



**Análisis de los riesgos de la erosión como la principal problemática ambiental de la
cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba**

Barrios Pérez Rosa María

Esquivel Escamilla Iván Daniel

Universidad Santo Tomas

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Especialización en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas

2024



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

**Análisis de los riesgos de la erosión como la principal problemática ambiental de la
cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba**

Barrios Pérez Rosa María

Esquivel Escamilla Iván Daniel

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar título de Especialistas en
Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

Germán Ricardo Paredes Guzmán

Docente

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Especialización en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas

2024



Contenido

	Pág.
Resumen.....	8
Introducción	10
1. Justificación	12
2. Estado del arte.....	15
3. Planteamiento del problema.....	21
3.1. Pregunta De Investigación	24
4. Hipótesis	25
5. Objetivos.....	26
5.1.Objetivo general	26
5.2.Objetivos específicos.....	26
6. Marco teórico	27
6.1. Erosión fluvial	27
6.2. Clasificación de la erosión fluvial.....	28
6.2.1. <i>Erosión general</i>	28
6.2.2. <i>Erosión por estrechamiento del cauce.</i>	28
6.2.3. <i>Erosión por curva del cauce.</i>	28



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

6.2.4. Erosión Pluvial.....	30
7. Marco contextual	31
7.1. Cuenca hidrográfica del Río Sinú	31
7.1.1. Geomorfología.....	34
7.1.2. Factores bióticos de la cuenca.....	35
7.1.3. La cuenca como fuente económica.....	37
7.1.4. Calidad del recurso hídrico.....	38
7.1.5. Problemática ambiental de la cuenca	39
7.2. Aspectos generales del Municipio de Tierralta – Córdoba	40
7.2.1. Geografía.....	41
7.2.2. Límites del municipio	42
7.2.3. Flora	42
7.2.4. Fauna.....	43
7.2.5. Economía	43
7.3. Aspectos generales del Municipio de Valencia – Córdoba.....	44
7.3.1. Geografía.....	45
7.3.2. Límites del municipio	45
7.3.3. Flora y fauna	46
7.3.4. Economía	46



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

8. Metodología	47
9. Resultados y discusión	51
10. Conclusiones	64
11. Referencias bibliográficas	66
Anexos	70



Índice de figuras

Pág.

Figura 1. Puntos críticos por erosión e inundación en el municipio de Tierralta – Córdoba..... 18

Figura 2. Puntos críticos por erosión e inundación en el municipio de Valencia – Córdoba..

..... **¡Error! Marcador no definido.** 19

Figura 3. Mapa localización de la cuenca Río Sinú..... 33



Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Vulnerabilidad física.....	54
Tabla 2. Vulnerabilidad económica.. ..	55
Tabla 3. Vulnerabilidad ambiental.....	56
Tabla 4. Vulnerabilidad social.. ..	57
Tabla 5. Frecuencia.....	58
Tabla 6. Intensidad del evento.. ..	58
Tabla 7. Territorio afectado.. ..	59
Tabla 8. Nivel de riesgo.. ..	59



Resumen

La investigación que se pretende dar a conocer, se basa principalmente en analizar los riesgos que representa la erosión fluvial como la principal problemática ambiental de la cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba, teniendo en cuenta que esta región a lo largo de su historia ha tenido que afrontar diversas emergencias relacionadas con la aparición de fenómenos que ocasionan variabilidad climatológica como los fenómenos del Niño y la Niña, además de otros tantos factores amenazantes también de origen natural y antrópico. La cuenca alta del Río Sinú atraviesa los municipios de Tierralta y Valencia, la cual será la zona objeto de estudio.

La investigación inicia con una revisión literaria sobre la información geológica, hidrológica y geomorfológica del área, con el fin de evaluar la vulnerabilidad existente ante procesos erosivos fluviales en la región, lo que permitió identificar estudios realizados con anterioridad como el de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Montería en el año 2014 sobre los procesos de erosión y sedimentación en los cauces y cuencas del río Sinú y muchos otros. Se analizó también el Pomca Sinú como documento clave para obtener información específica acerca la cuenca, su delimitación, información geológica, hidrológica, geomorfológica y demás datos necesarios para evaluar la vulnerabilidad existente ante procesos erosivos fluviales en la región.

Se procede posteriormente a visitas en campo que permitieron evidenciar los procesos causantes de la erosión fluvial identificada en la cuenca, se realizó también un análisis de la cartografía del área de estudio suministrada por el IGAC y se aplicaron instrumentos de



recolección de información como fichas de caracterización de niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que evidenciaron la existencia de un total de 50 puntos críticos por erosión e inundación, 36 en el municipio de Tierralta, que corresponde al 17,39% de la cuenca y 14 puntos críticos en Valencia, lo que representa el 6,79% del total de la cuenca.

Finalmente, se analizan los resultados obtenidos durante todo el proceso investigativo, se generan las conclusiones y se establecen ciertas recomendaciones o estrategias que ayudarán a mitigar el riesgo que representa la erosión para la cuenca alta del Río Sinú y las poblaciones aledañas, entre ellas están el adaptar la normatividad actual a los procesos de planificación y ordenamiento territorial en el departamento de Córdoba, sobre todo en lo referente a cambio climático y la gestión del riesgo, también es necesario capacitar de forma constante a la población acerca de temas de prevención y atención de emergencias. Como estas, existen muchas otras recomendaciones dadas por el equipo investigativo que se espera sean tenidas en cuenta por los actores involucrados.



Introducción

Las amenazas naturales provocadas por fenómenos como la erosión fluvial en Colombia, cada vez representan aumentos mucho más significativos provocando pérdidas considerables del suelo y disminución en su calidad, lo que también genera un impacto negativo en procesos como la producción agrícola, gestión del agua y biodiversidad en general.

Se ha podido evidenciar que, a nivel general, las cuencas afectadas por dicho fenómeno afrontan una notable disminución en cuanto a su capacidad para ejercer funciones de retención de agua y suelos, lo que a la vez producen un aumento considerable en la periodicidad y magnitud de las inundaciones en las poblaciones aledañas, como también provoca sequías en las épocas de escasez de agua.

Teniendo en cuenta las características propias de este fenómeno natural, se lleva a cabo un proceso investigativo, en el cual se identifica la erosión como la problemática ambiental que afecta principalmente a la cuenca alta del río Sinú en el departamento de Córdoba, basando el estudio en teorías que permitieron la compresión del riesgo generado y trabajo en campo que permitió la obtención de resultados que finalmente llevaron a entender cómo la erosión en esta zona del país es causada principalmente por la deforestación, la práctica de actividades agrícolas insostenibles y sobre todo por la alteración que ha sufrido el cauce del río Sinú a raíz de la operatividad del embalse Urrá, el cual afecta cada vez más la dinámica natural del río. Estas y muchas otras intervenciones antrópicas han ido deteriorando la continuidad de los taludes y dando así origen a un sinnúmero de afectaciones tanto materiales, como humanas y ambientales.



Con el pasar de los años se ha logrado tener un mayor manejo y control de la información acerca de fenómenos naturales que están afectando al territorio y basados en estudios que analizan la ocurrencia de las innumerables calamidades naturales que han afrontado, se ha podido identificar el alto grado de vulnerabilidad al que se encuentra expuesta la población y en respuesta a esto se ha tratado de dar manejo a la problemática por medio de la gestión de riesgo de desastres además de establecer y modificar mecanismos legales, creando también instituciones encargadas de gestionar el riesgo, tanto a nivel nacional como local.

A pesar de que se han puesto en marcha diferentes mecanismos para el manejo de riesgos, el departamento de Córdoba aún sigue presentando fuertes niveles de erosión en sus cuencas, lo que se traduce en una amenaza latente que trae consigo inundaciones que se han vuelto incontrolables y para dar solución a este tipo de problemática se requieren fortalecer la planificación y gestión institucional por medio de una gobernanza efectiva.



1. Justificación

La principal consecuencia de la erosión fluvial son las inundaciones, las cuales no solo generan desgastes en la superficie de las riberas, sino que además pueden llegar a ocasionar innumerables daños no solo a nivel económico, sino también provocar desastres irreversibles, donde las poblaciones afectadas no siempre pueden llegar a superar sus pérdidas, bien sean materiales o humanas. Respecto a esto, el siguiente autor genera un importante aporte:

Para poder establecer la vulnerabilidad que deben afrontar las poblaciones ante fenómenos naturales como la erosión fluvial, se hace necesario ejecutar diversos procesos que involucran el análisis de las condiciones en las cuales se da la amenaza, a la vez que se identifican y caracterizan cada uno de los elementos que intervienen, con el propósito de poder esclarecer las propiedades y el valor de dichos elementos, para luego precisar el grado de afectaciones causadas por los eventos. (Dacal y Vargas, 2012, p.17)

De acuerdo al aporte dado, es importante establecer cómo la determinación y el estudio de los factores que pueden generar riesgo permiten crear medidas preventivas y correctivas que mitigan el impacto y las consecuencias de cierto tipo de fenómenos, en este caso la erosión fluvial. Teniendo en cuenta lo analizado, es importante destacar la pertinencia de la investigación cuyo propósito consiste en analizar el riesgo que puede generar la erosión, teniendo en cuenta que:

De acuerdo con el informe entregado por el Grupo de Gestión del Riesgo de Corporación



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (2019) se tiene que “el fenómeno de la erosión es considerado como la principal problemática ambiental que afecta a la cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba” (p. 59), esta información servirá como base para elaborar y ejecutar estrategias que permitan controlar en gran medida la erosión en la cuenca, además de afianzar las acciones para conocer y reducir los riesgos que este fenómeno genera, disminuyendo en gran medida la vulnerabilidad que afrontan las poblaciones por amenaza de inundación, especialmente en los municipios de Tierralta y Valencia, directamente relacionados con la cuenca alta del río.

Como resultado de la investigación, se plasmarán además recomendaciones que podrán ser tenidas en cuenta por los organismos competentes y poblaciones involucradas con el fenómeno, con el fin de evitar que la erosión continúe generando impactos negativos en las cuencas, especialmente en la parte alta del Río Sinú. Se espera también sean considerados los resultados investigativos para posibles ajustes o modificaciones en los planes y protocolos regionales existentes para el control de la erosión en la cuenca objeto de estudio, especialmente en lo que se refiere a la conservación del suelo y el agua, promoviendo aún más la reforestación, ejecución de actividades agrícolas sostenibles, infraestructuras amigables con el medio ambiente, gestión adecuada de residuos y sobre todo enfatizar en la educación ambiental sobre la necesidad de preservar las cuencas. Todo esto desde una perspectiva de planificación donde los principales actores que participarán en el proceso decisivo serán las comunidades y autoridades competentes tanto a nivel regional como a nivel nacional.

En definitiva, este proyecto investigativo además de presentar un análisis crítico



acerca de la erosión en la cuenca alta del Río Sinú, podrá ser referente para futuras investigaciones acerca de gestión ambiental sostenible de cuencas o cualquier iniciativa que busque dar cumplimiento a la estrategia principal del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, la cual indica:

Se deben generar procesos sociales para gestionar riesgos, con el fin de propiciar la protección a la población, donde son responsables tanto las autoridades, como todos habitantes del territorio, proceso que puede ser gestionado a través del conocimiento del riesgo, reducción y manejo de desastres. (MADS, 2016 pp 212).

