

Análisis de riesgo por inundación mediante Sistemas de Información Geográfica en el municipio de Apartadó departamento de Antioquia

Integrantes:

María del Socorro Bravo Gómez ✉ mbravog@unadvirtual.edu.co

Jhon Fredy Loaiza Duque ✉ jfloiazad@unadvirtual.edu.co

Yury Lucrecia Rodríguez Leal ✉ ylrodriguezl@unadvirtual.edu.co

Tutor:

Luis Alejandro Ospina Sánchez ✉ luisa.ospina@unadvirtual.edu.co

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se masifican cada vez más debido a sus ventajas como lo son la visualización espacial, áreas y determinación en las topografías, es por ello que su inclusión se ha considerado crucial para la información de datos precisos y actualizados y con base en ello implementar estrategias de manejo, como por ejemplo en el municipio de Apartadó (Antioquia) bien sean zonas pobladas, ganaderas, agrícolas, bosques entre otras; es por ello que la modelación geoespacial nos ha ayudado a entender la dinámica de los fenómenos distribuidos en estas zonas del municipio debido a la presunción ante el escollo de inundaciones propias dando ocasión a lluvias intensas, con la participación de crecientes súbitas con áreas de alta vulnerabilidad, no obstante el río Apartadó se ha involucrado sustancialmente en la planicie aluvial por inundación, siendo una zona neurálgica de gran riesgo como lo es la cabecera de esta municipalidad, indica 1.1. Secretaria, Y., Planeación, D. (n.d.). *Municipio de Apartadó Antioquia Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres POT* (2011).

En este desarrollo nos enfocamos en las proporciones geo ambientales que inciden directamente hacia dicho territorio con ocasión de los fenómenos atmosféricos con respecto a los geoprocesos de modelación espacial, para la mitigación de desastres naturales causadas por las precipitaciones.

Palabras claves: Apartadó, Modelación, inundaciones.

Introducción

Colombia es un país con una diversidad climática según su ubicación geográfica, ya sea en zona tropical húmedo o de montaña, teniendo en cuenta esa variedad la cercanía con Ecuador y la influencia del Océano Pacífico y Atlántico son algunos de los factores que contribuyen a la diversidad del clima

Colombiano, teniendo en cuenta todo lo anterior la producción en el país depende de diversos factores socioeconómicos, políticos, naturales, productivos como pastos y bosques, dependen de un clima para que sus materias sean de alta calidad para el mercado. El clima y sus alteraciones naturales, tiene una consecuencia negativa ya que la precipitación en algunos municipios del país afecta las cosechas

Agrícolas, esto generando grandes pérdidas al sector agrícola 1.2.(IDEAM 1998; IDEAM-DGPAD 2002; puerta y Carvajal 2008) señala que la zona caribe se afecta por déficit de precipitación, cuando el Pacífico tiene exceso de lluvias cuando ocurre el fenómeno de la niña.

En los años 2010 y 2011 1.3(Sánchez-Jabba, A. (2014). *Análisis de la respuesta del Estado colombiano frente al Fenómeno de La Niña 2010-2011*: En Colombia el fenómeno de la niña dejaron 5,2 millones de personas afectadas (11,3%) de la población del país, las áreas de cultivo anegadas superaron el millón de hectáreas y pérdidas económicas, se presentó un desastre natural en la historia, provocando considerables pérdidas civiles y económicas, con base al informe recolectada en esos años, siendo este uno de los territorios más afectados por el desastre natural.

Lo que hoy se conoce como la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres, fue creada para prevenir y dar atención a emergencia, apoyada con la normatividad que prescribe 1.4 la Ley 1.3 1523 de 2012 Toscano, J. H. Á., Díaz, M. J., Carroll, O. R., Flórez, A. H., & Oliveros, V. S. (2014).

Considera el fenómeno de la niña un ciclo normal de la naturaleza mediante la precipitación que genera inundaciones y deslizamientos en los departamentos colombianos uno de los casos más históricos de Colombia es el de Armero donde se vieron pérdidas humanas y económicas.

El municipio de Apartadó, ubicado en el departamento de Antioquia, Colombia, enfrenta una creciente amenaza de inundaciones debido a su ubicación geográfica y a la vulnerabilidad de sus ecosistemas. La

región experimenta frecuentes temporadas de lluvia, particularmente en los meses de octubre a diciembre, que, junto con la deforestación ilegal y el crecimiento desordenado de la urbanización, incrementan el riesgo de desastres naturales. Este informe tiene como objetivo analizar las zonas más vulnerables a inundaciones y proponer medidas preventivas basadas en la identificación de los factores climáticos, geográficos y sociales que influyen en este fenómeno.

Objetivos

General

Determinar las zonas que representan mayor vulnerabilidad por inundación en el municipio de Apartado Antioquia, mediante el uso de sistemas de información geográfica.

Específicos

- Definir las áreas que se encuentran en riesgo de inundación en el municipio de Apartado Antioquia.
- Identificar mediante Geoprocesos los diferentes niveles de riesgo como parte de los resultados vectoriales y de categorización integrada.
- Interpretar los niveles de riesgo mediante gamas de colores correspondientes a muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Identificación del caso de estudio

“Apartadó es un municipio de Colombia abanderado mediante ordenanza 1.5. nro.7 del 30 de noviembre de 1967 siendo así como comienza su vida municipal; el primero de enero de 1.968” (*Nuestro Municipio*, 2015) hijo del municipio de Turbo y hermano de los municipios vecinos de Necoclí, Arboletes, San Pedro de Urabá, Carepa y Chigorodó entraron todos a formar parte del territorio conocido como Urabá antioqueño. “En el dialecto indígena Apartadó traduce “Río de Plátano” nace a raíz de la colonización provocada con la apertura de la carretera al mar Caribe antioqueño también denominada como una ciudad intermedia con una extensión de 600 km² de los cuales solo 5.65 km² son urbanos

encontrándose habitada por cerca de 200.931 ciudadanos según la proyección 1.6 DANE 2018-, en la cual “confluye una diversa mezcla cultural que reúne a afrodescendientes, paisas e indígenas, en una planicie que forma parte del caribe colombiano” 1.7 (*Apartadó - Puebliando Por Antioquia*, 2024). No obstante, es relacionado como el municipio más poblado de dicha región; por ende “limita por el norte el puerto y distrito de Turbo, además su cabecera municipal está a 310 kilómetros de la capital Departamental” (*Características Propias Del Municipio de Apartadó Antioquia Por Su Geografía...*, 2024); de otro lado, dicho municipio presenta particularidades

geográficas que influyen en su riesgo cuando la infraestructura de drenajes en algunos sectores parece ser insuficientes donde se aumenta el peligro por volumen potencial de agua, por ello la vulnerabilidad del casco urbano, ante esta amenaza por encontrarse aproximadamente de 25 a 30 metros sobre el nivel del mar; pero a su vez por factores de inundación aguas abajo dada su topografía en un relieve que se encuentra ahondado por baja altitud, además cuenta con terrenos planos y ondulados que ocasionan espejos de agua suscitándose comportamientos adversos bien por causa o con ocasión de las precipitaciones o pluviosidad que se ve aumentada en la temporada de lluvias intensas que son comunes, razón por la que el riesgo de crecientes súbitas aumentan especialmente por abril y **noviembre** este último como el mes elaborado en este trabajo.

