



**APLICACIÓN DE TÉCNICAS ASOCIADAS A
GEOMÁTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
MAPA DE RIESGOS POR INUNDACIÓN.
QUEBRADA NEGRA, MUNICIPIO DE ÚTICA –
CUNDINAMARCA**

**APPLICATION OF TECHNIQUES ASSOCIATED WITH
GEOMATICS FOR THE CONSTRUCTION OF THE FLOOD
RISK MAP. QUEBRADA NEGRA, MUNICIPALITY OF ÚTICA -
CUNDINAMARCA**

Anggie Marcela Bustos Mosquera
3101563
Geóloga

Director trabajo de grado:
Ing. Fredy Alberto Gutiérrez García

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
DICIEMBRE DE 2021
BOGOTÁ-COLOMBIA**

APLICACIÓN DE TÉCNICAS ASOCIADAS A GEOMÁTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MAPA DE RIESGOS POR INUNDACIÓN. QUEBRADA NEGRA, MUNICIPIO DE ÚTICA – CUNDINAMARCA

APPLICATION OF TECHNIQUES ASSOCIATED WITH GEOMATICS FOR THE CONSTRUCTION OF THE FLOOD RISK MAP. QUEBRADA NEGRA, MUNICIPALITY OF ÚTICA - CUNDINAMARCA

Anggie Marcela Bustos Mosquera
Geóloga.
Candidata a Especialista en Geomática.
Universidad Militar Nueva Granada.
Bogotá, Colombia
est.anggie.bustos@unimilitar.edu.co

RESUMEN

La gestión del riesgo es un proceso social con el propósito de ofrecer protección a la población en todo el territorio, en busca de mejorar la calidad de vida, la seguridad y el bienestar de todas las comunidades. En el siguiente artículo se detalla el proceso realizado para la elaboración de un mapa de riesgos de inundación para la Quebrada Negra en el municipio de Útica en Cundinamarca, para elaborar este insumo se partió de una metodología sencilla que integra técnicas geomáticas que incluyen el uso de herramientas como el software ArcGIS e información extraída de bases de datos como lo son el Servicio Geológico Colombiano, el IDEAM, el IGAC. Para la elaboración del mapa de riesgos fue necesario la elaboración de un mapa de amenaza por inundación y un mapa de vulnerabilidad por inundación, mediante el uso de la información extraída de las bases de datos disponibles en el país. El resultado fue un mapa que muestra los riesgos a los que se ve expuesto el municipio de Útica por inundación de la Quebrada Negra.

Palabras Clave: Inundación, Mapas, Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad, Geomática, Gestión.

ABSTRACT

Risk management is a social process with the purpose of offering protection to the population throughout the territory, seeking to improve the quality of life, safety and well-being of all communities. The following article details the process carried out for the elaboration of a flood risk map for the Quebrada Negra in the municipality of Útica in Cundinamarca, to elaborate this input we started from a simple methodology that integrates geomatic techniques that include the use of tools such as ArcGIS software and information extracted from databases such as the Colombian Geological Service, IDEAM, IGAC. To prepare the risk map, it was necessary to prepare a flood hazard map and a flood vulnerability map, using the information obtained from the databases available in the country. The result was a map that shows the risks to which the municipality of Útica is exposed due to the flooding of the Quebrada Negra.

Key Words: Flood, Maps, Risk, Threat, Vulnerability, Geomatics, Management.

INTRODUCCIÓN

Una inundación se define como el desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua y/o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas [1]. Las inundaciones son fenómenos naturales recurrentes que hacen parte de la dinámica propia de los cuerpos de agua, sin embargo, el desarrollo de sistemas agrícolas, la urbanización y en general, la modificación de las dinámicas propias de los ríos ha conllevado a que se vean las inundaciones como problemas, debido a las pérdidas físicas, humanas y económicas ocurridas a causa de eventos como por ejemplo el fenómeno de La Niña definido como un ciclo caracterizado por un aumento considerable de las precipitaciones y disminución de las temperaturas en Colombia que genera emergencias asociadas a inundaciones lentas , crecientes súbitas y deslizamientos de tierra [2] o la tragedia de Mocoa que fue un desastre natural que ocurrió en el municipio de Mocoa durante la noche del 31 de marzo y la madrugada del 1 de abril de 2017 en donde las fuertes lluvias provocaron los desbordamientos de los ríos Mocoa, Mulato y Sangoyaco, así como las quebradas La Taruca y La Taruquita, generando flujos de lodo que ocasionaron una gran avenida de flujo torrencial que afecto varios sectores de la cabecera municipal [3].

Durante los años 2010, 2011 y 2012 Colombia experimentó unas condiciones de inundación asociadas a la ocurrencia del fenómeno de La Niña [4]. Este evento y la larga lista de eventos históricos que registra el país aceleraron el proceso de promulgación de la Ley 1523 en el mes de abril de 2012, la cual además se adoptó como Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres estableciendo el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en donde el IDEAM hace parte del Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo, el cual es una instancia

interinstitucional del sistema nacional que asesora y planifica la implementación permanente del proceso de conocimiento del riesgo [5].

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es el conjunto de entidades nacionales del orden público, privado y comunitario que, articuladas con las políticas, normas y recursos, tiene como objetivo llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en todo el territorio nacional en busca de mejorar la calidad de vida, la seguridad y el bienestar de todas las comunidades colombianas.

La responsabilidad en la Gestión del Riesgo recae sobre todos y cada uno de los habitantes del territorio colombiano, en cumplimiento de esta responsabilidad las entidades pertenecientes al sistema ejecutan los procesos de Gestión del Riesgo, entendidos como: Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres. Por su parte, los demás, es decir los habitantes, actuarán con precaución y autoprotección bajo lo dispuesto por las autoridades correspondientes. El sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres está compuesto por 6 instancias de orientación y coordinación, quienes optimizan el desempeño y la gestión de las distintas entidades en la ejecución de acciones:

- Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo
- Comité Nacional para la Reducción del Riesgo
- Comité Nacional para el Manejo de Desastres
- Consejos Departamentales, Distritales y Municipales para la Gestión del Riesgo

Los Consejos Municipales para la Gestión del Riesgo son instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento quienes deben garantizar la efectividad y articulación de los procesos en la Gestión del Riesgo en los municipios.

En el caso de Cundinamarca, Útica es un municipio con alto riesgos de accidentalidad pues está ubicado en una planicie de inundación enclavada en un valle profundo y abrupto, originado por la cuenca del río Negro. Geológicamente el terreno sobre el que está construido el municipio es inestable en condiciones muy húmedas, el cual, ayudado por las fuertes pendientes que rodean el valle, sufre de permanentes derrumbes. Los riesgos asociados a estas condiciones geológicas materializados en los años de 1988,1990 y 2011 donde se presentaron inundaciones y avalanchas dejando pérdidas económicas y humanas [6].

Los mapas de riesgos son un instrumento de evaluación. La comparación de los riesgos con y sin medidas, se utiliza para demostrar la eficacia y la justificación

económica, por lo tanto, apoyan el establecimiento de prioridades para las medidas de reducción de riesgos. El objetivo general de los mapas de inundación es proveer información de eventos pasados o la extensión probable o potencial de inundación y sus respectivos impactos, lo cual ayuda a los tomadores de decisiones en los distintos aspectos de la gestión integrada de las inundaciones [7].

Por todo lo mencionado con anterioridad con el presente artículo se busca detallar el proceso que se utilizó para crear el mapa de riesgos de inundación de la Quebrada Negra del municipio de Útica Cundinamarca, mediante el uso de técnicas geomáticas y así contribuir para el desarrollo del Plan de Gestión de Riesgos del municipio. Implementando una metodología sencilla que involucró el uso de datos abiertos disponibles en el país y el software de ArcGIS.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este artículo se tomó como base la metodología planteada en el trabajo de grado de ingeniería ambiental titulado “ANÁLISIS DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN EL RIO TUNJUELITO EN LA LOCALIDAD DE BOSA, BOGOTÁ D.C.” [8], para generar un producto cartográfico que es un mapa a escala 1:25.000 cuya temática serán los riesgos generados por inundación para el municipio de Útica en Cundinamarca principalmente por la Quebrada la Negra.