2. Estado del arte

El tema de las amenazas naturales a nivel mundial ha cobrado gran importancia, sobre todo al tratarse de fenómenos como la erosión fluvial e inundaciones, es así como se puede evidenciar que muchos países han logrado notables avances en cuanto a la gestión de riesgos de desastres, dando respuesta no solo a las consecuencias generadas por dichos fenómenos, sino que se ha trabajado en la prevención de posibles riesgos, lo que ayuda en gran medida a reducir pérdidas de vidas y contrarrestar impactos económicos. En respaldo a este tipo de iniciativas, la Organización de las Naciones Unidas (2015) aprobó el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030: “El Marco de Sendai busca enfatizar específicamente en la gestión de riesgo de desastres y no en la gestión de desastres” (p.122). por su parte, el Banco Mundial también se une a la iniciativa de respaldar a los países que buscan sobreponerse y trabajar en la prevención de este tipo de desastres. Lo hace a través de estrategias innovadoras, en especial para las poblaciones que presentan mayor nivel de vulnerabilidad, con el fin de promover su desarrollo y recuperación. Respaldo su iniciativa de acuerdo a los resultados:

Lo indispensable es planificar un desarrollo que integre la gestión de riesgos de desastres para prevenir la actual tendencia al aumento de los impactos de las catástrofes naturales...Además, cuando después de los desastres los países se reconstruyen de manera más sólida, rápida e inclusiva, se reducen las consecuencias en los medios de subsistencia y el bienestar de las personas en hasta un 31 %, y posiblemente también las pérdidas mundiales. (UNGRD, 2015, pp 48)

En cuanto a la evolución de la gestión de riesgo de desastres en Colombia, se encuentra



estrechamente ligada a sucesos naturales catastróficos, que han dejado grandes pérdidas naturales y económicas en las regiones afectadas, lo cual se traduce en indicadores de alto riesgo en zonas vulnerables y en constante exposición a diferentes amenazas. Se ha comprobado que: “los municipios más afectados por los fenómenos naturales usualmente son aquellos con los más bajos niveles de desarrollo y gobernanza donde es evidente la falta de planificación y gestión institucional” (UNGRD, 2018, p.14).

Si bien se han producido avances considerables, la mejora de la preparación ante los desastres al mismo tiempo que una mejor prevención de ellos y la adaptación al cambio climático siguen siendo retos fundamentales para lograr el desarrollo sostenible. En el departamento de Córdoba, por ejemplo, la erosión fluvial y las inundaciones, siguen siendo los mayores escenarios de riesgo a los que se encuentra expuestos los habitantes, sobre todo en las zonas aledañas al río Sinú, tal como se evidencia en la afirmación:

A lo largo de la cuenca del río Sinú se evidencia una notable erosión fluvial, que probablemente ha sido generada a causa de la constante alteración de su dinámica hídrica natural, que no solo se ve influenciada por la Hidroeléctrica Urrá, sino también por las actividades antrópicas que se han encargado de deteriorar la estabilidad de los taludes, generando esto innumerables pérdidas materiales, humanas y también daños ambientales. (CVS, 2019, pp 12-13)

La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS ha sido el organismo principal que se ha preocupado por realizar los estudios pertinentes con el fin de identificar la magnitud de la problemática erosiva que presenta la cuenca del Río Sinú en el departamento de Córdoba:



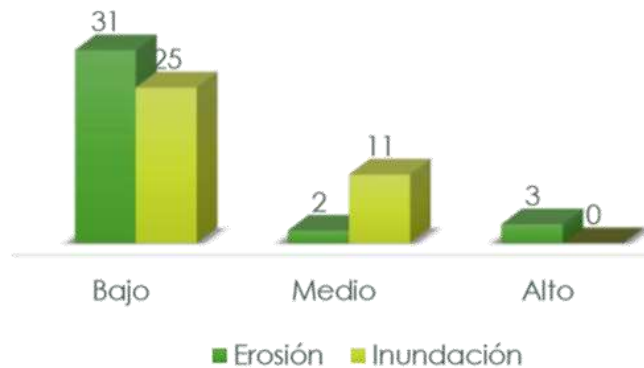
En el año 2019, como resultado del proceso investigativo y en convenio con otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, se creó un protocolo técnico para el control de la erosión en la cuenca del río Sinú como estrategia para la gestión y reducción del riesgo y disminución de la vulnerabilidad de las poblaciones por amenaza de inundación como herramienta apoyo a los municipios del departamento y para el año 2020 se realizaron ajustes a dicho instrumento, con el fin de evaluar acciones de intervención y seguir trabajando para afrontar la erosión los procesos erosivos del río Sinú. De acuerdo a este estudio:

En el municipio de Tierralta se han identificado 36 puntos críticos por erosión e inundación, lo que corresponde aproximadamente al 17,39% del total de la cuenca en general. De estos 36 puntos críticos, en 31 se estima que la erosión es relativamente baja, en 2 media y en 3 alta y en cuanto al riesgo de inundación, de estos 36 puntos críticos identificados, 25 presentan riesgo bajo y 11 riesgo medio, tal como se muestra en la gráfica. (CVS, 2019, pp 45)



Figura 1.

Puntos críticos por erosión e inundación en el municipio de Tierralta – Córdoba.



Nota. El gráfico representa un comparativo de la cantidad de puntos críticos por erosión (color verde) e inundación (color amarillo) existentes en el municipio de Tierralta. Tomado de *Informe puntos críticos de las cuencas del río Sinú, San Jorge, Canalete y zona Costanera* (p. 45), por CVS, 2016.

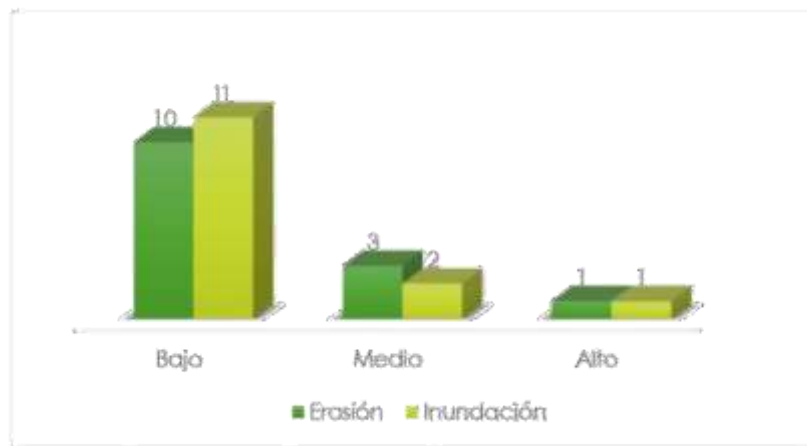
Uno de los aspectos más preocupantes, en ambos municipios, en la manera con que avanza el proceso erosivo y con esto, la posibilidad de que aumenten aún más los puntos críticos.

En cuanto al municipio de Valencia, se han logrado establecer 14 puntos críticos por erosión y también por inundación, lo que corresponde aproximadamente al 6,79% del total de la cuenca en general. De estos 14 puntos críticos, en 10 se estima que la erosión es relativamente baja, en 3 media y en 1 alta y en cuanto al riesgo de inundación, de estos 14 puntos críticos identificados, 11 presentan riesgo bajo, 2 riesgo

medio y 1 riesgo bajo, tal como se muestra en la gráfica. (CVS, 2019, pp 45)

Figura 2.

Puntos críticos por erosión e inundación en el municipio de Valencia – Córdoba.



Nota. El gráfico representa un comparativo de la cantidad de puntos críticos por erosión (color verde) e inundación (color amarillo) existentes en el municipio de Valencia. Tomado de *Informe puntos críticos de las cuencas del río Sinú, San Jorge, Canalete y zona Costanera* (p. 46), por CVS, 2016.

Uno de los hechos con mayor trascendencia que ha provocado este tipo de problemáticas, ha sido la puesta en marcha del embalse Urrá, lo que ha provocado modificaciones en el régimen hidrológico del Río Sinú, especialmente en la cuenca alta. La Corte Constitucional se refiere la problemática causada por la represa a la cuenca del Río Sinú:

El sometimiento de la represa Urrá a una operación pulsátil en distintos horarios provoca cambios drásticos en la dinámica hídrica del Río Sinú, lo que repercute en las diferentes especies bióticas locales, contribuye a la sedimentación y erosión en la cuenca río Sinú y

reduce el intercambio del río con los humedales o las ciénagas. (Corte Constitucional, 2006, pp.10)

En definitiva, la erosión que presenta actualmente la cuenca se debe a las propiedades sinuosas o meándricas propias del cauce hídrico de la cuenca, además del aumento y disminución en los niveles del caudal, por la ausencia de cobertura vegetal en ciertos tramos, la extracción desmedida de material de arrastre, el empleo del dique de cierre como vía, el asentamiento de comunidades en las riberas del río, que además intervienen afectando las dinámicas naturales del río, así como también la constante disposición de residuos sólidos, captación de agua de manera ilegal, implementación de mecanismos no autorizados para controlar la erosión por parte de la comunidad, cultivos de especies con características radicales que debilitan el talud, como yuca, maíz, plátano, entre otros y sobre todo los efectos de la regulación hidráulica por parte del embalse Urrá.

Finalmente, y como resultado de la investigación, la CVS busca tratar de reducir el riesgo frente a eventos climáticos en el departamento de Córdoba, por lo tanto, realiza actualizaciones periódicas de puntos críticos por erosión e inundación, creando además planes de acción para trabajar en el control de la erosión en la cuenca del río Sinú en general, centrados principalmente en:

Promover conocimientos a los entes territoriales con la finalidad de que estos incorporen la gestión del riesgo en los instrumentos de planificación, el acompañamiento y formación de las administraciones municipales en la temática de riesgos, el monitoreo de amenazas hidrológicas y la administración eficaz del conocimiento. (CVS, 2019, pp.42-43)

3. Planteamiento del problema

El departamento de Córdoba a lo largo de su historia ha tenido que afrontar diversas emergencias relacionadas con la aparición de fenómenos que ocasionan variabilidad climatológica como los fenómenos del Niño y la Niña, además de otros tantos factores amenazantes también de origen natural y antrópico como la erosión hídrica e inundaciones. Como consecuencia de esto, se tiene que:

El año 2021 fue considerado para esta región del país como un periodo de constantes desastres naturales, donde el 93% de sus municipios fueron decretados en calamidad pública por las incesantes lluvias que provocaron inundaciones, dejando más de cuarenta mil personas damnificadas. (MADS, 2019, pp 51)

La Cuenca del río Sinú se convierte en un factor determinante para el desarrollo de dichos fenómenos. Esta cuenca, de acuerdo con su ubicación y caracterización físico – biótica, se divide en cuenca alta, media y baja. En este caso, la cuenca objeto de estudio es la cuenca alta, la cual atraviesa los municipios de Tierralta y Valencia, que corresponden al departamento de Córdoba.

La cuenca alta es caracterizada por tener una dinámica fluvial intensa y por estar notablemente afectada por diversas problemáticas ambientales, pero la que genera mayores afectaciones es la erosión.

