

## **Identificación áreas de riesgo por inundación en el municipio de La Plata, Huila**

Gelmo Alexander Cuellar Plazas - gacuellarp@unadvirtual.edu.co  
Juan Antonio Guerrero Cerquera – jaguerreroce@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa

### **Resumen**

El artículo identifica las áreas de riesgo por inundación del municipio de La Plata, el estudio se realiza con la ayuda del programa (SIG) ArcGIS Pro, se exhibe la metodología aplicada para obtener los resultados, igualmente, se hace un análisis del impacto potencial de posibles riesgos inundaciones sobre comunidades, infraestructura, ecosistemas y sobre los sistemas productivos agropecuarios. En esta investigación se expone vulnerabilidades sobre áreas susceptibles, además de proponer medidas de mitigación para prevenir posibles inundaciones.

*Palabras claves:* análisis multicriterio, La Plata inundación, mapa de riesgos por inundación, planeación del territorio, sistemas de información geográfica SIG.

### **Introducción**

El cambio climático ha originado temporadas de lluvia con lapsos de elevadas precipitaciones en cortos periodos de tiempo, lo que afecta a poblaciones cercanas a los drenajes naturales de La Plata, Huila, estos acentuados cambios en el régimen de lluvias dan como resultado deslizamientos en masa del suelo, inundaciones, todo lo anterior resulta en daños sobre la infraestructura, la población, ecosistemas y los sistemas productivos agropecuarios.

Los riesgos generados por las elevadas precipitaciones son causados en gran medida por el cambio climático global, pero se acentúa por el cambio de uso del suelo sin ninguna planificación, en este sentido, en La Plata se evidencia zonas desforestadas, quemas en épocas de sequía, implantación de monocultivos como el café y pastizales con malas prácticas que afectan la estructura del

suelo, lo que disminuye la capacidad de retención del agua.

La Corporación Autónoma del Alto Magdalena (2018) ha catalogado como amenazas al centro urbano del municipio las quebradas Cuchayaco, Zanjón de Los Muertos, Zapatero y al río La Plata que pueden vulnerar a más de 700 familias. El desborde de estos drenajes y otros ubicados en las zonas rurales han causado daños en el pasado, generando la destrucción de la infraestructura y viviendas. (Unidad Nacional de Gestión del Riesgo, 2021)

Dadas las circunstancias antes señaladas es fundamental contar con herramientas que ayuden al manejo de desastres originados por el clima como es el caso de las inundaciones, por lo tanto, se propone el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) para conocer con anticipación las zonas que pueden resultar afectadas, igualmente se plantea medidas preventivas desde el punto de vista agronómico

para mitigar posibles inundaciones en el municipio de La Plata Huila.

## Objetivos

### General

- Identificar zonas de riesgo por inundación en el municipio de La Plata, Huila.

### Específicos

- Identificar zonas de riesgo por inundación en el municipio de La Plata, Huila.
- Delimitar áreas susceptibles a inundación en el municipio de La Plata, Huila.
- Aplicar las funcionalidades del software ArcGIS Pro para visualizar áreas susceptibles a inundaciones.
- Evaluar el impacto de inundación sobre áreas afectadas.

## Identificación del caso de estudio

El municipio de La Plata se ubica en el suroccidente del departamento del Huila a 122 km de distancia desde la capital Neiva, posicionado sobre la cordillera central, en las coordenadas  $2^{\circ}23'00''$  de latitud norte y  $75^{\circ}56'00''$  de longitud oeste (Concejo Municipal de La Plata, 2016).

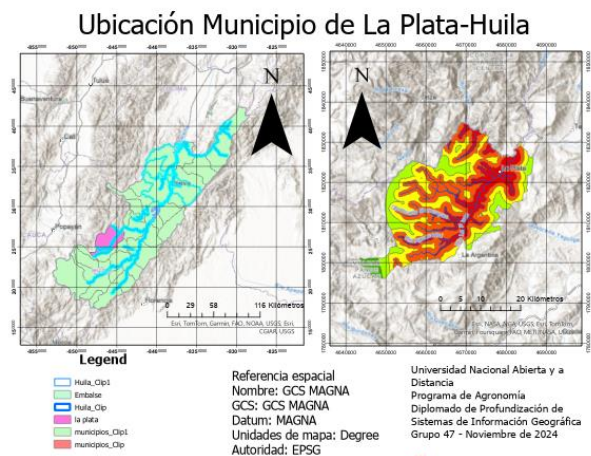
Según la Alcaldía de La Plata, Huila (2024) el municipio es altamente vulnerable a fenómenos ambientales como inundaciones, y las zonas de ladera son propensos a deslizamientos de suelos, así mismo, las condiciones ambientales han empeorado en los últimos años debido a fuertes variaciones climáticas, además, de las afectaciones producidas por quemas y deforestación.

