

Identificación de zonas en riesgo por inundación en el municipio de el Colegio del departamento de Cundinamarca, mediante modelación del sistema de información geográfico

Jeyson Andrés Ruiz López - jaruizlope@unadvirtual.edu.co
Fabio Leonardo Arciniegas - flarciniegasg@unadvirtual.edu.co
Erika Ramírez Solano - eramirezs@unadvirtual.edu.co
Evangelina Parra Pérez - evangelina.parra@unad.edu.co

Resumen

Los Lineamientos que se tomaron se realizó identificación de zonas de riesgo por inundación del Municipio del Colegio, del departamento de Cundinamarca donde se realizó un análisis multicriterio de Software ArcGIS pro, a partir de esta información solicitada por lineamientos de la UNAD para la construcción del mapa final y los resultados a partir de esta información.

La metodología se basó en la recolección de datos geospaciales (DEM, drenajes, coberturas de suelos, precipitaciones, drenajes de distancias principales, elevaciones de pendientes, acumulaciones de flujo) y con su proceso de ArcGIS Pro, esto nos llevó a identificar zonas de muy alto riesgo, zonas de riesgo alto, zonas bajo y medio riesgo.

Los hallazgos significativos muestran el 58% del Municipio muestra zonas de riesgo muy alto 21,0% y un riesgo alto 30,2% especialmente sectores cercanos como son la Quebrada de Santa Marta, la quebrada Belén, la Junca que son altas pendientes y fuertes hídricas que trazan el Municipio de fuertes correntias que a su vez tiene alto nivel de inestabilidad geológica. El casco urbano este compuesto por Barrios como San Lorenzo, El cafetalito, Barranquillita y en las zonas rurales Vereda La Junca, El Tigre, Vereda Antioqueñita zonas donde históricamente se han registrado inundaciones, deslizamientos de tierra el más recientemente fue el 21 de noviembre 2024 explicación que se da en el reportaje fue se desbordan quebrada de Santa Marta, Junca y hubo colapso en el alcantarillado del Municipio el Colegio (Infobae, 2024).

Por otro lado, se muestran los resultados que las zonas del riesgo bajo 17,0% y riesgo muy bajo 6,1% son zonas urbanas y rurales como lomeríos donde se forma una dinámica muy alta de escorrentías lo que hacen más estable y no posible de inundación y fallas geológicas.

Palabras claves: El Colegio; Cundinamarca; hidrología; áreas inundables; uso de suelo; ordenamiento territorial;

Introducción

Este trabajo como fin dar a conocer y analizar el riesgo de inundación del municipio de el colegio Cundinamarca, este fenómeno ha intensificado la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias torrenciales y tormentas severas. Estas condiciones extremas aumentan la probabilidad de inundaciones debido a que el calentamiento global eleva la capacidad de la atmósfera para retener humedad, generando precipitaciones más intensas y frecuentes (ONU, 2021). En regiones como Colombia, las inundaciones han provocado pérdidas económicas y sociales significativas, evidenciando la necesidad de gestionar el riesgo desde una perspectiva climática (IDEAM, 2019)

El análisis y monitoreo de inundaciones es fundamental para proteger a la población, la infraestructura y las actividades económicas del municipio de El Colegio. Según el Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T de El Colegio (2020), las zonas bajas y cercanas a cuerpos de agua son especialmente vulnerables a desbordamientos que pueden afectar viviendas, vías y tierras agrícolas, poniendo en riesgo la seguridad y el bienestar de sus habitantes. Estas inundaciones también impactan negativamente en la producción agrícola, una de las principales actividades económicas del municipio, causando pérdidas en cultivos y afectando la economía local (Alcaldía de El Colegio, 2020). Por ello, el estudio de estos fenómenos permite diseñar medidas de prevención y mitigación, como sistemas de drenaje adecuados y planes de emergencia, que contribuyen a reducir daños y mejorar la resiliencia del territorio. (IDEAM, 2019)

Los Sistemas de Información Geográfica S.I.G son herramientas esenciales para evaluar el riesgo de inundaciones y apoyar la gestión territorial. Permiten integrar y analizar datos espaciales sobre topografía, uso del suelo, hidrología y eventos climáticos, facilitando la identificación de áreas vulnerables y la simulación de escenarios de riesgo (Goodchild, 2018). Esta información es clave para planificar el desarrollo urbano, diseñar infraestructuras de protección, y elaborar planes de emergencia efectivos (ESRI, 2020). Además, los SIG favorecen la toma de decisiones basadas en

evidencia científica y promueven una gestión territorial más sostenible y adaptada a los desafíos del cambio climático (Longley et al., 2015).

En este trabajo mediante la utilización del programa ArGISS Pro se demostrará el riesgo de inundación en el municipio de El Colegio Cundinamarca, mediante un producto cartográfico desarrollado mediante el programa ArGISS, demostrando los conocimientos abordados en las fases 2, 3 y 4 de diplomado de profundización “Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio”. En donde se evidencian las zonas de mayor riesgo del municipio, con sustentación en el programa y bases de datos del municipio.

Objetivos

Objetivo General

Identificar las zonas en riesgo por inundación en el municipio de El Colegio del departamento de Cundinamarca, mediante modelación del sistema de información geográfico S.I.G

Objetivos Específicos

Generar mapas de las zonas de alto, mediano y bajo riesgo de inundación en el municipio

Evaluar a partir de productos cartográficos digitales el nivel de riesgo de inundación en el municipio El Colegio

Realizar recomendaciones para mitigar riesgos de inundación que puedan generar afectaciones ambientales, económicas y sociales a la población del municipio de El Colegio – Cundinamarca.

Identificación del caso de estudio

El Colegio es un municipio que se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, su cabecera municipal se sitúa a solo 55 km de la capital de la República, 1 hora y media aproximadamente, limita al norte con San Antonio del Tequendama, al Oeste con Anapoima y Apulo, al Este con Boquerón y Bogotá, y al sur con Arbeláez y San Bernardo, cuenta con una altitud entre los 990 a los 1.490 m.s.n.m., y una extensión de 117 km², su población total es de

22.527 habitantes (según el censo de 2018), distribuidos en un 45% en el área urbana y el 55% en el sector rural, lo que da cuenta de su vocación agrícola, aunque también se resalta la creciente actividad eco-turística del municipio por su cercanía con Bogotá, su riqueza paisajística, cálido clima y el fácil acceso a quebradas y ríos que bañan el municipio. (Gobernación de Cundinamarca, 2025).

Su topografía está compuesta por montañas, es atravesado por el río Bogotá y diversas quebradas y saltos de agua. Históricamente se encontraron datos sobre un deslizamiento durante 1810 que afectó la iglesia y varias viviendas, obligando el traslado del centro poblado y la construcción de la iglesia de San Antonio de Padua en el lugar que hoy ocupa la cabecera municipal a orillas del Río Bogotá, el municipio ha sufrido procesos de erosión y deslizamientos por la falla geológica que atraviesa la región del Tequendama. El Colegio Cundinamarca se remonta a la época prehispánica, cuando el territorio era habitado por muisca indígenas. El Municipio fue fundado el 06 de agosto de 1846 y al largo de estos siglos el Colegio Cundinamarca ha mantenido estas tradiciones y se ha desarrollado como un importante centro agrícola y turístico de la región (Gobernación de Cundinamarca, 2025).

Hechos notables dentro del Municipio es su temperatura promedio es de 23 °C, el parque Chicaque que es otro atractivo del Colegio, conocido por su diversidad ecológica y su impresionante bosque de niebla este ofrece una gran variedad de senderos y actividades recreativas., pues la riqueza natural del Colegio con sus montañas y sus cuerpos de agua ofrece un entorno perfecto para el ecoturismo y las actividades recreativas en la naturaleza.

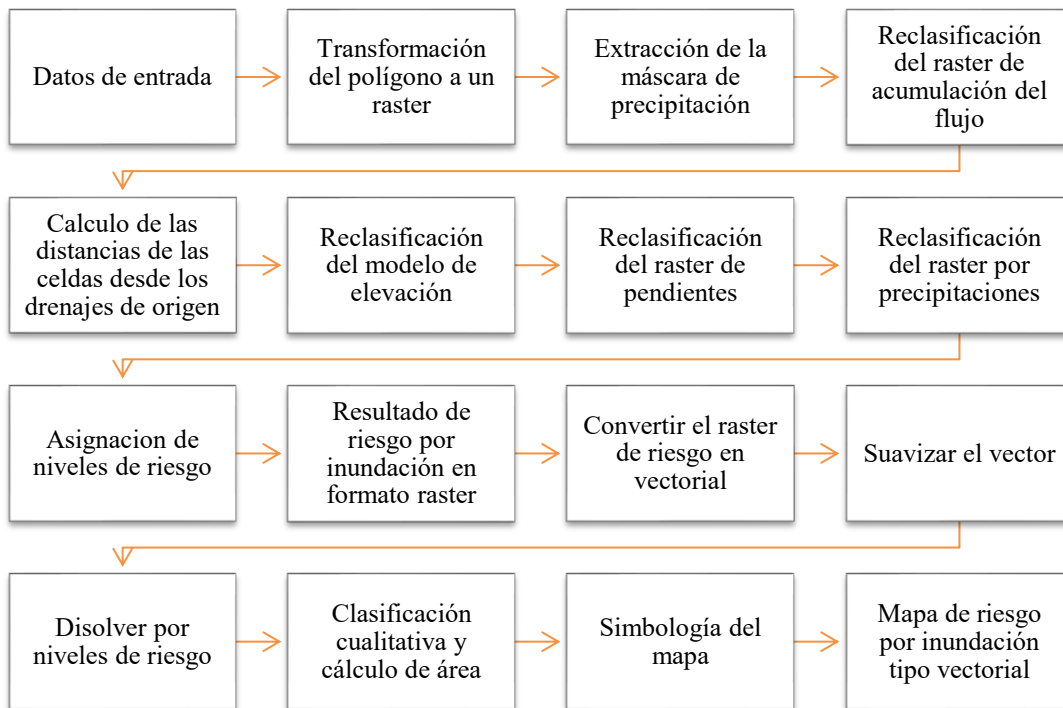
La actividad económica del municipio se diversifica con la producción de las artesanías locales, especialmente en la elaboración de producción de madera y tejidos, que son muy apreciados en el mercado regional. (Gobernación de Cundinamarca, 2025).