Hasta el momento, en la parte alta de la cuenca, se han podido identificar alrededor de 50 puntos críticos de amenazas de erosión fluvial e inundaciones, 36 de estos fueron determinados en el Municipio de Tierralta y 14 en el Municipio de Valencia. (CVS, 2019, pp.49)



Este tipo de riesgos representan para las poblaciones de los municipios de Tierralta y Valencia, un nivel muy alto de vulnerabilidad reflejado en inundaciones constantes que además ha obligado a las comunidades del territorio a aprender a vivir en constante amenaza. Esto se evidencia además en el Plan de Desarrollo del municipio de Tierralta, donde se afirma que:

En el territorio municipal se encuentran establecidas diversas zonas con una notable susceptibilidad de erosión laminar ligera con características de humedad y agrietamiento, lo que ha generado el empobrecimiento de la mayoría de suelos, y pérdida de vegetación, especialmente en la zona centro y sur del municipio, y la erosión ligera se puede identificar en la zona donde nace río Sinú. (Plan de Desarrollo, 2020, p.426)

Este tipo de erosión ha ido creciendo con el pasar del tiempo debido a las intervenciones antrópicas que ha sufrido la cuenca, sobre todo a causa de la deforestación, la práctica de actividades agrícolas insostenibles y la alteración que también ha generado al cauce del río Sinú la puesta en marcha del proyecto hidroeléctrico Urrá. La explotación de material de arrastre es una actividad que también contribuye a aumentar la erosión, puesto que este proceso se realiza de forma recurrente y sin ningún tipo de regulación que garantice la ejecución de planes de recuperación de la cuenca. Otro factor preocupante son los asentamientos ubicados en las orillas de la cuenca, debido a que esta zona está constituida como de alto riesgo. La prohibición de estos asentamientos humanos se puede evidenciar en el POT del municipio de Tierralta, en su artículo número 38:

Las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos



humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse, debido a sus características hidrogeológicas o por la presencia de procesos de inestabilidad geológica activos o latentes... Por estar sometidas a una amenaza o riesgo externo, son altamente inestables y de difícil tratamiento para su recuperación, tales como los terrenos ubicados en márgenes de quebradas y ríos y en planicies de inundación. (Cordecor, 2011 pp 33).

Teniendo en cuenta lo anterior, la cuenca se encuentra en constante amenaza natural a causa de la desestabilización de la rivera donde la erosión cada vez provoca mayores derrumbes y deslizamientos, lo que pone en peligro a las comunidades indígenas que allí habitan, en su mayoría Embera Katio, distribuidos en los resguardos de Karagabí, Quebrada y Yaberaradó.

Este tipo de desgaste de la superficie terrestre en la cuenca alta del Río Sinú necesita ser analizado de forma adecuada para luego poder afianzar las medidas regulatorias existentes y de esta forma implementar también estrategias eficaces y garantizar actuaciones adecuadas por parte de los actores que intervienen en ella para el tratamiento de dicha problemática. Además, es importante resaltar que actualmente son pocas las investigaciones e intervenciones respecto a esta problemática, sólo se tiene conocimiento de la creación y aplicación de un protocolo técnico para el control de la erosión en la cuenca del río Sinú como estrategia para la gestión y reducción del riesgo y disminución de la vulnerabilidad de las poblaciones por amenaza de inundación como herramienta de apoyo a los municipios del departamento, pero que desde el año 2020 no se ha actualizado, en especial los nuevos puntos críticos que se han generado.



A pesar de que la CVS sigue ejecutando diferentes mecanismos para el manejo de riesgos, estos no han sido suficientes debido a que el departamento de Córdoba aún presenta fuertes niveles de erosión en sus cuencas, lo que se traduce en una amenaza latente que trae consigo inundaciones que se han vuelto incontrolables, razón por la cual se hace pertinente realizar el proceso investigativo propuesto.

3.1. Pregunta De Investigación

¿Qué riesgos representa la erosión como problemática ambiental principal de la cuenca alta del río Sinú en el departamento de Córdoba?



4. Hipótesis

Las inundaciones se convierten en el mayor riesgo para las poblaciones que habitan en la parte alta del Río Sinú en el Departamento de Córdoba, debido a las diversas amenazas y vulnerabilidades que genera la erosión como principal problemática ambiental en esta parte de la cuenca.



5. Objetivos

5.1. Objetivo general

- Analizar los riesgos que representa la erosión fluvial como la principal problemática ambiental de la cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba durante el segundo semestre del año 2023.

5.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión de literatura sobre la información geológica, hidrológica y geomorfológica disponible en el área de estudio, con el fin de evaluar la vulnerabilidad existente ante procesos erosivos fluviales en la región.
- Describir los procesos causantes de la erosión fluvial identificada en la cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba.
- Proponer estrategias para mitigar el riesgo que representa la erosión para la cuenca alta del Río Sinú y las poblaciones aledañas.



6. Marco teórico

6.1. Erosión fluvial

La erosión fluvial es conocida como el daño sobre la superficie terrestre que es ocasionado principalmente por el agua de los ríos. Técnicamente el siguiente autor define este fenómeno como:

Erosión fluvial es la acción de desgaste ocasionado por las aguas de torrentes, aguas salvajes, y ríos. Las aguas de torrente se forman después de las fuertes lluvias, cuando las aguas impetuosas escurren en un cauce irregular; su acción es destructiva, al igual que la de las aguas salvajes, son el resultado de los deshielos, o bien de las intensas lluvias, y dan lugar a escurrimientos violentos sin cause definido y a destrucción de todo lo que encuentra en su paso, los ríos se caracterizan por erosionar verticalmente el terreno; prueba de ello lo constituye los valles fluviales y los cañones. (Dascal, 2012, pp 65-66)

La erosión fluvial provoca el arrastre intensivo de sedimentos que provienen de los bordes de los ríos. Esta erosión se da por el desprendimiento de partículas o componentes del suelo de las orillas de ríos debido al flujo de agua que, unida a los desgastes físicos originados por la inestabilidad de los suelos, generan el deterioro de las áreas de bordes fluviales. Se puede afianzar esta información con el aporte dado por el siguiente autor:

La pérdida de suelo en las cuencas se divide en tres fases primordiales: La remoción de partículas, el transporte, y el depósito de sedimentos. El sedimento se traslada desde la parte más alta del río hasta llegar a la cuenca, donde en ciertas ocasiones el material



solido puede dirigirse a los océanos o simplemente llegar hasta las zonas interiores de la cuenca o los embalses. (Ferrán, 2007, pp 28-29)

De acuerdo a las definiciones dadas por Dascal (2012) y Ferrán (2007) se deduce que la erosión en las cuencas es un fenómeno que generalmente es ocasionado por las intensas lluvias y escurrimientos, lo cual reduce la capacidad productiva de las zonas de cultivo y ocasiona notables pérdidas en los atributos del suelo, donde también la calidad del agua se ve afectada. En definitiva, este tipo de erosión se encarga de ir modificando paulatinamente el paisaje, donde algunas veces el agua fluye superficial o subterráneamente, arrastrando de esta forma tanto sedimento como todo tipo de material que finalmente altera la distribución sobre la corteza terrestre.

6.2. Clasificación de la erosión fluvial

Según las diferentes causas y formas específicas de su accionar, la erosión fluvial puede clasificarse en:

6.2.1. Erosión general

La erosión general provoca un decrecimiento en el lecho de la cuenca por segmentos relativamente extensos, lo que crea afectaciones a largo plazo. Según Morgan (2005) este tipo de erosión fluvial puede ser comprendida como: “Descenso general que se da principalmente en el lecho a causa de un crecimiento generado en la capacidad de transporte de una corriente en crecidas” (p.52).

La erosión general, según Morgan (2005) altera a segmentos largos del cauce y es



establecida como la única forma erosiva que se presenta en espacios rectos, prismático y que no tienen alguna particularidad. Este fenómeno se estima que es poco común.

6.2.2. Erosión por estrechamiento del cauce.

La erosión por estrechamiento del cauce se da en ciertos tramos a lo largo del cauce donde se han realizado labores de construcción e ingeniería que durante su desarrollo han provocado disminución notable en el cauce, que como consecuencia incrementa la velocidad de la corriente, lo que sin duda eleva la transferencia de sedimentos.

La erosión por estrechamiento del cauce ocurre principalmente en aquellos segmentos del cauce en los cuales se llevó a cabo alguna obra de ingeniería como puentes o encauzamientos. De este modo, al reducirse el cauce, aumenta la velocidad de la corriente y también el transporte de sedimentos. (Bordino, 2021, pp 14)

El ámbito de afectación de la erosión por estrechamiento, según Bordino, (2021) puede ser mucho más extenso que otro tipo de erosiones, ya que normalmente puede extenderse más allá de la zona del estrechamiento, perjudicando de esta forma grandes secciones.

6.2.3. Erosión por curva del cauce.

Normalmente se da cuando en las curvas de los cauces de los ríos se genera una corriente secundaria debido a la fuerza centrífuga. CVS (2016) “Este tipo de erosión logra aumentar considerablemente la fuerza erosiva en la zona externa de la curva y produciendo así grandes profundidades” (p.28).

Se deduce entonces, del aporte dado por la CVS (2016) que las curvas que componen



un río poseerán mayores fuerzas de rozamiento hidráulicas en su parte exterior, debido a que se generan corrientes secundarias y notables velocidades en el flujo de agua. Es así como la parte más apartada del centro de la curva va a presentar una amplia capacidad de transporte y por tanto los niveles de erosión también aumentarán.

6.2.4. Erosión Pluvial

Este tipo de erosión es generada por el agua lluvia, lo que provoca un aumento en los cauces de los ríos y provoca también aumento en la erosión fluvial, desgastando montañas y suelos en general. Esta definición se basa en el aporte dado por el siguiente autor:

La erosión pluvial es la acción de las precipitaciones sobre el relieve terrestre, las aguas, al caer, con su peso y su volumen va a desgastar el terreno en mayor o menor grado según su naturaleza, hasta llegar a formar grandes barrancas o acantilados en superficies arcillosas. (Gracia, 1997, pp 15)

Es importante también resaltar que, según Gracia (1997) cuando se produce lluvia ácida, el desgaste ocasionado no solo afecta físicamente debido al rozamiento del agua, sino que además el desgaste es mayor debido a que las reacciones químicas van dañando superficies de todas las formas.

7. Marco contextual

7.1. Cuenca hidrográfica del Río Sinú

El río Sinú es considerado como la fuente hidrográfica más importante y fundamental que abastece al departamento de Córdoba, debido a que juega un papel esencial en el proceso de fertilización de los suelos, especialmente para las poblaciones que atraviesa la cuenta, que en total son dieciséis municipios del departamento de Córdoba, que dependen casi en su totalidad de los beneficios que este les brinda. En cuanto a su nacimiento, se tiene que:

El Río Sinú tiene su nacimiento en el páramo del Nudo de Paramillo, específicamente en el municipio de Ituango (Antioquia), regularmente a unos 3600 metros sobre el nivel del mar y de aquí decrece hasta llegar a la desembocadura que se encuentra en Boca de Tinajones en el municipio de San Bernardo del Viento, Córdoba. En cuanto a sus límites, por el norte se encuentra con el Mar Caribe, por la parte oriental con la Serranía de San Jerónimo, en la zona occidental con la Serranía de Abibe y en el Sur con el Nudo del Paramillo. (CVS, 2016, pp 75)

Teniendo en cuenta lo referenciado por la CVS (2016) este río es considerado por muchas razones como uno de los ríos de mayor importancia en Colombia y para la vertiente de la región Caribe, debido a que el río Sinú cuenta geográficamente con una ubicación favorecida, puesto que tiene salida directa al mar Caribe y está muy cercano al océano Pacífico. También representa uno de los ríos más fértiles a nivel mundial.