Cabe resaltar por ejemplo un evento histórico que se vivió en su zona urbana cuando “16 barrios se vieron afectados por inundaciones a raíz de fuertes lluvias que se registraron ocasionándose el desbordamiento del río de esta municipalidad trayendo consigo esta calamidad” 1.8. (*En Apartadó Se Inundaron 16 Barrios Por Las Fuertes Lluvias*, 2019)

;también en 2022 “se reportaron inundaciones que incomunicaron varias veredas debido a la caída de un muro de contención que colapsó por la creciente debido a las fuertes precipitaciones” (*Las Lluvias Traen Nuevas Inundaciones Y Deslizamientos Para ..*, 2022); en su demografía se encuentra una densidad aproximada de 199,35 moradores por km² en esta región del departamento, “allí se promueve una agricultura básicamente de cultivos de banano, plátano, maíz, yuca, y cacao, como también la ganadería, el sector comercial, financiero, construcción, manufacturero, y de servicios” 1.9 (*Apartadó#Economía de*, 2005), frente a su gastronomía cuenta con especialidades como el famoso “sancocho de pescado, la bandeja paisa, la arepa de huevo y el mondongo” (Alberto, 2023)

así mismo el municipio cuenta con un ordenamiento territorial donde se está

cumpliendo con el uso de “servicios públicos y el agua es tratada con los parámetros de potabilización apta para el consumo humano” 2.1. (Documento & Soporte, n. d. Pág. 83).

Por otro lado, como cifra el promedio de lluvias en noviembre en esta región del país fue de “208 mm, precipitación 58%, carga de nubosidad 19%”, (*El Tiempo En Apartadó En El Otoño, Temperatura Promedio (Colombia) - Weather Spark*, 2024). Es de tener en cuenta que las precipitaciones por lluvia y en ese caso fueron muy altas considerándose que una lluvia es torrencial cuando supera los 60 mm/hora es por ello que la incidencia de inundaciones puede ser probable cuando estos patrones de concurrencia han tejido su amenaza quizás inmensurablemente, “el siguiente artículo infunda un contexto sobre estas alteraciones” 2.2 (*Colombia: Afectaciones Por Inundación En Apartadó (Antioquia) Flash Update No. 1 (31/10/2019) - Colombia*, 2019), por añadidura la precipitación general incide un indicador de que se están generando condiciones de temporada lluviosa siendo esto factor de gran consideración puesto que el municipio de Apartadó cuenta con un clima tropical con lluvias significativas durante este mes, por ende se hace apremiante ante los sucesos ocurridos anteriormente prever aplicaciones integrales por cuanto a la mejora de drenajes, rehabilitación de vías, formación pedagógica para prevención y demás lineamientos conforme a parámetros de actuación y gestión material para tal fin.

Metodología

Análisis de la Vulnerabilidad del Territorio

La metodología empleada para el análisis de riesgo de inundación se basa en la utilización de herramientas geoespaciales y la recopilación de datos climáticos, geográficos y sociales.

Se utilizaron los siguientes pasos para llevar a cabo el estudio:

Recopilación de Datos Climáticos y Geográficos:

Climáticos: Se analizaron datos históricos sobre precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar y nubosidad, obtenidos de fuentes como el IDEAM y estaciones meteorológicas locales.

Geográficos: Se utilizaron mapas topográficos y geológicos del municipio para

identificar las áreas bajas, los cauces de los ríos y las zonas propensas a la acumulación de agua.

Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG): Utilizando ArcGIS, se elaboraron mapas de las zonas de riesgo y se identificaron las áreas más vulnerables a las inundaciones. Estos mapas se complementaron con tablas y gráficos que muestran los porcentajes de área afectada por las inundaciones y las características del territorio, como el tipo de suelo, la pendiente y la proximidad a los cuerpos de agua.

Entrevistas y Encuestas: Se realizaron encuestas a los habitantes de las zonas más afectadas por las inundaciones, con el fin de conocer su percepción del riesgo y las medidas que toman para enfrentar las inundaciones.

1.2. Variables Analizadas

Climáticas:

- Precipitación: Frecuencia e intensidad de las lluvias durante el año.
- Temperatura: Influencia en la evapotranspiración y en los patrones climáticos.
- Humedad relativa: Relación con la acumulación de agua en el suelo y la evaporación.
- Brillo solar y nubosidad: Factores que inciden en la cantidad de agua que se acumula en el terreno.

Geográficas:

- Tipo de suelos: La permeabilidad de los suelos influye en la rapidez con la que se filtra el agua.
- Topografía: La pendiente del terreno afecta la rapidez del escurrimiento de las aguas y la formación de zonas de acumulación.
- Geología: La estructura geológica de la región determina la estabilidad del terreno frente a deslizamientos y la capacidad de drenaje natural.

Sociales:

- Zonas habitadas: Identificación de áreas urbanas y rurales más expuestas.
- Infraestructura: Condiciones de la infraestructura de drenaje y alcantarillado, así como la disposición de las obras de protección.

Apartadó, Antioquia es un municipio de Colombia, ubicado en la Subregión de

Urabá, siendo un municipio muy poblado, limita por el norte del puerto de esta región, distrito de Turbo, en su cabecera municipal está a 310 Kilometro de la capital, Medellín, con sus coordenadas 7°52'40" N 76°37'44 O, es muy conocido dicho departamento por el comercio y su infraestructura, allí están las sedes principales entidades del estado, empresas nacionales e internacionales. 2.3 *Características geográficas/IGAC. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2007. 320p.*

2.4 *Bravo, J. D. (2000). Breve introducción a la cartografía ya los sistemas de información geográfica (SIG).* Los sistemas de información geográficos (SIG) tiene la capacidad de dar respuesta a los interrogantes que se relacionan con los problemas socio-espaciales, es cierto que no cualquier sistema de información tiene sentido si no se trabaja de forma adecuada, en una entidad o empresa ya sea pública o privada, esta herramienta de apoyo realiza estudios según lo que desea dicha empresa proporcionando elementos de importancia para actuar de forma correcta y concisa en la solución de dicha problemática, mediante diagnóstico y solución.