1.1. Amenaza

La metodología planteada en el trabajo de grado [9] propone el uso de los insumos de geomorfología, pendientes, litología, precipitación y huella de inundación para el cálculo de la amenaza. Para la generación del mapa de amenaza se realizó una intersección entre las capas de amenaza creadas con la herramienta Intersect de ArcGIS y en la tabla de atributos se realizó la multiplicación de los valores de cada amenaza determinada con un porcentaje designado:

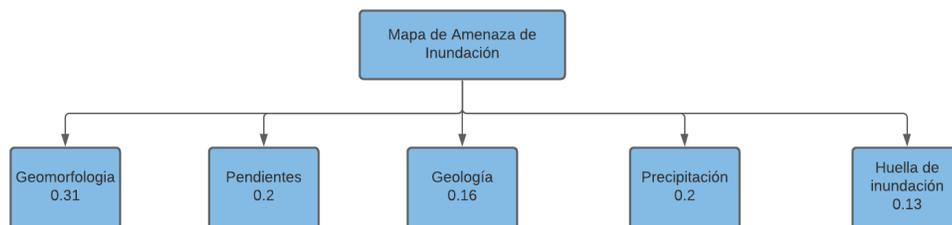


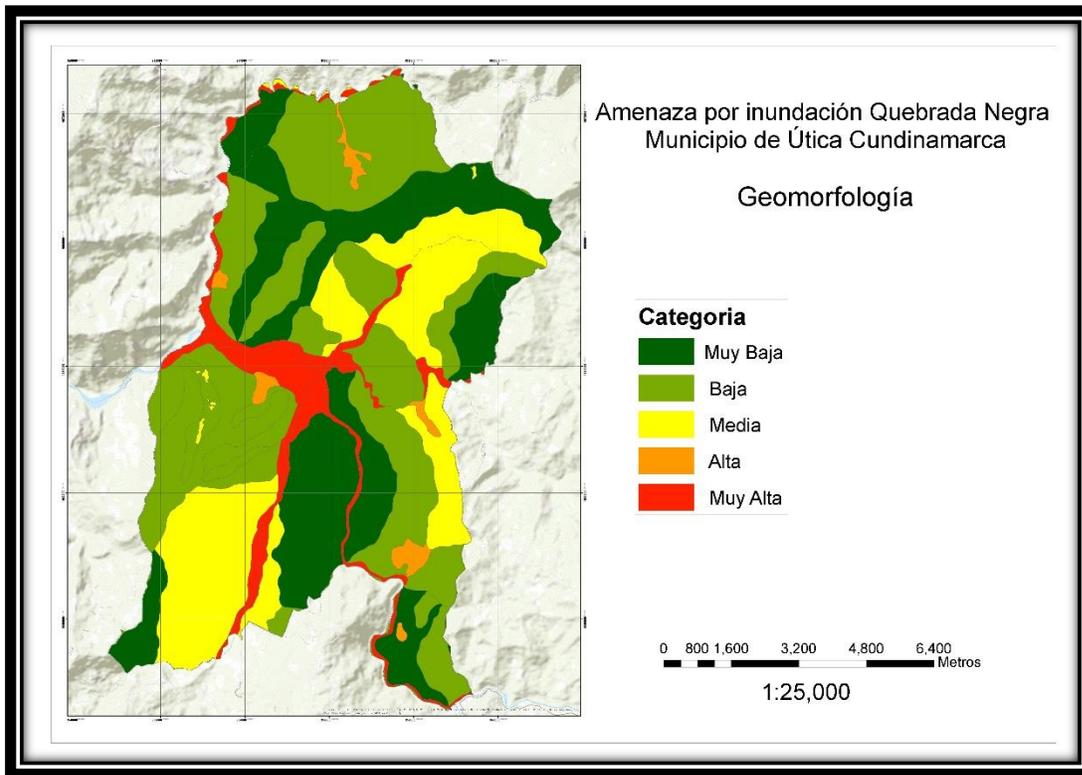
Ilustración 1. Porcentajes para cálculo de mapa de amenaza de inundación

Geomorfología

Para este caso se utilizó como base la plancha 208 de geomorfología del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:100.000 y mediante la herramienta Clip del programa ArcGIS se realizó el corte al municipio de Utica, además se plantearon los criterios de calificación de amenaza por parte del autor basándose en criterios determinados por la Guía Metodológica para estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimiento en masa [10] y el artículo de la revista geológica de América Central llamado zonificación geomorfológica para la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la cuenca del río Viejo, Puriscal, Costa Rica [11].

Unidad Geomorfológica	Calificación	Amenaza
Cauce aluvial	5	Muy Alta
Cerro estructural	2	Baja
Cono de deslizamiento indiferenciado	3	Media
Cono de deyección	4	Alta
Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción	4	Alta
Escarpe de erosión mayor	1	Muy Baja
Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal	2	Baja
Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	1	Muy Baja
Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal	2	Baja
Ladera de contrapendiente suave	3	Media
Ladera estructural de sierra anticlinal	2	Baja
Ladera estructural de sierra homoclinal	2	Baja
Ladera estructural de sierra sinclinal	1	Muy Baja
Ladera estructural suave	2	Baja
Ladera Ondulada	3	Media
Loma residual	2	Baja
Lomo denudado bajo de longitud larga	2	Baja
Lomo denudado moderado de longitud larga	3	Media
Planicie aluvial confinada	5	Muy Alta
Plano o llanura de inundación	5	Muy Alta
Sierra	3	Media
Sierra anticlinal	1	Muy Baja
Sierra homoclinal	1	Muy Baja
Sierra sinclinal	3	Media
Sierra y lomo de presión	2	Baja

Tabla 1. Amenaza por inundación geomorfológica



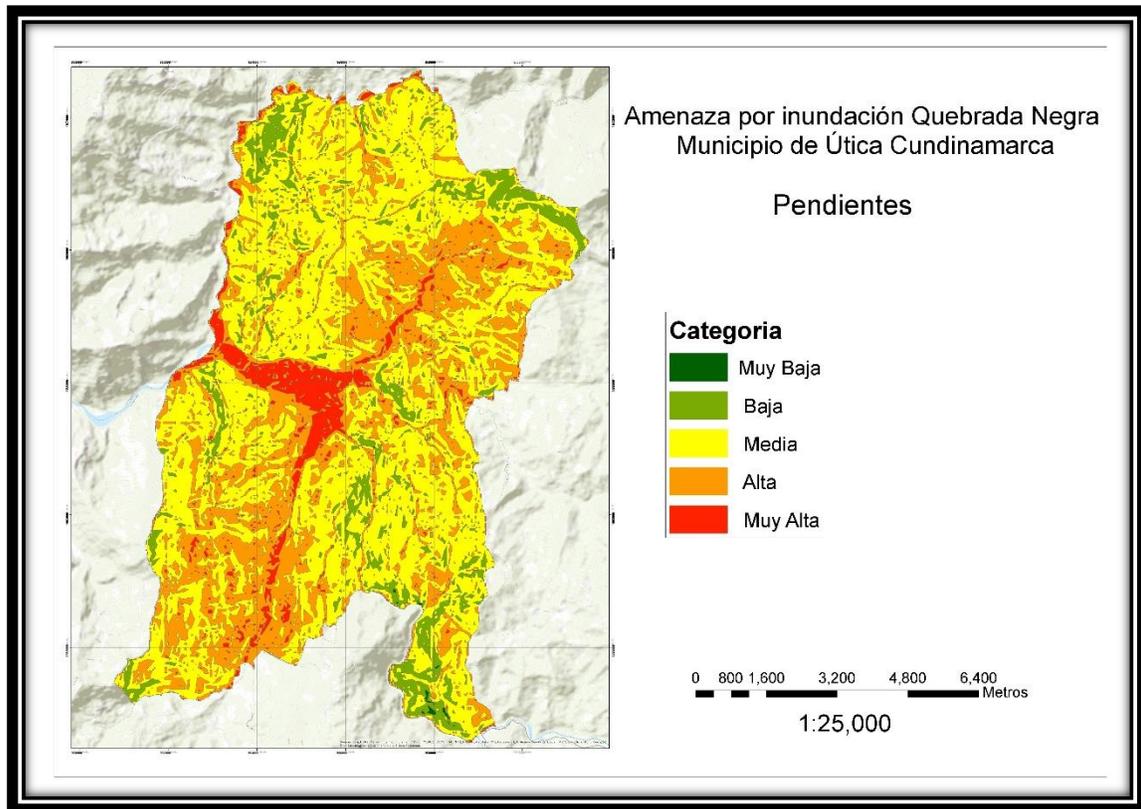
Mapa 1. Amenaza de inundación geomorfológica

Pendientes

En este caso se utilizó un DEM descargado de la página web del Servicio Geológico de Estados Unidos y se le realizó el cálculo de pendientes mediante la herramienta Slope, posteriormente se le realizó una reclasificación con la herramienta Reclassify en el programa ArcGIS y finalmente se plantearon los criterios de amenaza por parte del autor basándose en criterios determinados por el trabajo de grado tomado como base [12] y el artículo llamado Zonificación de la susceptibilidad al deslizamiento: Resultados obtenidos para la península de Papagayo mediante la modificación del método Mora-Vahrson [13].