El municipio de La Plata tiene una extensión de 842 km<sup>2</sup>, de categoría 6, la altitud de la

cabecera municipal es de 1050 msnm, la temperatura media de la misma cabecera es de 23°. La Plata limita por el norte con el departamento del Cauca, por el sur con el municipio de La Argentina, por el oriente con los municipios de Paicol y el Pital, y por el oriente con el Cauca. La división administrativa se conforma por una cabecera municipal, un área de expansión de la zona urbana, y la zona rural con 134 veredas, 10 centros poblados y 10 corregimientos. La economía de municipio se fundamenta en la producción agrícola, especialmente café, cacao, y en menor medida cultivos de alto valor como aguacate, granadilla, lulo, etc, también el sector comercial y el ganadero juega un rol muy importante en la economía del municipio (Consejo Municipal de La Plata, 2016) . En la figura 1 se da la ubicación del municipio de La Plata dentro del departamento del Huila.

## Figura 1

### Ubicación del municipio de La Plata



*Nota.* Ubicación de municipio de La Plata, Huila. Elaborado con ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia. 2024.

Según el Departamento de Nacional de Planeación (2023) La Plata tiene 63886 habitantes. El mes de lluvias para predecir posibles inundaciones es abril.

En la tabla 1 se presentan las características biofísicas del municipio de La Plata, Huila.

En la tabla 1 se presentan las características biofísicas del municipio de La Plata Huila

**Tabla 1**

*Características biofísicas de La Plata, Huila*

Característica	Escala
Precipitaciones	1499mm/año*
Temperaturas	18,9/31°C**
Humedad relativa	77%**
Brillo solar	3,6 hora día**
Evaporación	89,1 mm día**
Velocidad del viento	1.63 m/seg**

*Nota.* \*Estación Meremberg Hacienda, \*\*Escuela Agrícola La Plata. *Fuente.* Adaptado de Municipio de La Plata, (2019).

En la siguiente tabla 2 se describen paisajes y relieve del municipio de La Plata.

**Tabla 2**

*Tipos de paisaje y relieve de La Plata*

Paisaje	Relieve	Área
Montaña	Cumbres andinas	78887 ha
	Glacis	
	Abanicos y glacis	
	Crestas y espinazos	
	Filas y vigas	
	Vallecitos	
Lomerío	Lomas y colinas	24389 ha
	Lomas y mesas	
Piedemonte	Abanico y glacis	3544,77
Altiplanicie	Lomas y mesas	6602,10
Valle	Plano de inundación	1422
	Terrazas	
N.A.		899,66
Total		115744,27

*Fuente.* Adaptado de Municipio de La Plata, (2019).

## Metodología

Mediante el software ArcGIS Pro se delimita las zonas de riesgo por inundación del municipio de La Plata, Huila. Para obtener las zonas de riegos se adiciona una serie de capas al software que son los factores de análisis para determinar el riesgo por inundación. En el

análisis multicriterio se da una proporción a cada capa de acuerdo con su importancia y se muestran en la tabla 3. La reclasificación y suma ponderada integra criterios cuantitativos y cualitativos, la reclasificación pondera (da valor) a cada criterio (capas). Cuando las capas de criterios de entrada tienen ponderaciones diferentes se reclasifican con una nueva ponderación cuantitativa y cualitativa para combinarlas en un solo análisis, los valores de reclasificación, que se dan de acuerdo con una escala de 1 a 10. (ESRI, 2021). En este trabajo se toman valores de 2 hasta 10, pero entendiendo que pueden existir valores intermedios. En la tabla 4 se evidencia los valores de reclasificación de la tabla 3.

**Tabla 3**

*Criterios de análisis*

Capa	Ponderación
DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras	10%
Precipitaciones	35%
Distancia entre drenajes	30%
Total	100%

*Nota.* Criterios proporcionados en Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024

**Tabla 4**

*Reclasificación cualitativa y cuantitativa*

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

*Nota.* Valores proporcionados en Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

Las capas de entrada que sirven como base para el trabajo, a continuación, se detallan:

- **Modelo de Elevación Digital (DEM)**

Es un modelo digital de la superficie terrestre que quiere reflejar la forma, es un archivo ráster, que contiene las variaciones de altura de la superficie. El archivo DEM se puede obtener desde la página del IGAC, igualmente se puede descargar los archivos desde el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

- **Pendientes**

Es la inclinación de la superficie, pendientes suaves son proclives a la acumulación de agua, pendientes fuertes evacuan las precipitaciones con rapidez. La información de pendientes está en la página del IGAC.

