

**CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA DE LOS EVENTOS QUE
AFECTAN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO CRAVO SUR, EN EL CENTRO POBLADO EL
ALGARROBO, MUNICIPIO DE OROCUÉ, CASANARE - SECRETARIA DE PLANEACIÓN,
ALCALDIA DE OROCUÉ.**



ALEX NEIDER REINA CISNEROS

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE GEOLOGÍA
VILLA DEL ROSARIO
2024**



Alcaldía de Orocué, Casanare
Con dios el pueblo, para seguir trabajando



**CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA DE LOS EVENTOS QUE
AFECTAN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO CRAVO SUR, EN EL CENTRO POBLADO EL
ALGARROBO, MUNICIPIO DE OROCUÉ, CASANARE - SECRETARIA DE PLANEACIÓN,
ALCALDIA DE OROCUÉ.**

ALEX NEIDER REINA CISNEROS

Trabajo de grado, modalidad Práctica empresarial

Como requisito para optar al título de Geólogo.

Director académico

Ilich Sebastián Villamizar Solano

Director empresarial

Diana Dominga Cedeño Estrada

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

PROGRAMA DE GEOLOGÍA

VILLA DEL ROSARIO

2024



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



AGRADECIMIENTOS

A mi Madre que siempre estuvo presente en cada paso que di, apoyándome incansablemente sin importar las adversidades. Su fuerza y dedicación son un ejemplo para mí y me han enseñado a ser valiente y persistente ante cualquier obstáculo. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud y admiración hacia ella, sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible, es realmente mi super héroe y la fuerza que me inspira a seguir adelante.

A mi Abuela que con su amor incondicional ha sido mi salvavidas durante todo mi proceso de formación, en momentos oscuros su apoyo inquebrantable me impulso a alcanzar mis metas. Sin duda, tengo la suerte de tenerla en mi vida y le estaré eternamente agradecido por todo lo que ha hecho por mí, pues gracias a ella he logrado forjar mi personalidad mediante el esfuerzo y la humildad con la que fui criado y el buen ejemplo.

A mis Tíos: Yolman, Fernando, Pedro, Alexis, Meifer y mi Tía Enit que con poco o mucho me apoyaron y siempre creyeron en mí.

A mi hermanito Johan por ser la luz de mi vida y siempre verme como ejemplo a seguir, aun cuando me equivoco.

A mi difunto Padre que a pesar que casi nunca compartimos siempre fue un ejemplo para mí y le recordare toda la vida, espero desde donde este pueda ver en lo que me he convertido y se sienta orgulloso de mí.

A todos mis docentes por compartir su conocimiento en especial al profesor Ilich Sebastián Villamizar, director académico, quien me orientó durante el desarrollo de mi propuesta de grado y a quien le guardo un enorme respeto y admiración como Geólogo.

Al “señor alcalde”, Monchy Moreno, quien fue la persona que sin dudarlo me brindo la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales en la Alcaldía.

A mi tutora empresarial, Diana Cedeño, por tenerme paciencia y a mis compañeros de trabajo en la oficina por acogerme no solo como un colega más; si no como un amigo.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	6
Resumen.....	7
1. Introducción	8
2. Objetivos	10
2.1 Objetivo general:.....	10
2.2 Objetivos específicos:	10
3. Generalidades.....	11
3.1 Localización:.....	11
3.2 Descripción del corregimiento El Algarrobo:	11
4. Metodología	14
4.1 Actividades preliminares:	14
4.2 Planificación:	15
4.3 Fase de campo:.....	15
4.4 Procesamiento de la información:	16
4.5 Informe final:	16
5. Marco Teórico	17
5.1 Geología Regional:	17
5.1.1 Depósitos Cuaternario.....	18
5.1.2 Depósitos cuaternarios de Terraza Planicie Aluvial (Qtp)	18
5.1.3 Depósito cuaternario Aluvial	18
5.2 Geología Estructural	20
5.3 Hidrogeología	20
6. Resultados	24
6.1 Reconocimiento	24
6.2 Caracterización	27
6.2.1 Geología local	27
6.2.1.1 Depósitos cuaternarios aluviales (Qal).....	28
6.2.2 Geomorfología del área de estudio	30
6.2.3 Análisis multitemporal	32
6.2.4 Análisis de Socavación y pérdida de Banca por inundación.....	33
6.2.5 Parámetros morfométricos de la cuenca	37