Rangos	Calificación	Amenaza
0-4	5	Muy alta
4-16	4	Alta
16-35	3	Media
35-55	2	Baja
>55	1	Muy baja

Tabla 2. Amenaza por inundación por pendientes



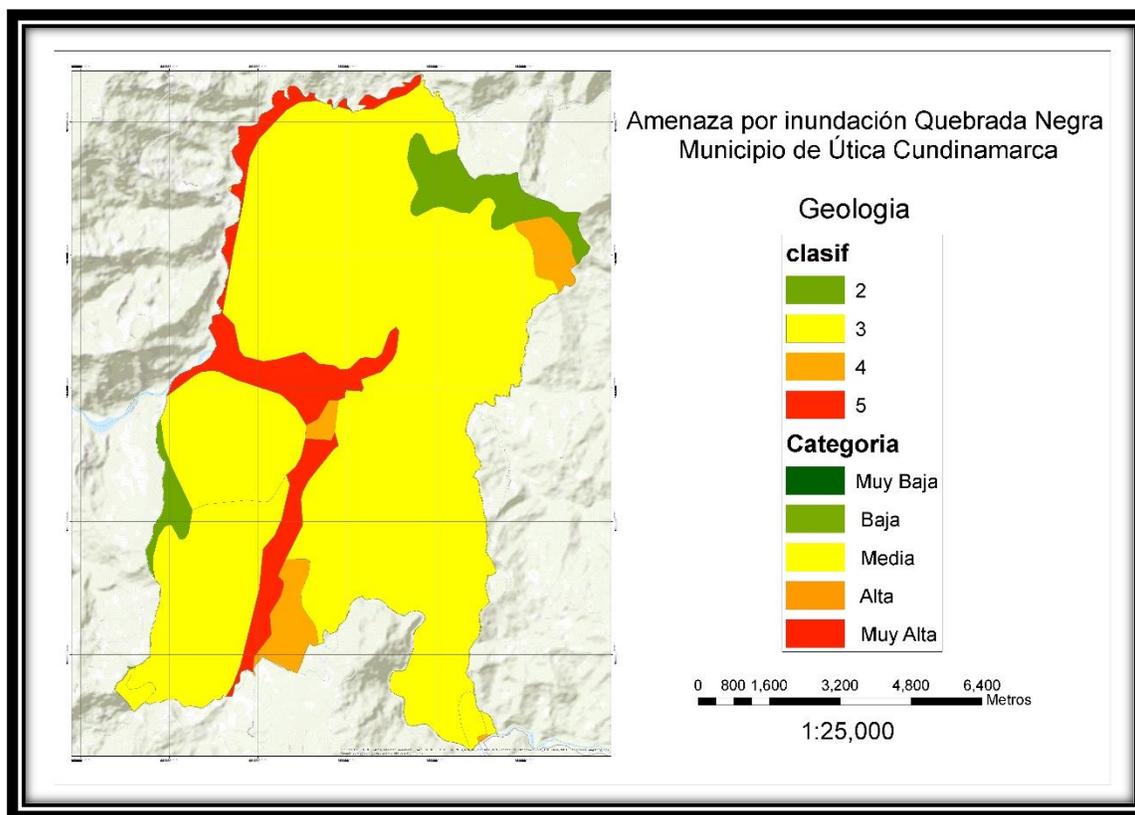
Mapa 2. Amenaza por inundación por pendientes

Geología

Para este se utilizó como base la plancha 208 Villeta de Geología del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:100.000 y la plancha de suelos de Cundinamarca del IGAC a escala 1:100.000, mediante la herramienta Clip del programa ArcGIS se realizó el corte al municipio de Útica, además los criterios de calificación de amenaza se plantearon por parte del autor basándose en criterios determinados por la Guía Metodológica para estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimiento en masa [14].

Litología	Calificación	Amenaza
Rocas clásticas limo arcillosas	3	Media
Depósitos clásticos hidrogénicos y gravigénicos	5	Muy alta
Rocas clásticas arenosas y limo arcillosas	2	Baja
Rocas clásticas limo arcillosas y químicas carbonatadas	4	Alta

Tabla 3 Amenaza de inundación geológica



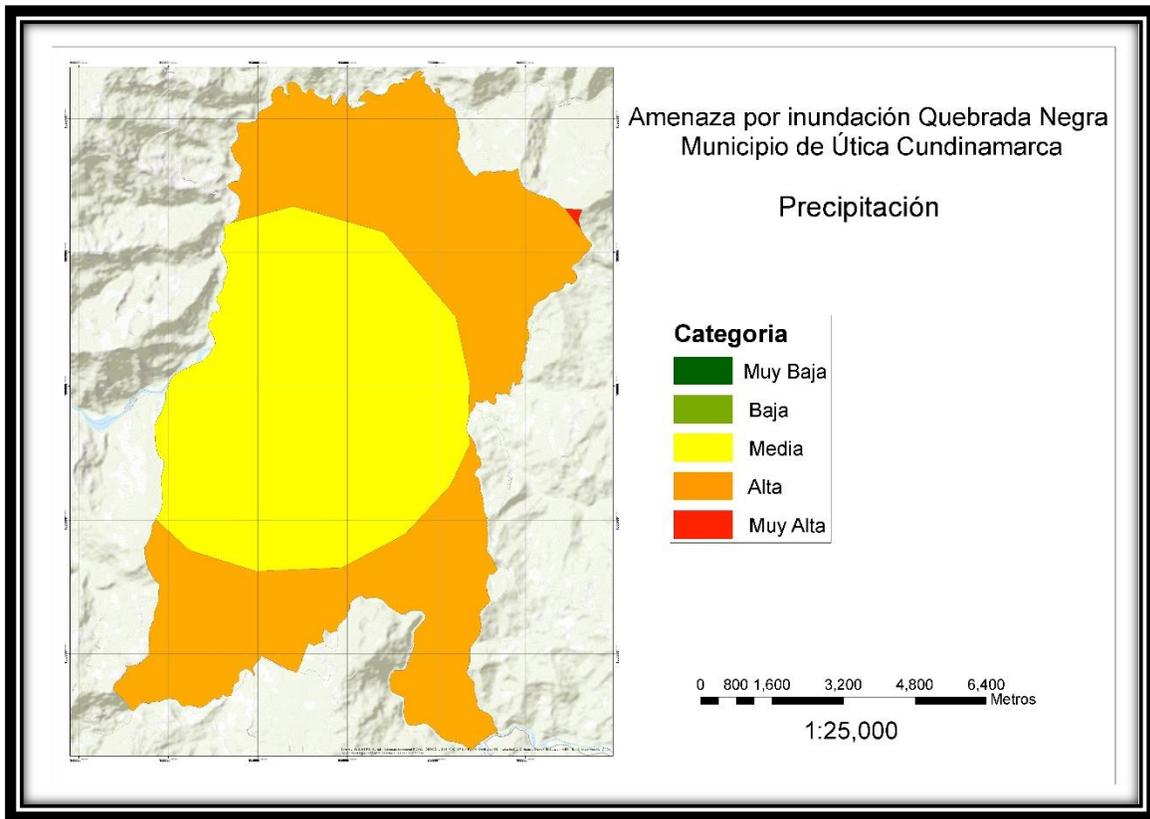
Mapa 3. Amenaza de inundación geológica

Precipitación

En este caso el paso inicial fue descargar los datos de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio de la página del IDEAM, en total fueron 13 estaciones de las cuales se utilizó el dato de la precipitación anual, a estos datos se les aplicó un cálculo con la herramienta IDW de ArcGIS el resultado se reclasificó para plantear los criterios de amenaza por el autor en base al artículo de Zonificación de la susceptibilidad al deslizamiento: Resultados obtenidos para la península de Papagayo mediante la modificación del método Mora-Vahrson [15] y al Atlas Climatológico de Colombia [16].