Ahora bien, en el reporte de Análisis Regional de las Subzonas Hidrográficas del Río Sinú y Alto San Jorge, se expresa de forma técnica la ubicación del Río Sinú:

La cuenca del río Sinú se encuentra ubicada en la zona Noroeste de Colombia y en la parte



Suroccidental de la región Caribe, abarca tres departamentos, pero tiene mayor presencia en Córdoba en un 93%, en Antioquia con 6% y finalmente en Sucre en un 1%. El área total de la cuenca es de aproximadamente 1'394.245 hectáreas, con un ancho promedio de 59 km, un perímetro de 856 km y la pendiente del cauce es relativa al 0.86%. (ANLA, 2019, pp 17-18)

Por su parte, la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge brinda indicaciones sobre la extensión del río Sinú:

La cuenca del Río Sinú además abarca en promedio el 56.1% del territorio que comprende a Córdoba y cubre cerca del 75.8 % de la densidad poblacional del departamento. La distancia entre los puntos extremos Norte y Sur es de 237 km., mientras que entre los puntos extremos Oriente y Occidente es de 125 km. La cuenca del río Sinú ha sido dividida de acuerdo con la ubicación y características físico – bióticas en tres regiones: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja. En lo que corresponde al departamento de Córdoba, la cuenca alta atraviesa los municipios de Tierralta y Valencia; la cuenca media comprende al municipio de Montería, San Carlos, Cereté, San Pelayo y Ciénaga de Oro y finalmente la cuenca Baja está presente en los municipios de Cotorra, Chimá, Momil, Purísima, Lórica, Chinú, San Andrés de Sotavento, Sahagún, San Bernardo del Viento y San Antero. (CVS, 2016, pp 80-81)



Figura 3.

Mapa localización de la cuenca Río Sinú.



Nota. El mapa muestra la ubicación de la cuenca Río Sinú y los municipios que atraviesa en el departamento de Córdoba. Tomado de *Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Sinú* (p. 112), por CVS, 2016, POMCA Sinú.

7.1.1. Geomorfología.

El sistema sinuoso demuestra los niveles altos de dinámica fluvial que maneja la cuenca, la cual da origen a diversos procesos como frentes de sedimentación y erosión, desplazamiento de forma lateral y frontal, formación y cerramiento de meandros, entre otros.

La cuenca ha tomado forma principalmente por la influencia de dos procesos: orogénesis y modelado.

Orogénesis ha sido producida por fuerzas internas que han ocasionado levantamiento, hundimiento y plegamiento, estos procesos dieron origen a las zonas de altitud que se encuentran en la parte Alta de la Cuenca, en las depresiones intramontañosas y en la depresión de llanuras. El modelado se relaciona con los fuertes acontecimientos erosivos, encargados de trasladar las áreas parcialmente elevadas, lo que genera depósitos que han sido movidos por sistemas fluviales producidos mediante el levantamiento andino. (CVS, 2016, pp 85)

En la parte inferior de la cuenca, y cuando se presentan épocas de crecientes, el río se encarga de alimentar diferentes zonas bajas representadas en ciénagas y pozas, la cuales cumplen la función de regulación del caudal, tratando de amortiguar los picos de las crecientes.

Desde la perspectiva geomorfológica, la cuenca puede ser clasificada en dos secciones.

La zona baja, la cual reúne las geoformas de origen marino, fluvio lacustre y aluvial, por su parte, la zona Alta y en los márgenes de la cuenca prevalecen las colinas y montañas. (CVS, 2016, pp 86)

La dinámica del río se encuentra condicionada por las geoformas originadas debido al cambio permanente en el curso de la cuenca y por la inferencia del fenómeno de la disección del cauce en el terreno y que presenta cambios en todo el recorrido por la configuración geológica y

estructural, además debido a la variabilidad de la energía propia de la corriente, lo que reduce la capacidad erosiva del río, el cual cambia la configuración de las geoformas en la llanura aluvial.

Técnicamente, el siguiente autor lo explica de la siguiente forma:

Las geoformas de origen fluvial y lacustre, son amplificadas como llanuras inundables, donde sus corrientes captan una notable carga sedimentaria en suspensión, como también arena y pocas cantidades de gravas provenientes de relieves cercanos. Las llanuras aluviales presentan elementos comunes y otros agregados, relacionados con actividades antiguas del Río Sinú. Geográficamente, estas llanuras se extienden por el occidente del canal actual hasta el caño La Balsa. (Poveda, 2004, pp 21)

7.1.2. Factores bióticos de la cuenca

La cuenca del Sinú es considerada uno de los ríos que tiene mayor biodiversidad en el mundo, debido que a lo largo de su superficie abarca diferentes zonas generadoras de gran variedad de seres vivos, como lo son los páramos, bosques húmedos y secos, ciénagas, manglares y otros.

La cuenca baja del río Sinú acoge más del 80% de las ciénagas naturales dependientes del río, haciendo parte de aproximadamente 149.000 hectáreas, además de la existencia de la presencia de un estuario de 16.000 hectáreas. Cuenta también con diferentes ecosistemas de humedales representados en estuarios, ecosistemas marinos, fluviales y palustres. Estos humedales tienen como función regular naturalmente el cauce de la cuenca a través de la acumulación excesiva de agua en épocas lluviosas, para luego liberarlas durante la sequía. Esta dinámica ha favorecido en gran medida la presencia de innumerable diversidad de flora y fauna. (CVS, 2019, pp 43)

La cuenca alta es compartida con el departamento de Antioquia, hace parte del territorio de comunidades ancestrales indígenas Emberas; territorio que además conforma la ecoregión conocida como Chocó biogeográfico, en la que se promueve la conservación de los pocos bosques húmedos tropicales sobrevivientes de la región Caribe del país.

A lo largo de la cuenca dispone de una gran variedad de especies de flora donde se pueden encontrar Abarco (*Cariniana pyriformis*), Chiguá o Coquito (*Chigua restrepoi*), Carreto (*Aspidosperma cruentuporm*), Coco cristal (*Lecythis ampla*), florisanto (*Brownea* sp.), roble (*Tabebuia rosea*), caracolí (*Anacardium excelsum*), amarillo (*Centrolobium paraense*), olleto (*Lecythis* sp), vara de humo (*Cordia alliodora*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), coral (*Ventanea* sp), cativo (*Prioria copaifera*), el brasilete (*Peltogine purpurea*), ceiba tolúa (*Pachira quinata*), entre otros tipos de vegetación. (CVS, 2019, pp 46)

En cuanto a la fauna propia de la cuenca, ésta dispone de diferentes especies que actualmente se encuentran en vía de extinción:

Entre ellas se encuentran: Cerdos de monte (*Pecari Tayassu pecari*), Perico (*Brotogeris jugularis*), Iguana (*Iguana iguana*), oso andino (*ornatus*), Delfín gris (*Sotalia guianensis*), tití cabeza blanca (*Saguinus oedipus*), Babilla (*Caiman crocodrilus fuscus*), mico prieto (*Ateles fusciceps*), nutria (*Lontra*), el manatí (*Trichechus manatus*), la tortuga carranchina (*Mesoclemmys dahl*), la marteja (*Aotus lemurinus*), y muchas especies de aves como la Guacamaya verde (*Ara militaris*) y reptiles como la Babilla Caiman (*crocodilus fuscus*), entre mucho otros que hacen parte de la riqueza faunística de la cuenca. (CVS, 2019, pp 48)

7.1.3. La cuenca como fuente económica

Las ventajas productivas de las tierras que atraviesa el Río Sinú han permitido una notable prosperidad, principalmente, en las actividades pecuarias que han venido en ascenso desde la época colonial. Desde la existencia de las comunidades ancestrales que habitaban a las orillas del río Sinú, distribuidos en campesinos e indígenas, se ha considerado al río Sinú como la mayor fuente de recursos para sobrevivir en esta zona del país, pues gracias a éste diariamente se siguen llevando a cabo actividades agrícolas, de pesca y caza.

Aproximadamente el 36% del suelo del departamento de Córdoba a travesada por la cuenca del Río Sinú, posee una fertilidad entre moderada y alta, casi el 13% cuenta con fertilidad moderada y un poco más del 50% presentan fertilidad baja y muy baja y esto corresponde sobre todo al Alto Sinú, debido a que la fertilidad de la ribera del río se ha clasificado dentro de un nivel superior en comparación con el Sinú bajo y el Sinú Medio. (Poveda, 2004, pp 18)

La cuenca también se convierte en la fuente principal que provee materia prima para la construcción de viviendas, enseres y fabricación de artesanías. Además de su utilización como medio de transporte, también promueve la recreación, el turismo y desarrollo de costumbres religiosas.

Las riquezas económicas de las tierras bañadas por el Río Sinú también se encuentran representadas en las innumerables zonas aptas para la explotación carbonífera, de oro, platino, yacimientos de petróleo y otros minerales. Por esta y muchas otras razones, el río se ha convertido en el eje central del desarrollo social y económico de la región. (Poveda, 2004, pp 18)

La cuenca del Río Sinú, de acuerdo con Poveda (2004), representa grandes beneficios

para la población, quienes hacen uso de sus recursos para el desarrollo de actividades en diferentes sectores productivos, especialmente para labores agropecuarias, distritos destinados para riego y el sector hidroeléctrico, de esta forma se aprovechan los servicios ecosistémicos brindados por la fuente. El río Sinú ofrece cualidades que benefician al sector pecuario, agrícola y plantaciones forestales en general, presenta además beneficios para la permanencia de cultivos propios de la región, además beneficia las labores domésticas que requieren uso del recurso hídrico y como si fuera poco, el recurso hídrico del Río Sinú, permite la transformación de energía eléctrica, por medio de la operatividad del embalse Urrá. La fácil conexión con el mar y su cercanía con el Río San Jorge, también ha permitido que la cuenca se convierta en el corredor principal de la región para transportar y comercializar productos. A pesar de esta abundancia, la desigualdad social sigue siendo un gran problema para la calidad de vida de los pobladores.

7.1.4. Calidad del recurso hídrico

De acuerdo a los estudios evidenciados en el POMCA, que hacen referencia a la calidad del agua de la cuenca del Río Sinú en general:

Se evidencian ciertas alteraciones en cuanto a la calidad del agua de los sistemas lentos, a causa de la declinación de las concentraciones de oxígeno y por la eutroficación, lo que puede ser normal, pero en condiciones extremas. Existen algunas áreas con calidad de agua aceptable y otras con notables impactos biológicos, al evaluarse los índices fisicoquímicos, éstos resultan ser relativamente buenos, mientras que los índices biológicos son regulares por ser aguas levemente contaminadas.

(POMCA Sinú, 2006, pp 35)

En general y de acuerdo con el POMCA Sinú, (2006), es importante que, para llevar a cabo ciertas concesiones, especialmente las que implican los sistemas lenticos y sus zonas de influencia, se realice un fortalecimiento, sobre todo en el monitoreo de estos cuerpos de agua, donde se incluyan evaluar parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos de forma más constante, sobre todo en áreas estratégicas de entrada y salidas de los sistemas acuáticos, así como también en áreas propensas a las alteraciones de calidad. Esto permitirá llevar a cabo un análisis mucho más eficiente y comparativo de la cuenca y sus indicadores de calidad.