6.2.6	Vegetación.....	41
7.	Conclusiones.....	42
8.	Recomendaciones	44
9.	Referencias.....	45
10.	Anexos	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación Orocué Casanare y centro poblado El Algarrobo.	12
Figura 2:	Localización General y exacta de la zona del proyecto.	13
Figura 3:	Metodología.	14
Figura 4:	Mapa geológico del Servicio Geológico Colombiano señalando el área de estudio.....	19
Figura 5:	Inventario regional de puntos de agua.....	26
Figura 6:	Mapa geomorfológico de Corporinoquia señalando el area de estudio.	27
Figura 7:	Vista área de estudio.....	28
Figura 8:	Margen derecha rio Cravo sur.....	29
Figura 9:	Margen derecha rio Cravo sur, punto turístico "El mirador del amor".....	29
Figura 10:	Socavación y perdida de banca.	30
Figura 11:	Corte idealizado del eje del suelo en la margen derecha del rio Cravo sur	31
Figura 12:	Depósitos cuaternarios Q-al en las llanuras de inundación del rio Cravo Sur, Margan derecho Centro poblado El Algarrobo.....	32
Figura 13:	Depósitos Cuaternarios que conforman las terrazas de planicie aluvial, unidad donde se encuentra emplazado el corregimiento El Algarrobo.	33
Figura 14:	Depósitos Cuaternarios que conforman las terrazas de planicie aluvial, unidad donde se encuentra emplazado el corregimiento El Algarrobo.	33
Figura 15:	Geomorfología en inmediaciones del rio Cravo sur que incluye la zona de estudio en el corregimiento El Algarrobo.	35
Figura 16:	Análisis multitemporal comportamiento del Rio Cravo sur en el centro poblado El Algarrobo.	36
Figura 17:	Isoprecipitaciones periodo de 2 a 10 años.....	39
Figura 18:	Isoprecipitaciones periodo de 20 a 100 años.....	39
Figura 19:	Isoprecipitaciones periodo de 100 a 200 años.....	40



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Figura 20: Modelo digital de elevación Cuenca Rio Cravo sur.....43

Figura 21: Vegetación representativa en la cuenca del rio Cravo Sur. 44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Precipitaciones máximas en 24 horas por intervalos de años.....38

Tabla 2: Parámetros morfométricos de la cuenca del rio Cravo Sur.....41



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Resumen

Este estudio tiene como objetivo evaluar las características geológicas, hidrogeológicas, geomorfológicas, vegetación y precipitación con el fin de analizar los eventos que afectan la margen derecha del río Cravo Sur, desde una perspectiva geológica, en el corregimiento El Algarrobo, municipio de Orocué, Casanare. Se analizaron detalladamente los eventos y características desde una escala regional de la vertiente de la cordillera oriental, donde nace el río Cravo Sur, en su cuenca alta, intermedia y baja por medio de información recopilada y modificada, también, a una escala local detallada con trabajo de campo en el corregimiento El Algarrobo. La caracterización geológica a escala regional se realizó con información del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Además, la caracterización geomorfológica regional, el contexto hidrogeológico, la vegetación y el análisis de isoprecipitaciones se realizó utilizando información del POMCA de la cuenca del río Cravo Sur y otros estudios regionales por parte de la alcaldía. Para caracterizar los eventos que incluyen la socavación y pérdida de banca primero se realizó una caracterización desde vista aérea reconociendo la morfología meándrica del río, observando la erosión en el centro poblado, seguido de un reconocimiento en campo en las zonas afectadas caracterizando la geología local, la geomorfología, también se determinó la relación espacio-temporal del río Cravo Sur para evaluar la gravedad de los eventos a lo largo del tiempo y su comportamiento. El Algarrobo se encuentra emplazado sobre depósitos sedimentarios de edad cuaternaria, los cuales se componen en general de material de tamaño fino, bastante erosionables afectados por la erosión hídrica en la parte baja de la cuenca donde la topografía es plana y estable desde el punto tectónico, con un ambiente geomorfológico fluvial.

Palabras Clave: Eventos Geológicos, Río Cravo sur, El Algarrobo.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



1. Introducción

La caracterización de los eventos que generan la socavación y pérdida de banca del margen derecho del Río Cravo Sur desempeñan un papel crucial para comprender como factores tales como la geología, el clima, la vegetación, entre otros, influyen de forma determinante en su comportamiento, afectando principalmente a la comunidad del centro poblado El Algarrobo en el municipio de Orocué, Casanare. En este contexto, se llevó a cabo un análisis fundamental de los eventos presentes en el margen derecho del río Cravo Sur en la zona alta e intermedia de la cuenca, hasta zonas de Penillanura¹ de la Orinoquia, principalmente donde se encuentra el corregimiento de El Algarrobo a orillas del río Cravo Sur. Para lograr estos objetivos se analiza toda la información obtenida en bases de datos del SGC, del POMCA² y otros estudios desarrollados para la región, como la geología regional, geomorfología, contexto hidrogeológico, vegetación, complementado con información detallada en trabajo de campo.