Rangos (mm)	Calificación	Amenaza
1374-1500	3	Media
1500-1750	4	Alta
1750-2000	5	Muy Alta

Tabla 4. Amenaza de inundación por precipitación



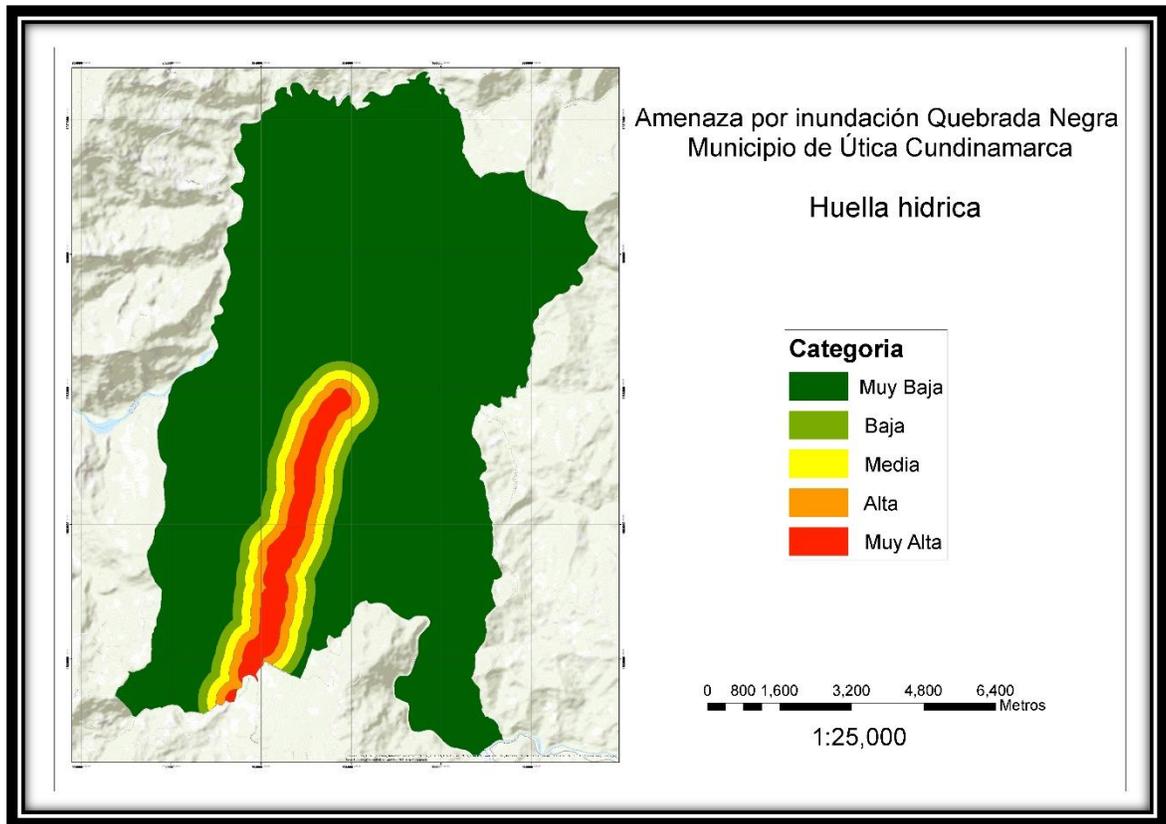
Mapa 4. Amenaza de inundación por precipitación

Huella de inundación hídrica

Para la huella Hídrica se utilizó el feature class de la Quebrada Negra que se tomó del IGAC a escala 1:25.000, se le realizó un Clip al área del municipio de Útica y se le realizó una serie de buffers de 200 metros con la herramienta de Multiple Buffer Ring de ArcGIS, luego se le aplicaron los criterios de calificación de amenaza estipulados por el autor en base al planteamiento del trabajo de grado [17] usado como base.

Distancia (m)	Calificación	Amenaza
200	5	Muy alto
400	4	Alto
600	3	Medio
800	2	Bajo
>800	1	Muy Bajo

Tabla 5. Amenaza por inundación por la huella de inundación hídrica



Mapa 5. Amenaza por inundación por la huella de inundación hídrica

1.2. Vulnerabilidad

La metodología planteada en el trabajo de grado [18] propone usar los insumos de vías, densidad de predios, densidad de población y actividad económica para el cálculo de la vulnerabilidad. Para la generación del mapa de vulnerabilidad se realizó una intersección entre las capas de vulnerabilidad creadas mediante la herramienta Intersect de ArcGIS y en la tabla de atributos se realizó la multiplicación de los valores de cada vulnerabilidad determinada con un porcentaje designado:

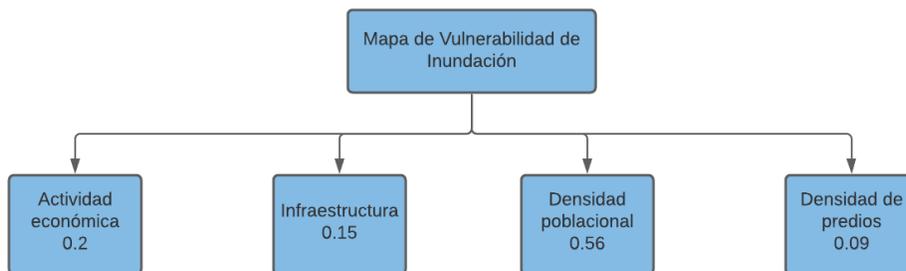


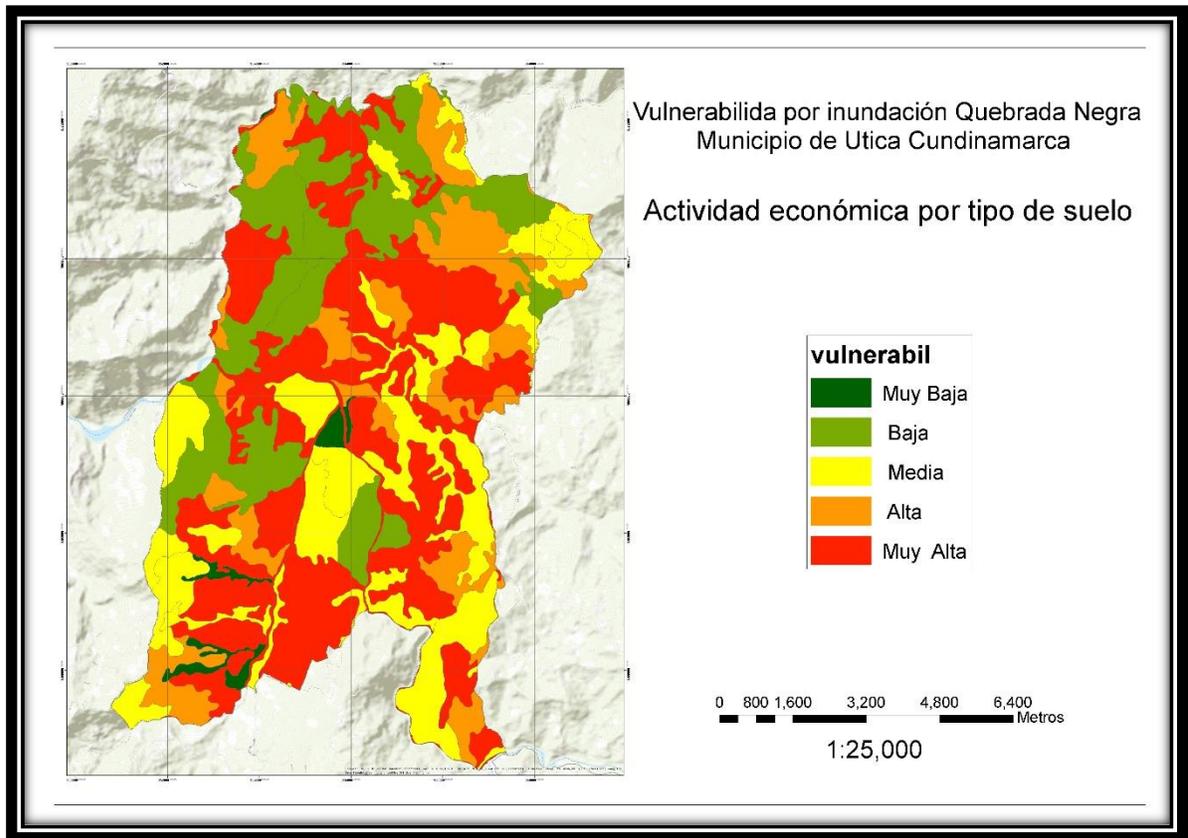
Ilustración 2. Porcentajes para el cálculo del mapa de vulnerabilidad de inundación

Actividad económica

Para el cálculo de la vulnerabilidad por actividad económica se utilizó la capa de coberturas del suelo obtenidas del IGAC a escala 1:100.000 del departamento de Cundinamarca, se le realizó un corte al área de estudio mediante la herramienta Clip de ArcGIS y posteriormente se aplicaron los criterios de clasificación de vulnerabilidad planteados por el autor en base a lo estipulado en el trabajo de grado que se tomó como base [19].

