

Implementación De La “Guía Metodológica De Evaluación De Daños Y Análisis De Necesidades Ambientales Posdesastre Continental – EDANA C”, En La Vereda Alto Lindo Del Municipio De Aguazul – Casanare.



Luis Gentil Sua Peñaloza

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Básicas
Programa de Geología**

**Director académico
Msc. Ilich Sebastián Villamizar Solano
Director empresarial
José Armando Suárez Sandoval**

Villa del Rosario, Norte de Santander

2024

Implementación De La “Guía Metodológica De Evaluación De Daños Y Análisis De Necesidades Ambientales Posdesastre Continental – EDANA C”, En La Vereda Alto Lindo Del Municipio De Aguazul – Casanare.

Luis Gentil Sua Peñaloza

Director académico

Msc. Ilich Sebastián Villamizar Solano

Director empresarial

José Armando Suárez Sandoval

**Trabajo de grado, modalidad práctica empresarial
Presentado como requisito para optar al título de Geólogo**

Universidad de Pamplona

Villa del Rosario, Norte de Santander

2024

Agradecimientos

En primer lugar, doy gracias a Dios quien me ha ayudado a enfrentar cada reto diario con el fin de cumplir mis sueños de ser Geólogo. A mis padres que siempre me mantuvieron en sus oraciones, a mis hermanos que un día confiaron en mí y decidieron apoyarme, a mi esposa y mi hija que siempre están a mi lado y son el motor para seguir avanzando.

Quiero agradecer a la Universidad de Pamplona por abrirme sus puertas y por formarme como un profesional íntegro y capaz, por haber vivido experiencias enriquecedoras durante mi carrera académica.

También quiero expresar mi agradecimiento a la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - CORPORINOQUIA, donde tuve el privilegio de realizar mis prácticas empresariales, apoyando al área de Ordenamiento Territorial Ambiental y el área de SIG, ahí pude fortalecer mi conocimiento y adquirir nuevos aprendizajes. También agradezco a la alcaldía de Aguazul y al equipo de gestión de riesgo y desastres. Su colaboración y apoyo fueron esenciales para el éxito de mi trabajo de grado y me dejaron una experiencia invaluable para mi carrera profesional.

Finalmente, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una forma u otra, han contribuido a mi crecimiento académico y personal. Este logro es resultado del apoyo y amor de muchas personas a las que siempre llevaré en mi corazón.

Tabla de Contenido

1.	Resumen	6
2.	Introducción	7
3.	Objetivos.....	9
3.1.	Objetivo General.....	9
3.2.	Objetivos específicos	9
4.	Marco De Referencia	10
5.	Marco Teórico	11
6.	Marco Geológico	15
7.	Metodología.....	17
8.	Resultados.....	22
8.1.	Línea Base	22
8.2.	Descripción del evento.....	23
8.2.1.	Movimiento en masas	23
8.3.	Diagnóstico de la zona afectada.....	25
8.3.1.	Identificación en campo del área afectada	28
8.3.2.	Descripción de salida de campo.....	29
8.4.	Categorización del Daño.....	31
8.4.1.	Área de importancia ambiental	31
8.4.2.	Cobertura vegetal.....	33
8.4.3.	Recurso hídrico	37
8.4.4.	Suelo	38
8.5.	Cálculo Del Valor Del Daño Ambiental	40
8.6.	Rango y Categorización Del Daño Final.....	41
8.7.	Estimación Económica Ambiental Del Daño	43
8.7.1.	Análisis De La Información.....	43
8.8.	Análisis De Necesidades Ambientales.....	45
8.8.1.	Restauración Ecológica.....	46
8.8.2.	Rehabilitación Ecológica	46
8.8.3.	Recuperación Ecológica.....	47
9.	Conclusiones.....	48
10.	Referencias.....	49

Lista de Figuras

Figura 1. Localización general.....	10
Figura 2. Deslizamientos y tipos de deslizamientos	13
Figura 3. Mapa de las formaciones geológicas de la zona de estudio	16
Figura 4. Fases para el desarrollo del proyecto.....	17
Figura 5. Mapa topográfico	22
Figura 6. Mapa geológico	23
Figura 7. Mapa remoción en masa.....	24
Figura 8. Área de estudio.....	25
Figura 9. Variables del evento.....	26
Figura 10. Grietas cerca al deslizamiento.....	29
Figura 11. Deslizamiento en zona de estudio.....	30
Figura 12. Visita a las viviendas afectadas.....	31
Figura 13. Mapa de Zonificación de necesidades ambientales.....	32
Figura 14. Mapa de Categorización de necesidades ambientales.....	32
Figura 15. Mapa de distribución poblacional.....	31
Figura 16. Mapa de coberturas Corine Land Cover.....	34
Figura 17. Mapa de categorización de coberturas Corine Land Cover.....	34
Figura 18. Mapa de Recurso hídrico.....	37
Figura 19. Mapa de Categorización del Recurso hídrico.....	37
Figura 20. Mapa de Recurso suelo.....	38
Figura 21. Mapa de categorización de suelo.....	40
Figura 22. Categorización del daño final.....	41
Figura 23. Modelo de elevación digital zona de estudio.....	41

Lista de Tablas

Tabla 1. Ficha Técnica EDANA.....	26
Tabla 2. Categorización de necesidades ambientales.....	33
Tabla 3. Categorización de coberturas Corine Land Cover.....	35
Tabla 4. Categorización del Recurso hídrico.....	38
Tabla 5. Categorización de suelo.....	39
Tabla 6. Rango de daño.....	40
Tabla 7. Categorización final del daño.....	42
Tabla 8. Coberturas asociadas a cada categoría de daño.....	42
Tabla 9. Estimación económica ambiental del daño.....	43
Tabla 10. Necesidades ambientales de restauración ecológica.....	45
Tabla 11. Necesidades ambientales de rehabilitación ecológica.....	46
Tabla 12. Necesidades ambientales de recuperación ecológica.....	46

1. Resumen

Este trabajo tiene como objetivo principal la implementación de la guía metodológica Evaluación De Daños y Análisis De Necesidades Ambientales Posdesastre Continental – EDANA C de con el fin de evaluar los daños y necesidades ambientales causados por el evento ocurrido en la vereda Alto Lindo del municipio de Aguazul - Casanare. Para desarrollar el proyecto se aplicó un amplio proceso cartográfico, haciendo uso de instrumentos de planificación ambiental, un análisis de información de línea base, que permitió categorizar los daños y pérdidas de los ecosistemas y finalmente realizar una estimación económica de la afectación para obtener un análisis de necesidades ambientales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se identificó un evento de remoción en masa en el área de estudio, dando como resultado una categorización alta, media y baja según diferentes variables, dando como resultado de daños y pérdidas ambientales en la zona de estudio un total de 32, 11 de estos han sido categorizadas en alto con un rango de daño de 130,8 para un rango medio de 99,4 y finalmente para el rango bajo de 56,8. También se proyecta la implementación de acciones a partir de la determinación de las necesidades ambientales enfocadas en la restauración ecológica, rehabilitación ecológica, recuperación ecológica, prohibición de la reutilización del terreno, monitoreo estructural, análisis geotécnico, visita periódicas de campo, inventario del estado de las viviendas, Siembras (reforestación), seguimiento y monitoreo satelital, sobrevuelo con dron, estudios y diseños para vía alterna.

Palabras clave: Guía metodológica, EDANA, Casanare

2. Introducción

La implementación de la "Guía Metodológica de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales Posdesastre Continental - EDANA C", proporciona un marco estructurado para evaluar los daños y necesidades ambientales después de un desastre. Esta guía desempeña un papel crucial para comprender el impacto de los desastres en los ecosistemas y para identificar las acciones necesarias para su recuperación. En este contexto, se llevó a cabo un estudio detallado en la vereda Alto Lindo del municipio de Aguazul - Casanare. Para lograr estos objetivos se han desarrollado productos cartográficos, haciendo uso de instrumentos de planificación ambiental, análisis de información de línea base, categorizar los daños y pérdidas de los ecosistemas.

Además, la implementación de la guía metodológica, contribuye a la gestión del riesgo y al desarrollo sostenible. Al comprender mejor los impactos ambientales de los desastres, se pueden implementar medidas preventivas y de manejo adecuadas para reducir la vulnerabilidad y evaluar el riesgo de las comunidades afectadas.

En cumplimiento de las funciones establecidas en el Artículo 31 de la Ley 1523 de 2012 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”, profesionales del Área Técnica de CORPORINOQUIA – Unidad de Gestión del Riesgo de Aguazul se desplazaron a los puntos críticos originados por el movimiento en masa.

Este proyecto se estructuró en cuatro fases bien definidas: desde la recopilación y análisis de la información bibliográfica existente, el levantamiento de la línea base, descripción del evento, el diagnóstico de la zona afectada por medio de visita de campo.

La siguiente fase se realiza con la EDANA C donde se analiza variables y cálculos para categorizar la afectación, la tercera fase consiste en formular y ejecutar medidas y/o acciones a partir de las salidas cartográficas de la metodología, para la correlación entre los servicios

ecosistémicos y las necesidades ambientales. En la última fase se consolidó toda la información de las fases precedentes para el informe final.

3. Objetivos

En el siguiente apartado se presentan los objetivos a realizar en la implementación de la guía metodológica EDANA C.

3.1.Objetivo General

Implementar la guía metodológica de Evaluación De Daños y Análisis De Necesidades Ambientales posdesastre continental EDANA C, en el punto con coordenadas N 5°4'9.6" W 72°38'53.00" ubicado en la vereda Alto Lindo del municipio de Aguazul – Casanare.

3.2.Objetivos específicos

- Generar la delimitación del área de estudio por medio de un análisis cartográfico basado en los sistemas de información geográfica como insumo para establecer la línea base de acuerdo a la guía metodológica EDANA C.
- Determinar la categorización de los daños y pérdidas de los ecosistemas y sus servicios por la ocurrencia del evento.
- Determinar las necesidades ambientales posdesastre de las zonas afectadas a partir de la categorización de los daños y pérdidas.

4. Marco De Referencia

La zona de estudio se encuentra ubicada al nororiente del país en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - CORPORINOQUIA, más exactamente en la vereda Alto Lindo del municipio de Aguazul – Casanare, su punto de referencia tiene como coordenadas N 5°4'9.6" W 72°38'53.00" y está a 42 km del casco urbano del municipio. (Alcaldía de Aguazul Casanare, 2021)

Figura 1. Localización general



Nota. Fuente: Autor

5. Marco Teórico

El siguiente marco teórico establece las bases teóricas y conceptuales para el desarrollo del proyecto:

Gestión del riesgo: Según la ley 1523 del 2012 establece que la gestión del riesgo corresponde a “proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, (rehabilitación y reconstrucción). Esto con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”. (Congreso de Colombia, 2012)

Análisis y evaluación del riesgo: “Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación”. (Congreso de Colombia, 2012)

Evaluación de Daños y Necesidades Ambientales – EDANA C: La "Guía Metodológica de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales Posdesastre Continental – EDANA C" es una herramienta diseñada para facilitar la evaluación de daños y necesidades ambientales en situaciones de riesgo y desastres en entornos continentales. Esta guía proporciona un marco estructurado para determinar el daño, estimar las pérdidas ecosistémicas y analizar las necesidades ambientales y así llevar a cabo una evaluación

integral para llevar a cabo la restauración y conservación del entorno natural. Finalmente, esta metodología permite realizar una evaluación ambiental rápida y unificar los criterios de evaluación, logrando así obtener información veraz y oportuna para la toma de decisiones. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

Daños ambientales: Los daños ambientales pueden definirse como las afectaciones que destruyen, reducen o alteran la cantidad o la calidad de los acervos ambientales, así como de los bienes construidos para aprovechar el capital natural (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, 2014). El daño ocurre durante o inmediatamente después del desastre y se cuantifica en unidades físicas (CEPAL, 2014).