7.1.5. Problemática ambiental de la cuenca

La cuenca alta del río Sinú se configura como una de las áreas que representa mayor importancia desde la perspectiva de producción de oferta hídrica. En esta parte de la cuenca se encuentra el megaproyecto hidrológico Urrá, donde se ubican los afluentes más importantes del Río Sinú, los cuales, en su mayoría, se originan en el Nudo de Paramillo y el resto, proceden del cerro Murrucucú. Dentro del área que ocupa el embalse Urrá y más debajo de este, también se evidencian otros afluentes propios del río Sinú, pero no con la misma importancia de aporte al caudal como los de la cuenca alta.

A pesar de la importancia hídrica de la cuenca alta del Río Sinú, esta zona enfrenta en gran medida la problemática de la erosión que genera además inundaciones incontrolables, lo que afecta notablemente a la población, en especial a los municipios de Tierralta y Valencia, siendo los territorios más afectados en la cuenca alta, posiblemente por tener una mayor extensión geográfica. En el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Sinú se encuentra estipulado que:

En cuanto a la erosión severa, esta ocupa alrededor de 3 km² de la Cuenca, donde se pueden

apreciar superficies aplanadas, una mayor denominada Manso – Tomate y otra, en menor proporción conocida como Planeta Rica. Las geoformas montañosas moldeados por la erosión están representados por paisajes de montañas irregulares establecidos por rocas sedimentarias consolidadas y no plegadas dominadas de forma intensiva por disección, así como también por rocas ígneas que abarcan cadenas montañosas con cerca de 300 mt de desnivel, donde las cimas están sujetas a la denudación que han afrontado y laderas irregulares, generando de esta forma una pendiente mayor a 30% en la Cuenca alta del Río Sinú. (POMCA Sinú, 2006, pp 115)

Las inundaciones, según análisis del POMCA Sinú (2006), se presentan con mayor frecuencia en temporadas lluviosas o durante el Fenómeno de La Niña, debido a que aumentan las precipitaciones por periodos extensos, loque produce que se sature el suelo y aumenten los caudales de ríos y quebradas, generando esto impactos negativos para las poblaciones que habitan en las riberas del río Sinú, aumentando los niveles de vulnerabilidad tanto física como socioeconómica.

7.2. Aspectos generales del Municipio de Tierralta – Córdoba

Tierralta es uno de los municipios más extensos e importantes ubicado al sur del departamento de Córdoba, en el Caribe Colombiano. Es un territorio de naturaleza agrícola y ganadera, que cubre una gran extensión del Parque Nacional Natural de Paramillo. En cuanto a su creación y de acuerdo al Plan de Desarrollo:

Tierralta fue creado como Municipio en el año 1931, por ordenanza de la Asamblea de Bolívar, que fue anulada por ilegal, ya que tuvo algunas irregularidades. Posteriormente,

el día 14 de enero de 1949, la misma corporación legislativa y mediante ordenanza N° 63, determina de manera definitiva que Tierralta es nuevo Municipio segregado de Montería. (Alcaldía de Tierralta, PD, 2016, pp 8)

Tierralta ha sido un municipio históricamente azotado por la violencia a cargo de diferentes grupos al margen de la ley, quienes han generado escenarios de confrontación armada en contra de la fuerza pública con el fin de controlar las rentas criminales derivadas del narcotráfico, minería ilegal, extorciones y sicariato. Aunque ha habido acuerdos que buscan garantizar el orden público, como lo demuestra el siguiente aporte, aún la población sigue siendo víctima de bandas criminales:

El municipio de Tierralta desempeñó un papel importante durante el conflicto armado en Colombia. Era una de las zonas donde los paramilitares de las AUC tenían mayor concentración. El 23 de julio del año 2001, se firmó en Tierralta el pacto de Ralito que tenía como fin: "la irrenunciable tarea de refundar nuestra patria, [...] en un espacio donde toda persona tiene derecho a la propiedad" (Guerrero, 2011, pp 52).

7.2.1. Geografía

Tierralta es considerado como el Municipio con mayor importancia y el más extenso de toda la Subregión Alto Sinú cordobés. Teniendo en cuenta que el departamento de Córdoba se encuentra dividido por subregiones naturales, que son clasificadas teniendo en cuenta las características geográficas y aspectos culturales de cada municipio. En cuanto a su localización geográfica, se tiene que: "El Municipio de Tierralta se encuentra localizado a 78 kilómetros de Montería, capital Cordobesa, al extremo Sur-Occidental del Departamento de Córdoba, en la latitud Norte 8°10'4" y longitud Oeste 76°03'46" del meridiano de Greenwich" (Alcaldía de

Tierralta, PD, 2016, pp 10).

7.2.2. Límites del municipio

El Municipio de Tierralta hace parte de una gran extensión de la cuenca alta del río Sinú, presentando zonas en su gran mayoría de montañas y colinas. Estas forman parte de las estribaciones de la cordillera occidental que pertenece al departamento de Córdoba, específicamente al nudo del paramillo. En cuanto a su extensión exacta se tiene que:

Tierralta cuenta con una superficie territorial de 5.079 km² y se considera el municipio más extenso del departamento con un 20.3% del área total. Tierralta limita al Norte con el Municipio de Montería (Capital del Departamento); Al Noroccidente con el Municipio de Valencia; al Occidente con el Departamento de Antioquia; al Sur con el Departamento de Antioquia; por el Oriente con el Municipio de Montelíbano y por el Nororiente con el Municipio de Planeta Rica. (Alcaldía de Tierralta, PD, 2016, pp 14)

7.2.3. Flora

El Municipio de Tierralta, como la mayoría de los municipios del departamento de Córdoba, presenta gran diversidad florística. En este caso el territorio es aún más privilegiado por poseer una gran parte del Parque Nacional Natural de Paramillo. Según la siguiente investigación, se estima que:

Tierralta posee un total de 288 especies pertenecientes a 227 géneros y 97 familias. A nivel de fauna se referencia un total de 74 especies de mamíferos pertenecientes a 24 familias; 49 especies de reptiles que conforman 13 familias; 16 especies de anfibios agrupados en 5 familias y 305 especies de aves, clasificadas en 54 familias. (CVS, 2016,

pp 102)

La vegetación que posee este municipio es muy diversa, incluso cuenta con bosques de galería, variedad de cultivos y pastos.

7.2.4. Fauna

Tierralta es un municipio muy privilegiado ecológicamente por contar con gran variedad de especies animales, de los cuales se pueden resaltar:

Especies como el Mico Negro, Machín, Venado, Gato Solo, Tigrillo, El Tejón, Guasa, Perico Liger o Perezoso, Guartinaja, Ñeque y Armadillo. Las principales variedades de peces son: Bocachico, Bagre Blanquillo, Barbudo Negro, Mojarra Amarilla, Moncholo, Sábalo, Comilón Liceta, Mojarra Negra, Pacora, Cacucho, Doncella. En cuanto a Fauna Avícola están: Guacamayo Azul, Guacamayo Rojo, Colibrí de Paramillo, Pissigno, Martin Pescador, Pájaro Hormiguero, Chavarri, Cocli, Garza Real, Pava, Loro, Colibrí, Gavilán, Paloma Guarumera, Garza Ceniza, Frutero, Toche, Azulejo, Carpintero, Tanga, entre otros. (CVS, 2019, pp 103-104)

7.2.5. Economía

La economía actual del municipio de Tierralta está representada básicamente por la producción agrícola, la ganadería, la extracción de madera y la pesca.

Al día de hoy, en Tierralta se siguen cultivando productos tradicionales como el maíz, la yuca, ñame y plátano, en la modalidad de autoconsumo y en cosechas para la comercialización. Se estima que el área total agrícola es de 23.709 hectáreas, donde más del 70% es ocupado por cultivos tradicionales, especialmente de maíz, arroz y yuca.

(CVS, 2019, pp 96)

Es importante resaltar que la zona rural en el sur de Tierralta es la más adecuada para la producción maíz, seguida por otro tipo de cultivos como la yuca, el ñame y el plátano.

Otra fuente económica de este municipio es la extracción de madera. Dicho proceso se basa en diferentes etapas como la tala, el corte y posterior comercialización de la madera, aunque este tipo de actividades ha generado grandes consecuencias a los bosques de la zona. En cuanto a la pesca:

De manera significativa esta integra un renglón importante en la economía, a nivel de economía simple de subsistencia. Es una actividad que se efectuó y aun se lleva a cabo de manera artesanal. La captura de peces se presenta durante todo el año en los ríos tributarios al Sinú, en el Sinú mismo y la ciénaga de Betancí. (CVS, 2019, pp 98)

7.3. Aspectos generales del Municipio de Valencia – Córdoba

Valencia es uno de los 30 municipios que conforman el departamento de Córdoba, en el norte de Colombia. Este municipio se destaca por poseer extensas sabanas y notables riquezas hídricas. Se considera además uno de los más importantes centros agrícolas y ganaderos de la región, donde la mayoría de la población está ubicada en la zona rural del municipio. En cuanto a su fundación, se tienen los siguientes datos:

Valencia se fundó en el año 1931, constituido como municipio de acuerdo a la ordenanza #29 del 30 de noviembre del año 1959, iniciando su vida jurídica a partir del primero de abril del año 1960...La población de Valencia abarca 35.694 habitantes (DANE, 2018), distribuidos en la cabecera y 15 corregimientos (Cocuelo, El reposo, Guadual Central, Jaraguay Central, Las Cruces, Las Autor: Yulissa Tapia Coneo –

Programa de Geografía – PPG. Universidad de Córdoba 7 Nubes, Los Venados, Manzanares, Mata de Maíz, Mieles, Rio Nuevo, Rusia, San Rafael del Pirú, Santo Domingo y Villanueva). (Gordon, 1983, pp 49)

7.3.1. Geografía

Geográficamente, Valencia se encuentra ubicado en el sur del departamento de Córdoba, presentando las siguientes características:

Valencia se ubicada a 89 kilómetros de la ciudad de Montería y a 14 kilómetros del municipio de Tierralta y a 40 kilómetros de la hidroeléctrica Urra. Su cabecera municipal está situada cerca al Río Sinú con 8°14' de latitud norte y 75°8' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. Tiene 130 metros sobre el nivel del mar y su temperatura promedio es de 28 °C. (Alcaldía de Valencia, 2018, pp 52)

El municipio de Valencia se encuentra influenciado además por el Valle del Alto Sinú y el Valle del Alto San Jorge, específicamente en las estribaciones de la cordillera occidental. Las montañas que allí se forman, al igual que los paisajes selváticos con los que cuenta, se han convertido en una especie de pasadizo que facilita la movilidad comercial y conexión con el interior del país.