La relevancia del estudio se fundamenta en que no se ha realizado un estudio completo y detallado de los eventos que han provocado la socavación y pérdida de banca que afecta la comunidad de El Algarrobo, especialmente en épocas de invierno, por ende, no hay información científica que respalde lo que está sucediendo, es por esto, que es uno de los primeros pasos a la hora de comenzar a comprender desde el punto de vista geológico los eventos que afectan la margen derecha del río Cravo sur, en el centro poblado El Algarrobo y su relación espacio temporal.

Penillanura¹ : Amplia llanura casi uniforme, con ligeras desviaciones producto de una prolongada erosión, a causa de los drenajes o ríos.

POMCA² : Instrumento de planificación, a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca.



Este proyecto se realizó en cinco etapas: la primera etapa consistió en actividades preliminares para comprender el contexto y condiciones de la zona de estudio, analizando toda la información bibliográfica disponible del SGC, el POMCA, y documentos de la alcaldía. La segunda etapa consistió en una planificación donde se realizaron actividades previas para llevar a cabo la etapa de campo, en esta etapa se realizó las observaciones y recolección de datos en las estaciones de campo de las unidades geológicas y geomorfológicas, luego se realizó una etapa de procesamiento de la información en oficina donde se complementa y compara la información bibliográfica con la obtenida en campo, además de plasmar todos los resultados como la información geológica y geomorfológica, el análisis multitemporal, precipitaciones, entre otros. La última etapa comprende el presente informe final que contiene toda la información de las etapas precedentes y fue elaborado con el formato de las normas APA.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



2. Objetivos

2.1 Objetivo general:

- Caracterizar desde el punto de vista geológico los eventos que afectan la margen derecha del río Cravo sur, en el centro poblado el algarrobo, municipio de Orocué, Casanare.

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar y examinar los eventos que afectan el margen derecho del rio Cravo sur a la altura del corregimiento El Algarrobo.
- Determinar la relación espacio temporal del comportamiento del rio Cravo sur en la zona de estudio.
- Generar un precedente para toma de decisiones, con el fin de distinguir y orientar a la comunidad la importancia de una correcta orientación territorial al momento de realizar futuros proyectos urbanísticos.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



3. Generalidades

3.1 Localización:

Orocué es un municipio del departamento de Casanare, Colombia. Ubicado en la zona Sureste del departamento en límites con el departamento del Meta, en este municipio prevalece en la sabana y llanuras inundables, con una extensión de 41.777 Km² en el cual las actividades principales de la economía en la zona son pecuarias, además de las actividades agrícolas en zonas ribereñas del río Cravo Sur. Este municipio se encuentra a una altura promedio de 187 m.s.n.m. con una temperatura media de 26° C (Alcaldía de Orocué, 2021).

El casco Urbano está situado en las zonas de sabana sobre el margen derecho del río Meta y desembocadura del río Cravo Sur. Delimita en dirección al sureste con el municipio de Yopal, por el norte limita con San Luis de Palenque, por el sur con el departamento del Meta y por el Este con el departamento de Vichada, también por el Oeste con el municipio de Maní. Posee una distancia de 190 Km entre Orocué y Yopal, de Bogotá D.C. a Orocué tiene una distancia de 450 Km (Alcaldía de Orocué, 2021).

3.2 Descripción del corregimiento El Algarrobo:

El Algarrobo exactamente el centro poblado del mismo, es un corregimiento del municipio de Orocué el cual se encuentra ubicado sobre la vía que conecta la capital casanareña (Yopal) con el casco urbano del municipio (Orocué), este corregimiento ha crecido económicamente debido a la apertura de pozos petroleros en el municipio, creciendo el flujo vehicular sobre esta vía principal que conecta ambos municipios, además de ser un corregimiento importante para el desarrollo agropecuario, también turístico, este centro poblado es uno de los más antiguos en Orocué. Cerca del año 2006 al 2007 el corregimiento



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



de El Algarrobo se vio beneficiado por el mencionado popularmente boom petrolero el cual llevo a esta zona del municipio aun desarrollo y ampliación poblacional (Corporación regional de la Orinoquia - Corporinoquia, 2015).