Perdidas ambientales: En el documento del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (2011) señalan que “Evaluación de Daños y Pérdidas ocasionadas por los Desastres” se define las pérdidas como: Cambios de los flujos económicos derivados del desastre. Estos ocurren desde el momento del desastre hasta que se alcanza la recuperación económica y la reconstrucción plenas, y en algunos casos pueden durar varios años (BIRF, 2010). Característicamente las pérdidas incluyen la disminución de la producción de los sectores productivos (agricultura, ganadería, pesquería, industria y comercio) y la reducción de los ingresos y el aumento de los costos de operación de la prestación de servicios (educación, salud, agua y saneamiento, electricidad, transporte y comunicaciones). También se considera como pérdida los gastos imprevistos necesarios para satisfacer las necesidades humanitarias durante la fase de emergencia posterior al desastre. Las pérdidas se expresan en valores corrientes (BIRF, 2010).

Necesidades Ambientales: Es el proceso de investigar más a fondo la situación para entender por qué existe esta brecha en primer lugar. Se analizan los datos que se recogen durante la evaluación de necesidades para determinar qué está contribuyendo o causando la brecha. (Jason K. McDonald & Richard E. West, 2023).

Principales eventos que afectan los ecosistemas continentales: De acuerdo con el documento Impactos de los Eventos Recurrentes y sus Causas en Colombia, se clasifican los eventos que pueden afectar los ecosistemas, a continuación, se describen los que podrían aplicar para el caso de estudio:

- **Movimientos masa:** El Servicio Geológico Colombiano (SGC) define los movimientos en masa como todos aquellos movimientos que se presentan ladera abajo de una masa de roca, detritos o tierras por efectos de gravedad u otros factores detonantes o contribuyentes. El Departamento Nacional de Planeación resalta que estos eventos se incrementan por cambios en el uso del suelo, lluvias intensas de corta duración o prolongadas, y factor antrópico. (DNP, 2018).
- **Deslizamientos traslacionales:** pueden generarse en suelos y rocas, la rotura se da a través de una o varias superficies de falla (estratificación, contacto entre rocas, planos de debilidad) que son planas y se orientan a favor del talud (ladera). deslizamientos traslacionales en suelos y roca debido a las características de la superficie de falla, en los deslizamientos traslacionales la masa se desliza más rápido que en los deslizamientos rotacionales. (Yandry Maldonado, 2020).

Figura 2. Deslizamientos y tipos de deslizamientos



Nota. Deslizamientos traslacionales en suelos y rocas. Fuente: Yandry Maldonado, 2020.

Avenidas torrenciales: Un evento de avenida torrencial se caracteriza por un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Es uno de los movimientos en masa más peligrosos debido a sus características de ocurrencia súbita,

altas velocidades y grandes distancias de viaje. (León Pérez, D. y Pérez Betancourt, J., 2018).

Suelen limitarse a las dimensiones de las barrancas empinadas que facilitan su movimiento hacia abajo. Los escombros y el barro suelen terminar en la base de las laderas y crear depósitos triangulares en forma de abanico, llamados abanicos de escombros, que también pueden ser inestables (DNP, 2018).

Riesgo: Daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural o humano no intencional, en un período de tiempo específico, son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Congreso de Colombia, 2012).

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Congreso de Colombia, 2012).

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.

Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Congreso de Colombia, 2012).

6. Marco Geológico

La zona de estudio se localiza geológicamente sobre las siguientes formaciones: Diablo (Td), San Fernando (Tsf) y Caja (Tc), las cuales se describen a continuación tal como se encuentran depositadas de techo a base concordantemente:

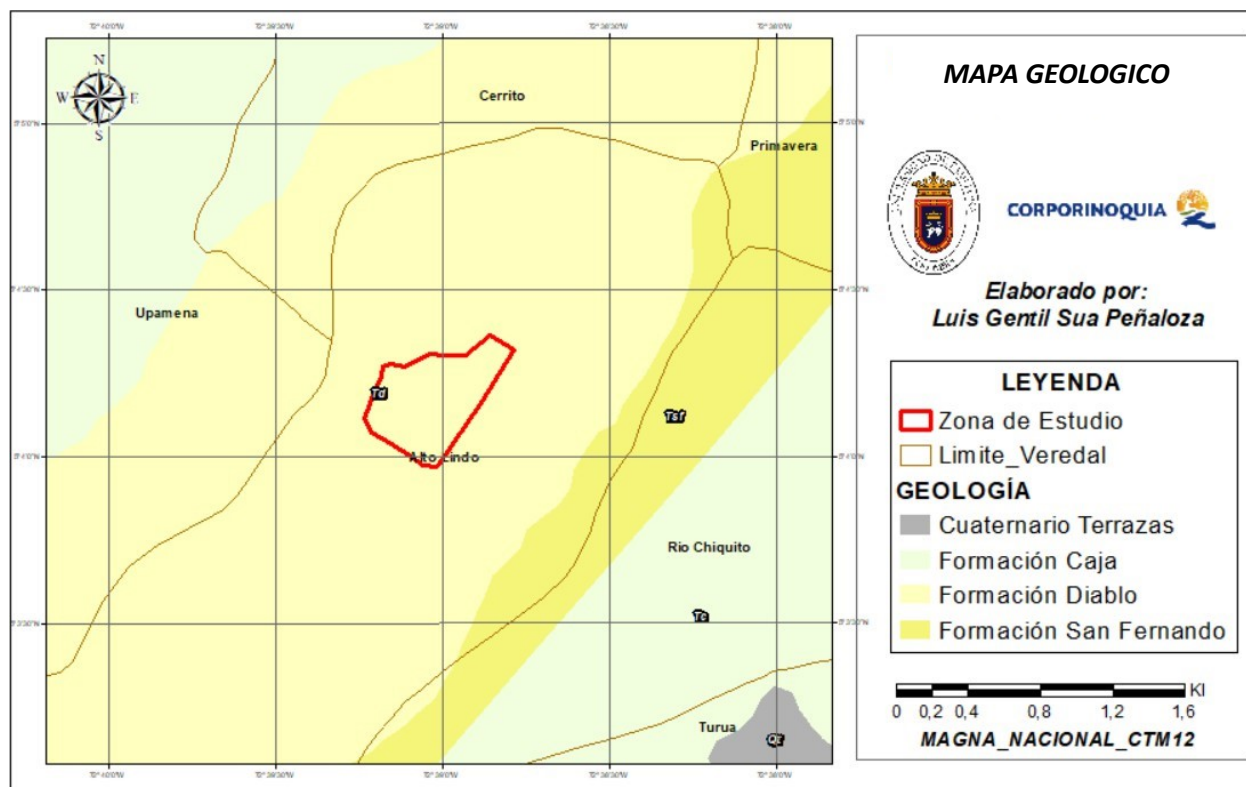
Formación Caja (Tc): Aflora en el piedemonte como una faja alargada en dirección NE - SW, con 18 km de ancho, que atraviesa el extremo oriental del departamento. Está compuesta por una alternancia de limolitas, areniscas blancas a gris amarillentas de grano fino a medio, ocasionalmente conglomeráticas, y conglomerados con cantos de cuarzo, arenisca y chert (hasta de 5 cm de diámetro), con matriz arenosa. En la parte inferior se presentan lentes de carbón de 20 a 50 cm; se le asigna una edad del Mioceno medio a Pleistoceno. (Rodríguez y Ulloa, 1976).

Formación Diablo (Td): Está conformada por un conjunto de areniscas y limolitas que afloran en el Domo de Turubá (Río Cusiana). Aflora en el flanco oriental del Sinclinal de Medina, como una faja de 10 km de ancho, bordeando la Formación La Caja. Está constituida por cuarzoarenitas blancas amarillentas, de grano medio a grueso, en capas muy gruesas, con lentes de conglomerados con cantos de cuarzo, e intercalaciones de arcillolitas grises y limolitas silíceas en capas delgadas. En la parte superior se observa estratificación cruzada. Su espesor aproximado es de 400 m, se ubica en el Mioceno inferior a Mioceno medio. (Rodríguez y Ulloa, 1976).

Formación San Fernando: Está conformada por una serie de limolitas y arcillolitas laminares grises a verdosas, con intercalaciones de arenisca, que afloran en la Mesa de Hernández (extremo norte de la Sierra de la Macarena). Aflora al este del Sinclinal de Medina, como una delgada faja de 1,3 km de ancho, y presenta una morfología ondulada. Está compuesta por arcillolitas grises y cuarzoarenitas de grano medio a grueso, en estratos de 1 a 3 m de espesor, con estratificación cruzada. En la parte inferior y media se presentan esporádicos lentes de carbón que alcanzan los 30 cm. Su espesor oscila entre 800 y 1.000 m, se ubica en el

Oligoceno - Mioceno inferior. (Rodríguez y Ulloa, 1976).

Figura 3. Mapa de las formaciones geológicas de la zona de estudio



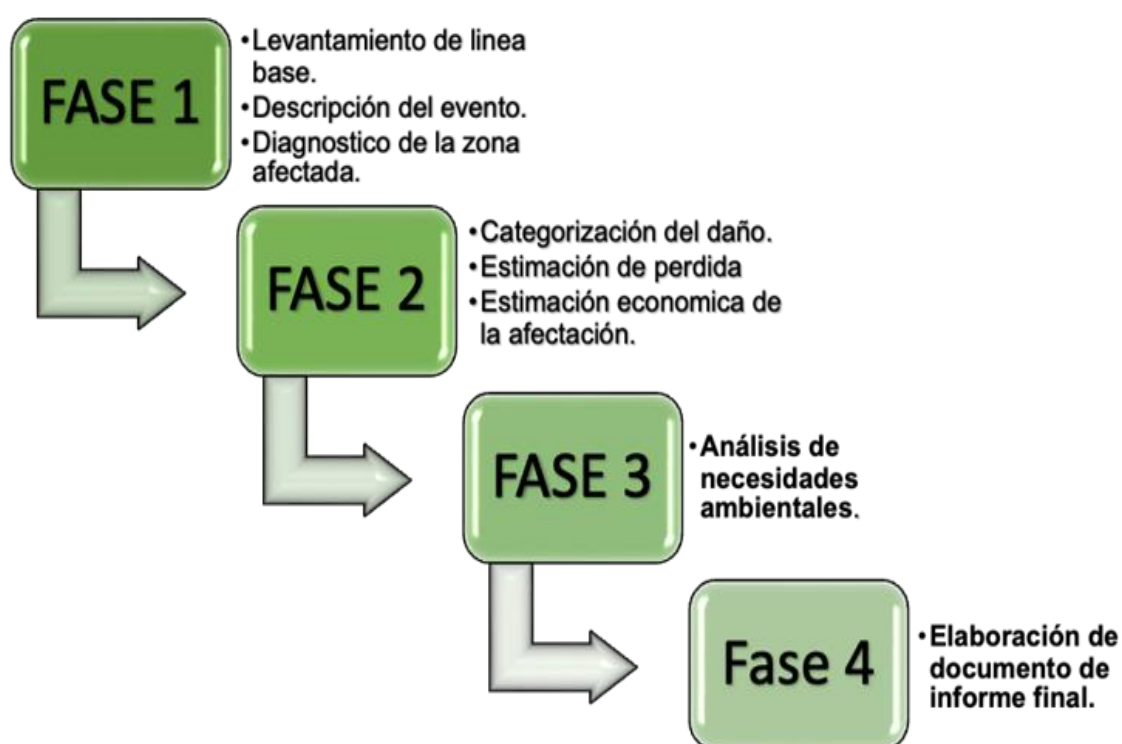
Nota. Mapa geológico tomado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Aguazul.