Tipo de Cobertura	Clasificación	Vulnerabilidad
1.1.1. Tejido urbano continuo	1	Muy Baja
2.3.1. Pastos limpios	5	Muy alta
2.3.3. Pastos enmalezados	4	Alta
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	4	Alta
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3	Media
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	3	Media
3.1.4. Bosque de galería y ripario	1	Muy Baja
3.2.2. Arbustal	2	Baja
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3	Media
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	5	Muy alta
5.1.1. Ríos	5	Muy alta

Tabla 6. Vulnerabilidad por inundación según el tipo de cobertura



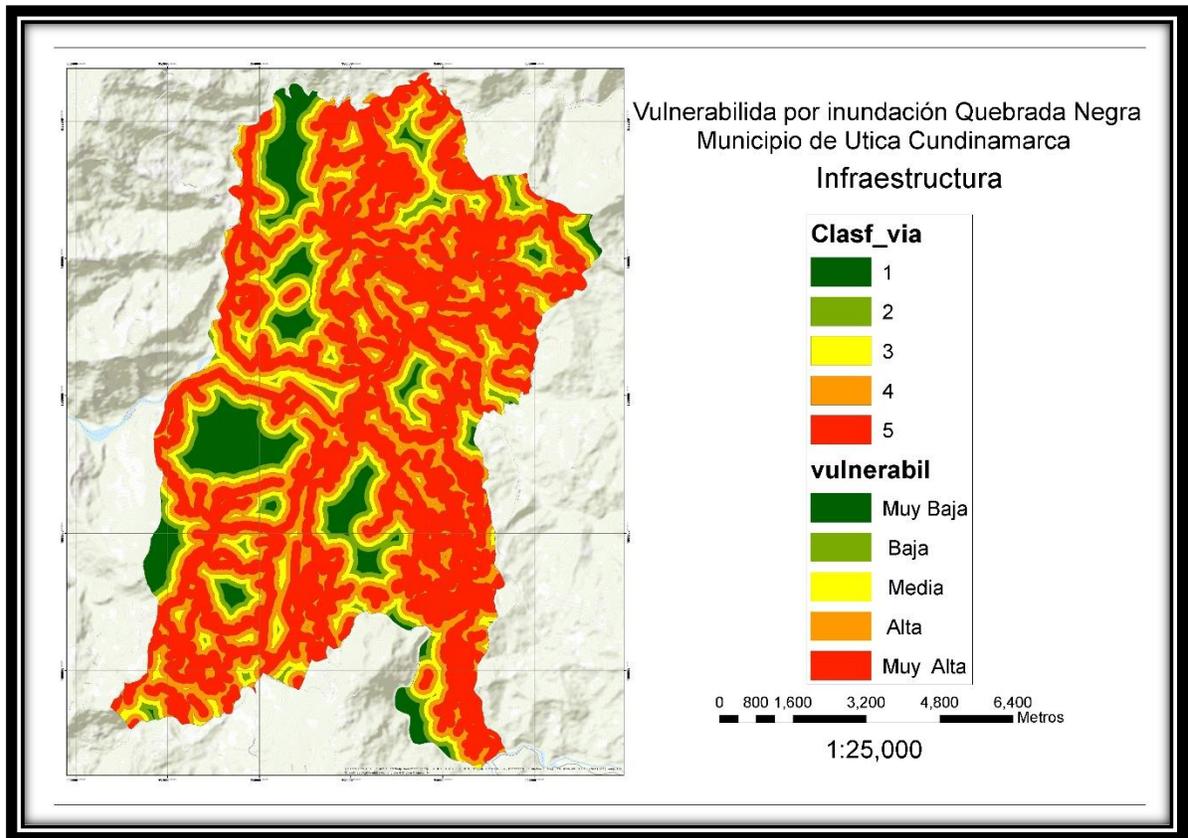
Mapa 6. Vulnerabilidad por inundación según actividad económica

Infraestructura

Para la vulnerabilidad de infraestructura se utilizó el shape de vías que se tomó del IGAC a escala 1:25.000, se le realizó un Clip al área del municipio de Útica y se le realizó una serie de buffers de 100 metros con la herramienta de Multiple Buffer Ring de ArcGIS, luego se le aplicaron los criterios de calificación de vulnerabilidad estipulados por el autor en base a lo estipulado en el trabajo utilizado como base [20].

Distancia (m)	Calificación	Vulnerabilidad
100	5	Muy alto
200	4	Alto
300	3	Medio
400	2	Bajo
>500	1	Muy Bajo

Tabla 7. Vulnerabilidad por inundación según la infraestructura



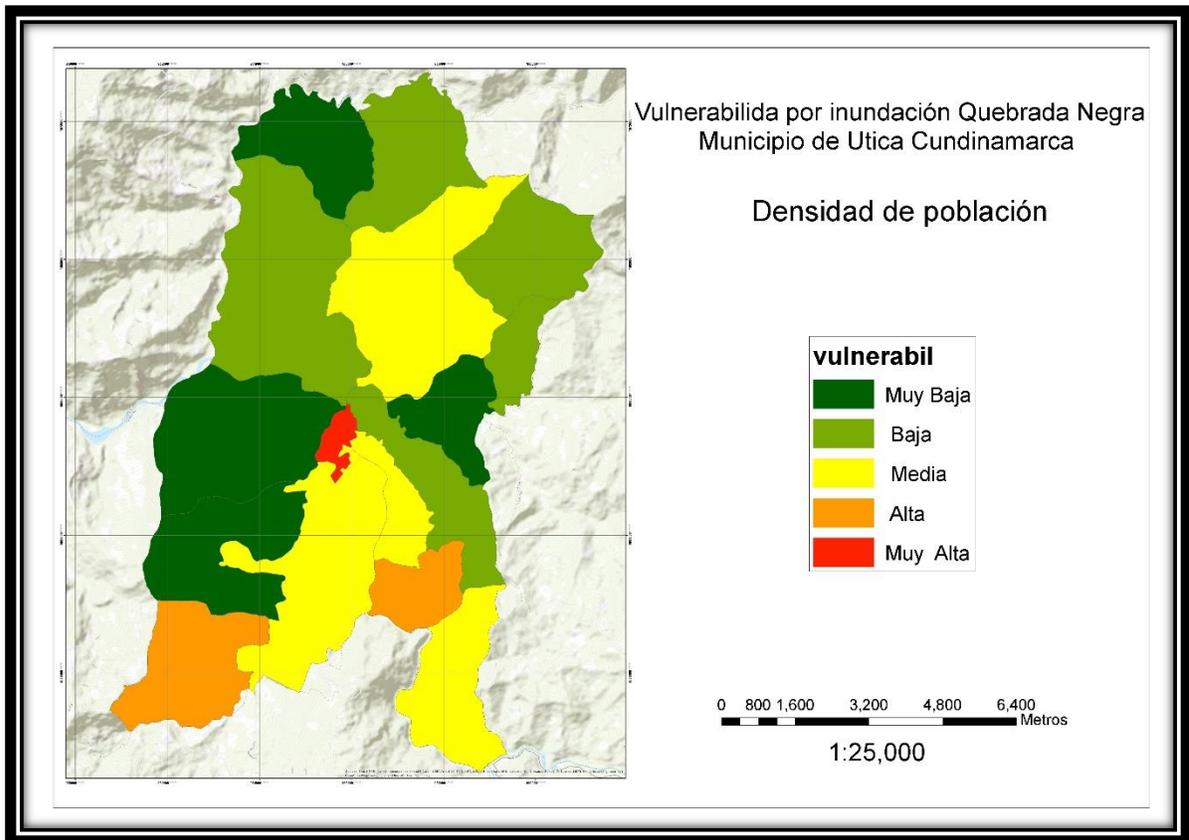
Mapa 7. Vulnerabilidad por inundación según la infraestructura

Densidad de población

Para realizar el cálculo de la vulnerabilidad por densidad de población se utilizó el shape de veredas de Colombia que se encuentra en la página del DANE se realizó con la herramienta Clip al municipio de Útica con el programa ArcGIS y se le agregaron la cantidad de habitantes que se mencionan en el Plan de Desarrollo Municipal de Útica 2020-2023 [21] junto con el Plan de Gestión del Riesgo de Útica del 2012 [22]. Posteriormente se le realizó el cálculo de la densidad y finalmente se le aplicaron los criterios de calificación de vulnerabilidad por el autor en base a lo establecido en el trabajo de grado tomado como base [23].