Se realizo revisión de la bibliografía y las grabaciones de las webs conferencias desarrolladas por el tutor, donde da explicación a cada una de las actividades, para llevar a cabo las siguientes fases del trabajo y darles un análisis a los resultados del departamento de trabajado en las fases anteriores, utilizando la herramienta ArcGIS Pro y los Geoprocesos realizados.

Los procesos que se realizaron para hacer el mapa de Riesgo de Inundación del Municipio de Apartado, Antioquia fueron:

- DEM del municipio con sus

pendientes: en este paso se realiza la carga de los municipios exportación de ella, extracción de ráster por extraer por mascara, dándole el nombre del DEM de Apartado, las pendientes se hacen mediante el Geoproceso Slop. 2.5 (*Pucha-Cofrep, F., & Fries, A. (2023). Manual de ArcGIS Pro. Franz Pucha-Cofrep*)

- Geoproceso intersecar: en este paso se calcula la intersección geométrica en entidades de entrada y se crea una nueva capa de salida, así saber los drenajes dobles y sencillos de Apartado Antioquia.
- Geoproceso recortar: en la caja de herramientas de software Clip, permite recortar una capa vectorial con la forma de otra, este proceso nos será útil para acortar información espacial del área que se requiere, descartando información innecesaria.
- Geoproceso Dissolver: con el Geoproceso Dissolve ayuda a simplificar datos al unir polígonos con valores iguales en un campo de la tabla de atributos.

- Capa de coberturas de tierra: es una capa proporcionada por el tutor de la escala 1:100.000 del IGAC Agrologia_IGAC - Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018. Geovisor Colombia en Mapas, en esta capa se ve cuanta área hay en producción.
- Capa LandCover: en esta capa se puede visualizar la clasificación del área por colores, donde se determina una escala de mapeo y datos específicos para darle forma al mapa final.
- Flujo de Acumulación: el Geoproceso (Flow accumulation), calcula el flujo acumulado de todas las celdas que fluyen hacia cada celda con pendientes descendentes en el ráster de salida
- Reclasificación a valor de ráster: en la herramienta de reclassify permite cambiar los valores de las celdas de un ráster de entrada por valores alternativos.
- Reclasificación de valores: en este proceso se le dan valores dándole orden de riesgo de menor a mayor para obtener mejores resultados en la interpretación del mapa
- Mapa de Riesgo por Inundación de Apartado: en el proceso final de la actividad se realizó el mapa con la suma ponderada de los geoprocesos anterior, realizando un análisis profundo del riesgo alto de inundación que tiene el municipio de Apartado.



Se observaron las pendientes, coberturas de tierra, acumulación de flujo, capa LandCover, reclasificación de valores estas indican resultados de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto sobre precipitaciones y probabilidad de inundación en el municipio

Ya obteniendo un análisis multicriterio del Municipio de Apartado se puede visualizar mediante el mapa de Riesgo por inundación, *2.6 Zonificación, C. (2008). Zonificación de amenazas y riesgos en las áreas urbanas de los municipios de Apartadó y Carepa, en el departamento de Antioquia.* las causas negativas que se pueden enfrentar la población Antioqueña ya que parte de la zona urbana, rural afectan las tierras en producción cuenta con un riesgo alto de precipitaciones y aumento del flujo en los ríos Grande y el Vijagual, esto dejando incomunicadas varias de los corregimientos y familias en desplazamiento, mediante la herramienta ArcGIS Pro se elaboró un mapa, el cual ha sido empleado en representación de variables espaciales, mostrando los valores de riesgo en las zonas más vulnerables y de alta precipitación, se implementaran estrategias de prevención y desastres mediante capacitaciones, jornadas pedagógicas sobre el cuidado del medio ambiente ya que por causa de los residuos sólidos y atascamiento de árboles en las fuentes hídricas pueden a ver avalanchas que generan estragos a la economía y sociedad, también se implementara la recolección de aguas lluvias tratadas para el consumo de los habitantes que no cuentan con agua potable, así mejorando la calidad de vida de las personas más vulnerables en Colombia.