Fuente: Alcaldía de Aguazul Casanare, 2021 y modificado por el autor.

7. Metodología

Para el desarrollo de la guía se aplicará un proceso cartográfico, donde se hará uso de instrumentos de planificación ambiental con que cuenta la corporación, como el Plan de Ordenación y Manejo - POMCA del río Cusiana, el PBOT del municipio de Aguazul (concertado ambientalmente en el año 2021), geodatabase, entre otros. A continuación, se describen las cuatro fases para la ejecución del proyecto:

Figura 4. Fases para el desarrollo del proyecto



Nota. Fuente: Autor

7.1 FASE 1: En esta fase se llevará a cabo un diagnóstico a partir de información primaria y secundaria para generar un diagnóstico confiable y veraz de los daños e impactos causados. Esta fase se subdivide en los siguientes ítems:

- **Levantamiento de línea base**

Para poder realizar el levantamiento de la línea base, se debe realizar una visita de campo al área de estudio, se debe realizar una revisión bibliográfica exhaustiva del POMCA, el Plan de Ordenamiento Territorial, posibles estudios de fauna y flora que existan en la zona, el Planes de gestión del riesgo y demás documentos con los que cuente la entidad territorial y/o autoridad ambiental.

Adicional a lo anterior se realizará un análisis de información cartográfica que debe contener como mínimo:

- La identificación de las áreas de importancia ambiental.
- La delimitación del área afectada por el evento natural o socio-natural.
- La clasificación de la cobertura vegetal.
- La identificación de especies de flora y fauna.
- Identificación los servicios provistos por el medio ambiente.
- Identificación de los ecosistemas afectados.
- La determinación de los grados de pendiente.
- La Identificación de las fuentes hídricas presentes dentro de la zona afectada.
- La afectación de la calidad del aire.

- **Descripción del evento**

Para el desarrollo de este se debe describir el evento y las actividades que sucedieron, una caracterización previa del estado del área y su posterior resultado luego del fenómeno.

- **Diagnóstico de la zona afectada**

Para esta actividad se deberá realizar una visita de campo que permita identificar el tipo de amenaza que se presentó en la zona, tomando como el levantamiento de la línea base y la descripción del evento, se podrá generar un diagnóstico acertado de lo sucedido en el área de estudio.

7.2. FASE 2:

- **Categorización del daño:**

Este paso se realizará haciendo usos de la EDANA C donde se analizarán las siguientes variables y se realizará un cálculo para categorizar su afectación con el fin de dar mayor validez a los resultados:

- Área de importancia ambiental
- Cobertura vegetal
- Recurso hídrico
- Flora
- Fauna
- Aire
- Suelo

Una vez se analicen las variables y las subvariables, se realizará una descripción detallada para poder generar un análisis cuantitativo y cualitativo con el fin de poder categorizar la afectación en el área y finalmente calcular el valor del daño ambiental a partir de la implementación de la siguiente fórmula que se encuentra en la metodología EDANA C.:

$$D = (Cob * x\%) + (Sue * x\%) + (Rh * x\%) + (Air * x\%) + (Fau * x\%) + (Flo * x\%) + (AIA * x\%)$$

Donde:

Cob: Es el resultado de la variable Coberturas vegetales

Sue: Es el resultado de la variable Suelo

Rh: Es el resultado de la variable Recurso hídrico

Air: Es el resultado de la variable Aire **Fau:**

Es el resultado de la variable Fauna **Flo:** Es

el resultado de la variable Flora

AIA: Es el resultado de la variable Área de Importancia Ambiental

- **Estimación de pérdida:**

Este paso se realiza la identificación de los servicios ecosistémicos afectados, por lo tanto, se debe identificar los ecosistemas afectados y los servicios ecosistémicos de regulación y soporte perdidos como consecuencia del evento natural o socio-natural. Esta identificación permitirá visualizar y dar a conocer la importancia ambiental del área afectada por el evento, adicionalmente, aporta en la estimación económica ambiental de la afectación.

- **Estimación económica de la afectación**

Una vez identificado el servicio ecosistémico afectado, se debe dar un valor cuantitativo, es decir realizar un cálculo monetario en función de la información particular de cada actividad y de la causa del daño ocasionado

7.3. FASE 3:

- **Análisis de necesidades ambientales:**

Se realiza con el fin de formular y ejecutar medidas y/o acciones en el área priorizada a partir de las salidas cartográficas de la metodología, donde se identifica una correlación entre los servicios ecosistémicos y las necesidades ambientales.

7.4. FASE 4:

Se realizará un informe completo con la información primaria y secundaria obtenida del desarrollo de la “Guía Metodológica de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades

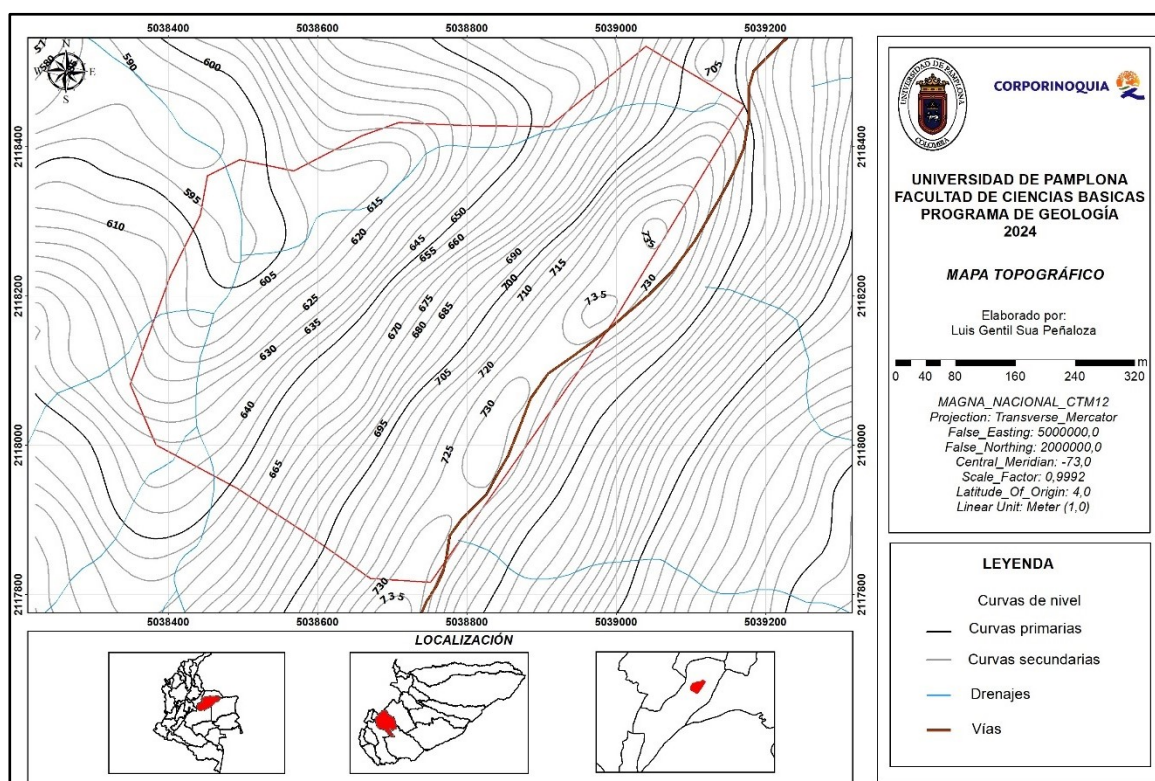
Ambientales Posdesastres Continental – EDANA C”, con el objetivo de contar con un documento tangible y de validez para la toma de decisiones a futuro.

8. Resultados

En atención a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en los cuales se establece adoptar e implementar la Metodología de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales post-desastre EDANA-C se implementó esta metodología para evaluar el impacto ambiental sucedido por la materialización del movimiento en masa ocurrida en la vereda Alto Lindo del municipio de Aguazul - Casanare.

La metodología EDANA-C proporciona directrices para llevar a cabo una evaluación rápida del impacto ambiental en caso de emergencias o desastres. Esto incluye la evaluación inicial de los daños, la identificación y estimación de pérdidas y necesidades ambientales. Esta metodología debe ser implementada por las corporaciones autónomas regionales en colaboración con las alcaldías y gobernaciones, y subsidiando su labor en gestión del riesgo ambiental, a continuación, mapa topográfico con localización de la zona:

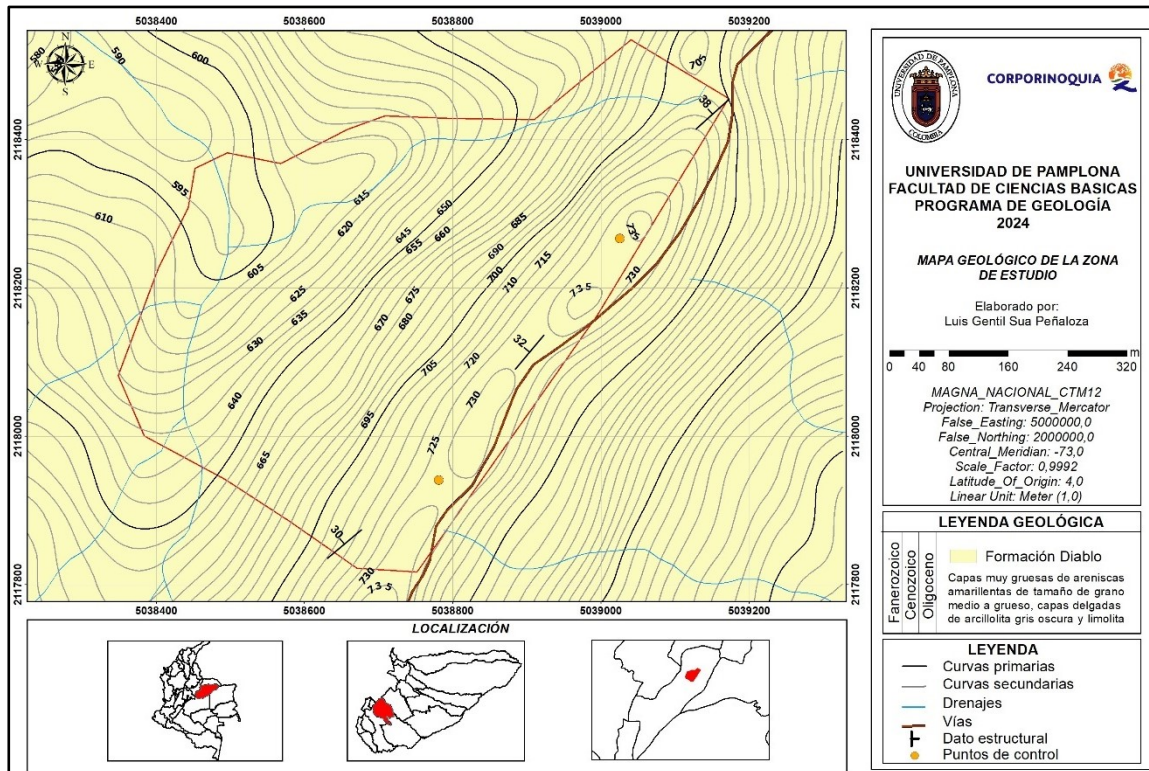
Figura 5. Mapa topográfico



Nota. Mapa topográfico con la distribución de red de drenajes. Fuente: Autor.

En la siguiente figura se observa el mapa geológico realizado de acuerdo a los datos estructurales tomados en campo y los puntos de control:

Figura 6. Mapa geológico



Nota. Mapa geológico de la zona de estudio. Fuente: Autor.