Metodología

Se tomaron en cuenta antecedentes registrados, información sobre las actividades productivas de sus habitantes, el actual ordenamiento y uso de suelo para sostener su economía, datos cartográficos, mapas satelitales y mediante herramientas de modelación del software ArcGIS, se

realizó la modelación geoespacial del municipio para determinar las zonas de influencia de las cuencas de sus cuerpos de agua, lo cual permite identificar zonas de alto, mediano y bajo riesgo de inundación, pendientes que podrían generar deslizamientos en época de alta pluviosidad, lo que generaría impactos ambientales, económicos y sociales en la comunidad, lo anterior permite generar recomendaciones para la comunidad, autoridades locales y comités de gestión del riesgo.

Figura 1 Diagrama del Proceso del Mapa de Riesgo por inundación del Municipio del Colegio Cundinamarca

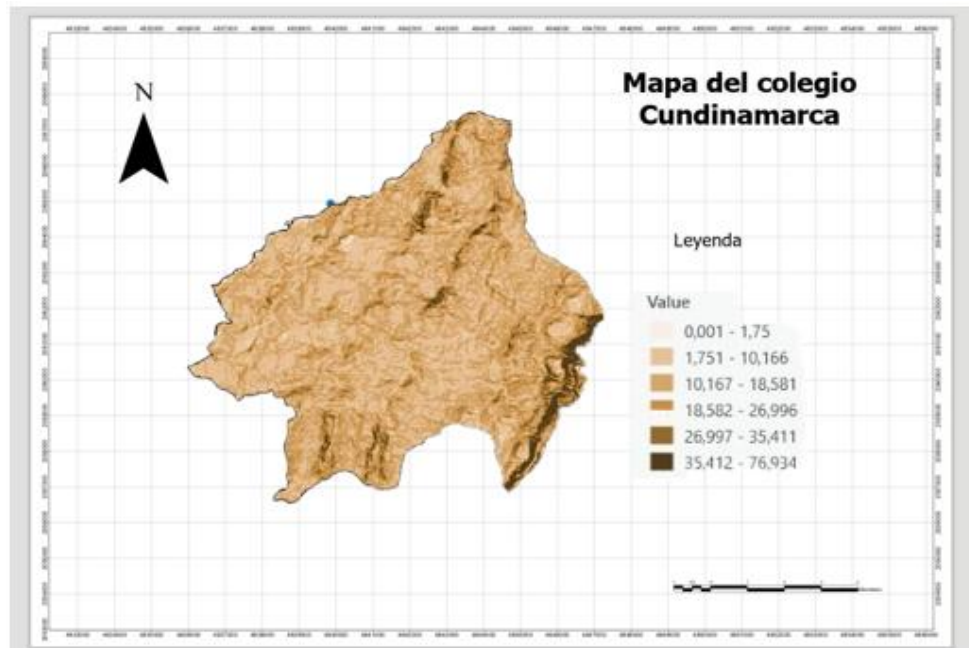


Fuente: Fabio Leonardo Arciniegas, 2025

Datos de entrada

Se realizó el cargue de datos básicos Figura 2 del municipio de El Colegio Cundinamarca (DEM, Pendientes y límites municipales), aplicando MAGNA-SIRGAS CMT12 el cual es un marco de referencia geodésico y en algunos casos un sistema de coordenadas proyectadas el cual es empleado específicamente para Colombia se caracteriza por presentar una alta precisión cartográfica, y con compatibilidad con sistemas GNSS.

Figura 2 Mapa de datos de entrada



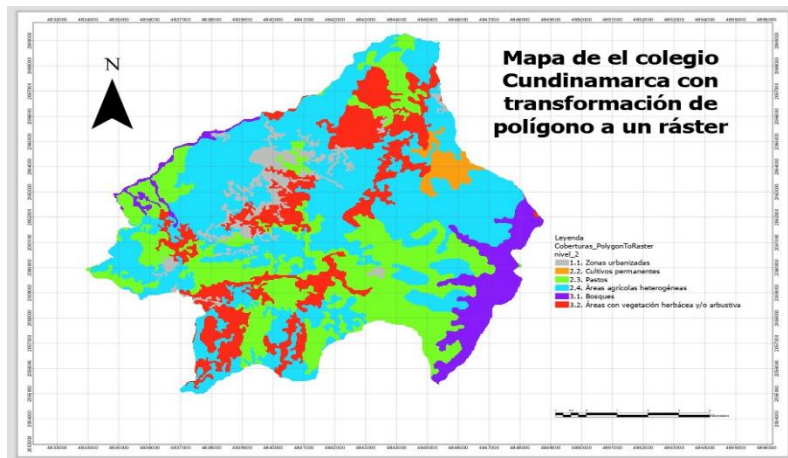
Elaboración propia, ArcGIS 2025

Transformación del polígono a un ráster

En la figura 3 Se muestra la conversión del shapefile de coberturas a formato ráster, con el fin de que todos cumplan con la misma resolución y sistema de coordenadas, en este caso como resultado se obtienen el mapa del El Colegio Cundinamarca con las siguientes características las zonas identificadas con color rojo pertenecen a áreas con vegetación herbácea y/o arbórea, áreas con

color morado identifican bosques, las de color azul áreas agrícolas heterogéneas, áreas de color verde representan los pastos, Áreas de color naranja demuestran los cultivos perenes y finalmente las áreas de color gris las zonas urbanizadas, a lo cual se puede identificar que la predominancia en este municipio constituye a las áreas agrícolas heterogéneas.

Figura 3 Mapa Transformación de polígono a ráster

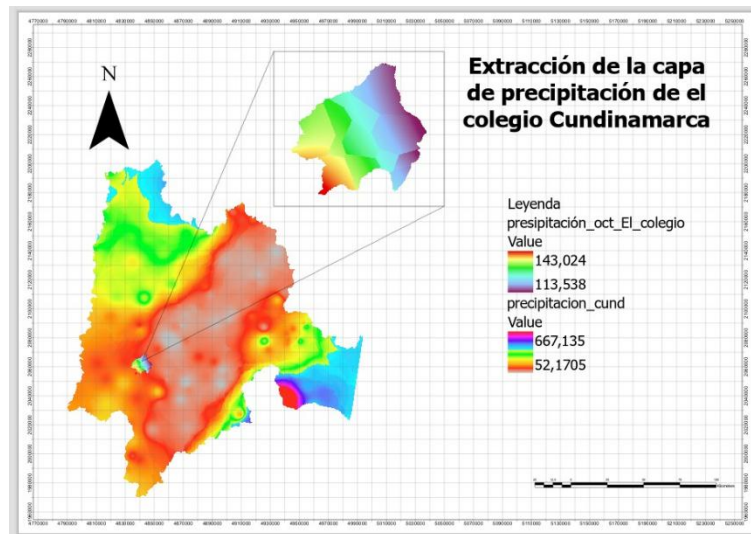


Elaboración propia, ArcGIS 2025

Extracción de la máscara de precipitación

Se ejecutó la extracción de la capa de precipitación con la herramienta Extraer por máscara (Extract by mask) en dos secciones una “grande” del departamento de Cundinamarca con el fin de usar solo la zona en estudio y estandarizar sus características espaciales y posteriormente realizar la extracción de la capa del municipio en cuestión en este caso se extrajo la capa de precipitación del municipio de El Colegio Cundinamarca, con el fin de obtener como resultado un ráster sin valores externos y enfocado en el área de estudio como se muestra en la figura 4.