Densidad (Hab/km ²)	Calificación	Vulnerabilidad
4.384278 - 5.429592	1	Muy Bajo
5.429593 - 10.904790	2	Bajo
10.904791 - 14.433635	3	Medio
14.433636 - 22.740095	4	Alto
22.740096 - 537.344847	5	Muy alto

Tabla 8. Vulnerabilidad por inundación según la densidad de población



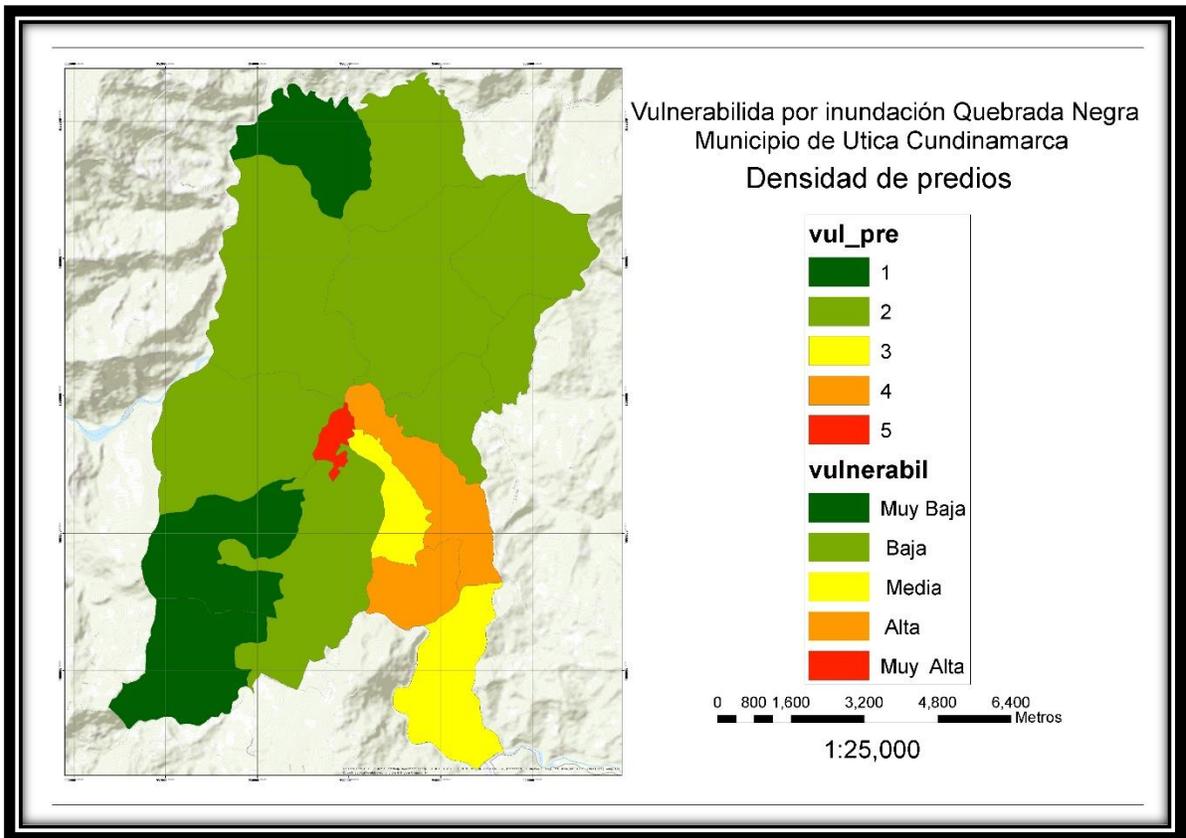
Mapa 8. Vulnerabilidad por inundación según la densidad de población

Densidad de predios

Para este caso se utilizaron los shapes de terreno de zona urbana y zona rural de catastro del IGAC, estos se adaptaron al municipio con la herramienta Clip del programa ArcGIS y se realizó el cálculo de densidad de predios por hectáreas de la vereda a la cual pertenecen y finalmente se le aplicaron los criterios de calificación de vulnerabilidad establecidos por el autor en base a lo estipulado en el trabajo de grado tomado como base [24].

Densidad (pre/Ha)	Calificación	Vulnerabilidad
0.037029 - 0.081194	1	Muy Bajo
0.081195 - 0.138424	2	Bajo
0.138425 - 0.207595	3	Medio
0.207596 - 0.424542	4	Alto
0.424543 - 12.421458	5	Muy alto

Tabla 9. Vulnerabilidad por inundación según la densidad de predios



Mapa 9. Vulnerabilidad por inundación según la densidad de predios

1.3. Riesgos

Finalmente, para la generación del mapa de riesgo se realizó una intersección entre el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad, luego en la tabla de atributos se realizó la multiplicación de los valores de amenaza y vulnerabilidad. Y la clasificación de los datos obtenidos se realizó por medio de ArcGIS con el método Natural Breaks (Jenks) en cinco (5) clases.

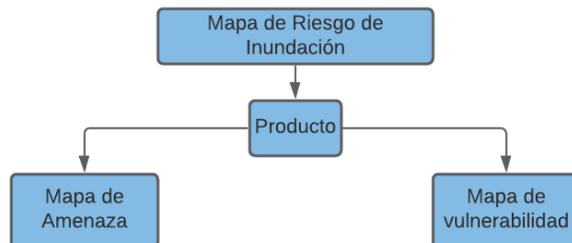
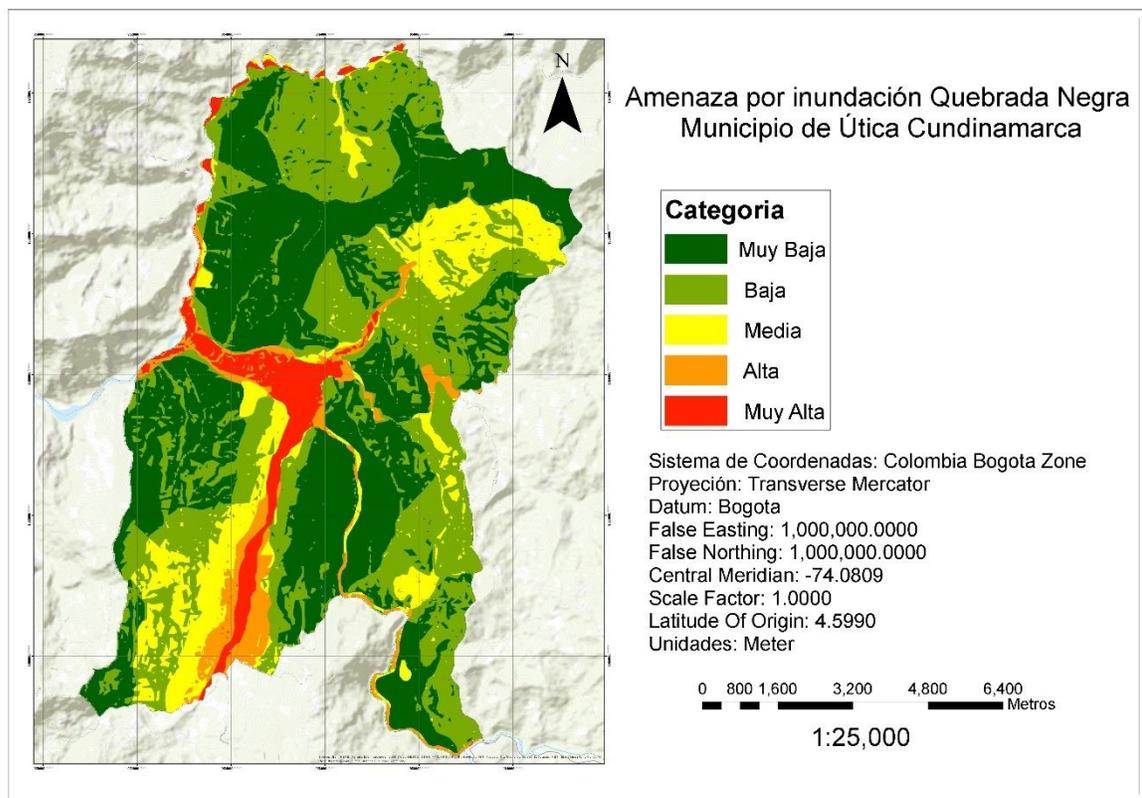


Ilustración 3. Generación mapa de Riesgos

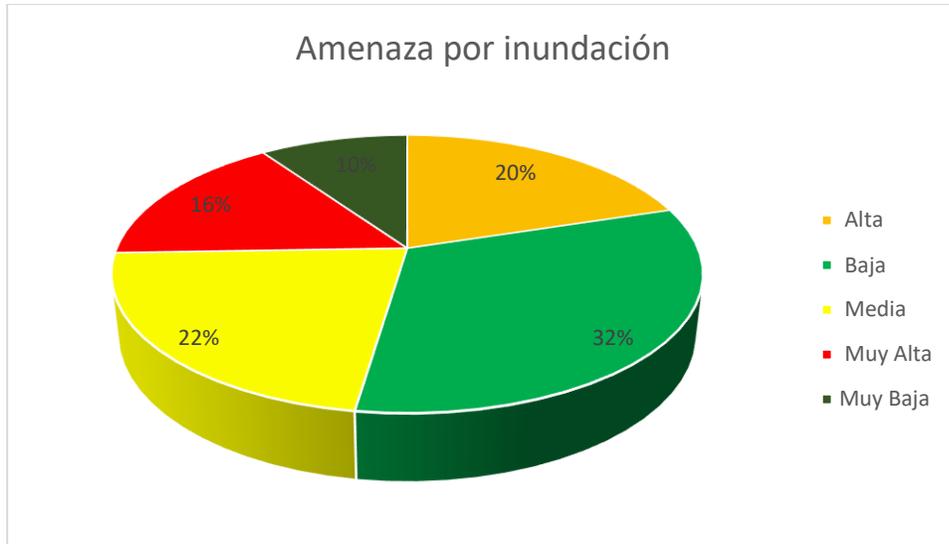
2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