Figura de mapa del Ráster a Vectorial

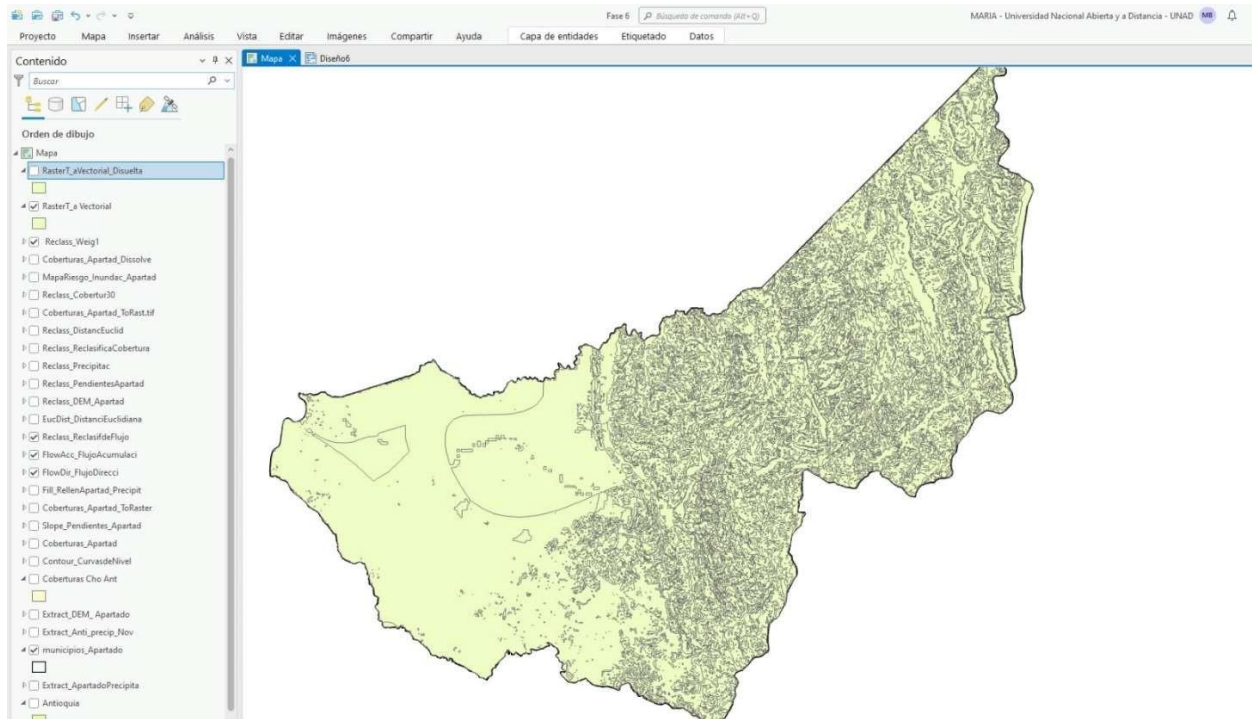


Figura Vectorial disuelto con aplicación de Gridcode

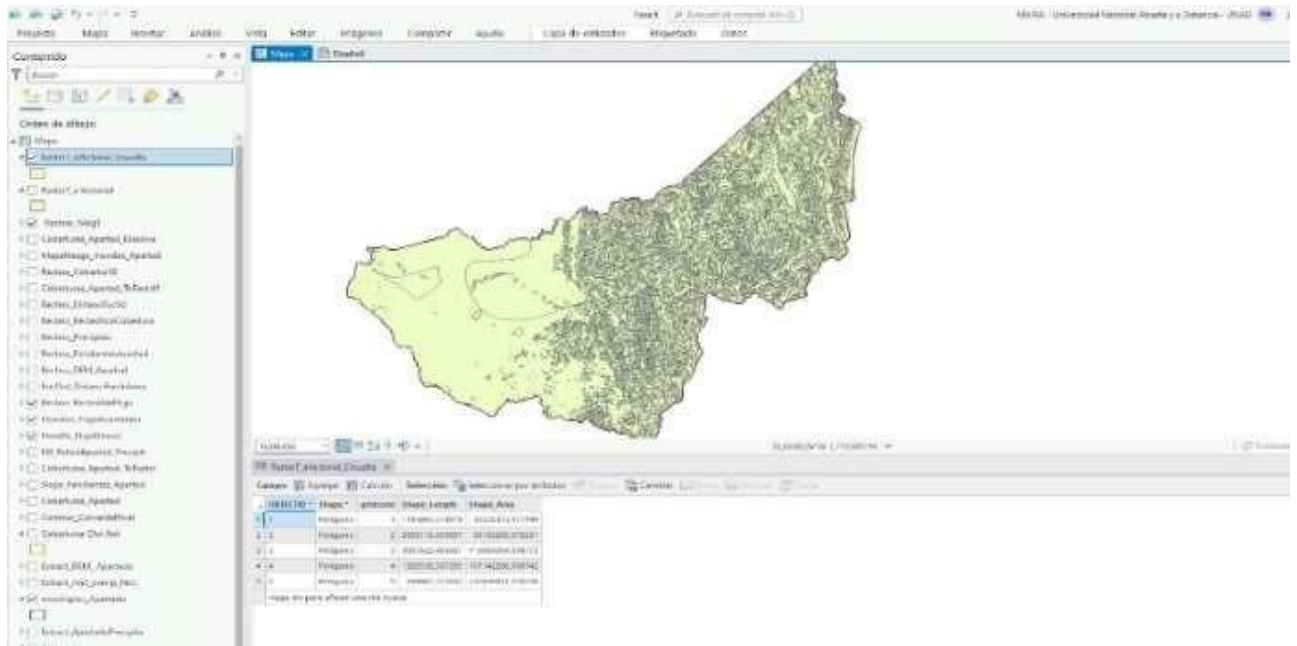
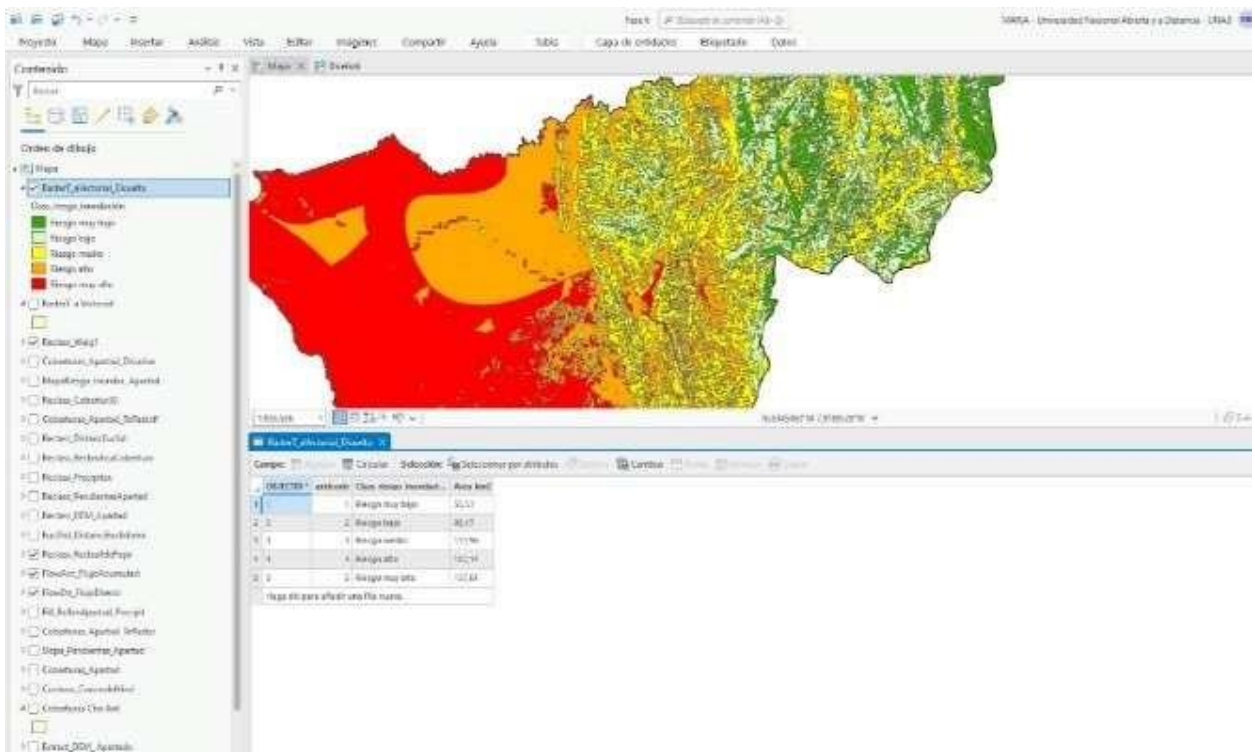