7.3.2. Límites del municipio

El municipio de Valencia limita al norte con el municipio de Montería, al sur con Tierralta, al este con Montería y Tierralta y al oeste con San Pedro de Urabá. El territorio del municipio abarca un área de 916.4 km² de los cuales el 70% presenta características onduladas y el 30% características planas, lo que permite integrar las márgenes izquierdas del Valle del Río

Sinú en su parte alta, siendo parte de la subregión del Alto Sinú. La cabecera municipal está ubicada en el sector nororiental del municipio y se caracteriza por poseer un territorio totalmente plano (Alcaldía de Valencia, 2018, pp 60-61)

7.3.3. Flora y fauna

Cuenta con una variedad de animales nativos y que actualmente se encuentran en vía de extinción, tales como el chigüiro, iguana, loro y otros. Es un suelo rico en distintas especies de flora por eso se caracteriza en ser un municipio rico en madera. Los árboles maderables que más se encuentran en este municipio son el Roble, cedro, Campano y una variación de árboles nativos. Cuenta con una variedad de árboles frutales como la Papaya, el Mango, el níspero, el zapote, la guanábana y otros. (CVS, 2018, pp 58)

7.3.4. Economía

Valencia basa su economía principalmente en actividades madereras, ganadera y agrícola, además comercializa a gran escala productos agrícolas como la papaya, plátano, cacao, maíz y yuca. De esta forma, la economía de la región depende principalmente de la vocación de sus suelos. Así se expresa en el Plan de Desarrollo Municipal:

Las condiciones naturales y geográficas del territorio determinan su composición y estructura del suelo, de lo cual depende el desarrollo de muchas actividades económicas, lo que conlleva a establecer una relación entre la vocación del suelo y la producción de bienes. (CVS, 2018, pp 60)

8. Metodología

A continuación, se describe detalladamente la metodología empleada para cada uno de los objetivos específicos propuestos:

Realizar una revisión de literatura sobre la información geológica, hidrológica y geomorfológica disponible en el área de estudio, con el fin de evaluar la vulnerabilidad existente ante procesos erosivos fluviales en la región.

Para la consecución de este primer objetivo específico, se procedió a recolectar información de textos e investigaciones realizadas con anterioridad acerca del proceso de erosión fluvial sufrido por la cuenca del río Sinú a través del tiempo. Dentro de estos documentos se encuentran:

Estudios realizados por entidades como:

- Universidad Pontificia Bolivariana seccional Montería en el año 2014 acerca de los procesos de erosión y sedimentación en los cauces y cuencas del río Sinú.
- Universidad Federal de Santa María, Brasil en el año 2020 acerca de los conflictos socioambientales en la cuenca del río Sinú.
- Universidad de Córdoba en el año 2019 sobre vulnerabilidad de las poblaciones ribereñas del río Sinú ante la erosión fluvial.
- Entre otros estudios que se irán mencionando a lo largo del desarrollo de la investigación.

Se analizó también el Pomca Sinú como documento clave para obtener información específica sobre la cuenca, su delimitación, información geológica, hidrológica,

geomorfológica y demás datos necesarios para evaluar la vulnerabilidad existente ante procesos erosivos fluviales en la región.

Se realizaron visitas reiteradas a las instalaciones de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS en la ciudad de Montería, donde se recibieron asesorías con la subdirección de gestión ambiental y grupo gestión del riesgo, quienes suministraron informes periódicos sobre las amenazas de erosión fluvial e inundaciones en la cuenca del río Sinú, desde el año 2014 hasta el año 2022. Dentro de los documentos analizados estuvo el protocolo modelo técnico - conceptual de obras de control de erosión en la cuenca del río Sinú como estrategia para la gestión y reducción del riesgo y disminución de la vulnerabilidad de las poblaciones por amenaza de inundación como apoyo a los municipios del departamento de Córdoba, incluyendo cada una de sus actualizaciones.

Se verificaron estatutos legales como la ley 1523 de 2012, Ley 99 de 1993, y la Ley 388 de 1997, como bases regulatorias que obligan a las Corporaciones Autónomas Regionales a integrar el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo y gestionar junto con los entes territoriales todo lo que implique conocer y reducir del riesgo, procurando la sostenibilidad ambiental del territorio.

Se verificó el Reporte de Alertas Subzonas Hidrográficas Río Sinú y Alto San Jorge elaborado por la Autoridad Nacional de Licencias ambientales ANLA en el año 2020, lo cual permitió identificar puntos críticos y riesgos frente a la ejecución de obras y proyectos en las riberas del río.

Describir los procesos causantes de la erosión fluvial identificada en la cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba.

Respecto al desarrollo del segundo objetivo específico, para proceder a describir los procesos causantes de la erosión fluvial en esta parte de la cuenca, primero se analizó la información obtenida a través del Sistemas de Información Geográfica – SIG, que permitió identificar las características propias de las zonas que se encuentran en riesgo por inundación y erosión fluvial.

Luego, se realizó un proceso de recolección de información a través de visitas de campo. Se pudo corroborar en este proceso, y de acuerdo a informes generados por la CVS (2018), que la erosión específica del territorio presenta características sinuosas o meándricas propias del cauce del río Sinú, con niveles representativos de ascenso y descenso en el caudal, existe poca cobertura vegetal en ciertos tramos, se evidencia la ejecución constante de actividades extractivas de material de arrastre en ciertas partes, además de la existencia de diversos asentamientos de comunidades en las orillas del río Sinú, quienes ejecutan actividades diarias como vertimiento de residuos sólidos, captación irregular de agua, creación de cultivos de especies como plátano, maíz, yuca y otros, los cuales no son aptos para dichos suelos debido a que poseen características radicales que debilitan constantemente el talud, también se evidencia la construcción de estructuras para controlar la erosión de manera artesanal y sin estudios técnicos previos, además se pudo notar la existencia de afectaciones debido regulación hidráulica llevada a cabo por la represa de Urrá, que según revisión literaria, se da desde hace muchos años:

A partir del año 2000, con la puesta en marcha de la hidroeléctrica de Urra se ha modificado el régimen de caudales del río Sinú aumentado significativamente la



problemática de erosión en las laderas del río Sinú, Luego del inicio del llenado se mostró una disminución del caudal del río Sinú en un 75%. (POT Tierralta, 2002, pp 41)

Proponer estrategias para mitigar el riesgo que representa la erosión para la cuenca alta del Río Sinú y las poblaciones aledañas.

Finalmente, para la ejecución del tercer objetivo específico de la investigación, se procedió a analizar los resultados obtenidos durante todo el proceso investigativo, bases teóricas, información cartográfica, geológica, hidrológica, geomorfológica, matrices y demás, que llevaron a obtener conclusiones que comprobaron la hipótesis planteada, lo que permitió establecer ciertas recomendaciones o estrategias que ayudarán a mitigar el riesgo que representa la erosión para la cuenca alta del Río Sinú y las poblaciones aledañas.

9. Resultados y discusión

El proceso investigativo permitió obtener diversos resultados de acuerdo con cada uno de los objetivos específicos planteados como se muestra a continuación:

Realizar una revisión de literatura sobre la información geológica, hidrológica y geomorfológica disponible en el área de estudio, con el fin de evaluar la vulnerabilidad existente ante procesos erosivos fluviales en la región

El desarrollo del primer objetivo permitió determinar que la cuenca alta del río Sinú se establece como una de las áreas que representa mayor importancia desde la perspectiva de producción de oferta hídrica. En esta parte de la cuenca se encuentra el megaproyecto hidrológico Urrá, donde se ubican los afluentes más importantes del Río Sinú, los cuales, en su mayoría, se originan en el Nudo de Paramillo y el resto, proceden del cerro Murrucucú. Dentro del área que ocupa el embalse Urrá y más debajo de este, también se evidencian otros afluentes propios del Río Sinú, pero no con la misma importancia de aporte al caudal como los de la cuenca alta.

La dinámica del río se encuentra condicionada por las geoformas originadas debido al cambio permanente en el curso de la cuenca y por la inferencia del fenómeno de la disección del cauce en el terreno y que presenta cambios en todo el recorrido por la configuración geológica y estructural, además debido a la variabilidad de la energía propia de la corriente, lo que reduce la capacidad erosiva del río, el cual cambia la configuración de las geoformas en la llanura aluvial.

Las geoformas de origen fluvial y lacustre, son amplificados como llanuras inundables, donde

sus corrientes captan una notable carga sedimentaria en suspensión, como también arena y pocas cantidades de gravas provenientes de relieves cercanos. Las llanuras aluviales presentan elementos comunes y otros agregados, relacionados con actividades antiguas del Río Sinú. Geográficamente, estas llanuras se extienden por el occidente del canal actual hasta el caño La Balsa.

Por otra parte, con la revisión literaria también se pudo notar la importancia hídrica de la cuenca alta del Río Sinú. A pesar de esto, la zona enfrenta en gran medida la problemática de la erosión que genera además inundaciones incontrolables, lo que afecta notablemente a la población, en especial a los municipios de Tierralta y Valencia, siendo los territorios más afectados en la cuenca alta, posiblemente por tener una mayor extensión geográfica. Las inundaciones se presentan con mayor frecuencia en temporadas lluviosas o durante el Fenómeno de La Niña, debido a que aumentan las precipitaciones por periodos extensos, lo que produce que se sature el suelo y aumenten los caudales de ríos y quebradas, generando esto impactos negativos para las poblaciones que habitan en las riberas del río Sinú, aumentando los niveles de vulnerabilidad tanto física como socioeconómica.

En cuanto a la erosión severa, de acuerdo al estudio realizado por de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2019):

Este tipo de erosión esta ocupa alrededor de 3 km² de la Cuenca, donde se pueden apreciar superficies aplanadas, una mayor denominada Manso – Tomate y otra, en menor proporción conocida como Planeta Rica. Las geoformas montañosos moldeados por la erosión están representados por paisajes de montañas irregulares establecidos por rocas sedimentarias consolidadas y no plegadas dominadas de forma intensiva por disección, así como también por rocas ígneas que abarcan cadenas montañosas con cerca de 300 mt de desnivel, donde

las cimas están sujetas a la denudación que han afrontado y laderas irregulares, generando de esta forma una pendiente mayor a 30% en la Cuenca alta del Río Sinú. (ANLA, 2019, pp 102)

Describir los procesos causantes de la erosión fluvial identificada en la cuenca alta del Río Sinú en el departamento de Córdoba.

Se pudo determinar, apoyados en la información suministrada por la CVS (2018), que los procesos que en mayor medida causan la erosión en la cuenca son: la ejecución constante de actividades extractivas de material de arrastre en ciertas partes de la cuenca, la existencia de diversos asentamientos de comunidades en las orillas del río Sinú, quienes ejecutan actividades diarias como vertimiento de residuos sólidos, captación irregular de agua, creación de cultivos de especies como plátano, maíz, yuca y otros, los cuales no son aptos para dichos suelos debido a que poseen características radicales que debilitan constantemente el talud, también se evidencia la construcción de estructuras para controlar la erosión de manera artesanal y sin estudios técnicos previos, además se pudo notar la existencia de afectaciones debido a la constante regulación hidráulica llevada a cabo por la represa de Urrá.

Además de describir los procesos causantes de la erosión fluvial, se valoraron los niveles de vulnerabilidad, amenaza y riesgos en la cuenca alta del río Sinú. Para identificar y analizar los niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, se tuvo como referente la guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo elaborada por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNUD, 2012) la cual establece las especificaciones que se deben tener en cuenta al momento de gestionar cada variable y que se relacionan en las tablas expuestas a continuación, al igual que para determinar la vulnerabilidad se asignan valores de

acuerdo a criterios físicos, económicos, ambientales y sociales.

Tabla 1.

Vulnerabilidad física.