**Tabla 5**

*Metodología para capas de entrada*

Capas de entrada	Geoprocesos-Análisis Espacial
DEM	Extracción por máscara La Plata
Pendientes	Extracción por máscara La Plata
Cobertura de tierras	Recorte (sobre el municipio) Dissolve (nivel 2) Polígono a ráster
Precipitación	Extracción por máscara (sobre el municipio)
Distancia entre drenajes	Extracción por máscara La Plata Relleno (sobre el DEM) Dirección de flujo (sobre relleno) Acumulación de flujo (sobre flujo de dirección con desviación típica) Distancia entre canales (1% del máximo flujo de acumulación) Reclasificar (Jenks clase 2) Distancia euclidiana

*Nota.* Metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

- **Cobertura de tierras**

Dependiendo de la cobertura, las precipitaciones se pueden desplazar rápidamente por la superficie, así, por ejemplo, una cobertura de bosques retiene el agua por

más tiempo y una de pastos por menos tiempo. La metodología utilizada en Colombia es similar a la europea Corine Land Cover (CLC). El archivo Shapefile (.Shp) de la cobertura de tierras se descarga de la página del IGAC.

- **Precipitaciones**

En áreas de altas precipitaciones son más propensas a acumular o en dependiendo de la pendiente desplazar las aguas de las lluvias. El archivo ráster se construye por interpolación en ArcGIS Pro desde datos en Excel proporcionados por el IDEAM.

- **Distancia entre drenajes**

Es la superficie que hay entre los diferentes drenajes naturales como son ríos, quebradas, lagunas, etc. Esta capa se obtiene a través de una serie de geoprocesos que se resumen en la tabla 5.

Luego de ejecutar los geoprocesos sobre las 5 capas de entrada antes mencionadas, en ArcGIS Pro se reclasifican las capas para que tengan una escala en común, esta reclasificación es de 5 clases como lo ejemplifica la tabla 4. Algunas características de la reclasificación en el software se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Reclasificación de capas*

Capa	Característica de la Reclasificación
DEM	Clasificar en rupturas naturales (Jenks) para modificar a 5 clases, el valor 1 se cambia por 10 y así sucesivamente hasta llegar al valor 2
Pendientes	De forma similar la característica de reclasificación DEM (anterior)
Precipitaciones	De forma similar la característica de reclasificación DEM
Cobertura de tierras	En nivel 2, de acuerdo con la clasificación Corine Land Cover
Drenajes	De forma similar la característica de reclasificación DEM

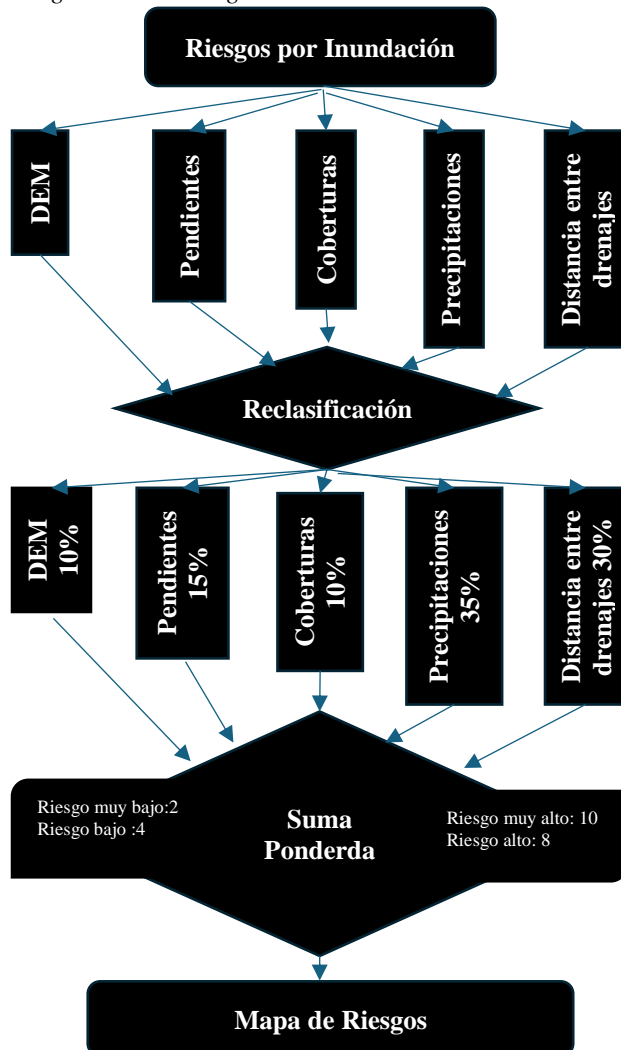
*Nota.* Metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

Las metodologías que se aplican están referenciadas en los trabajos de (Efraimidou & Spiliotis, 2024); (Chica, 2022), (Veloza, 2017).

En la figura 1 se muestra un diagrama de la metodología aplicada.:

**Figura 1**

*Diagrama metodológico*



*Nota.* Metodología y valores proporcionados en Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia. 2024.

## Resultados

La ejecución de los geoprocursos en ArcGIS Pro genera capas que se muestran a continuación, estas capas son el resultado de la reclasificación.

La distancia entre canales que se observa en la figura 2 y distancia euclidiana de la figura 3 son capas de entrada, pero son el resultado de geoprocursos, por lo que se describirán más adelante.