8.1. Línea Base

Con el objetivo de conocer el estado del área afectada antes de que se presentará el evento, se debe recopilar la mayor cantidad de información confiable, este es un paso esencial para la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades, por esto, es indispensable identificar las bases de datos de las áreas de conservación y/o ecosistemas que proveen servicios ecosistémicos.

Para el evento sucedido en el municipio de Aguazul, se tomó como información base el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana (2019), para determinar la cobertura del suelo y el componente hídrico, la clasificación agrológica de los suelos e información secundaria de flora y fauna de los ecosistemas que predominan en la región. (Corporinoquia, 2019).

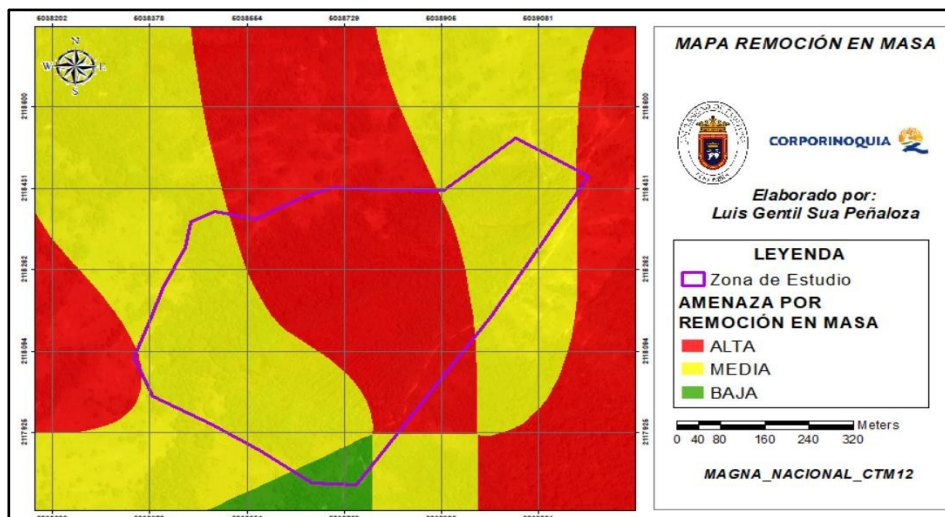
8.2. Descripción del evento

La zona de estudio en la Vereda Alto lindo es caracterizada por poseer suelos de pendiente media a alta, al estar ubicada en el piedemonte llanero es afectado por altas precipitaciones que se presentan en las épocas de invierno; Teniendo en cuenta el informe de visita técnica (Alcaldía de Aguazul, 2022) que se llevó a cabo el pasado 6 de junio de 2022 se presentó la primera remoción en masa después de días de fuertes precipitaciones dejando incomunicados a los habitantes de la parte sur de la vereda Alto lindo, en este primer evento se vieron afectadas un total de 20 hectáreas, pérdida total de una vivienda y daños ecosistémicos, un segundo movimiento se presentó a mediados de julio del presente año en el que se ve afectado un total de 32,11 hectáreas, generando pérdida total de la única vía de acceso a la vereda e incomunicación total de la misma, lo que genera un gran daño teniendo en cuenta que la escuela se encuentra a pocos kilómetros del área afectada; un último movimiento se llevó a cabo el pasado 2 de noviembre del presente año, cabe recalcar que la zona se cataloga en riesgo alto lo que dificulta realizar estudios a detalle.

8.2.1. Movimiento en masas

El área de interés se clasifica como de Amenaza "Media Alta" por Movimientos en Masa, de acuerdo al plan básico de ordenamiento territorial (Alcaldía de Aguazul Casanare, 2021) y tomando en cuenta las características del municipio ya que el 50 % de la topografía del mismo revela zonas de montaña de origen estructural en proceso de formación con pendientes entre 50 y 75% (Alcaldía Municipal de Aguazul Casanare, 2000), este paisaje se conforma por materiales poco consolidados, muy susceptibles a las variaciones climáticas; el origen de estos fenómenos se encuentra ligado a procesos geológicos, hidrometeorológicos, también existen causas asociadas al comportamiento humano que favorecen este tipo de fenómenos como la tala de árboles y vegetación propia de la zona, a continuación se presenta el mapa de remoción en masa, en el cual se usó como insumo la cartografía y estudios preexistentes otorgados por la alcaldía.

Figura 7. Mapa remoción en masa



Nota. Mapa de remoción en masa tomado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Aguazul. Fuente: Alcaldía de Aguazul Casanare, 2021 y modificado por el autor.

A Continuación, se presenta una imagen suministrada por el equipo de gestión del riesgo del municipio de Aguazul, se define según el Servicio Geológico Colombiano (2017) que es un deslizamiento traslacional de tipo planar, ya que en éste se desplazan bloques de roca sobre un plano único con preservación o disgregación de las masas y con los planos de estratificación paralelos a las laderas.

Figura 8. Área de estudio

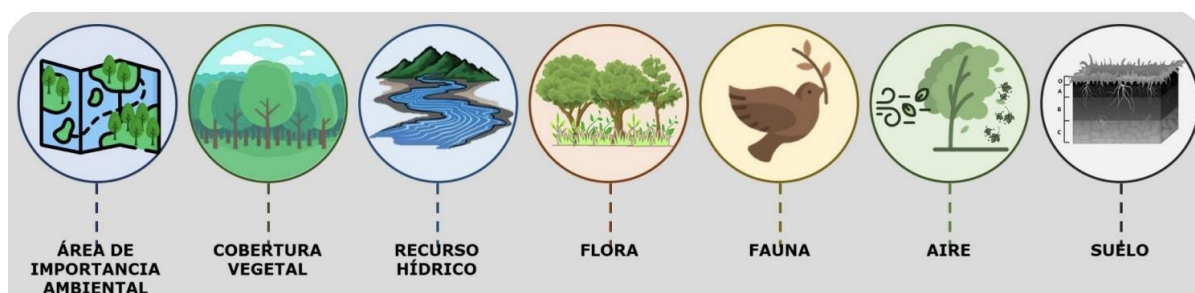


Nota. Tomado del Informe Visita Técnica. Fuente: Alcaldía de Aguazul, 2022

8.3. Diagnóstico de la zona afectada

A partir de la información base y la identificación de la misma en el área de influencia directa del evento se asigna un valor de daño ambiental de acuerdo al nivel de sensibilidad ambiental al cual se somete cada una de las variables. Para el cálculo de cada variable se tuvo en cuenta, de manera general, las afectaciones del evento en cada variable. Para elegir el valor de cada variable se debe contrastar la información del estado del área pre- evento y post- evento, analizando la afectación en cada una. La calificación de las subvariables va de 1 a 3, donde 1 es la afectación baja y 3 la afectación más alta, esto se definió por medio de la metodología de criterio de experto la cual se fundamentó teniendo en cuenta la importancia ambiental y capacidad de recuperación de cada una de las variables respecto a la afectación, la información es representada y procesada en el software ArcGIS 10.8 para realizar la clasificación de las subvariables de acuerdo a su sensibilidad ambiental. El desarrollo del ejercicio está basado en la guía metodológica preliminar de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales posdesastres Continental del Ministerio de Ambiente.

Figura 9. Variables del evento



Nota. Variables a tener en cuenta. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021

Tabla 1.

Ficha Técnica EDANA C.

Procedimiento de reporte de Evaluación de Daños y Análisis Necesidades Ambientales posdesastre Continental EDANA C						
Proceso: Gestión del Riesgo						
Versión: 5	Vigencia: /2022					
Descripción General del evento						
Nombre del responsable de datos		Fecha de inspección	18	10	2023	
Entidad	CORPORINOQUIA	Fecha de Evento	6	6	2022	
Tipo de Evento	MOVIMIENTO EN MASA	Nivel (UNGRD)	I	II	III	IV
Departamento	CASANARE	Municipio	Aguazul			
Veredas	ALTO LINDO	Coordenadas	N	5°4'9.6" N	W	72°38'53.00 "W
Factor detonante del evento	Altas Precipitaciones					
Estado del evento	Activo					
Zona de importancia Ambiental	Zona de conservación					
Variable	Línea Base	Diagnostico	Valor	Servicio Ecosistémico	Necesidades Ambientales	
Área de importancia Ambiental	Recuperación	Recuperación	3	Regulación climática	Restauración ecológica	
Tipo de Cobertura de la tierra	Bosque abierto	Bosque denso	3	Fijación y almacenamiento de carbono	Restauración ecológica	
	Bosque fragmentado	Bosque fragmentado	3	Amortiguación de perturbaciones	Restauración ecológica	
	Pastos arbolados	Pastos arbolados	2	Control de la erosión	Rehabilitación ecológica	
	Pastos enmalezados	Pastos enmalezados	1	Fertilidad del suelo	Rehabilitación ecológica	
	Tierras desnudas y degradadas	Tierras desnudas y degradadas	1	Fijación y almacenamiento de carbono	Recuperación ecológica	
Fauna	Especies Nativa	Especies Nativa	1	Equilibrio ecológico	Restauración ecológica	
Flora	Especies Nativa	Especies Nativa	1	Control de la erosión	Recuperación ecológica	

Recurso Hídrico	Cuenca Alta - Drenaje Sencillo Intermitente	Cuenca Alta - Drenaje Sencillo Intermitente	2	Regulación hídrica	Rehabilitación ecológica
Suelo	Clase VII	Clase VII	3	Amortiguación de perturbaciones	Rehabilitación ecológica
Estimación económica ambiental del daño					
Categorías	Hectáreas	Actividades orientadas a la recuperación			
Alta	13,500	Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno.	Valor Actividad \$	\$ 985.703,40	
		Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno.	Valor Actividad \$	\$ 985.703,40	
		monitoreo estructural	Valor Actividad \$	\$ 6.720.705,00	
		Análisis geotécnico	Valor Actividad \$	\$ 6.720.705,00	
		Inventario del estado de las viviendas s	Valor Actividad \$	\$ 283.184,89	
SUBTOTAL ALTA				\$ 15.696.001,7	
Media	4,500	Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno.	Valor Actividad \$	\$ 98.570,3	
		monitoreo estructural	Valor Actividad \$	\$ 1.344.141,0	
		Inventario del estado de las viviendas s	Valor Actividad \$	\$ 94.395,0	
SUBTOTAL MEDIA				\$ 1.537.106,3	
Baja	14,560	Visitas periódicas de campo	Valor Actividad \$	\$ 305.420,1	
		Siembras (reforestación)	Valor Actividad \$	\$ 24.296.580,7	
		Sobre vuelo dron	Valor Actividad \$	\$ 244.899,2	
SUBTOTAL BAJA				\$ 24.846.900,0	

Valoración Global Actividades \$

Valoración Económica Ambiental Total Actividades \$
\$42.080.008

Nota. Esta tabla contiene la información requerida para la valoración económica ambiental.

8.3.1. Identificación en campo del área afectada

En el sector, actualmente se evidencia el avance progresivo del movimiento en masa tipo deslizamiento traslacional planar, debido a las continuas lluvias que se registran en el área rural y urbana del municipio de Aguazul, para esta visita de monitoreo se evidencian nuevos sectores afectados y una extensión aproximada de 7 a 8 metros suelo, caída de bloques y desplazamiento, cabe recalcar que el último desplazamiento se llevó a cabo el día 2 de noviembre del 2023. Es de anotar que esta nueva actividad logró que 4 viviendas presentarán afectaciones y quedarán inmersas dentro del área directa de influencia de riesgo del evento natural; la vía de acceso a la vereda se convirtió en un camino de herradura donde solo es transitable por semovientes y de manera peatonal, así mismo, debido a las características del sendero y en referencia a las precipitaciones incrementa la dificultad para transitarlo.