Figura 4 Mapa Extracción de la capa de precipitación del departamento y el municipio



Elaboración propia, ArcGIS 2025

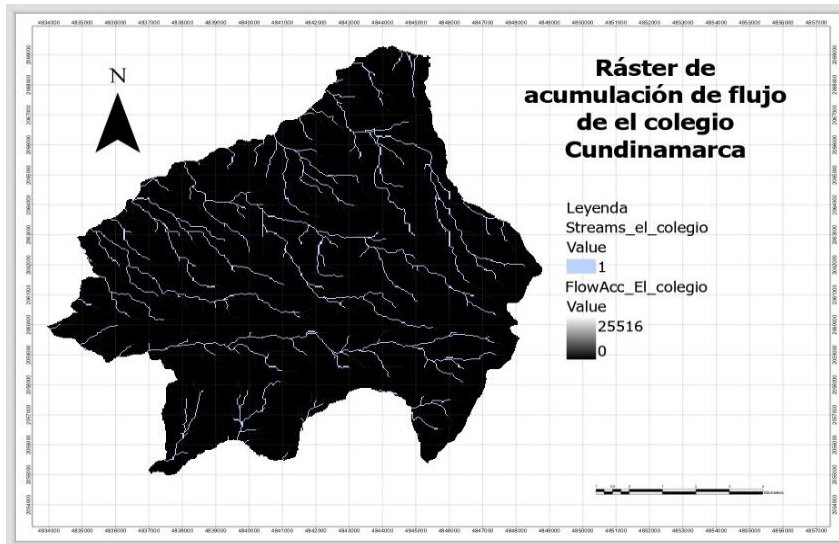
Reclasificación del ráster de acumulación del flujo

Con el objetivo de complementar factores hidrológicos dentro del análisis, se generó el ráster de acumulación de flujo del municipio a partir del Modelo Digital de Elevación (DEM). Este proceso permitió identificar las áreas donde converge el escurrimiento superficial y, por tanto, los principales drenajes naturales del municipio. El procedimiento consistió primero en la corrección del DEM mediante la herramienta de relleno de depresiones (Fill), con el fin de eliminar imperfecciones topográficas que pudieran alterar el cálculo del flujo. Posteriormente, se generó el ráster de dirección del flujo (Flow Direction), el cual define el sentido en el que el agua se desplazaría sobre la superficie. Finalmente, mediante la herramienta de acumulación de flujo (Flow Accumulation) se obtuvo una capa que representa el número de celdas que drenan hacia cada punto del municipio. Este último resultado es fundamental para la identificación de los cauces principales.

Para conservar únicamente los drenajes relevantes, se realizó una reclasificación del ráster de acumulación utilizando el umbral establecido. En este proceso se asignó un valor de NoData a todas las celdas con acumulación inferior al 1% calculado, descartándolas del análisis. Por el

contrario, las celdas con valores superiores fueron reclasificadas como categoría de interés, lo que permitió aislar de manera efectiva los cauces principales del municipio.

Figura 5 Mapa acumulación de flujo



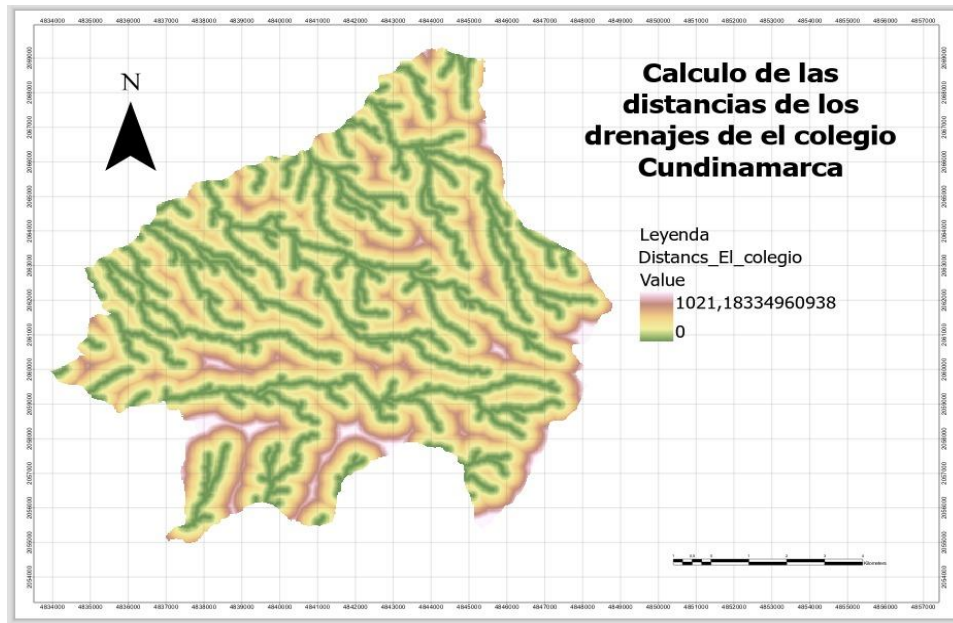
Elaboración propia, ArcGIS 2025

Cálculo de las distancias de las celdas desde los drenajes de origen

Se generó un ráster que representa la distancia de cada celda del municipio a los drenajes principales previamente identificados. Este insumo permite evaluar cómo varía el riesgo o la susceptibilidad en función de la cercanía a los cauces, ya que las zonas más próximas a estos tienden a presentar mayor acumulación de flujo superficial y, en consecuencia, una mayor vulnerabilidad de inundación. Para obtener esta información, se empleó la herramienta de acumulación de distancia, tomando como origen el ráster de drenajes principales (Streams_mun). Durante el procesamiento, se garantizó que el resultado mantuviera la misma resolución espacial y el mismo sistema de referencia del DEM municipal, de manera que todas las capas involucradas en la modelación fueran compatibles entre sí. El resultado fue figura 6 un ráster denominado Distan

municipio, el cual representa la distancia acumulada desde cada celda del territorio hacia el drenaje más cercano.

Figura 6 Mapa cálculo de distancias de los drenajes



Elaboración propia, ArcGIS 2025

Reclasificación del modelo de elevación.

Para garantizar la integración adecuada de todas las variables dentro del análisis multicriterio, fue necesario reclasificar cada una de las capas de factores a una escala común. Se empleó la escala propuesta por la guía Figura 6, la cual asigna valores cuantitativos del 2 al 10 a las categorías de riesgo cualitativo que van desde “muy bajo” hasta “muy alto”. Como parte de esta estandarización, se realizó la reclasificación del Modelo Digital de Elevación (DEM) del municipio. Para ello, el DEM fue dividido en cinco clases utilizando el método de rupturas naturales (Jenks), lo que permitió agrupar los valores de elevación en intervalos representativos según la distribución real de la topografía.

Tabla 1 Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa

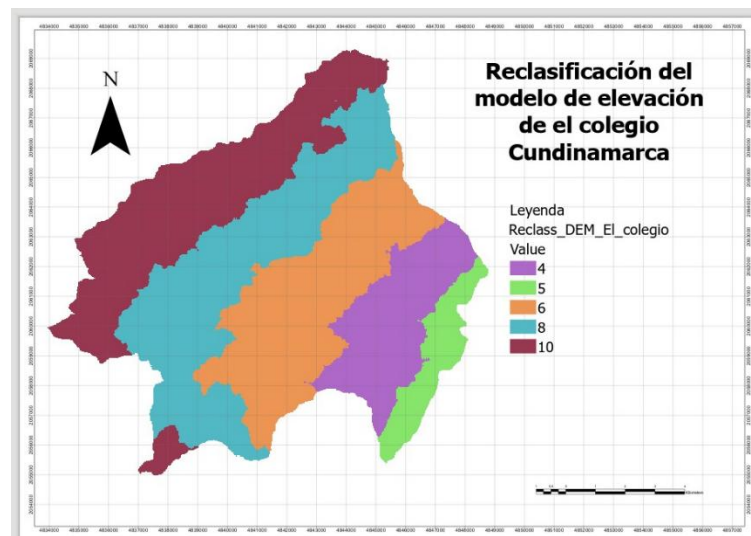
Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Fuente: Universidad Nacional abierta y a distancia (s.f.), Guía de aprendizaje fase 4

Posteriormente, cada una de estas clases fue convertida a valores de riesgo siguiendo la escala establecida en la Figura 6. Las zonas con menor elevación, por su mayor susceptibilidad a procesos de inundación, fueron asignadas a categorías de riesgo muy alto, mientras que las zonas de mayor altitud recibieron valores correspondientes a riesgo muy bajo. De esta manera, la topografía del municipio quedó representada en términos de riesgo relativo asociado a la elevación.

El resultado final figura 7 el cual es un ráster denominado Reclas_DEM, el cual refleja la contribución del factor elevación, donde se puede apreciar que las zonas con color Vino tinto representa a un nivel de riesgo 10, azul nivel de riesgo de 8, naranja nivel de riesgo de 6, morado nivel de riesgo de 4 y verde nivel de 2 lo que corresponde a Riesgo muy alto, riesgo alto, riesgo medio, riesgo bajo, riesgo muy bajo respectivamente.