2.1. Mapa de amenaza por inundación de la Quebrada Negra en el municipio de Útica en Cundinamarca



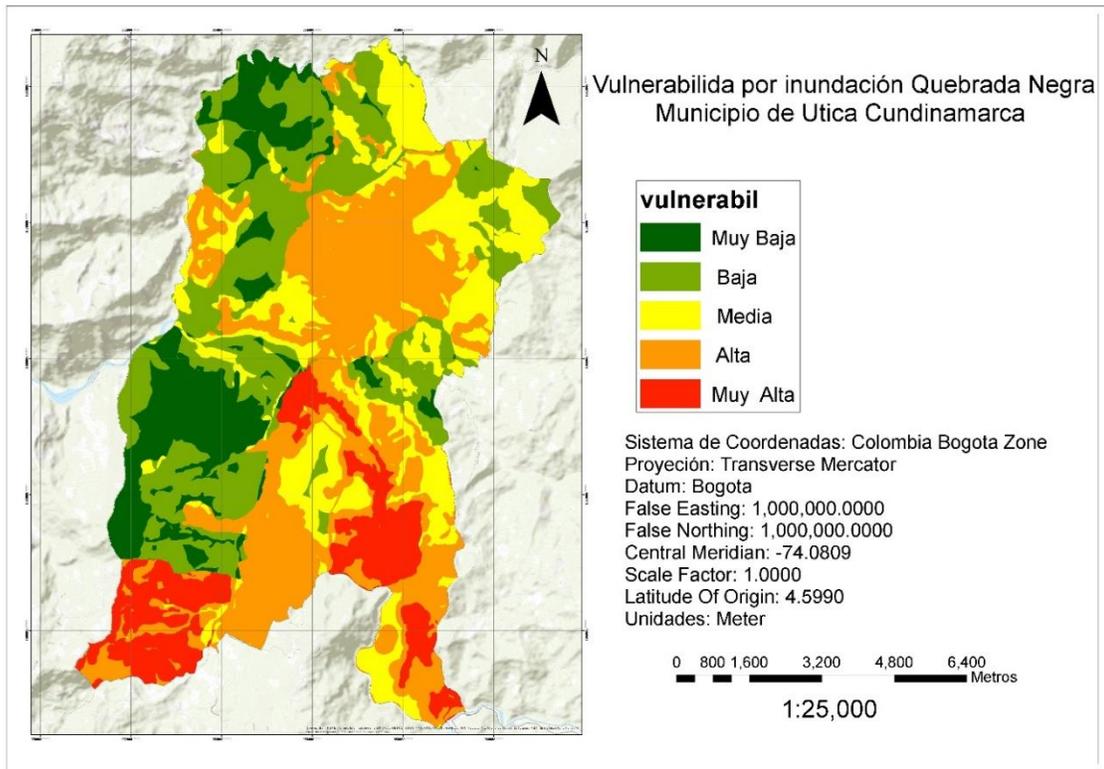
Mapa 10. Mapa de amenaza por inundación de la Quebrada Negra en el municipio de Útica en Cundinamarca

Con este mapa establecemos que la amenaza muy alta que se detecta en el mapa corresponde a la llanura de inundación de la Quebrada Negra y el Río Negro un factor que es geomorfológico además de ser uno de los que más tiene peso para el cálculo para el mapa de Amenaza, los cuales se cruzan en la zona donde se encuentra ubicada la cabecera municipal de Útica, esta zona también es la que tiene pendientes con menor inclinación. También apreciamos que en la mayoría del territorio la amenaza por inundación predominante es baja y lo podemos evidenciar en el siguiente gráfico:



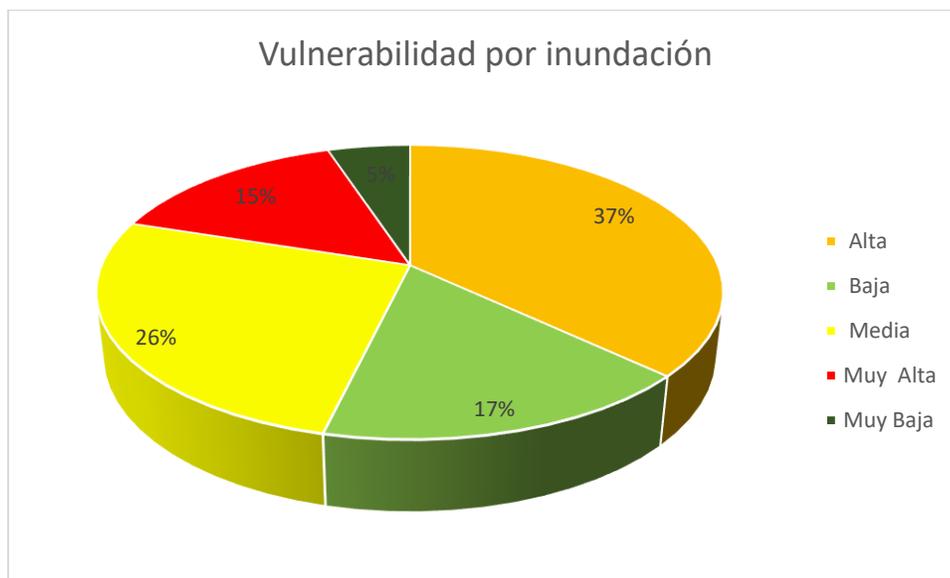
Gráfica 1. Amenaza por inundación

2.2. Mapa de vulnerabilidad por inundación de la Quebrada Negra en el municipio de Útica en Cundinamarca



Mapa 11. Mapa de vulnerabilidad por inundación de la Quebrada Negra en el municipio de Útica en Cundinamarca

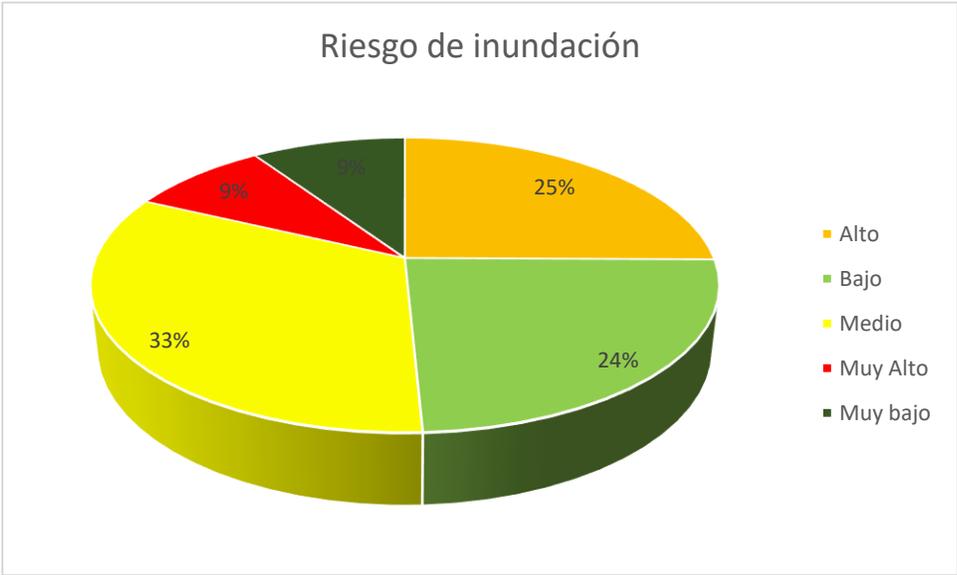
Con este mapa vemos que la vulnerabilidad por inundación es alta en la zona donde se encuentra ubicada la cabecera municipal de Útica, también que la vulnerabilidad predominante es alta que puede deberse principalmente a la densidad poblacional a que fue a uno de los factores que más se le agregó peso para el cálculo y esto lo podemos evidenciar en el siguiente gráfico:



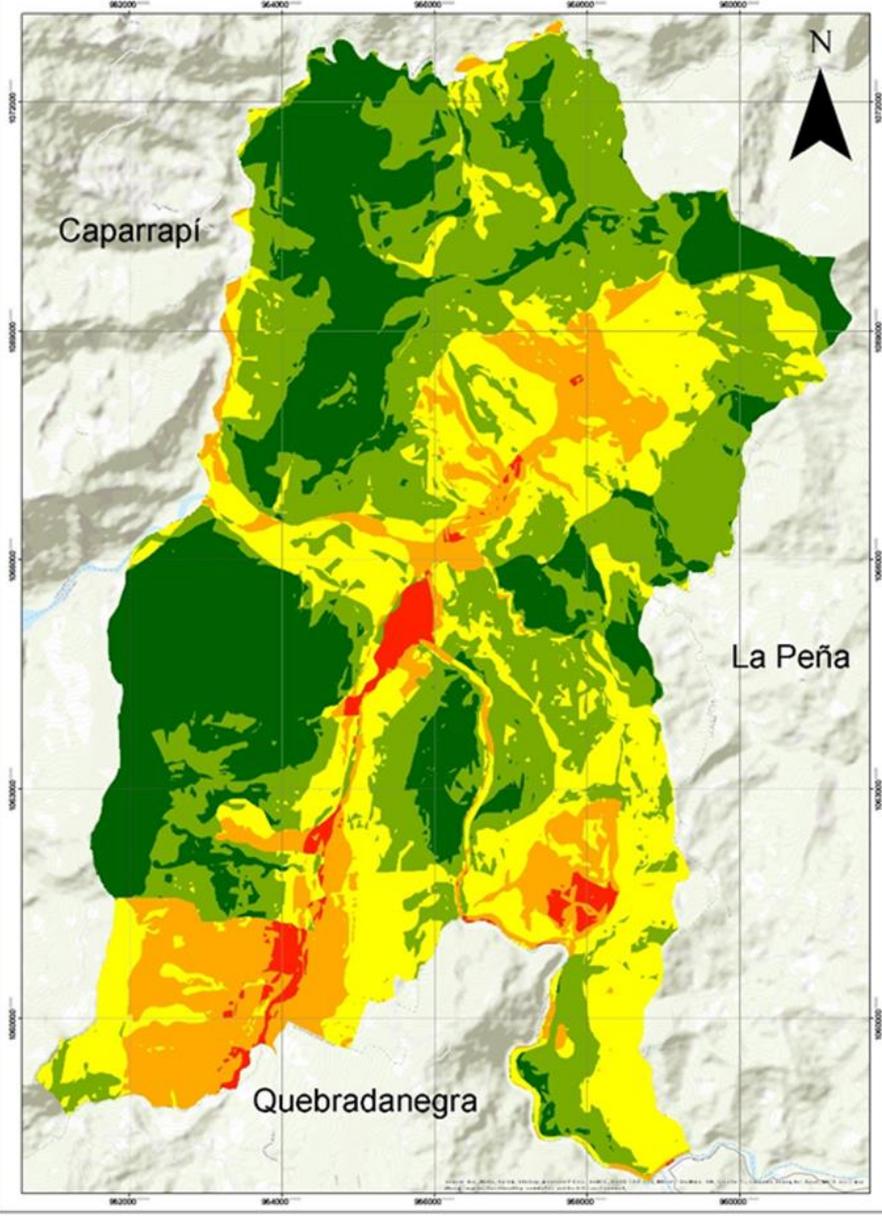
Gráfica 2. Vulnerabilidad por inundación

2.3. Mapa de Riesgos de inundación de la Quebrada Negra en el municipio de Útica en Cundinamarca

El mapa de riesgos obtenido es una aproximación del riesgo de inundación que se presenta por la Quebrada Negra y que pretende pueda ser utilizado como una herramienta complementaria el Plan Nacional de Gestión de Riesgos del municipio de Útica, en el observamos que la cabecera municipal se encuentra en un riesgo muy alto, aunque la mayoría del municipio se encuentra con un riesgo medio de inundación como lo observamos en la siguiente gráfica:



Gráfica 3. Riesgo de Inundación



Mapa de Riesgo por inundación Quebrada Negra Municipio de Útica Cundinamarca

Localización:



Sistema de Coordenadas: Colombia Bogota Zone
 Proyección: Transverse Mercator
 Datum: Bogota
 False Easting: 1,000,000.0000
 False Northing: 1,000,000.0000
 Central Meridian: -74.0809
 Scale Factor: 1.0000
 Latitude Of Origin: 4.5990
 Unidades: Meter

Leyenda:

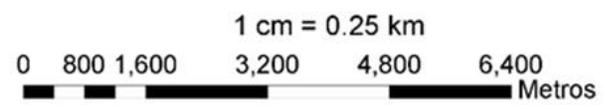


Fuentes:



Autor(a): Angie Marcela Bustos Mosquera

Escala:



1:25,000

3. CONCLUSIONES

El mapa de riesgos que obtuvimos resultante con esta metodología sirve como material de apoyo para realizar futuros estudios sobre el riesgo en el municipio. Además de ser un primer vistazo a los riesgos por inundación que se pueden tener en el municipio debido a la Quebrada Negra.

En el área donde se encuentra la cabecera municipal se observa que el riesgo de inundación es muy alto, por eso es recomendable realizar estudios detallados que incluyan el Río Negro que también circula en la zona.

Muchos municipios podrían implementar esta metodología para realizar sus mapas de riesgo y lograr implementarlos en sus planes de gestión del riesgo, debido a que se conoce que muchos de estos no cuentan con un plan de Riesgos que contenga el conocimiento sobre los riesgos a los que se ven expuestos ya sea por razones como lo son el presupuesto.

Con el software ArcGIS fue posible realizar un mapa de riesgos con una metodología relativamente sencilla, pero aun así es recomendable si se quieren realizar estudios seguir la metodología implementada por el IDEAM que garantiza resultados más precisos y detallados, ya que contempla técnicas con estudios más rigurosos, datos más precisos que son tomados en campo a tempo real y el manejo de modelamientos que reflejan resultados más precisos.

Se evidencia que la geomática es una herramienta clave que se puede implementar en la Gestión del Riesgo, ya que fue posible con herramientas como el software ArcGIS y datos abiertos que se encuentran disponibles realizar un mapa que no necesito de datos que se toman en campo.

Se puede implementar la metodología propuesta por el IDEAM para crear el mapa de riesgos por inundación de todas las cuencas que se encuentran en el municipio, pero esta requiere estudios de campo, datos más específicos de los caudales, softwares que permitan recrear condiciones de inundación y otros elementos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Organización Meteorológica Mundial WMO N-385 (2012). Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO Ginebra 2 Suiza.
- [2] Euscátegui C. y Hurtado G. Análisis del impacto del fenómeno “La Niña” 2010-2011 en la hidro-climatología del país. IDEAM. www.ideam.gov.co/documents/21021/418818/An%C3%A1lisis+Impacto+La+Ni%C3%B1a.pdf/640a4a18-4a2a-4a25-b7d5-b3768e0a768a (25/10/2021)
- [3] Bustamante Hernández N. (09/04/2017) El tiempo <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/explicacion-cientifica-de-la-tragedia-en-mocoo-76390> (29/10/2021)
- [4-5, 7] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2017). Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Inundación IDEAM Bogotá D.C.
- [6,22] Consejo Municipal de Gestión del Riesgo (2012). Plan Municipal de Gestión del riesgo del Municipio de Útica departamento de Cundinamarca. Alcaldía Municipal Útica Cundinamarca.
- [8-9,12,17-20,23-24] Sánchez Mahecha, A.C., y Barrera Guzmán J.K. análisis del riesgo por inundación en el río Tunjuelito en la localidad de Bosa Bogotá D.C. (Trabajo de Grado). (2020). Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca Facatativá. 39 p.
- [10,14] Servicio Geológico Colombiano SGC (2016). Guía Metodológica para estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimiento en Masa. Servicio Geológico Colombiano Bogotá D.C.
- [11] Suarez A.M., Peraldo G., Badilla E. y Obando L.G. (2009) Zonificación geomorfológica para la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la cuenca del río Viejo, Puriscal, Costa Rica. En: Revista Geológica de América Central Vol.41, pp 55-69.
- [13,15] Mora Chinchilla R., Chávez Gamboa J. y Vázquez Fernández M. (2002) Zonificación de la susceptibilidad al deslizamiento: Resultados obtenidos para la península de Papagayo mediante la modificación del método Mora-Vahrson. Servicios Especializados de Laboratorio de Suelos y Rocas, FUNDEVI 0960-00, Vicerrectoría de Investigación 113-A0827, Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.

[16] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2005).
Atlas Climatológico de Colombia IDEAM Bogotá D.C.

[21] Alcaldía Municipal Útica Cundinamarca (2020). Plan de Desarrollo Municipal de
Útica 2020-2023. Útica