El factor detonante para el evento es la infiltración de las aguas de escorrentía y subterráneas que provoca la inestabilidad del macizo, así como a los factores contribuyentes que tienen relación directa con las características naturales del terreno, como lo son la topografía, la composición litológica y las propiedades geomecánicas del sector, a su vez las diferentes actividades que perturban el equilibrio del medio ambiente. Es de recalcar que en la zona no se llevan obras de arte que ayuden a el control sobre la evacuación de las aguas lluvias y canalización de los cursos de agua permanentes y temporales, lo que permitió el libre flujo y su posterior infiltración, provocando la inestabilidad de la ladera.

8.3.2 Descripción de salida de campo

Se realizó recorrido por la vereda Alto Lindo, en donde se contó con el acompañamiento de la comunidad, en dicho recorrido se pudo identificar que el terreno se encuentra activo, es decir en

desplazamiento, esto teniendo en cuenta que, desde el último seguimiento, se ha perdido aproximadamente 6 metros desde el límite del talud, a su vez, se identificaron grietas de tipo transversal en la corona del deslizamiento, según el Servicio Geológico Colombiano (2017) las grietas transversales son aquellas que se encuentra de forma perpendicular a la dirección del deslizamiento, estas se pueden observar en la corona del deslizamiento.

Figura 10. Grietas fotografiadas en campo



Nota. Grietas de tipo transversal en la corona del deslizamiento. Fuente: Autor.

Se logró observar la magnitud del evento su tipo de deslizamiento traslacional planar, la cual se encuentra la formación Diablo (Td) que esta conformado en la base por arcillolitas rojizas y lodolitas color gris oscuro, en el techo se encuentra grandes niveles de arenisca cuarzosa de grano medio a grueso de color amarillento a blanco, su estratificación es planoparalela.

Figura 11. Deslizamiento en zona de estudio



Nota. Fotografía en campo donde se evidencia la magnitud del deslizamiento y la inclinación de los estratos a favor de la pendiente. Fuente: Autor

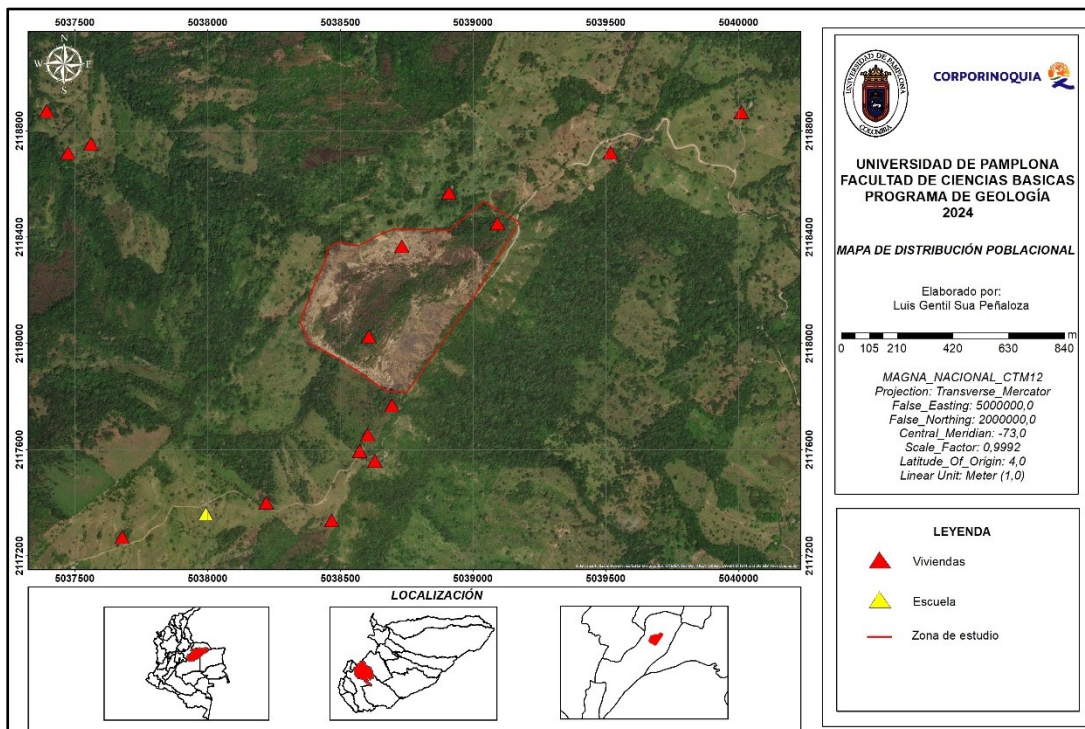
En la visita se logró recolectar información con la comunidad sobre los eventos ocurridos, las afectaciones a las viviendas y todo el daño que la comunidad ha sufrido a raíz de este evento, de las 4 viviendas en riesgo inminente una ya logró desalojar las demás aún se encuentran viviendo en la zona, a continuación, se presentan imágenes de las visitas a las viviendas, a la derecha una vivienda afectada y a la izquierda una vivienda desalojada.

Figura 12. Visita a las viviendas afectadas



Nota. Fuente: Autor.

Figura 13. Mapa de distribución poblacional



Nota. Mapa de distribución poblacional con viviendas en color rojo y la escuela en amarillo. Fuente: Autor.

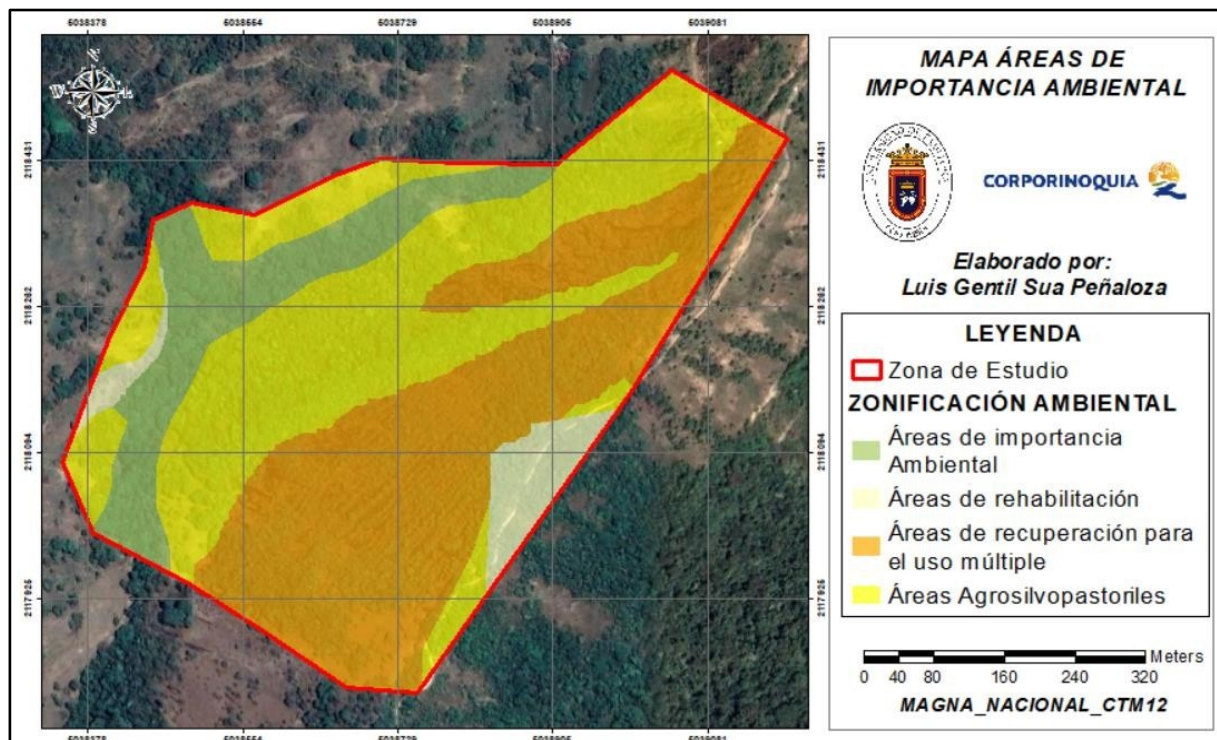
8.4. Categorización del Daño.

Para llevar a cabo la categorización de los diferentes daños, se utilizó como insumo la información cartográfica relacionada con la actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Cusiana.

8.4.1. Área de importancia ambiental

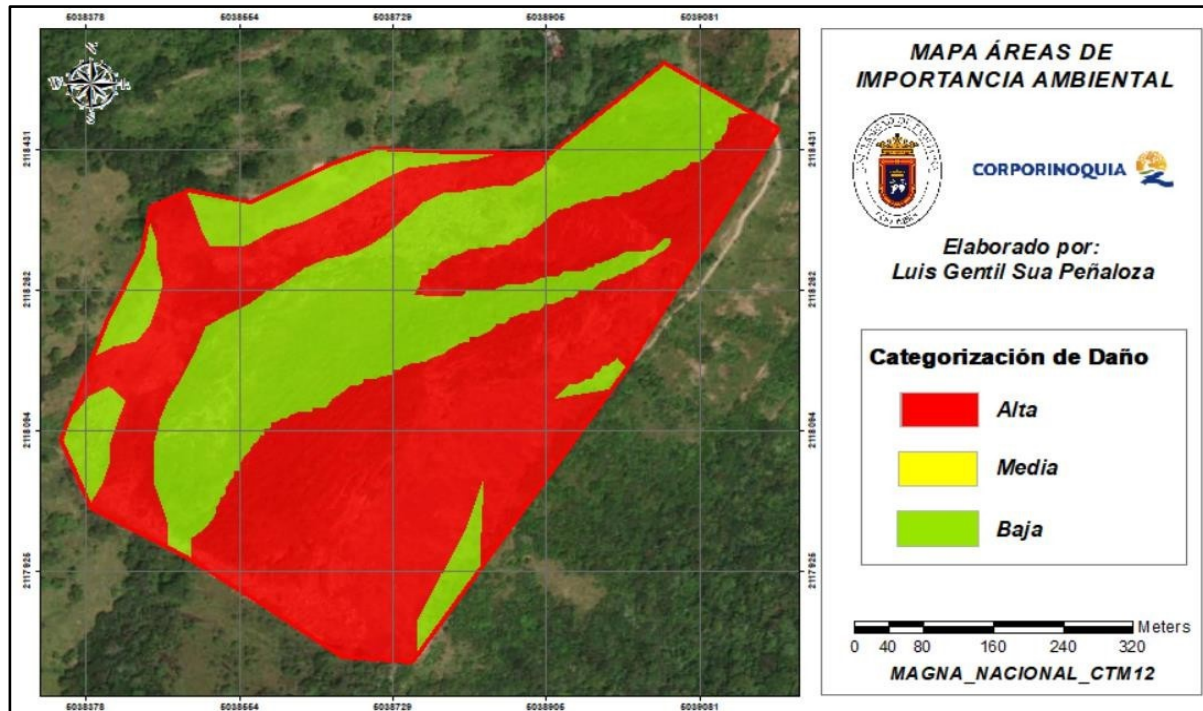
Áreas con una especial protección entendidas en dos grandes pilares: las áreas de ecosistemas estratégicos y otras áreas de interés; el primero consiste en identificar aquellos ecosistemas que representan una oferta de bienes y servicios ambientales indispensables para el desarrollo humano; en estas áreas recae el equilibrio de los procesos ecológicos de regulación del clima. El segundo, es el producto del análisis de las coberturas naturales de la tierra, reconociendo con ellas, aquellas áreas de importancia estratégica que puedan suplir las necesidades de la comunidad en cuanto a disponibilidad del recurso hídrico. (POMCA CUSIANA 2019).

Figura 14. Mapa de Zonificación de necesidades ambientales



Nota. Mapa zonificación ambiental tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Figura 15. Mapa de Categorización de necesidades ambientales



Nota. Mapa categorización del daño tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Tabla 2.