Figura 7 Mapa reclasificación del modelo de elevación



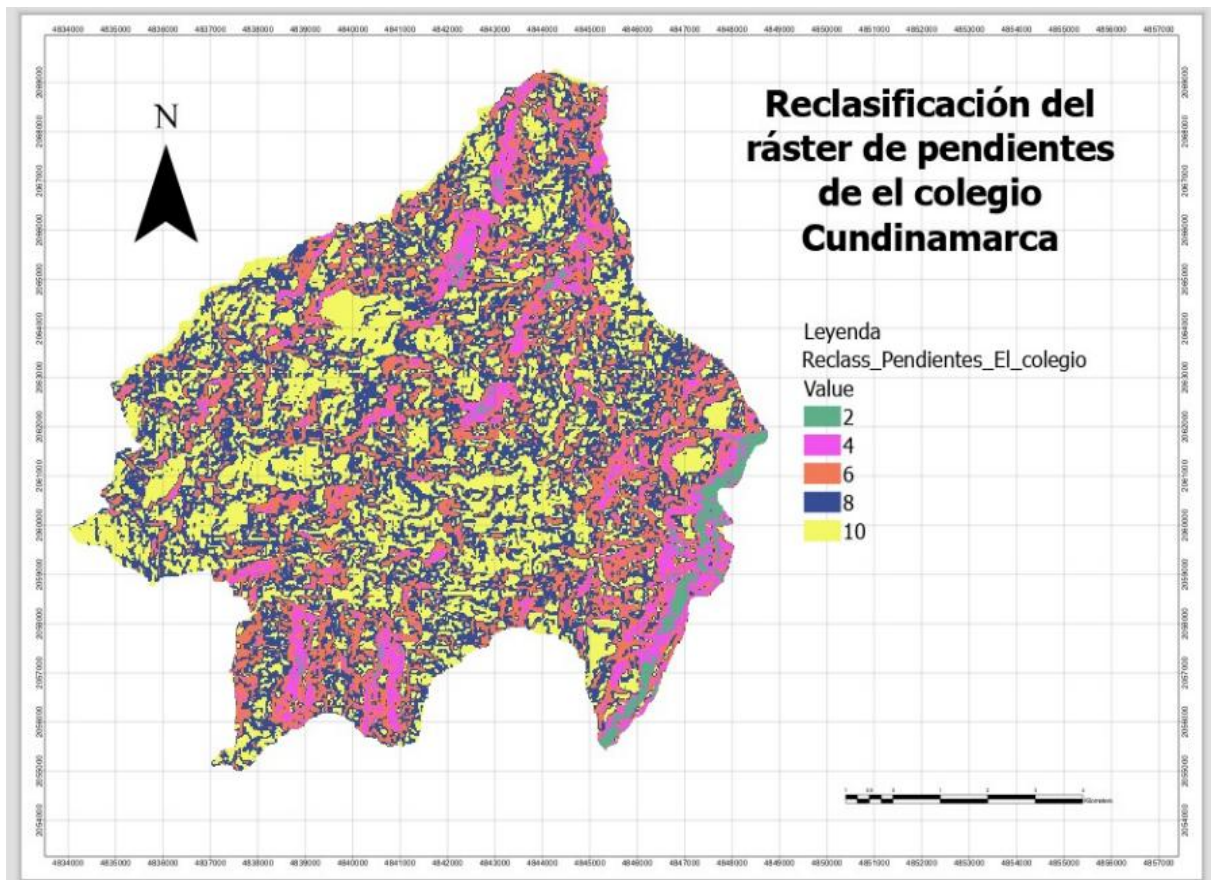
Elaboración propia, ArcGIS 2025

Reclasificación del ráster de pendientes

El propósito de este paso es transformar el ráster de pendientes del municipio en una capa estandarizada que permita integrar este factor dentro del modelo espacial de riesgo. La pendiente es una variable determinante en los procesos de inundación, ya que controla la velocidad de escorrentía, la acumulación de agua y la susceptibilidad del terreno a eventos hidrológicos extremos. Por esta razón, se requiere reclasificar los valores originales de la pendiente a una escala cualitativa–cuantitativa común, definida previamente en la Figura 7.

Para realizar este procedimiento se utiliza la herramienta Reclasificar (Reclassify) del módulo Spatial Analyst en ArcGIS. Una vez obtenidas las cinco clases, se procede a asignar un valor de riesgo según la escala establecida en la figura 6 obteniendo como resultado final la figura 8.

Figura 8 Mapa reclasificación del ráster de pendientes

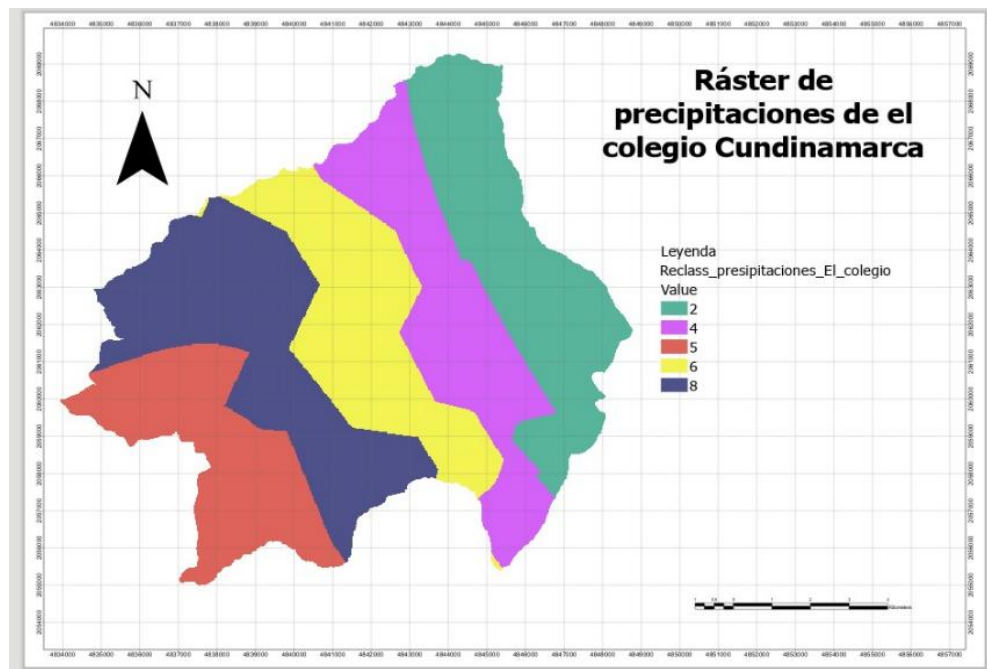


Elaboración propia, ArcGIS 2025

Reclasificación del ráster por precipitaciones

Este paso lo que se buscaba transformar el ráster de precipitaciones del municipio en una capa estandarizada en este caso se empleó la herramienta Reclasificar (Reclassify) del módulo Spatial Analyst. se emplea el método de Rupturas Naturales (Jenks) para dividir los datos en cinco clases estadísticas. Este método se selecciona porque segmenta los valores de forma óptima, agrupando las intensidades de lluvia similares y separando adecuadamente los rangos que presentan diferencias significativas una vez generadas las cinco clases, se procede a asignar los valores cualitativos–cuantitativos definidos en la figura 9.

Figura 9 Mapa de reclasificación del ráster por precipitaciones



Elaboración propia, ArcGIS 2025

Asignación de niveles de riesgo

Este paso objetivo integrar todos los factores previamente reclasificados (pendiente, elevación, coberturas, precipitación y distancias a drenajes) en un único ráster que represente el nivel de riesgo de inundación para el municipio. Para ello, se utiliza la herramienta Suma Ponderada

(Weighted Sum), la cual permite combinar 5 varias capas en formato ráster asignándoles un peso proporcional a su influencia en el fenómeno estudiado.

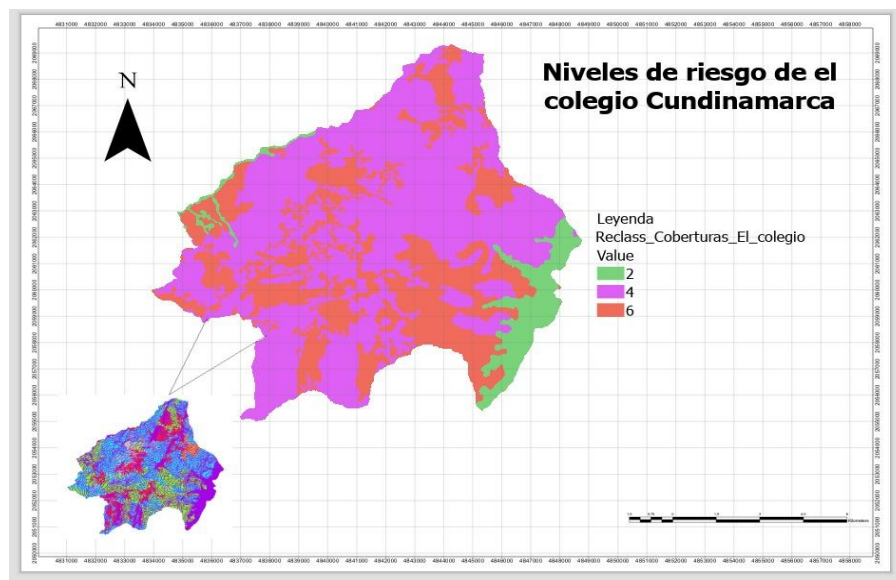
Tabla 2 Criterios de análisis para el riesgo de inundación

Factor	Porcentaje	/100
Modelo de elevación digital DEM	10%	0,1
Pendientes	15%	0,15
Cobertura de tierras (Land cover)	10%	0,1
Precipitación	35%	0,35
Distancia entre drenajes	30%	0,3
Total	100	1

Fuente: Universidad Nacional abierta y a distancia (s.f.), Guía de aprendizaje fase 4

Posteriormente, se asigna a cada ráster su respectivo peso, el cual corresponde al porcentaje de importancia definido en la figura 10. Este peso se ingresa dividiendo el valor porcentual entre 100, de manera que el programa lo interprete como proporción dentro de la combinación final. El Resultado es un ráster integrado que refleja el nivel de riesgo relativo en cada celda del municipio, producto de la combinación ponderada de todos los factores analizados. Esta capa se visualiza automáticamente en el panel de contenido.