Figura 1: *Ubicación Orocué Casanare y centro poblado El Algarrobo.*



Fuente: Autor.

Sobre la vía que conecta el municipio de Yopal con Orocué en el departamento de Casanare aproximadamente a 81.6 Km, en los cuales 67.9 Km de vía se encuentra en pavimento asfáltico y 13.7 Km en afirmado, se ubica el corregimiento de El Algarrobo, entre este corregimiento y el municipio de Orocué hay una distancia de 78.1 Km en el cual la vía se encuentra en afirmado, cabe resaltar que debido al transporte y pozos petroleros ubicados en este municipio la vía en afirmado se encuentre en condiciones medias para la circulación sobre esta. Cabe resaltar que también es objeto para los turistas que desean experimentar las actividades nativas por los finqueros de esta zona, al estar ubicado en cercanía con el Río Cravo Sur es visitado en épocas de sequía, debido al bajo nivel del agua y la poca velocidad que tiene, siendo de baja peligrosidad para uso recreativo y balneario (Corporinoquia, 2015).

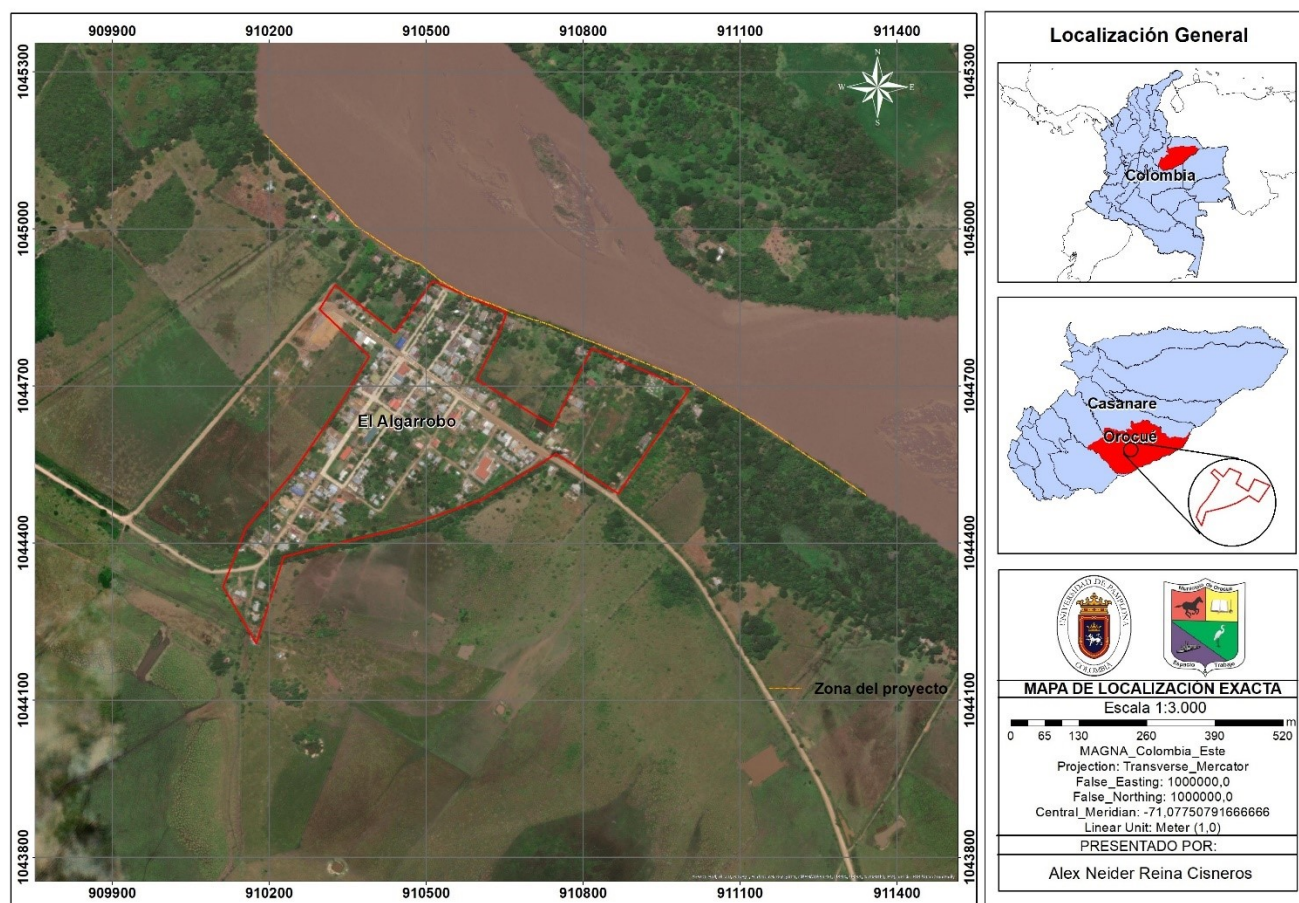


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Figura 2: Localización General y exacta de la zona del proyecto.