Categorización de necesidades ambientales.

Variable	Sub Variable	Descripción	Calificación	Categoría Afectación
	Área de Rehabilitación	Se enfoca en el restablecimiento de manera parcial de elementos estructurales o funcionales del ecosistema deteriorado, así como de la productividad y los servicios que provee el ecosistema, a través de la aplicación de técnicas. Tiene por objeto reparar la productividad o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales.	3	Alta
	Área de importancia ambiental	Corresponden a ecosistemas que han venido siendo priorizados en diferentes iniciativas nacionales, regionales y locales de conservación in situ en el marco del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, así como las Áreas de Especial Importancia Ecosistémica definidas en las diferentes políticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Páramos, Humedales, etc.).	3	Alta

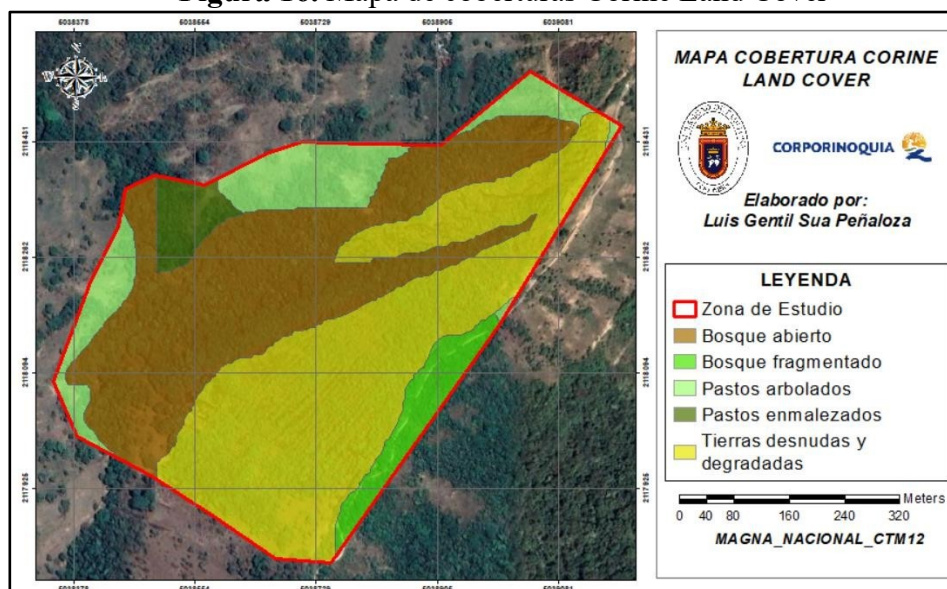
Área de importancia ambiental	Área de recuperación para el uso múltiple	La recuperación: tiene como objetivo retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de servicios diferentes a los del ecosistema original. A través de ésta, se reemplaza un ecosistema degradado por otro productivo, pero estas acciones no llevan al ecosistema original. Incluye técnicas como la estabilización, el mejoramiento estético y por lo general, el retorno de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto regional.	3	Alta
	Áreas agrosilvopastoriles	Corresponden a aquellas áreas, cuyo uso agrícola, pecuario y forestal resulta sostenible, al estar identificadas como en la categoría anterior, bajo el criterio de no sobrepasar la oferta de los recursos, dando orientaciones técnicas para la reglamentación y manejo responsable y sostenible de los recursos suelo, agua y biodiversidad que definen y condicionan el desarrollo de estas actividades.	1	Baja

Nota. Esta tabla contiene la información de la categoría de afectación por áreas de importancia ambiental, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

8.4.2. Cobertura vegetal

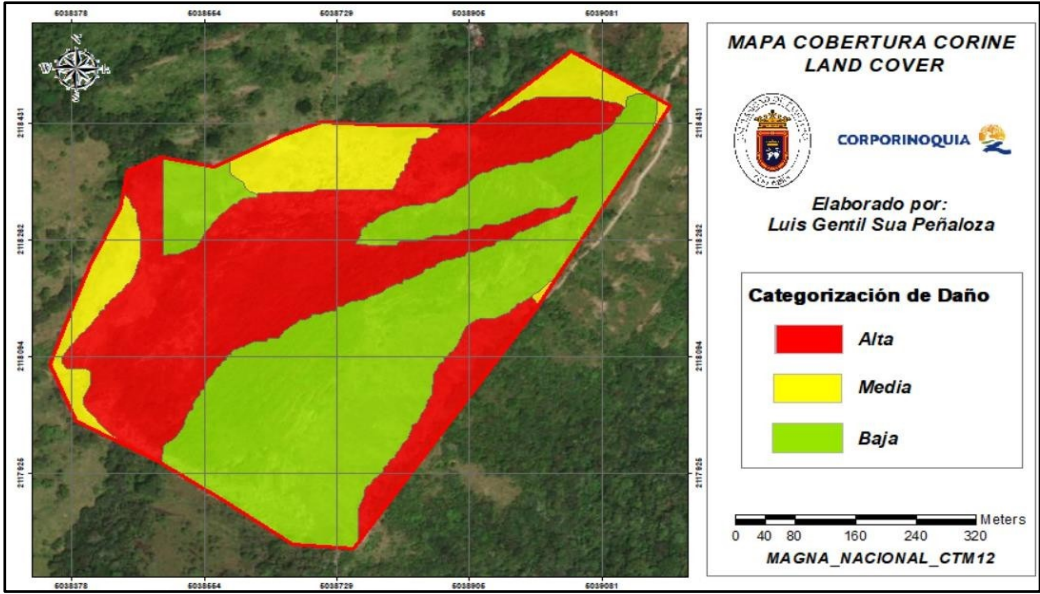
Permite tener información consolidada respecto al tipo de vegetación presente y el uso actual que se esté dando:

Figura 16. Mapa de coberturas Corine Land Cover



Nota. Mapa de coberturas tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Figura 17. Mapa de categorización de coberturas Corine Land Cover



Nota. Mapa categorización de daño por coberturas tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Tabla 3.

Categorización de coberturas Corine Land Cover.

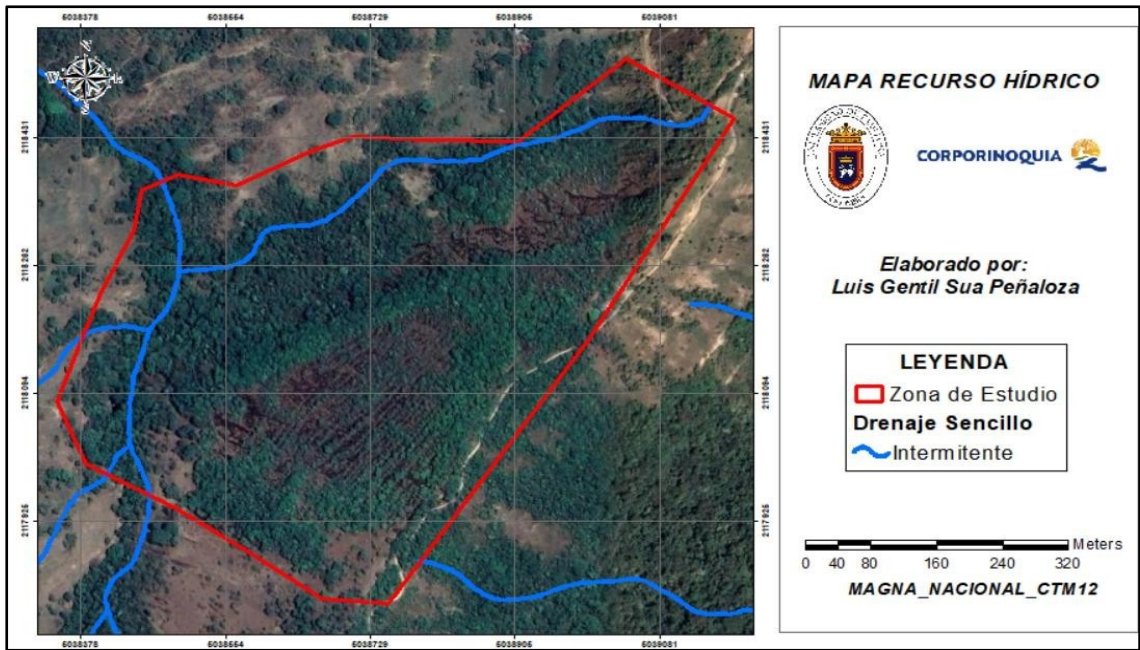
Variable	Sub Variable	Descripción	Calificación	Categoría Afectación
Cobertura Corine Land Cover	Bosque abierto alto de tierra firme	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros y cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. Se exceptúan de esta unidad los bosques fragmentados, los cuales se clasifican en la unidad 3.1.3. Se subdividen de acuerdo con la altura de los árboles y según la condición de inundabilidad general del terreno donde se localizan.	3	Alta

	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.	3	Alta
	Pastos arbolados	Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos. En Colombia, se ubican en general sobre áreas planas ganaderas de climas cálidos.	2	Media
	Tierras desnudas y degradadas	Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas. En Colombia, la unidad se localiza principalmente en las áreas planas de la región Caribe y en las planicies de los valles de los ríos Magdalena.	1	Baja
	Pastos enmalezados	Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.	1	Baja

Nota. Esta tabla contiene la información de la categoría de afectación por coberturas, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

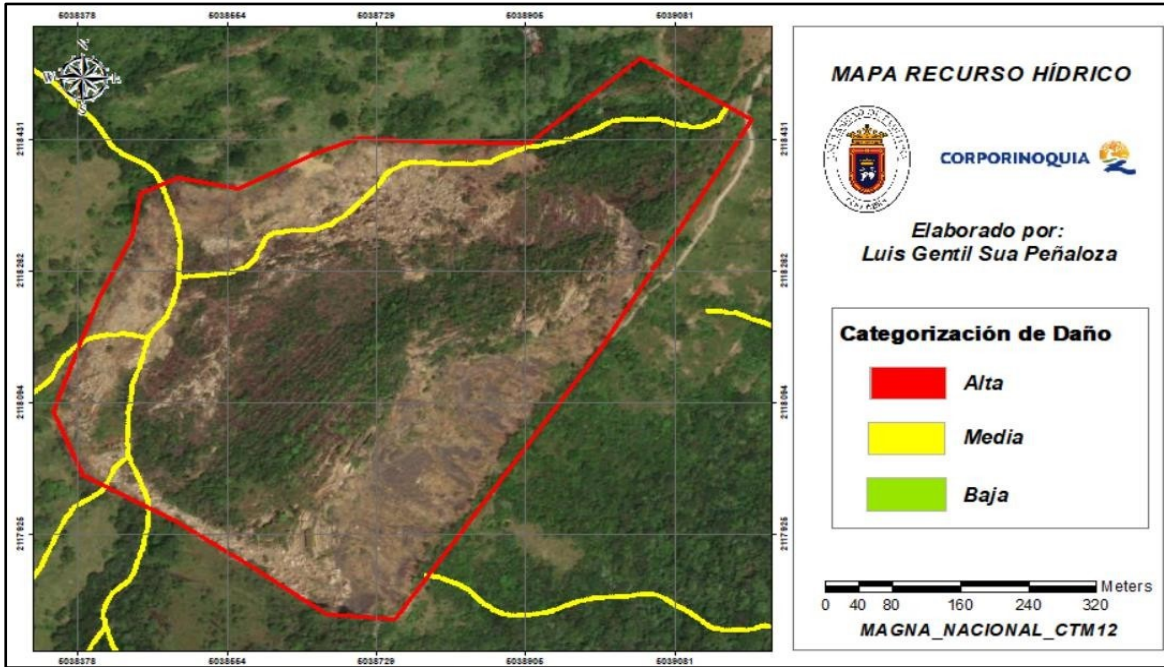
8.4.3 Recurso hídrico

Figura 18. Mapa de Recurso hídrico



Nota. Mapa recurso hídrico Tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Figura 19. Mapa de Categorización del Recurso hídrico



Nota. Mapa categorización de daño por recurso hídrico tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Tabla 4.