Figura 10 Mapa niveles de riesgo



Elaboración propia, ArcGIS 2025

Mapa de resultado de riesgo por inundación del municipio de el colegio en formato ráster

Una vez obtenida la capa de ponderación del municipio donde se evidencia que las veredas más afectadas son Vereda La Junca, El Tigre, Vereda Antioqueña, Quebrada de Santa Marta y la quebrada Belén, se transforma en un mapa de riesgo interpretable. Para ello, primero se realiza una reclasificación del ráster ponderado en cinco clases, de acuerdo con la figura 12, Posteriormente, mediante la herramienta Reclassify, se agrupan los valores del ráster utilizando el método de Rupturas Naturales (Jenks), que divide la información en cinco rangos estadísticamente coherentes. En esta reclasificación se asignan los valores del 1 al 5 a cada clase, según la Tabla 3.

Tabla 3 Reclasificación de riesgo por inundación

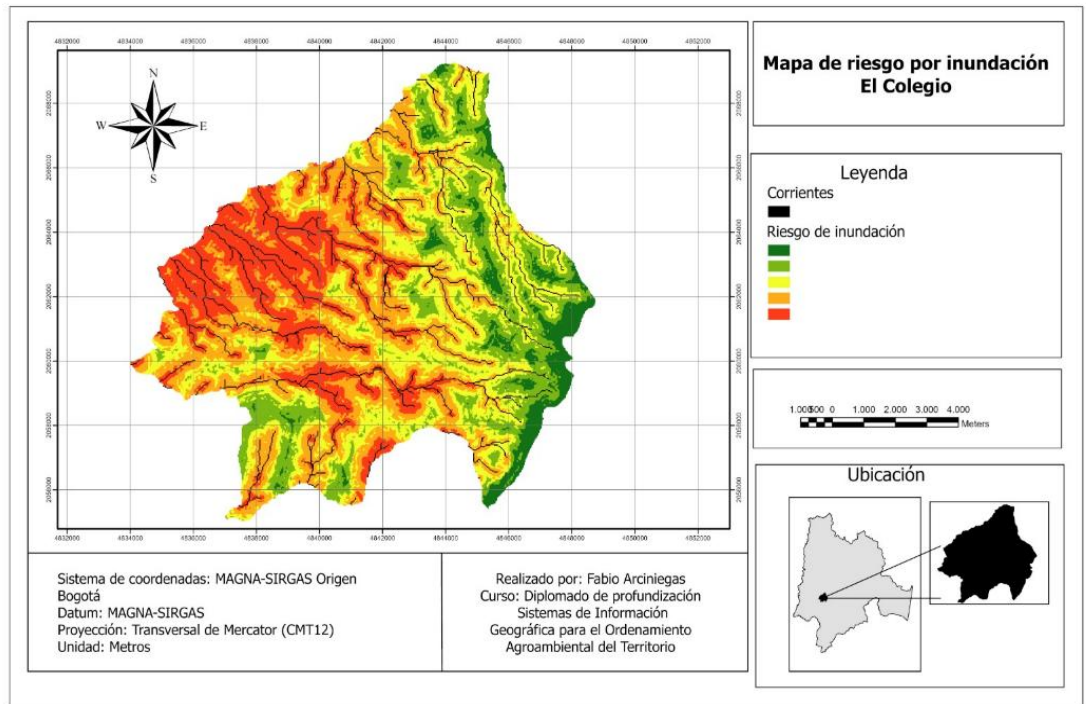
Valores	Simbología
1	Verde oscuro
2	Verde claro
3	Amarillo
4	Naranja
5	Rojo

Fuente: Universidad Nacional abierta y a distancia (s.f.), Guía de aprendizaje fase 4

Esto permite representar de manera visual y diferenciada las zonas del municipio según su susceptibilidad a inundaciones. Para una lectura más clara del mapa final, se recomienda activar únicamente la capa reclasificada y la de drenajes principales (Streams_mun), ubicándola en la parte superior para facilitar su visualización.

En la figura 11 se observa las zonas demarcadas con color verde donde se encuentran las veredas los Campos, el Carmelo y Antioqueña representan las zonas con menor riesgo y las demarcadas con rojo como son las veredas El Triunfo, hasta la vereda La Junta por la parte noreste las que representan mayor riesgo por inundación para el municipio de El Colegio Cundinamarca.

Figura 11 Mapa de riesgo por inundación en formato ráster

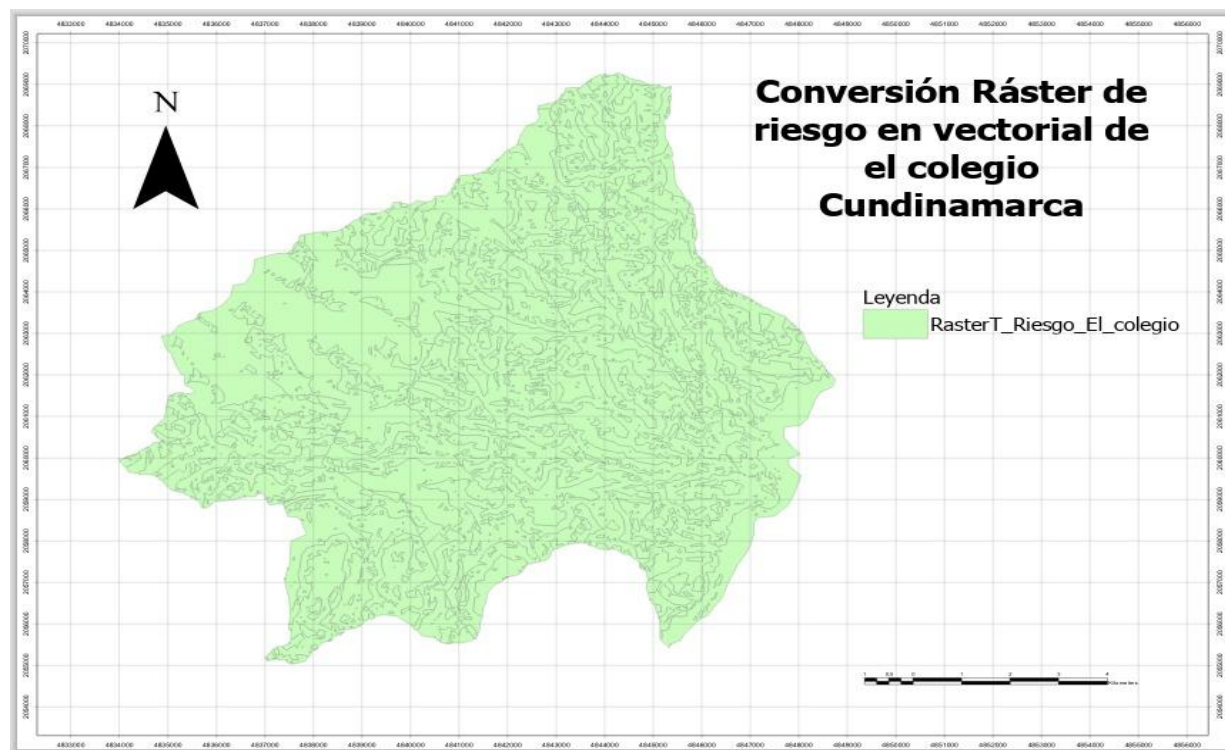


Elaboración propia, ArcGIS 2025

Convertir el ráster de riesgo en vectorial

El objetivo de este paso es transformar la capa ráster resultante del análisis de riesgo anterior en un formato vectorial que permita una representación más clara de las zonas clasificadas. Para ello se utiliza el geo proceso Ráster to Polygon (De ráster a polígono), el cual convierte cada grupo de celdas con el mismo valor de riesgo en polígonos independientes. una vez fue seleccionado el ráster Riesgo_municipio como entrada, se definió un nombre para la capa vectorial de salida (Vectorial_riesgo) y se ejecutó el proceso. El resultado obtenido es una capa poligonal que delimita de manera precisa las áreas correspondientes a cada nivel de riesgo.

Figura 12 Mapa de conversión de ráster de riesgo a vectorial



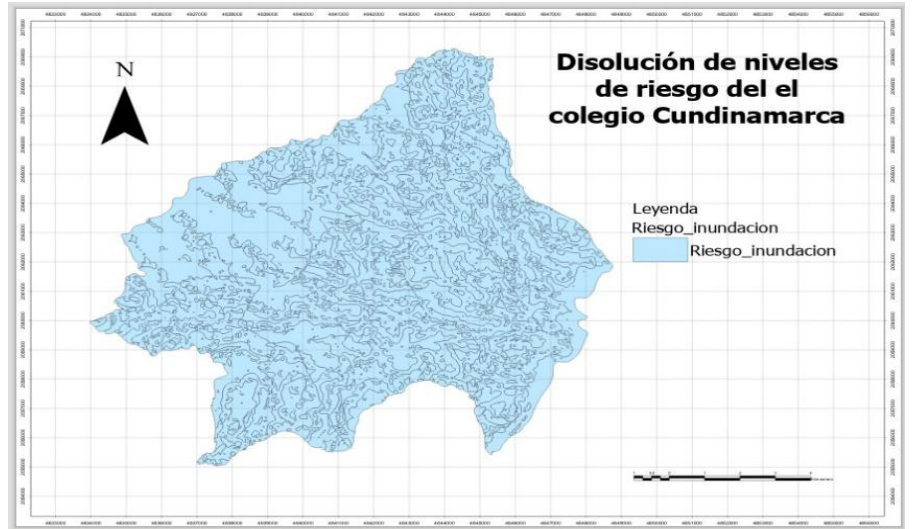
Elaboración propia, ArcGIS 2025

Suavizar el vector

Después de convertir la capa ráster de riesgo a formato vectorial, es común que los polígonos resultantes presenten bordes irregulares y ángulos muy cerrados debido a la estructura cuadriculada del ráster original. Para mejorar la calidad cartográfica y obtener una representación más estética y continua de las zonas de riesgo, se aplica el Geo proceso Suavizar Polígono (Smooth Polygon). Este proceso permite eliminar irregularidades y crear límites más suaves sin modificar la estructura general de los polígonos.