Figura de cálculo de Geometría



Reclasificación de riesgo por inundación



Figura de Suavizada de mapa

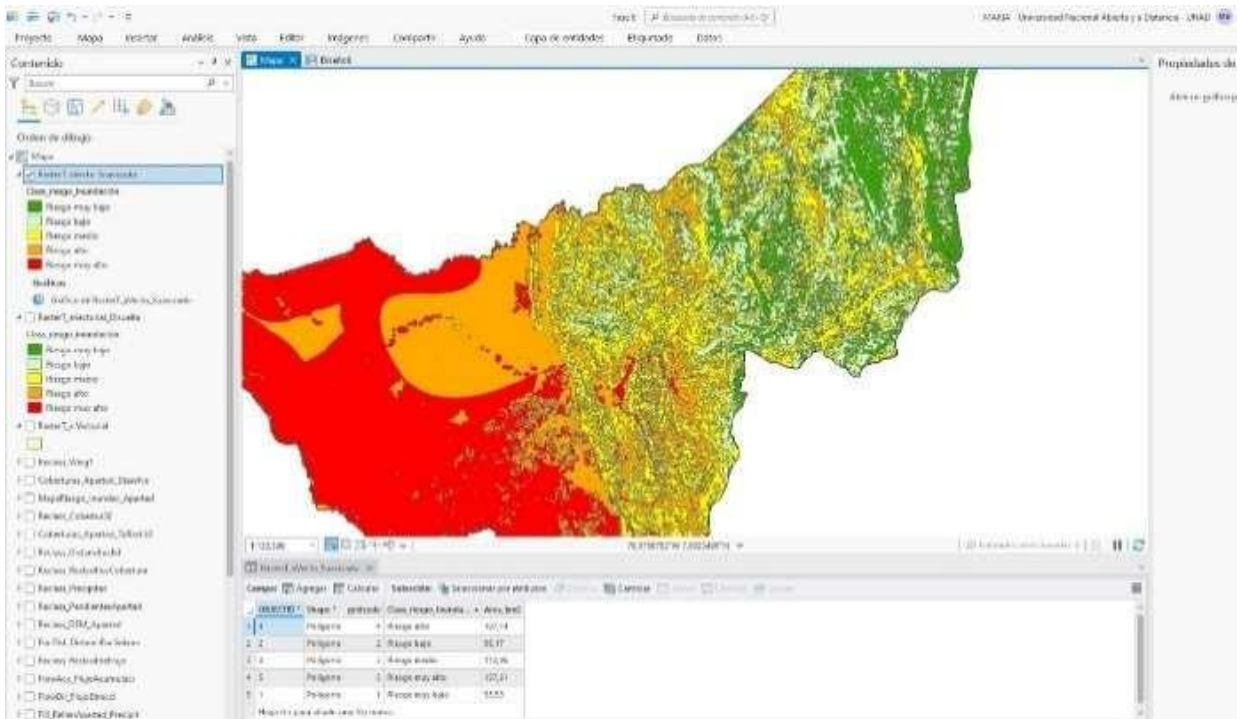
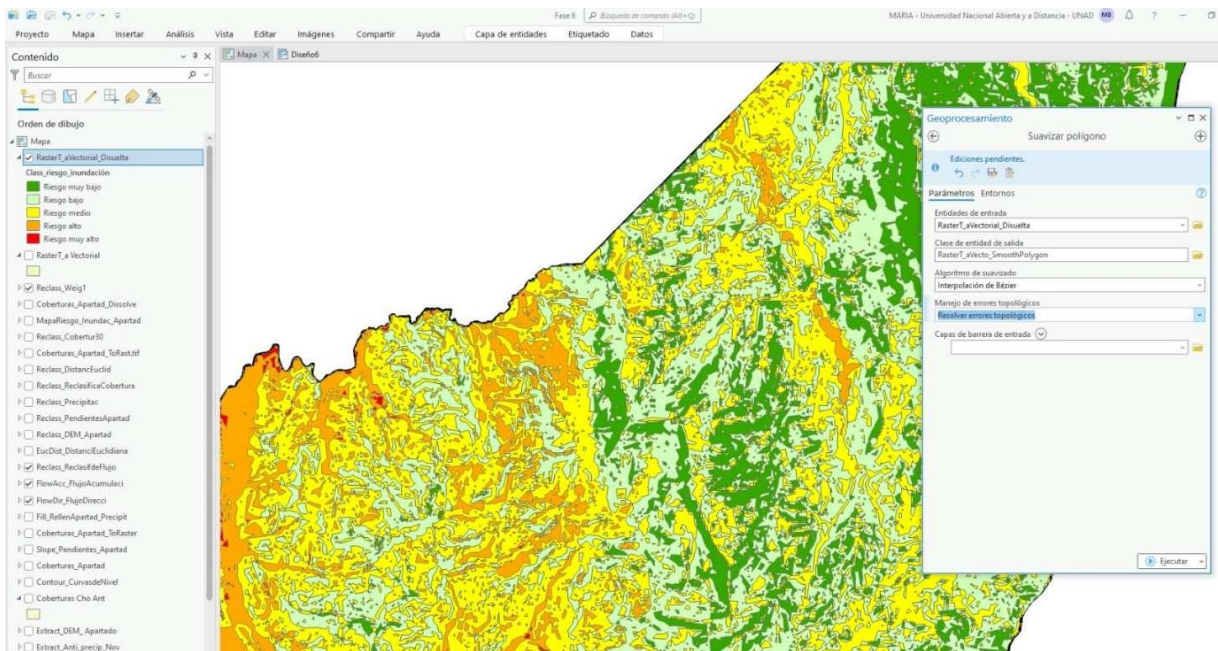
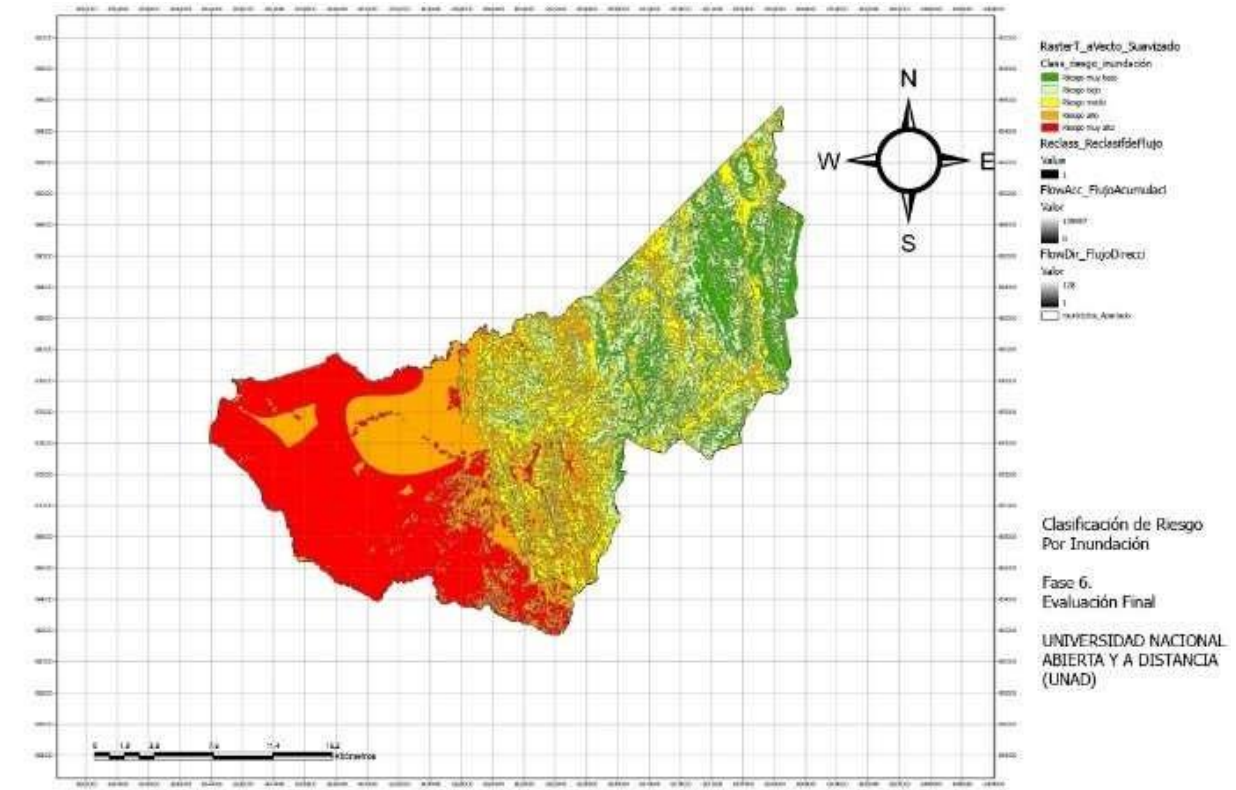