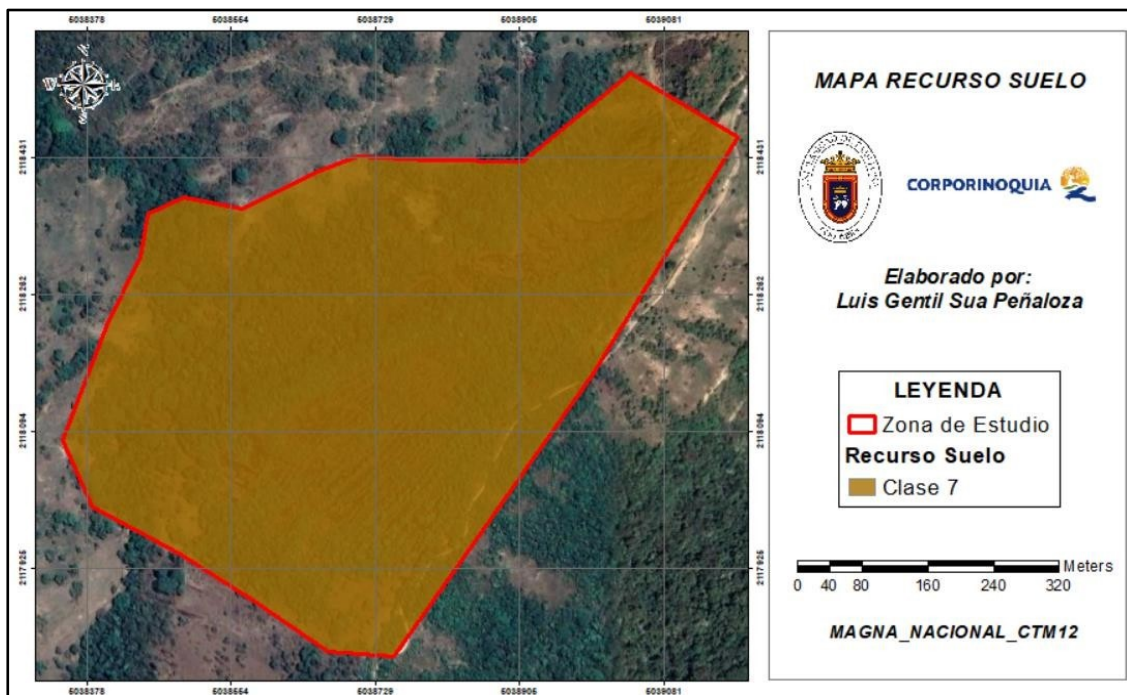
Categorización del Recurso hídrico.

Variable	Sub Variable	Descripción	Calificación	Categoría Afectación
Recurso Hídrico	Cuenca Alta - Drenaje Sencillo Intermitente	Se refiere a la presencia de fuentes hídricas en la zona de influencia de un desastre, esto con el fin de determinar la posibilidad de afectación en la ronda hídrica y/o la afectación a la calidad del recurso.	2	Media

Nota. Esta tabla contiene la información de la categoría de afectación por recurso hídrico, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

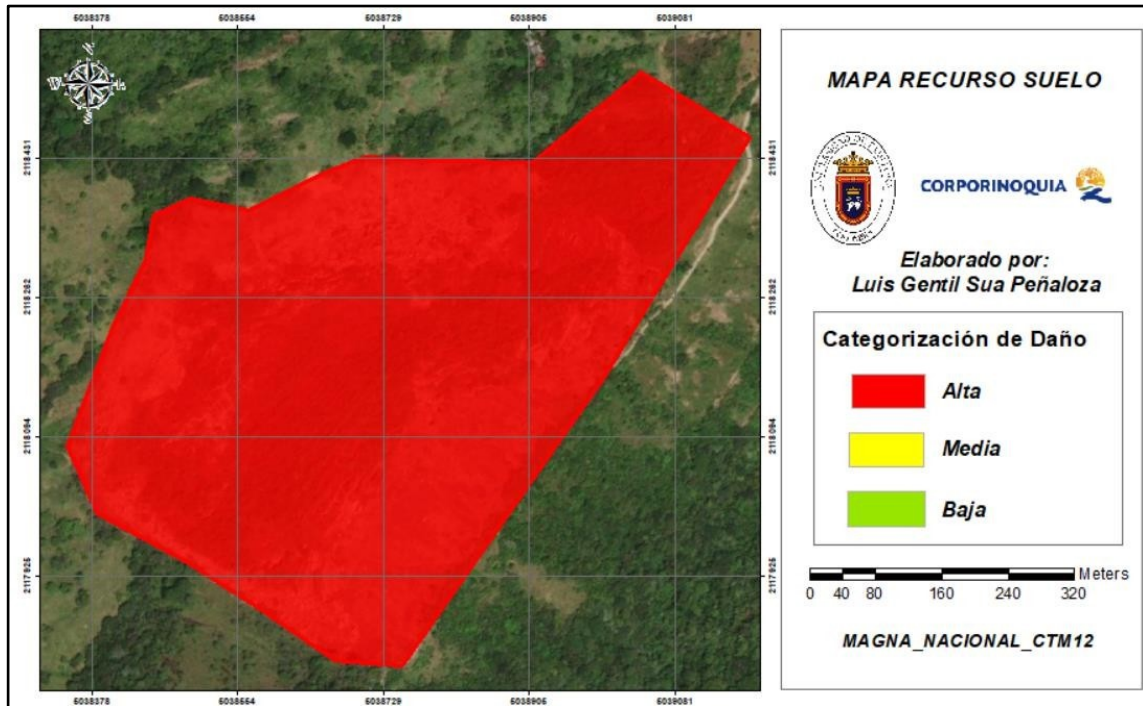
8.4.4 Suelo

Los planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) requieren para su elaboración el análisis del componente suelo, si bien no para conocer los elementos que forman el mosaico edáfico de la unidad hidrológica, sino para definir la capacidad de uso de las tierras e identificar los conflictos de uso generados en relación con este recurso, el alcance de estos propósitos se traduce en la necesidad de representar la distribución espacial de las clases de tierras a una escala cartográfica con la exigencia señalada por la Autoridad Ambiental.

Figura 20. Mapa de Recurso suelo

Nota. Mapa de suelo tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Figura 21. Mapa de categorización de suelo



Nota. Mapa categorización de daño por recurso suelo tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Tabla 5.

Categorización de suelo.

Variable	Sub Variable	Descripción	Calificación	Categoría Afectación
Recurso Suelo	Clase VII	Se caracterizan por pendientes mayores del 25% y restricciones muy fuertes por pedregosidad, rocosidad, baja fertilidad, suelos muy superficiales, erosión severa y limitantes químicas como pH fuertemente ácido. Son áreas de protección que deben permanecer cubiertas por vegetación densa de bosque. Su principal uso es la protección de suelos, aguas, flora y fauna. Solo son aptos para mantener coberturas arbóreas permanentes.	3	Alta

Nota. Esta tabla contiene la información de la categoría de afectación por recurso suelo, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

8.5 Cálculo Del Valor Del Daño Ambiental

Para el cálculo del daño ambiental, se multiplica el valor de cada variable por el ponderado representativo de cada una de estas, la fórmula para determinar el valor del daño ambiental es:

$$D = (Sue * 14.2\%) + (Cob * 14.2\%) + (AIA * 14.2\%) + (RH * 14.2\%) + (Flo * 14.2\%) + (Fau * 14.2\%)$$

Donde:

Sue: Es el resultado de la variable Suelo

Cob: Es el resultado de la variable Coberturas vegetales

AIA: Es el resultado de la variable Área de Importancia Ambiental

RH: Es el resultado de la variable Recurso hídrico

Flo: Es el resultado de la variable Flora

Fau: Es el resultado de la variable Fauna

8.6 Rango y Categorización Del Daño Final

El resultado del daño ambiental producto del movimiento en masas, se ubica dentro de un rango de daño, para posteriormente determinar la categoría de daño del área afectada, esto se lleva a cabo mediante el proceso cartográfico que se lleva a cabo en el software ArcGis. Los valores del rango de daño son los siguientes:

Tabla 6.

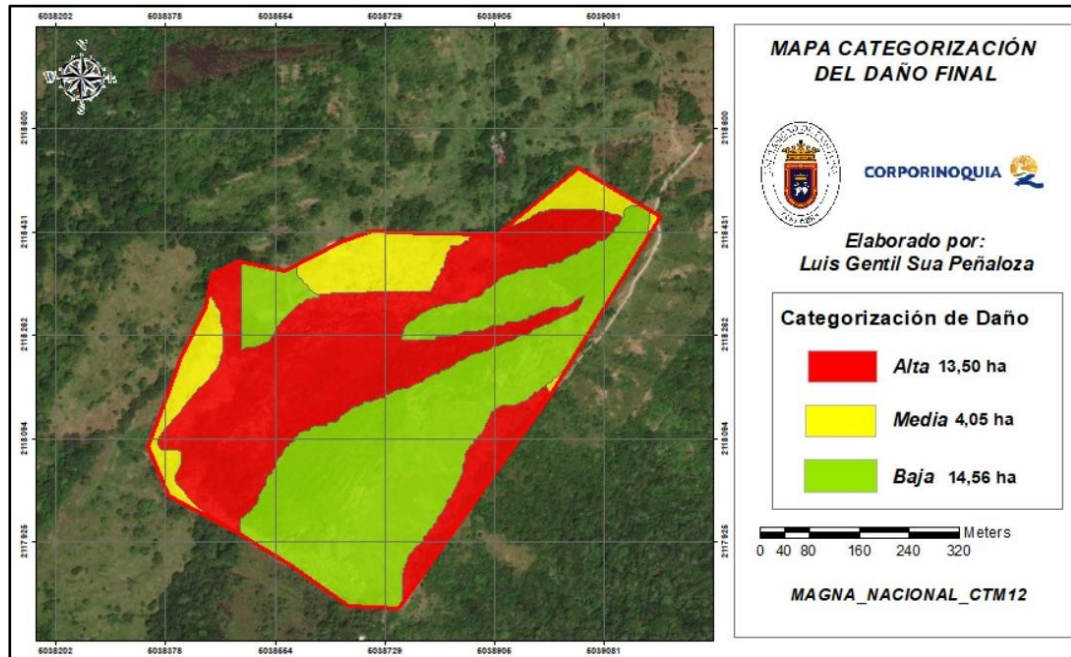
Rango de daño.

Rango de Daño	Categoría de Daño
0 – 194,8	Bajo
194,8 -239,3	Medio
239,3 – 283,9	Alto

Nota. Esta tabla contiene el rango de daño y su categorización realizada por el autor.