Disolver por niveles de riesgo

Figura 14 Mapa de disolución de niveles de riesgo



Elaboración propia, ArcGIS 2025

Clasificación cualitativa y cálculo de área

Una vez obtenida la capa disuelta, abre su tabla de atributos y crea dos nuevos campos: “Class_riesgo” (tipo texto) y “Área_km2” (tipo doble). Luego, en el campo Class_riesgo, asigna los valores cualitativos correspondientes a cada categoría según la Tabla 4, de modo que cada polígono quede clasificado con su nivel de. Esto permite que la capa final cuente con una categorización.

Tabla 4 Reclasificación del riesgo por inundación

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy alto	1	Verde oscuro
Riesgo bajo	2	Verde claro
Riesgo medio	3	Amarillo
Riesgo alto	4	Naranja
Riesgo muy alto	5	Rojo

Fuente: Universidad Nacional abierta y a distancia (s.f.), Guía de aprendizaje fase 4

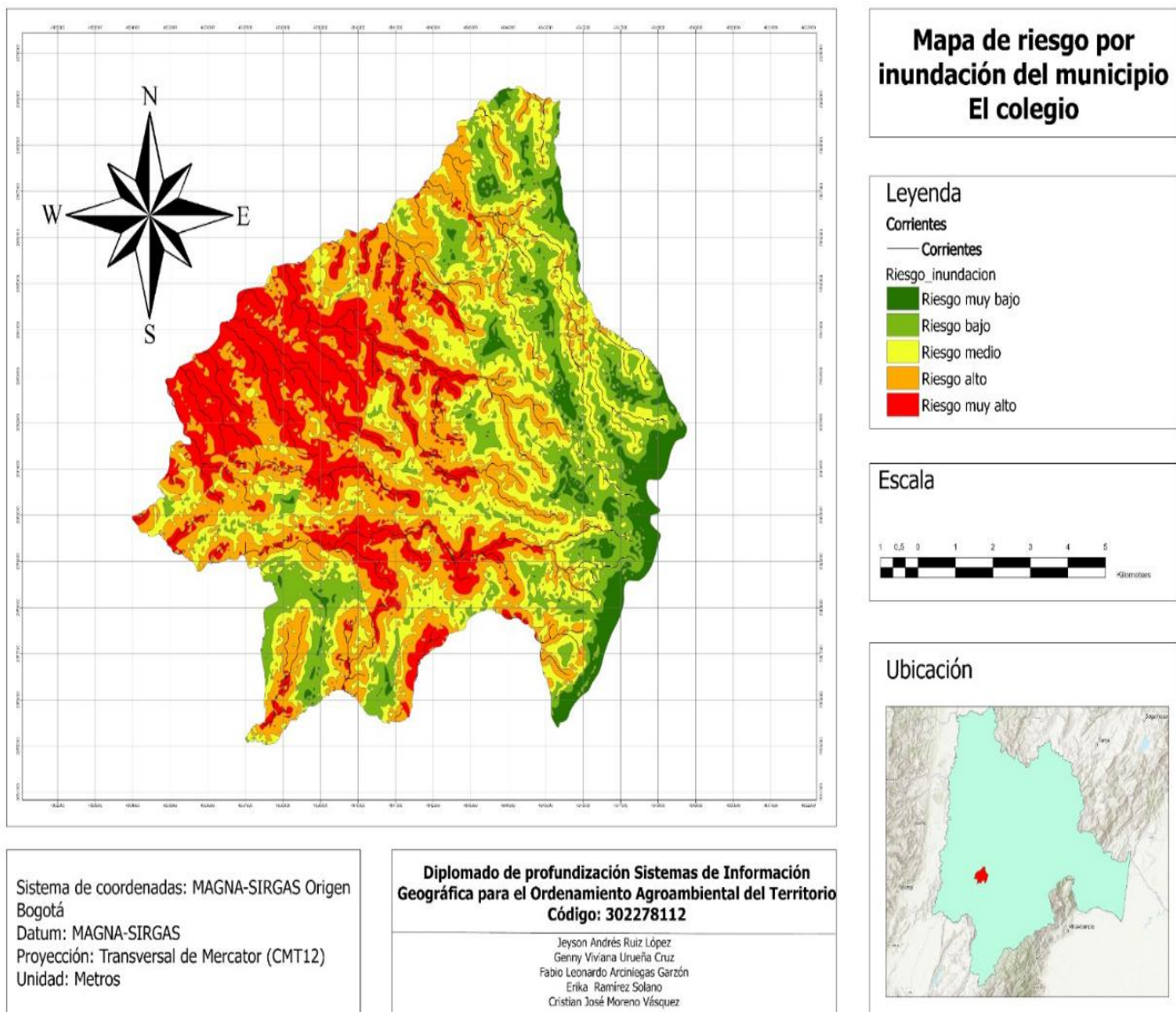
Simbología del mapa

Finalmente, abre la configuración de Simbología de la capa de riesgo de inundación y cambia el método a Valores únicos. Luego ajusta los colores de cada categoría para representar los niveles de riesgo.

Mapa de riesgo por inundación tipo vectorial

Como resultado final se obtiene la figura 15 Mapa de los niveles de riesgo del municipio de El Colegio Cundinamarca, donde se pueden apreciar los 5 niveles de riesgo que van desde el riesgo muy bajo al riesgo muy alto, las zonas demostradas con color naranja y rojo corresponden a niveles de riesgo alto y muy alto respectivamente, el color amarillo indica las zonas con nivel de riesgo medio y los colores verde claro y verde oscuro corresponden a niveles de riesgo bajo y muy bajo respectivamente.

Figura 16 Mapa de riesgo por inundación del Municipio El colegio



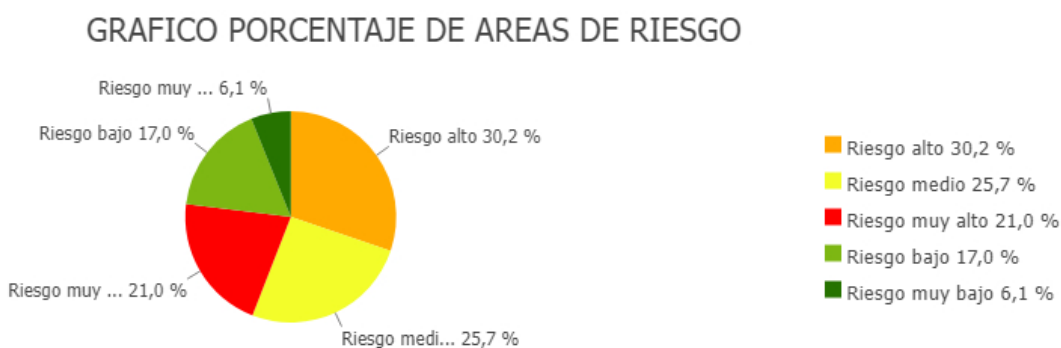
Resultados.

Tabla 5 Áreas por categoría de riesgo en Km2

Riesgo	Área Km2
Riesgo muy bajo	7,114419
Riesgo bajo	19,87497
Riesgo medio	30,057321
Riesgo alto	35,31618
Riesgo muy alto	24,504608

Fuente: ArcGIS 2025, Fabio Leonardo Arciniegas

Figura 17 Gráfico del porcentaje de riesgo del área del municipio de el Colegio Cundinamarca.



Elaboración propia, ArcGIS 2025

Análisis de los resultados.

Dentro de los análisis de los Riesgos de inundación en el Municipio del Colegio Cundinamarca, nos permitió identificar una dinámica de la hidrología donde consiste en patrones territoriales y vemos como la región de la Topografía de la Región del Tequendama tiene Geoprocesos que consisten en resultados a partir de obtenidos de modelos multicriterio que se integran a fases como modelos de elevación, pendientes, distancias, drenajes y coberturas del Municipio trabajado., se evidencian también altos riesgos a lo que vamos a describir a continuación y también zonas bajas

y las riberas de las principales cuencas como son la Quebrada de Santa Marta donde se concentra la mayor cauce de inundaciones.

Los valores obtenidos en la Tabla 5 (Área por categorías en Km²) indican un predominio donde el Municipio del Colegio Cundinamarca tiene Zonas clasificadas como Riesgo alto (35,31618 km²) las cuales a continuación describiremos y Riesgo medio (30,005 km²) lo cual esto significa que más del 58% del Municipio del Colegio Cundinamarca tiene una condición de vulnerabilidad de falla geológica relación de la geografía Municipal donde el desarrollo de fenómenos como la remoción en masa tales como la tectónica local y la incidencia de los suelos en la inestabilidad de vertientes, el usos de suelo como detonante de deslizamientos lo que da principales impactos sobre la comunidad los fenómenos de remoción en masa. (Datos Geográficos. CAR, 2017).

Lo que esta distribución coincide con lo planteado por investigaciones geoespaciales similares, donde los Municipios andinos con fuertes gradientes altitudinales presentan amplias zonas intermedias susceptibles acumulación de escorrentía y procesos torrenciales (Poveda, G 2024).