VARIABLE	VALOR DE VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1	2	3
Antigüedad de la edificación	Menos de 5 años	Entre 6 y 20 años	Mayor de 20 años
Materiales de construcción	Estructura con materiales de muy buena calidad y adecuada técnica constructiva	Estructura de madera, concreto, adobe, bloque o acero, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, madera u otros materiales en estado precario
Cumplimiento de la normativa vigente	Se cumple de forma estricta con las leyes	Se cumple medianamente con la leyes	No se cumple con las leyes
Características geológicas y tipo de suelo	Zonas sin fallas, fracturas y/o diclasas. Suelos con buenas características geotécnicas	Zonas ligeramente fracturadas. Suelos con mediana capacidad portante	Zonas muy fracturadas y falladas. Suelos colapsables (llenos, nivel freático alto, material orgánico)
Localización de las edificaciones con respecto a zonas de retiro a fuentes de agua y zonas de riesgo	Muy alejada	Medianamente cerca	Muy cercana

Nota. La tabla muestra la clasificación de la vulnerabilidad física de acuerdo a diversas variables que determinan su nivel de intensidad. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 31), por Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.



Tabla 2.

Vulnerabilidad económica.

VARIABLE	VALOR DE VULNERABILIDAD		
	BAJA 1	MEDIA 2	ALTA 3
Situación de pobreza y seguridad alimentaria	Población sin pobreza y con seguridad alimentaria	Población por debajo de la línea de pobreza	Población en situación pobreza extrema
Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos	El nivel de ingresos cubre las necesidades básicas	Ingresos inferiores para suplir las necesidades básicas
Acceso a los servicios públicos	Total cobertura de servicios públicos básicos	Regular cobertura de los servicios públicos básicos	Muy escasa cobertura de los servicios públicos básicos
Acceso al mercado laboral	La oferta laboral es mayor que la demanda	La oferta laboral es igual a la demanda	La oferta laboral es mucho menor que la demanda

Nota. La tabla muestra la clasificación de la vulnerabilidad física de acuerdo a diversas variables que determinan su nivel de intensidad. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 32), por Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.



Tabla 3.

Vulnerabilidad ambiental

VARIABLE	VALOR DE VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1	2	3
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura y/o precipitación promedio normales	Niveles de temperatura y/o precipitación ligeramente superiores al promedio normal	Niveles de temperatura y/o precipitación muy superiores al promedio normal
Composición y calidad del aire	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación, niveles perjudiciales para la salud
Composición y calidad del agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación, niveles perjudiciales para la salud
Condiciones de los recursos ambientales	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales, ligero crecimiento de la población, nivel de contaminación leve y no se practica la deforestación	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, incremento de la población y del nivel de contaminación	Explotación indiscriminada de los recursos naturales; incremento acelerado de la población, deforestación y contaminación

Nota. La tabla muestra la clasificación de la vulnerabilidad ambiental de acuerdo a diversas variables que determinan su nivel de intensidad. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 33), por Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.

Tabla 4.

Vulnerabilidad social

VARIABLE	VALOR DE VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1	2	3
Nivel de Organización	Población organizada	Población medianamente organizada	Población sin ningún tipo de organización
Participación	Participación total de la población	Escasa participación de la población	Nula participación de la población
Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones	Fuerte relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones	Relaciones débiles entre las organizaciones comunitarias y las instituciones	No existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las instituciones
Conocimiento comunitario del riesgo	La población tiene total conocimiento de los riesgos presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema	La población tiene poco conocimiento de los riesgos presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema	Sin ningún tipo de interés por el tema

Nota. La tabla muestra la clasificación de la vulnerabilidad social de acuerdo a diversas variables que determinan su nivel de intensidad. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 34), por Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.

En cuanto a las amenazas, se analizó teniendo en cuenta la frecuencia, intensidad y el territorio y a cada uno de estos aspectos se le asigna una ponderación dependiendo el caso, tal como se muestra en la tabla:

Tabla 5.

Frecuencia de la amenaza

DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años.	3	ALTA
Evento que se presenta por lo menos una vez en un período de tiempo entre 5 a 20 años.	2	MEDIA
Evento que se presenta al menos una vez en un período de tiempo entre 5 a 20 años.	1	BAJA

Nota. La tabla muestra la intensidad de las amenazas de acuerdo a diferentes eventos. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 35), por Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.

Tabla 6.

Intensidad del evento

DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
Numerosas personas fallecidas, gran cantidad de personas lesionadas, afectación de grandes extensiones del territorio, afectaciones graves en los recursos naturales, suspensión de servicios públicos básicos y de actividades económicas durante varios meses, pérdidas económicas considerables, graves afectaciones en la infraestructura departamental y un gran número de viviendas destruidas.	3	ALTA
Pocas personas fallecidas, varias personas lesionadas de mínima gravedad, afectación moderada de los recursos naturales, afectaciones en las redes de servicios públicos, suspensión temporal de actividades económicas, afectación moderada en la infraestructura departamental, pocas viviendas destruidas y varias viviendas afectadas.	2	MEDIA
Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.	1	BAJA

Nota. La tabla muestra la clasificación de cada evento de acuerdo a su intensidad. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 36), por Unidad

Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.

Tabla 7.

Territorio afectado

DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
Más del 80% de su territorio se encuentra afectado.	3	ALTA
Entre el 50% y 80% del territorio presenta afectación.	2	MEDIA
Menos del 50% del territorio presenta algún tipo de afectación.	1	BAJA

Nota. La tabla muestra la clasificación de los territorios según la intensidad de las afectaciones sufridas. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 37), por Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.

Ahora, para estimar los niveles de riesgo, se hizo a través de una matriz de amenazas y vulnerabilidades. Esto permitió analizar probabilidades en cuanto a los daños que se pueden generar, como se muestra a continuación:

Tabla 8.

Nivel de riesgo.

RIESGO			
Amenaza Alta	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Amenaza Media	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Amenaza Baja	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta

Nota. La tabla muestra la clasificación del riesgo de acuerdo al nivel de amenaza. Tomado de *guía de Diagnóstico Planes Departamentales de Gestión del Riesgo* (p. 40), por Unidad

Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012.

Con la aplicación de las matrices establecidas por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, (2012), se pudo constatar la existencia de un total de 50 puntos críticos por erosión e inundación, 36 en el municipio de Tierralta, que corresponde al 17,39% de la cuenca y 14 puntos críticos en Valencia, lo que representa el 6,79% del total de la cuenca.

De los 36 puntos críticos en Tierralta, en 31 de estos se estima que la erosión es relativamente baja, en 2 media y en 3 alta y en cuanto al riesgo de inundación, de estos 36 puntos críticos identificados, 25 presentan riesgo bajo y 11 riesgo medio.

De estos 14 puntos críticos en Valencia, en 10 de estos se estima que la erosión es relativamente baja, en 3 media y en 1 alta y en cuanto al riesgo de inundación, de estos 14 puntos críticos identificados, 11 presentan riesgo bajo, 2 riesgo medio y 1 riesgo bajo.

Básicamente, los factores que han ocasionado la generación y crecimiento de dichos puntos críticos se encuentran relacionados con la concentración de la tierra, la apropiación de las aguas del río de forma irregular a cargo de grandes propietarios de tierras, la construcción de megaproyectos, la captación de aguas por comunidades ribereñas, la invasión de playones para labores agrícolas y ganaderas, la contaminación con agroquímicos y la quema constante de vegetación para cazar especies nativas. Todas estas actuaciones irresponsables son la mayor causa de los conflictos ambientales en la cuenca alta del río Sinú, lo que se ha venido generando desde hace muchos años, pero que se han intensificado desde el año 2000 con la puesta en marcha de hidroeléctrica Urrá. En lo referente a esto, la Corte Constitucional (2001) afirma:

La cuenca del Sinú presenta conflictos de conservación del orden de magnitud 1, o sea de transformación total, debido a la desaparición o cambio fundamental de sus características, y del orden 2, o perturbación severa por los cambios generados en las funciones ambientales, especialmente en el área de humedales, la cual representa el tres por ciento (3%) a nivel nacional. (Corte Constitucional, 2001, pp 7)

Por último, queda claro que principales actores generadores en la cuenca alta del río Sinú, debido al uso o despojo de agua, son el megaproyecto Urrá y los ganaderos y agricultores a gran escala. Por su parte, los actores que resultan mayormente afectados debido a las limitaciones en cuanto al uso del recurso, son las comunidades riverañas, compuestas por campesinos, indígenas y pescadores. Finalmente, los actores o autoridades ambientales que intentan regular el daño, son la Corporación Autónoma de los Valles del río Sinú y San Jorge, la Gobernación de Córdoba y las alcaldías cuyos municipios hacen parte de la cuenca alta del río Sinú. Estas entidades muchas veces son cuestionadas debido a las medidas que ejercen para contrarrestar la problemática o por su falta de actuación.

- **Proponer estrategias para mitigar el riesgo que representa la erosión para la cuenca alta del Río Sinú y las poblaciones aledañas.**

Una vez ejecutados cada uno de los procesos que permitieron dar cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos, se puede evidenciar la veracidad de la hipótesis planteada que permite establecer como las inundaciones se convierten en el mayor riesgo para las poblaciones que habitan en la parte alta del Río Sinú en el Departamento de Córdoba, debido a las diversas amenazas y vulnerabilidades que genera la erosión como principal problemática ambiental en esta parte de la cuenca, se proponen las siguientes estrategias que contribuirán a

mitigar el riesgo de la erosión de forma general en la cuenca alta del río Sinú:

- Se sugiere que el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres realice seguimientos de manera constante con el fin de tomar medidas correctivas en cada uno de los puntos críticos identificados.
- Capacitar de forma constante a la población acerca de la mitigación y prevención para reducir riesgos, teniendo en cuenta la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, la cual, en el anexo B: Gestión del Riesgo, expresa que este tipo de acciones se refieren a:

Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. (Minambiente, 2012, pp 13)

- Se requiere realizar un estudio acerca de la población que se encuentra viviendo en la zona paralela al río, para determinar el riesgo que afrontan.
- Establecer bosques de galería donde se siembre vegetación nativa, que pueda progresar rápidamente y aumente la estabilidad del suelo.
- Realzar de forma prioritaria el dique de cierre del río con material de suelo con características cohesivas y de fácil compactibilidad, con el fin de generar mayor estabilidad a la estructura.
- Tanto en el municipio de Tierralta como Valencia, es importante reubicar tramos de la vía de acceso a ambos municipios, ya que las carreteras infringen los treinta metros que se deben establecer como protección.



- Construir, donde sea necesario y permitido, viviendas palafitos que permitan cubrir las necesidades de infraestructura de acuerdo a las condiciones del terreno.
- El paso de vehículos sobre el dique de cierre del río debe ser restringido de forma gradual y en ambos municipios analizados, ya que se está perdiendo la estabilidad del mismo por el exceso de carga soportado.
- Las bolsas de colchacreto también se convierten en una alternativa recursiva para el control la erosión que se presenta en las zonas estudiadas.
- Finalmente, también sería importante instalar un sistema de alerta temprana que brinde información de forma oportuna y eficaz acerca de riesgos, por medio de diversas herramientas y alternativas, lo que permitirá a las comunidades que habitan cerca al río y que se encuentran expuestas a la amenaza latente de inundaciones, sobre todo en las veredas más alejadas del casco urbano, poder tomar decisiones y actuar de forma oportuna ante las amenazas.