**Figura 2**

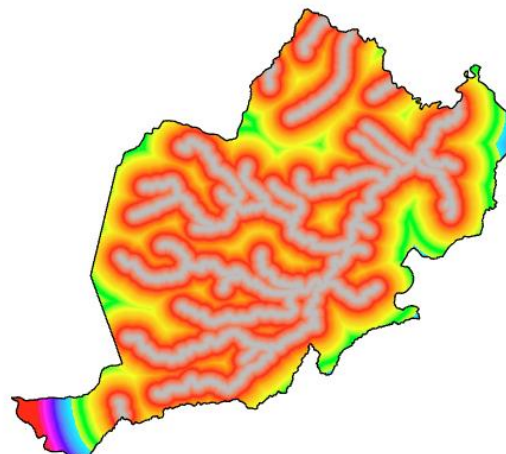
*Reclasificación distancia entre canales*



*Nota.* La figura se obtiene mediante geoprocursos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia. 2024.

**Figura 3**

*Distancia euclidiana*

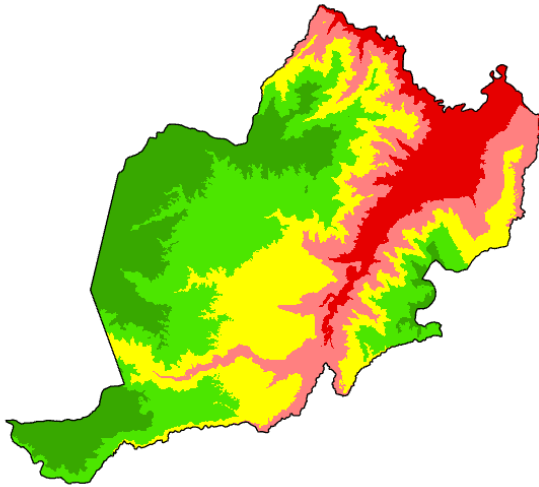


*Nota.* La figura se obtiene de geoprocursos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia. 2024.

La reclasificación de distancia entre canales que muestra la figura 2 es para seleccionar los principales ríos y quebradas, separándolos de los de menor tamaño. La distancia euclidiana observada en la figura 3 es la longitud desde el cauce hasta 30 metros.

La reclasificación del DEM que se evidencia en la figura 4, las áreas de mayor altura tienen un menor riesgo, y las de menor tienen un mayor riesgo; las áreas más bajas son de color rojo y las de mayor altura de color verde de acuerdo con la tabla 7.

**Figura 4**  
*Reclasificación DEM*



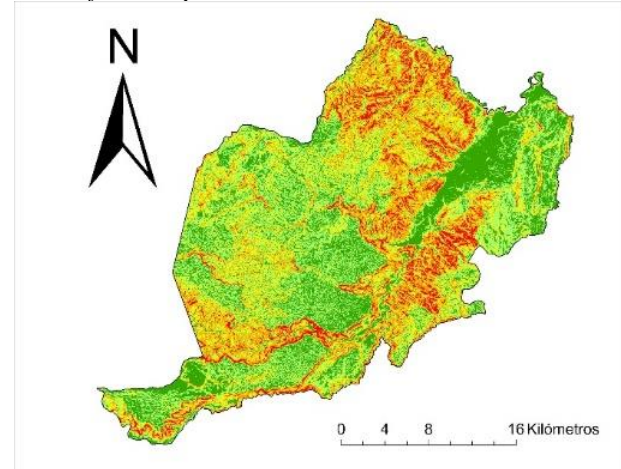
*Nota.* La figura se obtiene a través de geoprocursos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

La reclasificación de pendientes exhibida en la figura 5 genera zonas de color rojo y naranja que son las de mayor inclinación, las zonas verdes son de menor inclinación; en las de menor inclinación se podrá acumular mayor cantidad de agua.

La reclasificación de las precipitaciones presentada en la figura 6 tienen diferencias entre diferentes áreas, estando las zonas de color rojo y naranja como las de mayor precipitación, lo que coincide con las zonas de

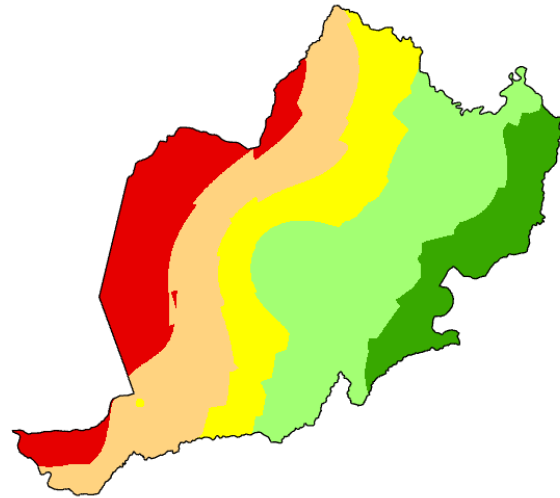
mayor altura del municipio, como el Parque Nacional Puracé.