Ahora teniendo en cuenta esta distribución las Áreas de Riesgo muy alto (24,504608 km²) se concentran principalmente en la Cuenca de Quebrada Santa Marta, especialmente en los sectores del Cafetalito San Lorenzo y tramos aledaños a la Quebrada Belén zona que corresponde el inicio en el Barrio Santa Helena y culmina en el barrio San Antonio, barrios el Pesebre, Barranquillita y sectores aledaños como son la Calle 10 y la Calle 10^a ubicaciones que nos dan a la Calle 8 que nos dan al Cementerio centra. De ahí vierte a la quebrada de Santa Marta constituye la única fuente de suministro del sistema de acueducto del Municipio y esta Rio Bogotá. Teniendo en cuenta esto la Quebrada Belén fue canalizada por Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá, con un sistema box coulvert a la que convergen las aguas negras del municipio, contaminándola directamente para la ampliación de las vías carrera 9 entre calle 7° y 8° y el embellecimiento del paso peatonal Calle 6b y la Carrera 2°. (Acuerdo 043 de 1999).

Estas Zonas presentan una alta pendiente e inestabilidad geológica, donde hay una falla estructural activa y alta acumulación de flujo., lo cual se realizó la investigación de registros históricos de deslizamientos e inundaciones del Municipio reportados para la Región del Tequendama desde el siglo XIX (IDEAM, 2019).

Al mostrar los niveles de riesgo alto en la Figura 11 (Gráfico del porcentaje de riesgo del área del municipio de el Colegio Cundinamarca) es tendencia mostrar que los niveles de alto riesgo del

Municipio son predominantes mientras que el riesgo muy bajo (7,114419 km²) que presenta la menor porción de la Zona urbana y Rural.

Estas zonas de menor precipitación y bajo riesgo corresponde es los lomeríos consolidados como las zonas de altitud superior en las veredas Arcadia, Honduras y San Ramon, donde los caudales menores tiene a escorrentía y se dispensan rápidamente, al igual que la Zona Urbana del Municipio que corresponde a los nuevos barrios la Castellana, Monserrate, Jaime Pardo Leal, Santa Helena, Buenos Aires, Barrios Continuos., donde los suelos tienen mayor estabilidad, una condición descrita en los estudios de la dinámica hidro geomorfológica de la Zona central andina (Duque, R,J 2019).

Las zonas Del Municipio con mayor confluencia de Riesgo especialmente entre las quebradas de Santa Marta y Belén los resultados de la acumulación del caudal y la reducción de la sección hidráulica natural aumentan la posibilidad desbordamientos uno de los acontecimientos más recientes fue 21 de noviembre 2024 por aguaceros torrenciales dentro del Municipio., se reportó el colapso de la red hidráulica del alcantarillado y es desbordamiento de la quebrada Santa Marta con afectación de 15 viviendas aproximadamente (Infobae, Rodríguez, 2024).

Estos hallazgos coinciden con modelos de predicción hidrológica que señalan que las confluencias estrechas son puntos altamente sensibles en eventos de lluvia extrema (Sanmartín, Prehn, Reyes, Chavarría 2024).

Reportado el POT (Acuerdo 004 de 2023) la cabecera norte del Municipio está ligada con la Vereda el Tigre, vereda la Junca, Vereda las Palmas y se encuentra la quebrada la Junca coinciden con la presencia del lineamiento descrito en el POT del Municipio nos muestra un riesgo alto debido a la combinación de pendientes pronunciadas urbanizaciones y zonas inestables a procesos de copas movibles. Lo que esta relación entre ocupación del suelo y riesgo ha sido ampliamente documentada en estudios urbanos de la montaña de Colombia. (Castro, Munévar & González, 2023).

Tabla 6 Síntesis de los resultados

Componente Analizado	Interpretación del Hallazgo del Riesgo del Municipio	Implicaciones para el Municipio	Recomendaciones puntuales de parte de estudiantes UNAD.
<p>Áreas por categoría de riesgo por km2</p>	<p>Las zonas de riesgo alto (35,31618 km2) y medio (30,057321 km2) donde estas zonas presentan el mayor porcentaje de proporción del Municipio y las Zonas de riesgo muy alto (24,504608 km2) según el análisis espacial (ArcGIS, 2025).</p>	<p>Mas del 57% del Municipio presenta condiciones susceptibles altos drenajes de flujos de aguas y cuencas lo que es posibles inundaciones y remociones de masas por fallas geológicas lo que se evidencia que el Municipio del Colegio tiene una vulnerabilidad estructura del territorio</p>	<p>Reforestar zonas verdes que amortigüen Arrayan, Aliso Andino, casco mula, Cajeto, donde propuesta para el Municipio que se realicen una protección cordón forestal como zonas adyacentes a la Quebrada de Santa Marta, cuenca principal del Colegio. Mejorar el drenaje pluvial y tener un monitoreo continuo en temporadas de lluvias dentro de abril, mayo, noviembre. Mantenimiento a los canales dentro del Municipio especialmente a la Zona Urbana.</p>
<p>Sectores críticos identificados en el Mapa</p>	<p>Quebrada Santa Marta, barrios San Lorenzo, Cafetalito, la Villa Olímpica, en conjunto con las zonas aledañas a Quebrada Belén barrio San Antonio, barrios el Pesebre, Barranquillita y cabecera Norte del Municipio como son las veredas la Junca, las Palmas y la Vereda el Tigre</p>	<p>Zonas que confluyen mayor influencia de corrientes de aguas pues la geodinámica aumenta la probabilidad de derrumbes de lata magnitud, pues la erosión y las inundaciones rápidas hacen deslizamientos y perdidas de la infraestructura.</p>	<p>Limpieza de cunetas, vías encintados veredales, revegetación, mantenimiento del sistema pluvial, manejo de rondas hídricas de parte del Acueducto y alcantarillado del Municipio, realizar con la comunidad de estas zonas rutas de evacuación.</p>
<p>Relación con evidencias históricas de Riesgos de Inundación del Municipio.</p>	<p>El Colegio Cundinamarca ha relacionado con eventos de inundación y movimientos de masas se evidencia en su carretera principal Mesitas a Bogota vs pues los movimientos de la falla geológica se evidencian desde el siglo XIX., donde fue trasladado el Palacio Municipal zona afectada por la persistencia del alto riesgo de inundaciones. El último episodio fue 21 de noviembre 2024 por aguaceros torrenciales dentro del Municipio., se reportó el colapso de la red hidráulica del alcantarillado y es desbordamiento de la quebrada Santa Marta con afectación de 15 viviendas aproximadamente (Infobae, Rodríguez, 2024).</p>	<p>Históricamente vemos resultados del Riesgos de inundaciones del Municipio del Colegio Cundinamarca con recurrencia histórica donde se demuestra que no es una amenaza por todas las zonas de confluencia de viviendas, producciones etc. que existen dentro del Municipio sino más bien es una amenaza natural.</p>	<p>Seguir con el registro fotográfico y el monitoreo básicos de las zonas con mayor saturación drenajes para evitar la expansión hacia esas zonas más vulnerables. Información a la comunidad de posibles deslizamientos, grietas, estructuras y como resolverlos, al igual que se debe monitorear y registrar los acontecimientos.</p>

Tomado. Erika Ramírez Solano, 2025

Conclusiones

El Software ArcGIS Pro nos permitió ver un análisis multicriterio para identificar de manera más clara las zonas de riesgo e inundaciones que tiene el Municipio del Colegio Cundinamarca y los caudales más representativos de las zonas con más alto flujo hídrico donde son niveles representativos de inundaciones y fallas geológicas entre los que encontramos; Vereda La Junca, El Tigre, Vereda Antioqueña, Quebrada de Santa Marta y la quebrada Belén. A través de datos como DEM, drenajes, coberturas de suelos, precipitaciones, drenajes de distancias principales, elevaciones de pendientes, acumulaciones de flujo elaboramos el resultado de un mapa que se clasifican en reclasificaciones de riesgo muy alto, alto, medio, bajo y riesgo muy bajo.

Los resultados obtenidos nos dejaron identificar que más 58% del Municipio del Colegio Cundinamarca se encuentra en condición de muy alto y alto riesgo esta condiciones se debe a que el Municipio cuenta con 3 fuentes de hídricas de agua que a traviesan el Municipio y desembocan en la planta hidroeléctrica la Guaca que están los tubos de la Hidroeléctrica llegando al Rio Bogota factores que ven con hechos históricos el año 2024 cuando se referencio un lato periodo de lluvias intensas en base a eso las fuentes hídricas del Municipio tuvieron desbordamientos e inundaciones dentro del casco urbano y rural.

Teniendo en cuenta estos resultados la metodología aplicada representa una vulnerabilidad del municipio en el casco urbano al igual que el rural., lo que nos permitió cuantificar por metros cuadrados la zona de más alto riesgo y obtener un diagnóstico técnico y preciso de acuerdo con POT 2023 dando así desde nuestras recomendaciones para la planificación territorial y gestiones del riesgo dentro de las Zonas con más afectaciones entre estas Vereda La Junca, El Tigre, Vereda Antioqueña, Quebrada de Santa Marta y la quebrada Belén.