Fuente: Autor, (2024). Mapa de localización exacta. Escala 1:3.000. Realizado con ArcMap.

El Río Cravo Sur es un río de los Llanos Orientales, en su curso recorriendo municipios como Yopal, en Casanare o Labranza grande en Boyacá en este caso se estudiará un tramo de este río que está afectando al centro poblado El Algarrobo en el municipio de Orocué, Casanare. (Hoyos, 2005).



Alcaldía de Orocué, Casanare

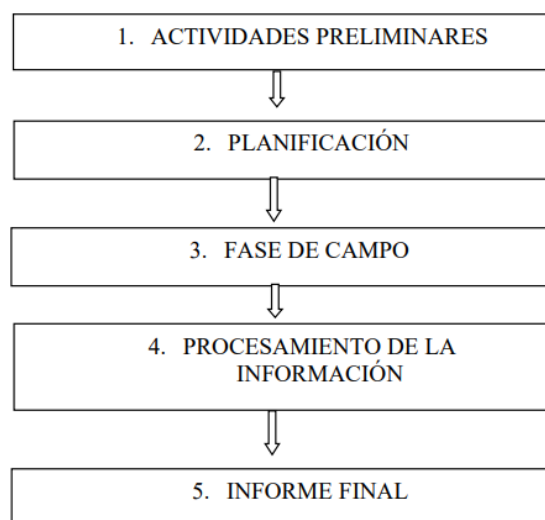
Con dios el pueblo, para seguir trabajando



4. Metodología

La metodología utilizada para la realización de la caracterización geológica de los eventos que Afectan la margen derecha del río Cravo sur, en el centro poblado El Algarrobo, municipio de Orocué, Casanare se dividió en cinco etapas las cuales se detallan a continuación:

Figura 3: *Metodología.*



Fuente: Autor

4.1 Actividades preliminares:

Para la elaboración de este estudio fue necesario realizar una serie de actividades preliminares con el fin de comprender el contexto y condiciones actuales del lugar del proyecto. Entre las actividades preliminares se contemplan visitas a campo, acopio de información en el área objetivo, así como identificación de patrones o características tipológicas particulares de la zona de estudio a partir de la diferente documentación correspondiente a información secundaria, incluido el Plan de Ordenamiento y manejo de Cuenca (POMCA) del río Cravo Sur y otros estudios adelantados por el Servicio Geológico



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando **líderes** para la
construcción de un nuevo
país en paz

Colombiano, Universidades de la región y particulares, así mismo se realiza el ejercicio de revisión de cartografía geológica oficial de diversas versiones.

4.2 Planificación:

Posterior a las actividades preliminares se identificaron las características geológicas más importantes a tener en cuenta, como las zonas mayormente afectadas, y de esta forma consolidar la información en un formato de manera generalizada para la optimización del trabajo de campo; se hizo necesario partir de información cartográfica del área de estudio e información geológica (SGC). Del mismo modo, se recolecto información de diversas fuentes que hacen referencia a la estratigrafía, hidrogeología y las diferentes consideraciones geomorfológicas que se tomaron en cuenta.

4.3 Fase de campo:

En esta etapa se llevó a cabo todo lo referente con la zona de estudio y sus alrededores aquí primeramente se realizó una pequeña etapa de pre-campo donde se buscó la delimitación del área en campo, para posteriormente empezar a realizar diferentes estaciones geológicas en todo el del margen del rio empezando por las áreas de más difícil acceso y terminando por las áreas que presenten menos complejidad, así como también observando el margen izquierdo del rio y su comportamiento. Estas estaciones fueron divididas en tramos de modo que se pudiera cubrir todo el margen que está afectando al centro poblado, donde se realizaron diferentes acciones como lo son descripción de los afloramientos, recolección de muestras para su posterior interpretación, toma de puntos con el GPS, toma de datos estructurales de ser posible. También se hizo una elaboración de Columnas Estratigráficas con el fin de comprender las litologías que componen el margen del rio, en la zona.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



4.4 Procesamiento de la información:

En este apartado se llevaron a cabo los trabajos de oficina como lo son recolección de información bibliográfica complementaria referente, que no fue encontrada en la primera etapa y compararla. En este apartado también se analizaron todos los resultados, tramos, datos y se plasmó la información geológica y geomorfológica con el fin de generar un formato final con las actividades y parámetros principales.