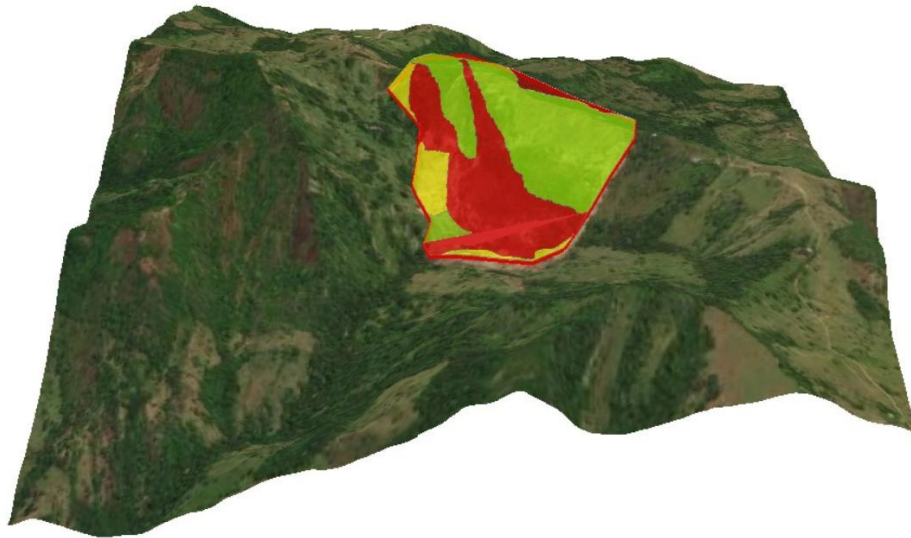
El resultado es cartografiado, y se observa la distribución del daño en el área afectada para así identificar las zonas potencialmente priorizadas.

Figura 22. Categorización del daño final



Nota. Mapa de categorización del daño final tomado del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cusiana. Fuente: Corporinoquia, 2019 y modificado por el autor.

Figura 23. Modelo de elevación digital zona de estudio



Nota Imagen donde se evidencia la categorización del daño final en un modelo de elevación digital. **Fuente:** Autor.

Teniendo en cuenta lo anterior se categoriza el daño teniendo en cuenta la variables y ponderaciones del daño.

Tabla 7.

Categorización final del daño.

	Categorización del daño	ha afectadas
ALTA	130,8	13,5
MEDIA	99,4	4,05
BAJA	56,8	14,56

Nota. Esta tabla contiene la categorización del daño y las hectáreas afectadas, realizada por el autor.

8.7 Estimación Económica Ambiental Del Daño

Para cumplir con el objetivo de realizar la valoración económica ambiental VEA, es necesario determinar con antelación un valor constante de la actividad VCA que en todos los casos será el punto de partida para la monetización de las actividades de recuperación de cada uno de los ecosistemas.

Para poder definir el valor de una actividad en el caso en que se tienen más de dos variables se fijan valores buscando que el resultado se de en función de la actividad a realizar y la unidad de medida.

8.7.1 Análisis De La Información

Para la estimación económica del daño, se realiza un análisis de los resultados producto de la Categorización del Daño Final basándose en las categorías del daño y las coberturas identificadas en el polígono general, identificando las coberturas asociadas a cada categoría de daño.

Tabla 8.

Coberturas asociadas a cada categoría de daño.

COBERTURA CORINE LAND COVER	ha	Categoría
Pastos arbolados	4,05	MEDIA
Pastos enmalezados	1,05	BAJA
Bosque abierto alto de tierra firme	11,88	ALTA
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1,62	ALTA
Tierras desnudas y degradadas	13,51	BAJA
TOTAL	32,11	-

Nota. Esta tabla contiene la categorización por coberturas y las hectáreas, realizada por el autor.

Basado en el anterior análisis se logra identificar las coberturas con mayor afectación ambiental las cuales se centran en la clasificación de bosque correspondiente a 14,5 ha, seguido por la afectación en categoría media correspondiente a patos arbolados con 4,5 ha y finaliza con la clasificación baja de pastos enmalezados y tierras desnudas y degradadas con 14, 56 ha.

Para la estimación económica del daño ambiental se tienen en cuenta las actividades orientadas a la recuperación o restauración del área afectada, esto dará la proyección o estimación económica del valor por pérdidas del área afectada por el evento de remoción en masa, donde las actividades propuestas están basadas en el tipo de cobertura y el área de afectación que abarca las mismas, cabe aclarar que según la identificación, las visitas de campo y el diagnóstico del áreas se determina que es complejo restaurar en su totalidad la zona afectada, ya que se encuentra activa y por tanto en constante movimiento.

Tabla 9.

Estimación económica ambiental del daño.

Estimación económica ambiental del daño				
Categorías	Hectáreas	Actividades orientadas a la recuperación		
Alta	13,500	Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno.	Valor Actividad \$	\$ 985.703,40
		Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno.	Valor Actividad \$	\$ 985.703,40
		monitoreo estructural	Valor Actividad \$	\$ 6.720.705,00
		Análisis geotécnico	Valor Actividad \$	\$ 6.720.705,00
		Inventario del estado de las viviendas s	Valor Actividad \$	\$ 283.184,89
SUBTOTAL ALTA				\$ 15.696.001,7

Media	4,500	Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno.	Valor Actividad \$	\$ 98.570,3
		monitoreo estructural	Valor Actividad \$	\$ 1.344.141,0
		Inventario del estado de las viviendas s	Valor Actividad \$	\$ 94.395,0
SUBTOTAL MEDIA				\$ 1.537.106,3
Baja	14,560	Visitas periódicas de campo	Valor Actividad \$	\$ 305.420,1
		Siembras (reforestación)	Valor Actividad \$	\$ 24.296.580,7
		Sobre vuelo dron	Valor Actividad \$	\$ 244.899,2
SUBTOTAL BAJA				\$ 24.846.900,0

Valoración Global Actividades \$
Valoración Económica Ambiental Total Actividades \$
\$42.080.008

Nota. Esta tabla contiene la información requerida para la valoración económica ambiental.

Las actividades propuestas para la recuperación del área afectada, orientadas a la restauración de los ecosistemas y las coberturas existentes, dan una idea de la estimación económica del daño ambiental, las pérdidas en materia ambiental, el cual ascienden a un aproximado de \$ 42'080.008 pesos, las afectaciones y pérdidas afectan de igual manera los servicios ecosistémicos que prestan cada una de las variables.

8.8 Análisis De Necesidades Ambientales

Finalmente, y posterior a la identificación de los servicios ecosistémicos afectados por el movimiento en masa, se procede a determinar las necesidades ambientales del área con el fin

de formular y ejecutar las medidas o acciones a desarrollar en las áreas priorizadas a partir de los resultados de la categorización del daño.

8.8.1 Restauración Ecológica

Restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

Tabla 10.
Necesidades ambientales de restauración ecológica.

Variable	Línea Base	Necesidades Ambientales
Área de importancia Ambiental	Recuperación	Restauración ecológica
Tipo de Cobertura de la tierra	Bosque abierto	Restauración ecológica
	Bosque fragmentado	Restauración ecológica
Fauna	Especies Nativa	Restauración ecológica



Nota. Esta tabla contiene la información requerida para la restauración ecológica, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

8.8.2 Rehabilitación Ecológica

Llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser auto sostenible, preservar algunas especies y prestar servicios ecosistémicos.

Tabla 11.

Necesidades ambientales de rehabilitación ecológica.

Variable	Línea Base	Necesidades Ambientales
Tipo de Cobertura de la tierra	Pastos arbolados	Rehabilitación ecológica
	Pastos enmalezados	Rehabilitación ecológica
Recurso Hídrico	Cuenca Alta - Drenaje Sencillo Intermitente	Rehabilitación ecológica
Suelo	Clase VII	Rehabilitación ecológica



Nota. Esta tabla contiene la información requerida para la rehabilitación ecológica, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

8.8.3 Recuperación Ecológica

Recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.

Tabla 12.

Necesidades ambientales de recuperación ecológica.

Variable	Línea Base	Necesidades Ambientales
Tipo de Cobertura de la tierra	Tierras desnudas y degradadas	Recuperación ecológica
Flora	Especies Nativa	Recuperación ecológica



Nota. Esta tabla contiene la información requerida para la recuperación ecológica, tomado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021 y modificado por el autor.

9. Conclusiones

La implementación de la metodología de evaluación de daños y análisis de Necesidades Ambientales posdesastres continentales EDANA C, permite a partir del diagnóstico del área afectada, en este caso por un evento de remoción en masa en el municipio de Aguazul Casanare, identificar las variables de línea base y diagnóstico asociadas a las áreas de importancia ambiental.

Para la categorización de los daños y pérdidas ambientales en la zona de estudio se realizó a partir del diagnóstico y el análisis de las variables dando como resultado un total de 32, 11 ha sido afectadas categorizadas en alto con un rango de daño de 130,8 para un rango medio de 99,4 y finalmente para el rango bajo de 56,8.

Se proyecta la implementación de acciones a partir de la determinación de las necesidades ambientales, enfocadas en la restauración ecológica, rehabilitación ecológica y recuperación ecológica, estas actividades son Evacuación y prohibición de la reutilización del terreno, monitoreo estructural, Análisis geotécnico, Visita periódicas de campo, Inventario del estado de las viviendas, Siembras (reforestación), Seguimiento y Monitoreo Satelital, Sobre vuelo dron, Estudios y diseños para vía alterna, dando como resultado una inversión aproximada de \$42.080.008.

10. Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Aguazul Casanare. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial EOT*. Obtenido de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/9864>
- Alcaldía de Aguazul Casanare. (2021). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT. Aguazul*.
- Alcaldía de Aguazul. (2022). *Informe de visita técnica*. Aguazul: Informe técnico N° 2022055.
- BIRF (2010). *Evaluación de Daños y Pérdidas ocasionadas por los Desastres*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. Disponible en: <https://acortar.link/GXmKPo>
- CEPAL. (2014). *Manual para la Evaluación de Desastres*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35894-manual-la-evaluacion-desastres>
- Congreso de Colombia. (2012). LEY 1523. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Art 1. Corporinoquia. (09 de diciembre de 2019). *Por medio del cual se aprueba y adopta el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Cusiana SZH 3519*. Obtenido de CORPORINOQUIA: https://corporinoquia.gov.co/images/docsPdf/RESOLUCION_ADOPCION_POMCA_RIO_CUSIANA_1640.pdf
- Congreso de Colombia. (2012). *LEY 1523*. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Art 4. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>

- DNP. (2018). *Índice Municipal de Riesgo de desastres de Colombia*. Obtenido de <https://portalterritorial.dnp.gov.co/AdmGesRiesgo/iGesRiesgoIndice>
- Jason K. McDonald & Richard E. West. (2023). *Determinar las necesidades ambientales y contextuales*. Disponible en: [https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Educacion_y Desarrallo_Profesional/Diseno_para_el_aprendizaje%3A_principios_procesos_y_praxis_\(McDonald_y_West\)/01%3A_Pr%C3%A1ctica_de_Dise%C3%B1o_Instruccional/01%3A_Comprende%3Bn/1.04%3A_Determinar_las_necesidades_ambientales_y_contextuales](https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Educacion_y Desarrallo_Profesional/Diseno_para_el_aprendizaje%3A_principios_procesos_y_praxis_(McDonald_y_West)/01%3A_Pr%C3%A1ctica_de_Dise%C3%B1o_Instruccional/01%3A_Comprende%3Bn/1.04%3A_Determinar_las_necesidades_ambientales_y_contextuales)
- León Pérez, D. y Pérez Betancourt, J. (2018). *Impactos de los eventos recurrentes y sus causas en Colombia*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD. Disponible en: <https://n9.cl/sxz43z>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Guía metodológica de evaluación de daños, y análisis de necesidades ambientales pos desastres continental edana c*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Documento-preliminar-EDANA-C-V3-Diciembre-29.pdf>
- Rodríguez y Ulloa. (1976). *Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano con continentales y tectogénesis de los Andes colombianos*. Disponible en: <https://revistas.sgc.gov.co/index.php/boletingeo/article/view/309>
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/view/36/31/381>
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/34>
- Yandry Maldonado. (2020). *Deslizamientos de tierra y sus tipos*. Obtenido de: <https://geologiaweb.com/riesgos-naturales/deslizamientos/>

Anexos

Anexo A: Ficha EDANA C

Anexo B y C: Salidas graficas y cartografía