Por último cabe destacar que los análisis realizados donde identificamos los riesgos de inundación del Municipio se debe al uso de suelos en la agricultura como el Café, Plátano y algunos cítricos, pero también se debe al uso del suelo en construcciones de condóminos evidencia que el

recurso del suelos no es aprovechable como según el POT 2023 si no lo que hace un marco del territorio es más fácil de inundaciones y no orientadas a su buen usos del planificación, ordenamiento territorial y desarrollo municipio del Municipio.

Recomendaciones.

Divulgar los resultados obtenidos mediante este estudio con las personas del municipio de el Colegio Cundinamarca, para así poder formar grupos integrados por la población donde se busque planes de prevención y mitigación de los riesgos, esto con el fin de integrar a las comunidades y que sepan en que zonas hay mayor, mediano y menor riesgo. Para que estén preparados y prevenidos, además las mismas comunidades conocen el territorio y se pueden llegar a ideas mucho más aterrizadas sobre estos planes de mitigación de riesgos.

Mediante censos con apoyo de la entidad DANE, identificar las poblaciones y separarlas de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo con el fin de buscar alternativas de apoyo social y económico a las poblaciones más vulnerables para este caso las que se ubican en alto riesgo, buscando también el apoyo de las entidades municipales de gestión y prevención de riesgo.

Establecer compromisos presupuestales con entidades territoriales y comités de gestión del riesgo, que permitan tener efectivos planes de respuesta ante emergencias, garantizando recursos para la atención a la población afectada y la restauración de actividades productivas ante la materialización de algún desastre natural por inundación o talud. Pero comenzando por la reubicación de las personas y sus procesos productivos en las zonas de alto riesgo esto para realizar las respectivas acciones correctivas antes de que puedan suceder algunos desastres a causa de las inundaciones todos estos planes sustentados en la identificación de las zonas de alto y mediano riesgo ya identificadas y sustentadas en este trabajo.

Dentro de las Zonas de alto riesgo es fundamental prácticas de los manejos de suelos cercanías como la Quebrada de Santa Marta, Quebrada Junca, Quebrada Antioqueña, aumentar la infiltración de agua así disminuir la erosión del suelo y riesgo de inundaciones, recomendación zanjas infiltración, terrazas en pendientes pronunciadas, coberturas vegetales vivas y que amortiguan la velocidad del flujo de agua.

Referencias bibliográficas

Acuerdo No. 043 1999, *Por el cual se adopta el esquema de ordenamiento territorial Municipal, se clasifican y determinación de usos del suelo y se establecen los sistemas estructurantes y planes parciales*. Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/710871850/Municipio-de-El-Colegio>

Acuerdo No. 004 de 2023, *Ajuste general al Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio El Colegio Cundinamarca*. Recuperado de: <https://www.elcolegio-cundinamarca.gov.co/normatividad/acuerdo-no-004-de-2023-ajuste-general-al-esquema-de>

Argote, W A (2025). *Aplicación de herramientas sig para la modelación del riesgo de inundación en Pasto Nariño (Colombia)*. Repositorio Institucional UNAD. Tomado de:

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/73111>

Ávila, L V. & Gómez, B (2024). *Evaluación de riesgo de inundaciones en áreas de cultivo de Saldaña, Tolima aplicando sistemas de información geográfica (SIG)*. Repositorio Institucional UNAD. Tomado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62326>

CAR (2017). *El Colegio Cundinamarca la remoción en masa*. Tomado de:

<https://datosgeograficos.car.gov.co/maps/5becd029f5144e7faf9f35120d216326/about>

Cartografía Básica. *Municipio el Colegio Cundinamarca. Escala 1K. 2021 (Feature Layer)*. Tomado de:

<https://mapas.cundinamarca.gov.co/maps/b737b4d002504a918c978bfaa72471ac/about>

Castro Escobar, E. S., Munévar Quintero, C. A., & González Campos, F. E. (2023). *Incidencia de las tendencias de ocupación y uso del suelo en la generación de conflictos socioambientales en el centro poblado de la vereda Chucurí en Ibagué, Tolima. Territorios, (48), 1-35*. Tomado de: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.9211>

Duque, R L (2019). *Geomorfología y dinámica fluvial para el análisis de amenaza por inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Sumapaz y Magdalena, Ricaurte-Cundinamarca*. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/items/7418864e-a279-4e50-95e0-99c41fa9b5a3>

Fundación Natura Colombia (2024). *152 árboles han sido plantados en Cundinamarca de la mano de las familias locales en Municipio de Apulo, Anapoima y el Colegio Cundinamarca*. Tomado de: <https://natura.org.co/152-mil-arboles-han-sido-plantados-en-cundinamarca-de-la-mano-de-las-familias-locales/>

Galvis, E. & Cote, L. E. (2024). *Identificación conflictos de usos de la cobertura del suelo del área rural del municipio Palmira Valle del Cauca partiendo del uso de Sistemas de Información*

Geográfica. Repositorio Institucional UNAD. Tomado de:
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62164>

Gobernación de Cundinamarca, *El Colegio*, (2025). Tomado de:
<https://www.cundinamarca.gov.co/municipios/El%20colegio>

Higuera Osorio, J., Gutiérrez Lozano E., Navarro López J., & Sánchez Moreno F., (2022). Producción más limpia. *Diseño de sistema zona de bio-retención en el campus de la universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogota. Vol. 17, Asunto 1, p73 – 87*. Tomado de:
<https://resolver-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/result?ttitle=Producci%C3%B3n+M%C3%A1s+Limpia&volume=17&issue=1&spage=73&epage=87&date=2022-01-01&atitle=Dise%C3%B1o+de+sistema+zona+de+bio-retenci%C3%B3n+en+el+campus+de+la+Universidad+Colegio+Mayor+de+Cundinamarca%2C+Bogot%C3%A1&doi=10.22507%2Fpml.v17n1a5&aufirst=Jos%C3%A9&aualast=Higuera+Osorio&issn1=1909-0455&sid=ReviseRequest>

IDEAM (2019). *Atlas de Riesgo climático de Colombia: Inundaciones o movimientos en masa*. Instituto de Hidrología, Meteorología, y estudios ambientales.
https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/informacion-de-la-entidad/portafolio_servicios_ideam.pdf

Londoño, A. G., Paramo, L. J. & Ordoñez, L. V. (2024). *Identificación de áreas vulnerables a inundaciones en Supatá Cundinamarca, mediante técnicas de sistemas de información geográfica (SIG)*. Repositorio Institucional UNAD Tomado de:
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65565>

Mineducación (2025). *¿Qué es un SIG?* Ministerio de educación nacional. Bogota. Tomado de:
<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible (2025). *Policía Nacional de Gestión del Riesgo Integral del recurso Hídrico*. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/>

Montaña, A. C. & Velandia, O. L. (2023). *Identificación de los cambios en las coberturas de suelo para uso agrícola basados en un sistema de georeferenciación ambiental para el municipio de Pajarito Boyacá*. Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/59601>

Montealegre, J.E & Pabón Caicedo, José Daniel (2000). *La variedad climática interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña -Oscilación del sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia*. Meteorol. Colombia 2. 7 -21. Tomado de:
https://www.researchgate.net/publication/281605886_La_variabilidad_climatica_interanual_asociada_al_ciclo_El_Nino-La_Nina-Oscilacion_del_Sur_y_su_efecto_en_el_patron_pluviometrico_de_Colombia/citation/download

Poveda, German (2004). *La Hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala inter – decadal hasta la escala diurna.* Revista de la academia Colombiana de Ciencias Físicas y Naturales. 28. 201-222. Tomado de:

https://www.researchgate.net/publication/284691636_La_hidroclimatologia_de_Colombia_Una_sintesis_desde_la_escalainter-decadal_hasta_la_escaladiurna

Realape Briyith, Pérez Karen, Robis Maribel, Riascos Yilander & Rivera (2025). *Análisis multicriterio para determinar zonas de la vulnerabilidad por inundaciones en el municipio de Tarqui, departamento del Huila.* Tomado de:

<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/69565/1/mriveraro.pdf>

Rodríguez, JD (2024). Infobae. *Reportan graves inundaciones en Mesitas el Colegio.* Tomado de: <https://www.infobae.com/colombia/2024/11/21/reportan-graves-inundaciones-en-mesitas-del-colegio/>

Sanmartín Álvarez B, Prehn Garces C, Reyes Zambrano J, Chavarría Párraga J. (2024). *Evaluación de inundaciones mediante modelación hidráulica en el Rio Burgay: Caso de estudio del sector descanso.* Recuperado: <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/226>

Torres, J. O; et al. (2025). *Zonas de riesgo de inundación en Bucaramanga Santander mediante análisis multicriterio con ArcGIS Pro.* Diplomado de profundización para grado. Repositorio Institucional UNAD. Tomado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/70938>

UNGRD (2020), *¿Cuál es el mayor riesgo de inundaciones en Colombia?* Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres. Tomado de: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Cual-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia.aspx>

Villamizar, C. F., Villalobos, S. E. & García, J. D. (2024). *Caracterización de métodos para el mejoramiento del drenaje de suelos basado en las fuentes hídricas, enfocado a la agricultura en el municipio de Bolívar, departamento de Cauca.* Repositorio Institucional UNAD. Tomado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62371>

Yandun, J. P. & Sánchez, A. E. (2024). *Análisis de los drenajes dobles y su influencia en el cultivo de café en los municipios jardín, Fredonia, concordia, Támesis y andes del departamento de Antioquia con el uso de sistemas de información geográfica.* Repositorio Institucional UNAD. Tomado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/60086>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/CARJn-ZL7lg>