**Figura 5**  
*Reclasificación pendientes*



*Nota.* La figura se obtiene por geoprocursos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

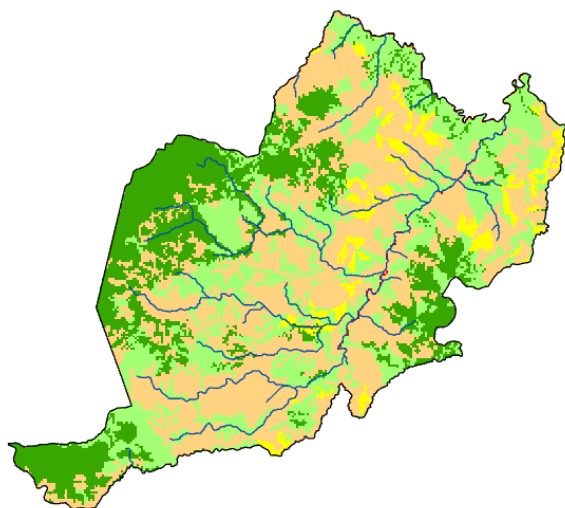
**Figura 6**  
*Reclasificación de precipitaciones*



*Nota.* La figura se obtiene mediante geoprocursos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

La reclasificación de coberturas que se observan en la figura 7 evidencian áreas verdes con continuidad que coinciden con el Parque Nacional Puracé, otras áreas verdes dispersas corresponden a bosque fragmentado como la Serranía de Minas que esta al suroriente del municipio. Los puntos rojos coinciden con áreas urbanas, las zonas amarillas y naranja son zonas de cultivo, el color verde claro son pastizales.

**Figura 7**  
*Reclasificación coberturas*

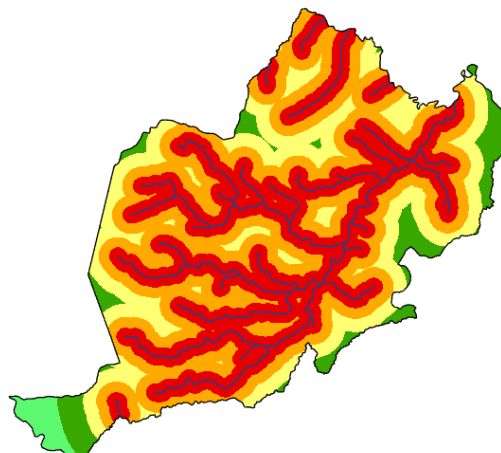


*Nota.* La figura se obtiene desde geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

Las áreas urbanas como el centro urbano principal y demás centros poblados de menor tamaño generalmente están ubicados al lado de drenajes naturales de agua. A la capa de la figura 7 de reclasificación de coberturas se le ha sobrepuesto la de reclasificación entre drenajes.

La reclasificación de la distancia entre drenajes de la figura 8 se observa que las áreas cercanas a los drenajes están de color rojo indicando zonas de riesgo.

**Figura 8**  
*Reclasificación distancia entre drenajes*

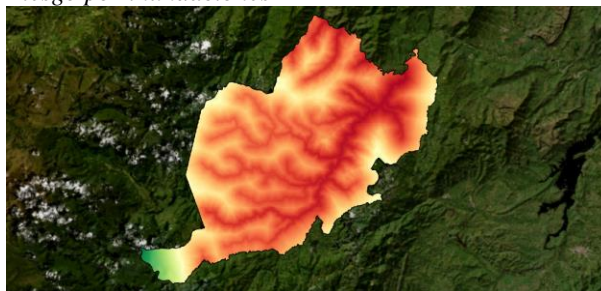


*Nota.* La figura se obtiene desde geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

### Mapa de Riesgo por Inundaciones

Como resultado de los geoprocetos de reclasificación se puede elaborar en ArcGIS Pro un mapa de riesgo por inundaciones, este mapa se elabora a partir de la suma ponderada de cada capa de acuerdo con su peso que se expresa en la tabla 3. El geoproceto de suma ponderada combina los pesos de cada capa para obtener una capa de riesgo por inundaciones como se evidencia en la figura 9.

**Figura 9**  
*Riesgo por inundaciones*



*Nota.* La figura se obtiene por geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

A la capa de riesgo por inundaciones se le aplica el geoproceto de reclasificar para establecer con claridad las áreas inundables y adaptar la capa a los parámetros de la tabla 7. El resultado es presentado en la figura 10. A partir de la capa de riesgo por inundación que está en formato ráster se pasa de ráster a polígono, luego se aplica el geoproceto disolver gricode para simplificar datos; en esta nueva capa y sobre la tabla de atributos se agregan dos columnas para hallar áreas y la clasificación de riesgo de la tabla 7. El resultado es un mapa de riesgo como el de la figura 11 con una tabla 8 y un gráfico de la figura 12 con las proporciones de las áreas de riesgo.

