim%20Atico-nacional>

Metodología de la Investigación Plus. McGrawHill - Plus. <https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/?il=34866>

Roque, R. M. R., & Roque, E. R. (2022). Evaluación preliminar de riesgo por inundación en el barrio Nueva Florida de la ciudad de Huaraz. *Aporte Santiaguino*, 15(1), 103-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8617590>

Rodríguez, M. E. S. (2021). Método de Evaluación Sintetizada para Riesgo de Desastres con Enfoque de Ordenamiento Territorial (MESR): Una aplicación para la ciudad de Cali, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 5(1), 46-69.

Rivera Mambuscay, D. S., Carvajal Escobar, Y., & OCAMPO MARULANDA, C. A. M. I. L. O. (2022). Identificación de señales de variabilidad y Cambio Climático en series de precipitación y temperatura en la región Andina del Suroccidente Colombiano. <https://agris.fao.org/search/en/providers/124951/records/67176b99ec08b717beeb706b>

Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. 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)

Piguave Tarira, E. J., Fernández Bustamante, M. D., & Altamirano Pérez, L. (2022). Propuesta de un diseño de un sistema de alerta temprana por inundación en el sector de Monte Sinaí, Guayas-Ecuador (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCM: Oceanografía). <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56144>

Vianna, S., Victoria, D., Queiroz, G., Bolfe, E., Boffino de Almeida, J., Delgado, E., Fortes de Oliveira, A., Ramos, M., Martha, G., Batistella, M., Barioni, L., Massaru, A., César da Silva, F., y Folegatti, M. (2023). Chapter 3. Agroenvironmental modeling and the digital transformation of agriculture. En S. Masshura., M. Leite., S. Oliveira., C. Meira., A. Luchiari., y E. Bolfe, *Digital agriculture: research, development and innovation in production chains* (pp. 51-70). Embrapa Digital Agriculture. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1156773>

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/y9r7PeAQqOo>