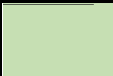



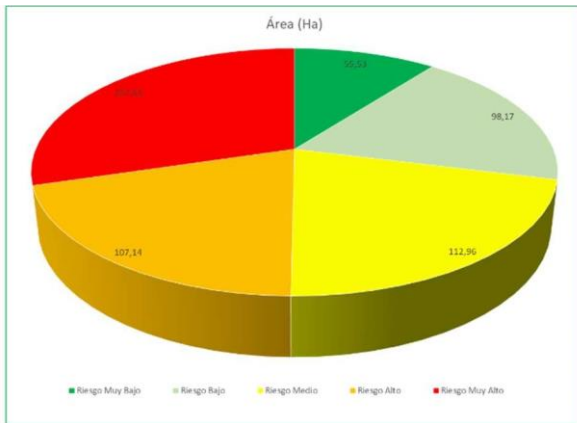


Figura de clasificación riesgo de Inundación



Clasificación Cualitativa	Valores	Área (Ha)		Porcentaje %	Simbología
Riesgo Muy Bajo	1	55,53	10	10	
Riesgo Bajo	2	98,17	19	19	
Riesgo Medio	3	112,96	21	21	
Riesgo Alto	4	107,14	20	20	
Riesgo Muy Alto	5	157,61	30	30	



ANÁLISIS:

Áreas con mayor y menor riesgo de inundación según la clasificación cualitativa

• Mayor Riesgo (Muy Alto):

El área con mayor riesgo corresponde a la categoría de riesgo muy alto, abarcando un total de 157,61 hectáreas. Estas zonas son prioritarias para implementar medidas de mitigación debido a su alta vulnerabilidad.

• Menor Riesgo (Muy Bajo):

Las áreas con menor riesgo están en la categoría de riesgo muy bajo, cubriendo 55,53 hectáreas. Aunque estas zonas tienen una menor probabilidad de ser afectadas, pueden considerarse para estrategias de prevención a largo plazo.

• Distribución espacial del riesgo:

La mayor parte del área está clasificada como riesgo muy alto (28%), lo que indica una concentración significativa de terrenos susceptibles a inundaciones severas.

Por el contrario, las áreas de riesgo muy bajo (10%) representan una fracción menor, posiblemente asociadas a características topográficas más elevadas o con buen drenaje.

Interpretación de Impacto

• Infraestructura:

Las zonas de riesgo muy alto y alto pueden afectar significativamente las viviendas, vías y servicios básicos, aumentando los costos de recuperación tras una inundación.

• Sistemas agropecuarios:

Las áreas de riesgo medio a muy alto suelen coincidir con terrenos agrícolas vulnerables, lo que podría comprometer la producción y seguridad alimentaria.

• Ecosistemas:

Los ecosistemas sensibles ubicados en zonas de riesgo alto y muy alto podrían sufrir daños irreversibles, afectando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Medidas de Mitigación

• Monitoreo y alerta temprana:

Implementar sistemas de monitoreo en áreas de riesgo muy alto y alto.

• Infraestructura resistente:

Fortalecer las defensas contra inundaciones, como diques y canales de drenaje.

• Reubicación y zonificación:

Planificar asentamientos humanos en áreas de riesgo bajo y muy bajo.

• Concientización:

Informar a las comunidades sobre las acciones preventivas y protocolos de emergencia.

Análisis Climático y Geográfico

El análisis de las variables climáticas y geográficas indica que Apartadó es una región altamente vulnerable a las inundaciones debido a las siguientes razones:

- **Clima:** Las precipitaciones en Apartadó son elevadas, especialmente durante la temporada de lluvias, lo que provoca un aumento en el caudal de los ríos y arroyos. La humedad relativa es alta, lo que favorece la acumulación de agua en las zonas bajas del municipio.
- **Topografía y Geología:** La mayoría del municipio tiene una topografía relativamente plana, lo que

hace que las aguas no se desplacen rápidamente hacia los cuerpos de agua cercanos. Además, los suelos de la región tienen una baja capacidad de absorción, lo que agrava el problema en épocas de lluvias intensas.