**Tabla 7**

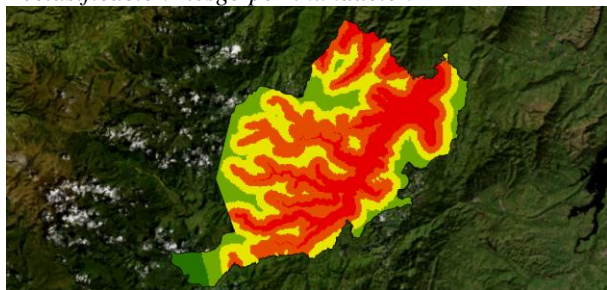
*Clasificación del riesgo*

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

*Nota.* Clasificación proporcionada en Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024.

**Figura 10**

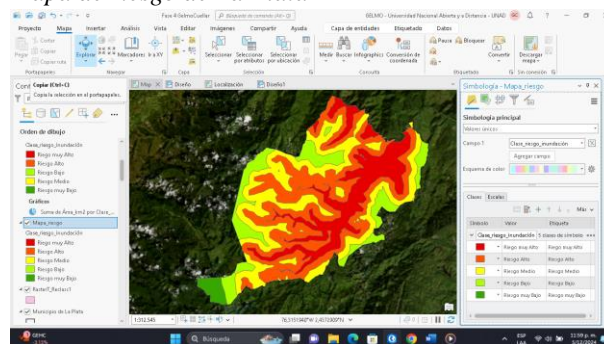
*Reclasificación riesgo por inundación*



*Nota.* La figura se obtiene desde geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

**Figura 11**

*Mapa de riesgo de La Plata*



*Nota.* La figura se obtiene a través de geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

**Tabla 8**

*Áreas de riesgo por inundación*

Gridcode	Clase_Riesgo_Inundación	Área_km2
1	Riesgo muy Bajo	17,85190
2	Riesgo Bajo	110,6302
3	Riesgo Medio	211,9735
4	Riesgo Alto	293,4061
5	Riesgo muy Alto	175,3785

*Nota.* Datos obtenidos mediante geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

**Figura 12**

*Áreas de riesgo*

Suma de Área\_km2 por Clase\_riesgo\_inundación

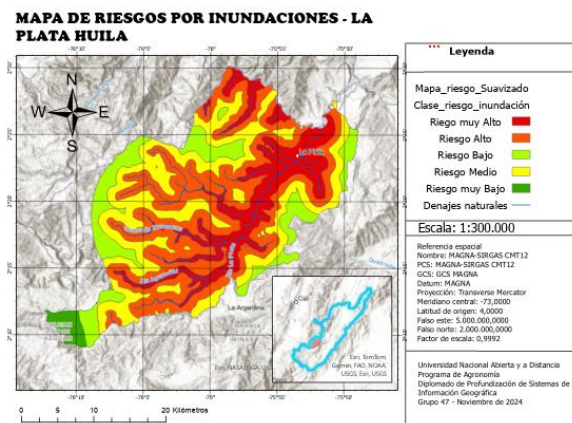


*Nota.* Figura obtenida por geoprocetos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

Por último, se hace un suavizado de los polígonos del mapa de riesgo La Plata y los drenajes (stream) para luego hacer un mapa completo como se muestra en la figura 13.

**Figura 13**

*Mapa de riesgo por inundaciones*



*Nota.* La figura se obtiene desde geoprocursos en ArcGIS Pro de acuerdo con la metodología proporcionada en el Diplomado de Profundización Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio, UNAD, 2024. *Fuente.* Autoría propia, 2024.

Como se presenta en el mapa de la figura 13, la cabecera del municipio es lindante con el principal río, La Plata, igualmente existen una serie de centros poblados como Villalosa, Gallego que se ubican en la ribera del río La Plata, esto puede dar lugar a inundaciones en los meses de abundantes precipitaciones, también se presenta en la ribera de ríos y quebradas cultivos como café, y pastos que no respetan el la ronda hídrica que según el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018) debe de ser de 30 m, por lo cual, ante el posible desborde del río La Plata estas áreas riverieñas resultarían inundadas.

Los resultados de los geoprocursos en ArcGIS Pro arrojaron el área bajo riesgo de inundación que se observan en la tabla 8 y la figura 12 es de 468,7846 km<sup>2</sup> en riesgo alto y muy alto que

corresponde a un 58% del área total del municipio, lo que implica tomar medidas urgentes para la mitigación del riesgo.