10. Conclusiones

Es innegable que la problemática por erosión fluvial afecta seriamente a los municipios analizados: Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba, los cuales tienen relación directa con la cuenca alta del río Sinú; siendo Tierralta la zona con mayores puntos críticos, en este caso se presentan 36, mientras que en Valencia solo se identifican 14. Esta diferencia posiblemente se debe a que Tierralta posee mayor longitud del tramo del río Sinú dentro de su territorio, así como también cuenta con un nivel más alto de presión antrópica. Tierralta se ubica así en el tercer lugar dentro de los municipios con mayor erosión del departamento de Córdoba.

Los puntos críticos identificados en ambos municipios, en su mayoría se categorizan como peligrosos y persistentes, principalmente porque las condiciones del territorio facilitan inundaciones por desborde que empeoran con el pasar del tiempo, puesto que la erosión se va expandiendo de forma progresiva.

Se logró verificar las causas principales de la erosión hídrica en la cuenca, teniendo en cuenta lo plasmado en la investigación de Vergara (2005), quien determinó que:

Actualmente existen innumerables actuaciones humanas que mantienen el riesgo y afectan la sostenibilidad de la cuenca alta del río Sinú, principalmente la expansión de fronteras agrícola y ganaderas, apropiación del recurso hídrico por parte de la hidroeléctrica Urrá contaminación del río con residuos, entre otros. (Vergara, 2005, pp 21)

Se deduce entonces, que este tipo de actuaciones han generado diversas transformaciones

en los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas, además de incentivar la aparición de incontables problemáticas socioambientales que afectan seriamente la calidad de vida de las comunidades que habitan cerca de la cuenca.

Otro factor agravante de la problemática es la explotación de material de arrastre que se da a lo largo de la cuenca alta del río Sinú, en ambos municipios y que se lleva a cabo de manera artesanal e irregular, lo que indudablemente está afectando la estabilidad geotécnica de las riberas del río, lo que promueve el aumento progresivo en la erosión fluvial.

Existe un alto grado de preocupación por parte de las comunidades que habitan en cercanías de la cuenca alta, respecto a lo que representan fenómenos como la erosión fluvial e inundaciones, puesto que son conscientes de que este tipo de problemáticas no solo generan implicaciones de carácter ambiental, sino también económico y ambiental.

Evidentemente la erosión fluvial y como consecuencia de este fenómeno las inundaciones, representan una de las mayores problemáticas ambientales en el departamento de Córdoba, es así como se requiere que las entidades territoriales competentes, prioricen la creación de nuevas estrategias y se mejoren las existentes, con el fin de tomar medidas para intervenir, prevenir y corregir este tipo de afectaciones de manera adecuada.

11. Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Tierralta. (2020). *Plan de Desarrollo 2020 – 2023 “Paz, Desarrollo y Buen Gobierno” del Municipio de Tierralta, Departamento de Córdoba*. Tierralta: Concejo Municipal.
- Alcaldía de Valencia. (2020). *Plan de Desarrollo 2020 – 2023 “Todos por Valencia” del Municipio de Valencia, Departamento de Córdoba*. Valencia: Concejo Municipal.
- ANLA. (2019). *Reporte de Alertas Subzonas Hidrográficas Río Sinú y Alto San Jorge*. Bogotá: SZH-RSASJ.
- Bordino, J. (2022). *Soluciones basadas en la Naturaleza: los ecosistemas como aliados en la lucha frente al cambio climático*. España: FCAGR.
- CORDECOR. (2011). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio De Tierralta (Córdoba) 2011 – 2023*. Tierralta: Alcaldía de Tierralta.
- Corte Constitucional. (2006). *Derecho a la integridad cultural y económica del pueblo indígena Embera-Katio del alto Sinú-Perjuicios por construcción de obras civiles de la hidroeléctrica Urrá (S. T-652/98)*. Bogotá.



CVS. (2016). *Informe puntos críticos de las cuencas del río Sinú, San Jorge, Canalete y zona Costanera*. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.

CVS. (2016). *Plan de Acción Institucional 2016-2019*. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.

CVS. (2016). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Sinú – POMCA Sinú*. Montería: CVS.

CVS. (2019). *Protocolo modelo técnico - conceptual de obras de control de erosión en la cuenca del río Sinú como estrategia para la gestión y reducción del riesgo y disminución de la vulnerabilidad de las poblaciones por amenaza de inundación como apoyo a los municipios del departamento de Córdoba*. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.

Dascal, G. & Vargas, R. (2012). *Guía metodológica. Cambio climático y gestión del riesgo: análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura marino-costera en América Latina*. Bruselas: EuropeAid.

Ferrán, A (2007). *Modelización de la erosión hídrica en los suelos. El enfoque de sistemas en las CTMA*. Madrid: Editorial Agrícola Española.

Gordon, J. (1983). *Geodiversidad y enfoque ecosistémico: la contribución de las geociencias para lograr una gestión ambiental integrada*. Ecuador: Actas de los Geólogos Asociación.

Gracia, F. (1997). *Morfología de Ríos*. México: Instituto de Ingeniería UNAM.

Guerrero, J. (2011). *Controlemos el dramático proceso de erosión hídrica. Manual Técnico*. Lima: Diaconia.

MADS. (2016). *Gestión de riesgo de desastres para autoridades ambientales en Colombia*. Bogotá D.C.: MADS y PNUD.

Minambiente. (2013). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Anexo B: Gestión del Riesgo*. Bogotá: Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico.

Montero, D. (2020). *Plan de Desarrollo del Municipio de Tierralta: 2020-2023 “Paz, Desarrollo y Buen Gobierno”*. Tierralta: Alcaldía Municipal.

Morgan, R. (2005). *Erosión y conservación del suelo*. España: Ediciones Mundi-Prensa.

Poveda, G. (2004). *La hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala inter-decadal*



hasta la escala diurna. Bogotá: Revista Academia Colombiana de Ciencias.

UNGRD. (2015). *Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres.*

Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

UNGRD. (2018). *Terminología sobre gestión del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes. Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo.* Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Vergara, M. (2005). *Análisis de la estabilidad de taludes del Río Sinú en el tramo correspondiente al alto Sinú después de la entrada en operación de la Hidroeléctrica Urrá.* Bogotá: Universidad de Los Andes.



ANEXOS

Anexo 1. Puntos críticos del municipio de Tierralta.

No.	Margen	Nombre	Municipio	Nivel de Riesgo erosión	Nivel de Riesgo inundación
1	Derecha	Puerto de La Balsa - Vereda Santana	Tierralta	Alto	Bajo
2	Izquierda	Parcelas Nueva Unión	Tierralta	Bajo	Bajo
3	Izquierda	Parcela Nuevo Ceibal	Tierralta	Bajo	Bajo
4	Derecha	Vereda San Clemente	Tierralta	Bajo	Bajo
5	Derecha	Vereda Villa Luz 1	Tierralta	Bajo	Bajo
6	Derecha	Vereda Villa Luz 2	Tierralta	Bajo	Medio
7	Izquierda	Corregimiento Villa Providencia	Tierralta	Bajo	Bajo
8	Derecha	Vereda Villa Luz 4	Tierralta	Bajo	bajo
9	Derecha	Puerta Negra	Tierralta	Bajo	Bajo
10	Derecha	Vereda Nuevo Tay	Tierralta	Bajo	Bajo
11	Izquierda	Vereda Mazamorra 1	Tierralta	Bajo	Medio
12	Derecha	Vereda El Toro 2	Tierralta	Bajo	Medio
13	Izquierda	Vereda Mazamorra 2	Tierralta	Bajo	Bajo
14	Izquierda	Vereda Mazamorra 3	Tierralta	Bajo	Bajo



No.	Margen	Nombre	Municipio	Nivel de Riesgo erosión	Nivel de Riesgo inundación
15	Izquierda	Vereda Buenavista	Tierralta	Bajo	Bajo
16	Derecha	Vereda El Banquito 1	Tierralta	Bajo	Medio
17	Izquierda	Callejas	Tierralta	Alto	Medio
18	Derecha	Vereda El Banquito 2	Tierralta	Bajo	Bajo
19	Derecha	Perímetro urbano (aguas arriba del barrio El Prado)	Tierralta	Bajo	Medio
20	Derecha	Barrios El Prado - Libardo López	Tierralta	Alto	Medio
21	Derecha	Barrio Libardo López	Tierralta	Medio	Medio
22	Derecha	Perímetro urbano (Aguas abajo Quebrada El Jui)	Tierralta	Bajo	Medio
23	Derecha	Vereda Los Arapios 1	Tierralta	Bajo	Bajo
24	Derecha	Corregimiento Los Morales - Vereda Los Arapios 1	Tierralta	Bajo	Bajo
25	Derecha	Vereda Los Arapios 2	Tierralta	Bajo	Bajo
26	Derecha	Vereda Los Arapios 3	Tierralta	Bajo	Bajo
27	Derecha	Vereda El Puerto - Centro Poblado Macieriejo	Tierralta	Bajo	Bajo
28	Derecha	Puente Valencia	Tierralta	Medio	Medio
29	Derecha	Vereda El Puerto 1	Tierralta	Bajo	Bajo
30	Derecha	Vereda El Puerto 2	Tierralta	Bajo	Medio
31	Derecha	Vereda Granalote	Tierralta	Bajo	Bajo



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

No. Ficha	Margen	Nombre	Municipio	Nivel de Riesgo erosión	Nivel de Riesgo inundación
32	Derecha	Vereda Granalote - La Caimanera	Tierralta	Bajo	Bajo
33	Izquierda	Corregimiento Volador 1	Tierralta	Bajo	Bajo
34	Derecha	Vereda La García - Volador	Tierralta	Bajo	Bajo
35	Derecha	Corregimiento Volador 2	Tierralta	Bajo	Bajo
36	Derecha	Corregimiento Volador 3	Tierralta	Bajo	Bajo



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

Anexo 2. Puntos críticos del municipio de Valencia.

No.	Margen	Nombre	Municipio	Nivel de Riesgo erosión	Nivel de Riesgo inundación
37	Izquierda	Camellón Callejas (Vereda Dos Marías)	Valencia	Medio	Medio
38	Izquierda	Vereda El Pital	Valencia	Bajo	Bajo
39	Izquierda	Aguas arriba centro poblado Manzanares	Valencia	Bajo	Bajo
40	Izquierda	Manzanares	Valencia	Medio	Medio
41	Izquierda	Manzanares - Río Nuevo	Valencia	Bajo	Bajo
42	Izquierda	Río Nuevo - Los Bongos	Valencia	Bajo	Bajo
43	Izquierda	Frente a Centro Poblado Macieriejo	Valencia	Bajo	Bajo
44	Izquierda	Río Nuevo	Valencia	Alto	Alto
45	Izquierda	Aguas abajo centro poblado Río Nuevo	Valencia	Bajo	Bajo
46	Izquierda	Corregimiento Río Nuevo - Vereda Nueva Esperanza 1	Valencia	Medio	Bajo
47	Izquierda	Corregimiento Río Nuevo - Vereda Nueva Esperanza 2	Valencia	Bajo	Bajo
48	Izquierda	Corregimiento Villanueva - Vereda Pescado Abajo 1	Valencia	Bajo	Bajo



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

No. Ficha	Margen	Nombre	Municipio	Nivel de Riesgo erosión	Nivel de Riesgo inundación
49	Izquierda	Corregimiento Villanueva - Vereda Pescado Abajo 2	Valencia	Bajo	Bajo
50	Izquierda	Corregimiento Villanueva - Vereda Pescado Abajo 3	Valencia	Bajo	Bajo