- Proximidad a ríos: El municipio se encuentra cerca de los ríos Apartadó y Sucio, que aumentan su caudal en épocas de lluvias y afectan las áreas urbanas cercanas.

Identificación de Áreas de Riesgo

Mediante el uso de los SIG, se identificaron diversas zonas de alto riesgo de inundación en Apartadó. Las áreas más vulnerables son:

- Áreas cercanas a los ríos Apartadó y Sucio: Las zonas bajas cerca de estos ríos son las que más sufren inundaciones durante las lluvias fuertes.
- Zonas urbanas de expansión: La urbanización en áreas vulnerables a inundaciones, sin una planificación adecuada, incrementa el riesgo de daños.
- Áreas agrícolas: Las fincas ubicadas en las zonas más bajas también son muy susceptibles a las inundaciones, lo que pone en riesgo la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

Impacto Social y Económico

Las inundaciones en Apartadó tienen un fuerte impacto tanto en la población como en la economía local:

- Pérdida de cultivos: Las inundaciones dañan los cultivos agrícolas, afectando a los pequeños productores y a la economía local.
- Destrucción de infraestructura: La falta de infraestructura adecuada de drenaje ha provocado que las inundaciones afecten caminos, puentes y viviendas, lo que aumenta los costos de reparación y reconstrucción.
- Desplazamiento de comunidades: Las familias que viven en zonas de alto riesgo se ven obligadas a abandonar sus hogares debido a las inundaciones recurrentes.

Resultados

De los procesos realizados en el análisis de estudio del Municipio de Apartado, Antioquia se puede ver un riesgo muy alto que abarca 157,61 hectáreas (28%) vulnerables a la precipitación y su menor riesgo es de 55,53 hectáreas (10%) teniendo en cuenta esta cifra se pueden implementar estrategias de mitigación a largo plazo en zonas de alto riesgo para la prevención y desastres que genere las lluvias, en las zonas de bajo riesgo se consideraría estrategias de prevención a largo plazo ya que por medio de afectaciones del ser humano se pueden ver estragos en la naturaleza, teniendo en cuenta que la mayor parte del municipio está en alerta Roja por las fuertes lluvias que se presentan allí, se pueden realizar jornadas pedagógicas ambientales, clasificación de residuos sólidos, limpieza de quebradas, ya que por este medio muchos de las basuras van a ríos, quebradas, predios abandonados y alcantarillados, implementación de monitoreos en áreas vulnerables de riesgo muy alto, proyectos de aguas lluvias tratadas para las personas que no tienen agua potable para su diario, tener siempre lista una mochila de emergencia con linterna, radio, documentos, medicamentos en caso de una avalancha, reubicación a personas afectadas.

Muchos de los desastres naturales que ocurre en Colombia son debido a la deforestación ilegal que hacen en los bosques esto generando represamiento en los afluentes hídricos y afectando el ciclo hidrológico del agua, por esta razón en los municipios con topografía plana (plano llano) es más vulnerable a las inundaciones y avalanchas, teniendo en cuenta los efectos negativos que se genera por la deforestación se realizan

procesos administrativos de carácter preventivo y legal (sanciones) a aquellas personas que hagan daño al medio ambiente y ecosistemas vulnerables para la recuperación de las zonas de protección, humedales y zonas afectadas.

Las temporadas de lluvias afectan mucho la agricultura ya que sus productos agropecuarios se pueden perder comprometiendo la producción y la seguridad alimentaria del país, el cambio de clima en la actualidad es un reto para el hombre como indica 2.7 (Adger y Kelly 1999; Adger 2006; O'Brien et al. 2007). El cambio climático se considera una vulnerabilidad esto afectando a nivel mundial toda la producción de la canasta familiar y elevando sus productos a altos costos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos a través de los mapas y gráficos generados en el análisis geoespacial evidencian que las zonas de mayor riesgo de inundación en Apartadó coinciden principalmente con áreas de expansión agrícola y urbana, lo que refleja un impacto directo en la vulnerabilidad de la población. El análisis de la infraestructura de drenaje también muestra que la capacidad actual es insuficiente para manejar los flujos de agua, especialmente en épocas de lluvias intensas. Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), priorizando las zonas vulnerables y regulando el crecimiento en estas áreas. Además, los gráficos sobre deforestación y uso del suelo destacan la importancia de implementar políticas de restauración ecológica y protección ambiental para mitigar los efectos de las inundaciones. Finalmente, es crucial involucrar a la comunidad en la planificación y ejecución de medidas preventivas y de contingencia, asegurando que la población esté preparada ante posibles emergencias. La combinación de estas acciones contribuirá a una gestión de riesgos más efectiva y a la sostenibilidad a largo plazo del municipio.

- Vulnerabilidad de Apartadó: El municipio es altamente vulnerable a las inundaciones debido a su topografía plana, la falta de infraestructura

adecuada y el aumento de las lluvias por efectos del cambio climático.

- Factores agravantes: La deforestación ilegal y el crecimiento urbano desordenado en zonas de riesgo son factores que incrementan la vulnerabilidad.
- Estrategias necesarias: Es fundamental implementar planes de contingencia, mejorar la infraestructura de drenaje y promover la reforestación en las cuencas de los ríos.
- Impacto en la producción agrícola: Las inundaciones tienen un impacto directo en la producción agropecuaria, lo que afecta la seguridad alimentaria de la población.

Recomendaciones

Desde mi perspectiva como Tecnólogo Ambiental, los fenómenos niña, que están dadas en esta región del Departamento de Antioquia en el río Apartadó y el Sucio son los que promueven más esta afectación por aumento potencial hídrico, lo que sería relevante como recomendaciones sería por ejemplo la restauración de obras civiles de alcantarillas ya que estas son las responsables de evacuar gradualmente el agua lluvia; seguido también es importante la construcción de canales para desviar las cantidades aumentadas de agua alineándolas a su cauce final y en el caso de promoverse buenos recursos para tal fin, también aplicarían las barreras para contener estas aguas en las zonas más bajas propensas al riesgo y en su defecto en las orillas más expuestas de estos ríos en aras de proteger y evitar las respectivas inundaciones.