## Conclusiones

- El 58% del área total del municipio está en riesgo alto y muy alto de ser afectado por inundaciones.
- En el artículo aquí presentado se evidencia las facilidades que ofrece el programa ArcGIS Pro para modelar el territorio. Aunque el estudio da una perspectiva general de las zonas de riesgo, adicionando otros criterios como geología, ubicación y densidad de la población, tipos de suelo, infraestructura, se pueden obtener resultados más específicos como lo plantea Efraimidou & Spiliotis, (2024)
- La cabecera municipal, centros poblados y áreas riverieñas pueden sufrir inundaciones tanto por el río La Plata como por sus afluentes, tal como ha sucedido en el pasado.
- Los sistemas de información geográfica (SIG) es una herramienta adecuada para la gestión del territorio que se deben usar para la planificar el establecimiento de cultivos, áreas urbanas, áreas industriales, etc.
- Las medidas de mitigación propuestas por las autoridades estatales son insuficientes, por lo que se debe iniciar con disposiciones como conservar la ronda hídrica, delimitación de cauces loticos, y áreas de inundación, para proteger a la población evitando asentamientos en áreas fácilmente inundables.

## Recomendaciones

La producción agrícola de monocultivos y ganadería extensiva depende de insumos externos como el uso de energía fósil y agroquímicos, los que impactan negativamente al agua y al suelo. Según Global Forest Watch,

(2024) entre el 2002 y el 2023 se perdieron 399 ha de bosque primario húmedo en el municipio de La Plata, Huila.

Los monocultivos como el aguacate reducen la fertilidad del suelo, en algunos países como México han aumentado la deforestación, contribuido a la pérdida de biodiversidad, pueden afectar los cuerpos de agua por la lixiviación de fertilizantes y aplicación de agroquímicos. (Martínez, 2023). Igualmente, el cultivo del café en Colombia se caracteriza por el uso intensivo de pesticidas para el control de plagas como la broca; enfermedades como las fungosas, además de herbicidas para el manejo de arvenses, también el beneficio húmedo del café genera aguas residuales que contaminan las vertientes. La práctica de monocultivo del café elimina el componente arbóreo, para obtener una mayor producción, pero aumenta el consumo de pesticidas, pero en sistemas agroforestales con café se han obtenidos rendimientos similares a los de monocultivo. (Ardilla, 2021)

Los monocultivos, el sobrepastoreo, ocasionan un uso del suelo que lo degrada, en formas de compactación y erosión. El pisoteo intenso de animales destruye la estructura del suelo, ya que un vacuno puede ejercer una presión de 400 kPa (kilopascales). Un suelo degradado tiene una alta densidad, baja infiltración de agua, resistencia a la penetración, y ante todo baja retención de agua. (López et al., 2020)

Cualquier actividad agrícola debe ser sostenible en lo económico para mejorar la calidad de vida de los productores y tener una estrategia de gestión para adaptarse al cambio climático, así, como el manejo eficiente de los recursos ambientales, por lo tanto, como medida preventiva de inundaciones se propone la implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles por ser sostenibles en lo económico y en lo ambiental.

El manejo de monocultivos de café, aguacate y pastos genera degradación del suelo perdiendo

las adecuadas características físicas, químicas, y biológicas que permiten una alta capacidad de almacenamiento de agua, al igual que el deslizamiento en masa de la capa fértil suelo en zonas de ladera, por lo cual, se propone desde el punto de vista agronómico la implementación de sistemas silvopastoriles para la ganadería, agroforestales para el cacao y café, y una planificación adecuada para el establecimiento del aguacate, ya que la laurácea se establece en zonas superiores a 1800 msnm en donde las precipitaciones aumentan a medida que se eleva la altura sobre el mar.

Los sistemas agroforestales con café se pueden disponer de acuerdo con lo propuesto por Farfán (2014), estableciendo café con especies maderables como nogal, pino, eucalipto, que a los 15 años de vida generan un ingreso importante para el caficultor, a la vez que mantienen la fertilidad del suelo y sus características principales de retener agua y evitar deslizamientos de la capa fértil. Igualmente de acuerdo a lo afirmado por Farfán (Farfán, 2014) se puede implantar sistemas agroforestales (SAF) cafeteros con especies nativas adaptas a cada región, que en La Plata pueden ser *Erythrina poeppigiana*, *Inga* spp., *Calliandra* spp., acompañadas de otras alimenticias como frutales, pancoger, etc.

Los sistemas silvopastoriles han demostrado tener una productividad mayor al monocultivo de pasto logrando superar la producción lechera frente a los sistemas tradicionales y superando los 700 gramos de aumento diario en la producción de carne, pero una de las principales ventajas de los sistemas silvopastoriles es el mantenimiento de fertilidad del suelo y la conservación del horizonte fértil por el sostén que dan las raíces profundas de los árboles que evitan la erosión y ayudan a la infiltración y mantenimiento del agua en el suelo, como bien lo explica Zapata & Silva, (2020), Murgueitio et al., (2016)

Una recomendación fundamental es el manejo de las herramientas SIG para la planeación de las áreas que deberían ser autorizadas por los entes reguladores para la siembra de cultivos, esto se debe basar en las capacidades del suelo, disponibilidad del recurso hídrico, pendientes, entorno ambiental, etc., como debería implementarse en el cultivo de aguacate, para hacer un buen manejo del suelo, como lo demuestra (Giraldo, 2013) y (PROCISUR et al., 2014)

### Referencias bibliográficas

- Alcaldía Municipal de La Plata Huila. (2024). *Documento Parte Estratégica del Plan de Desarrollo 2024-2027*. [https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000920/45991\\_documento-plan-de-desarrollo-la-plata-vf-1.pdf](https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000920/45991_documento-plan-de-desarrollo-la-plata-vf-1.pdf)
- Ardilla, V. (2021). Impactos Ambientales Generados en la Producción de Café Pergamino Seco. *Revista Dinámica Ambiental*, 5, 26-39. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/11375>
- Chica, J. (2022). *Modelo Espacial para la Identificación y Delimitación de Áreas Periurbanas de Cuenca, Ecuador* [Tesis de grado Maestría en Ciencias, Universidad de Salzburg]. [https://issuu.com/unigis\\_latina/docs/105497](https://issuu.com/unigis_latina/docs/105497)
- Consejo Municipal de La Plata Huila. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019 del Municipio de La Plata, Huila*. [https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000044/2176\\_plan-de-desarrollo-el-cambio-lo-hacemos-todos-1.pdf](https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000044/2176_plan-de-desarrollo-el-cambio-lo-hacemos-todos-1.pdf)
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena. (2018, junio 6). *La Plata ya cuenta con estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo*. <https://archivo.cam.gov.co/1492-la-plata-ya-cuenta-con-estudio-de-amenaza,-vulnerabilidad-y-riesgo.html>
- Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Juntos por el Territorio*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/NuevosMandatarios/HUILA.pdf>
- Efraimidou, E., & Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based Flood Risk Assessment Using the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory Approach at a Regional Scale. *Environmental Processes*, 11(1). <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>
- ESRI. (2021). *Cómo funciona superposición ponderada*. ArcMAP. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/weighted-sum-function.htm#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20Suma%20ponderada%20ofrece,incorporando%20pesos%20o%20importancia%20relativa.>
- Farfán, V. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Cenicafe. [https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa\\_y\\_sistemas\\_agroforestales\\_con\\_caf%C3%A9.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf)
- Giraldo, M. (2013). SIG Como Herramienta de Estudio y Planificación del Uso del Suelo en Zonas Agrícolas. *Ventana Informatica*, 29. <https://doi.org/10.30554/ventanainform.29.248.2013>
- Global-Forest-Watch. (2024). *Monitoreo de Bosques Diseñado para la Acción*. <https://www.globalforestwatch.org/>
- López, A., Astroz, A., & Silva, A. (2020). Uso de la Tierra y su Influencia en la Compactación del Suelo en el Oriente de Colombia. *Revista Sistemas de Producción Agroecológica*, 11(1), 34-52. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9451546>
- Martínez, M. (2023). *Análisis Comparativo de los Impactos en la Sostenibilidad Ambiental del Aguacate Hass en Colombia México y Perú* [Especialización en Gestión Ambiental Integral,

- Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/c5b167fb-ec93-46d2-a030-b7b8671a78a8/content>
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas de Colombia* (S. Salazar & C. Buitrago, Eds.). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/GUIA-PARA-EL-ACOTAMIENTO-DE-LAS-RONDAS-HIDRICAS-VF.pdf>
- Municipio-La-Plata, H. (2019). *Documento Diagnostico PBOT Municipio de La Plata-Huila* [Universidad de Caldas]. [https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000319/15902\\_documento-diagnostico-municipio-de-la-platauniversidad-de-caldas.pdf](https://laplatahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/laplatahuila/content/files/000319/15902_documento-diagnostico-municipio-de-la-platauniversidad-de-caldas.pdf)
- Murgueitio, E., Chará, J., Galindo, W., & Uribe, F. (2016). *Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles Intensivos con Leucaena* (CIPAV, Ed.). <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/establecimiento-manejo-sistemas-silvopastoriles-intensivos-con-leucaena.pdf>
- PROCISUR, IICA, ETIT, & PDTAF. (2014). *Manual de Agricultura de Precisión* (E. Chartuni & C. Magdalena, Eds.). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2972>
- Unidad Nacional de Gestión del Riesgo. (2021, febrero 19). *Emergencias en La Plata*. [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/38032/093\\_2021.png?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/38032/093_2021.png?sequence=1&isAllowed=y)
- Veloza, P. (2017). *Análisis Multitemporal de las Coberturas y Usos del Suelo de la Reserva Forestal Protectora-Productora «Casablanca»* [Trabajo de Grado como Especialista en Sistemas de Información Geográfica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. [https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files\\_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf](https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf)
- Zapata, A., & Silva, B. (2020). *Sistemas Silvopastoriles Aspectos Teóricos y Prácticos* (2.<sup>a</sup> ed.). <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-silvopastoriles-aspectos-teoricos-y-practicos.pdf>

Enlace de sustentación:

[https://www.youtube.com/live/xZieq\\_T76jE?si=JOz32FYkyHnySt1-](https://www.youtube.com/live/xZieq_T76jE?si=JOz32FYkyHnySt1-)