Desde mi carrera como Ingeniera Ambiental, para mitigar el riesgo de inundaciones en Apartadó, es crucial implementar sistemas de alerta temprana que permitan monitorear crecidas en tiempo real y notificar a la comunidad. Además, se debe fortalecer la infraestructura mediante la construcción y mejora de diques, canales de drenaje y

muros de contención. Es fundamental ordenar el territorio, evitando construcciones en zonas de alto riesgo y reubicando a las comunidades vulnerables. Paralelamente, la educación comunitaria en prevención y respuesta ante emergencias es clave, al igual que la conservación ambiental mediante la reforestación de riberas y la protección de humedales para reducir el impacto de las crecidas. Estas acciones, integradas, fortalecerán la resiliencia del municipio.

Desde mi profesión como futura Tecnóloga en Manejo y Comercialización Agroforestal es importante tener en cuenta que el Municipio de Apartado, Antioquia se encuentra con un alto riesgo de inundación en las temporadas de lluvia para esto es necesario que los agricultores revisen y se informen continuamente la climatología del IDEAM como herramienta para realizar una mejor planificación en la temporada de siembra y recolección de la cosecha, también tener en cuenta las buenas prácticas agrícolas que ayudan a mitigar los daños al medio ambiente de una manera más sostenible, de esta manera prevenir sus cultivos de los desastres que pueden generar las inundaciones, teniendo en cuenta que se puede realizar estrategias para los campesinos que se vean afectados por las lluvias, con un plan de ayudas de esta manera que se sientan más seguros y apoyados por las entidades gubernamentales.

Medidas Técnicas y de Infraestructura

- Restauración de obras de drenaje: Se debe mejorar y ampliar la infraestructura de alcantarillado y canales de drenaje para permitir la evacuación rápida de las aguas pluviales.
- Construcción de barreras de contención: Es necesario construir muros de contención y diques en las zonas más vulnerables para evitar el desbordamiento de los ríos.
- Rediseño de los cauces: Rediseñar los cauces de los ríos para mejorar su capacidad de conducción de agua sin afectar a las áreas urbanas.

Implementación de Sistemas de Alerta Temprana

- Monitoreo constante: Instalar estaciones de monitoreo en puntos críticos de los ríos para detectar crecidas y generar alertas a tiempo.

- Alertas comunitarias: Desarrollar un sistema de alertas para la población que permita actuar rápidamente en caso de inundación.

Reubicación y Ordenamiento Territorial

- Reubicación de comunidades vulnerables: Reubicar a las comunidades que viven en zonas de alto riesgo a lugares más seguros, con infraestructura adecuada.
- Regulación del uso del suelo: Evitar la expansión urbana en zonas de riesgo y promover el ordenamiento territorial para reducir la exposición de la población a las inundaciones.

Educación y Capacitación Comunitaria

- Capacitación en manejo de emergencias: Capacitar a la población sobre las medidas a tomar antes, durante y después de una inundación.
- Fomento de prácticas agrícolas sostenibles: Incentivar el uso de prácticas agrícolas que mejoren la absorción de agua y reduzcan la vulnerabilidad ante inundaciones.

(2014). Análisis de la política de gestión del riesgo de desastres en Colombia desde las disposiciones normativas de la Ley 1523 de 2012. In Política pública de gestión de riesgo de desastres en Colombia: Análisis de la ley 1523 de 2012 en territorios del Caribe afectados por desastres invernales (pp. 169-214). Corporación Universitaria Reformada.

1.5 Flórez, A. H., & Oliveros, V. S. (2014). *Análisis de la política de gestión del riesgo de desastres en Colombia desde las disposiciones normativas de la Ley 1523 de 2012* (pp. 169-214).

1.6 Apartadó (2024, January 26). - *Puebliando por Antioquia*. <https://www.puebliandoporantioquia.co.m.co/subregion-uraba/municipio- apartado/>

1.7 (En apartado Se Inundaron 16 Barrios Por Las Fuertes Lluvias, 2019)

1.8 Las lluvias traen nuevas inundaciones y deslizamientos (2022, marzo 31). <https://www.infobae.Com/>.
<https://www.infobae.com/america/colombia/2022/04/01/inundaciones-en- apartado-antioquia-doce-veredas- incomunicadas/>

1.9 *el tiempo en apartado en el otoño, temperatura promedio (Colombia)* - Weatherspark.com. <https://es.weatherspark.com/s/21553/2/Tiempo-promedio-en-el-oto%C3%B1o-en-Apartad%C3%B3-Colombia#Figures-PrecipitationProbability>

2.0 González, J., Martínez, P., & Ramírez, L. (2019). *Impacto de las inundaciones en los sistemas productivos agrícolas del Urabá antioqueño*. Medellín: Universidad de Antioquia.

2.1 Bravo, J. D. (2000). *Breve introducción a la cartografía ya los sistemas de información geográfica (SIG)*.

2.2 Pucha-Cofrep, F., & Fries, A. (2023).

Manual de ArcGIS Pro. Franz Pucha-Cofrep

2.3 Características geográficas (2007) /IGAC. Bogotá: Imprenta Nacional de

Referencias bibliográficas

Alberto. (2023, August 12). *Colombia Descubre*. <https://www.colombiadescubre.com/comidas-tipicas/comidas-tipicas-de-apartado/>

1.1 Alcaldía de Apartadó. (2021). *Plan municipal de gestión del riesgo de desastres (PMGRD) 2020-2025*. Apartadó: Alcaldía de Apartadó

1.2.(IDEAM 1998; IDEAM-DGPAD 2002; puerta y Carvajal 2008)

1.3(Sánchez- Jabba, A. (2014). *Análisis de la respuesta del Estado colombiano frente al Fenómeno de La Niña 2010-2011*:

1.4 Toscano, J. H. Á., Díaz, M. J., Carroll, O. R., Flórez, A. H., & Oliveros, V. S.

Colombia. 320p.

2.4 Zonificación, C. (2008). *Zonificación de amenazas y riesgos en las áreas urbanas de los municipios de Apartadó y Carepa*, Departamento de Antioquia.

2.5 Adger, W. N., & Kelly, P. M. (1999). Vulnerability and adaptation to climate change. *Climate Change*, 43(3), 239-272.

2.6 IDEAM (2021). Estudio de riesgos y

vulnerabilidad climática del municipio de Apartadó, Antioquia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

2.7 DANE (2020). Estudio de riesgos naturales en el municipio de Apartadó, Antioquia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

2.8 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Estudio de riesgos naturales en el municipio de Apartadó, Antioquia*. Bogotá: DANE.

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/ZpHOv9f5YIQ?si=etD9cuT64YE42GD>