4.5 Informe final:

Se realizó la redacción del informe final esto a partir de los resultados e interpretaciones de todas las etapas anteriores, generando un informe final en formato en Normas APA donde se plasmaron todos estos resultados, interpretaciones, hipótesis, conclusiones y recomendaciones que surgieron respecto al estudio con cada uno de sus productos.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



5. Marco Teórico

El Río Cravo Sur, Desde su nacimiento hasta Yopal, tiene una cuenca de aproximadamente 565.113 hectáreas. Tiene como afluentes principales los ríos Tocaría, Payero, Chiquito y Siana. Recorre los municipios de Mongua, Labranza grande, Yopal, Nunchía y Orocué donde se centra la zona de estudio y donde desemboca en el Río Meta el cual divide al departamento del Casanare del departamento del Vichada por la parte sur del municipio de Orocué. (Hoyos, 2005).

Económicamente en las orillas del Río Cravo Sur se suele cultivar yuca, plátano, café, caña de azúcar, malanga y maíz, esto mayormente en el municipio de Nunchía y en el Centro poblado el Algarrobo que gracias a el afluente lo usan también como un atractivo turístico (Corporinoquia, 2015); sin embargo enmarca una constante amenaza para los rivereños puesto que a la altura del corregimiento el Algarrobo la topografía es completamente plana, como en gran parte de los municipios de Casanare esto ocasiona que la llanura se inunde parcialmente en los meses de invierno y que el río tienda a desbordarse (Corporinoquia, 2015). Este evento ha ocasionado graves problemas a las estructuras del centro poblado y pérdidas materiales bastante relevantes, por consiguiente, se busca analizar desde el punto de vista geológico el comportamiento de dicho afluente y así poder Generar un precedente para toma de decisiones, con el fin de distinguir y orientar a la comunidad la importancia de una correcta orientación territorial al momento de realizar futuros proyectos urbanísticos u de cualquier campo (Corporinoquia, 2015).

5.1 Geología Regional:

La cuenca del río Cravo sur presenta gran extensión, comprende desde la vertiente oriental de la cordillera oriental de Colombia, transaccionando por el piedemonte llanero y finalizando sobre grandes áreas planas donde se encuentran depósitos sedimentarios cuaternarios (Hoyos, 2005). La



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



zona de estudio del río Cravo Sur en su paso por el corregimiento El Algarrobo se encuentra sobre la parte baja de la cuenca, donde la topografía es muy plana y geológicamente el terreno presenta gran estabilidad (Hoyos, 2005).

Por fuera del macizo montañoso, y en algunos valles intramontanos, se encuentran amplios depósitos aluviales que pueden alcanzar decenas y hasta centenares de metros de espesor. Es el caso del Abanico de Yopal, del valle intramontano La Vega al occidente del Abanico de Yopal, las terrazas elevadas de Plan Brisas y El Morro (Hoyos, 2005)

A lo largo de este valle el río Cravo Sur presenta un régimen trenzado o anastomosado distribuido en un amplio cauce, cuya anchura media, 0.3 km, ocupa el 40% del fondo del valle. El abanico de Yopal es un extenso depósito aluvial del Río Cravo Sur, cuyo espesor puede superar los 100 m, compuestos por una mezcla desordenada de arenas, gravas, cantos y bloques de roca (Hoyos, 2005).

5.1.1 Depósitos Cuaternario

5.1.2 Depósitos cuaternarios de Terraza Planicie Aluvial (Qtp)

Se caracteriza por ocupar gran parte del Departamento de Casanare, con un relieve casi horizontal; se ha formado por los grandes depósitos acumulados por los desbordes de los ríos que drenan la llanura. Estos depósitos están constituidos, por limo, arcilla y clastos pequeños irregulares de areniscas de grano fino oxidadas (SGC, 2010).

5.1.3 Depósito cuaternario Aluvial (Qal)

Son depósitos acumulados en las márgenes divagantes de los principales ríos y caños. En la región de llanura, están constituidos por sedimentos finos (limo, arcilla y ocasionalmente



Alcaldía de Orocué, Casanare

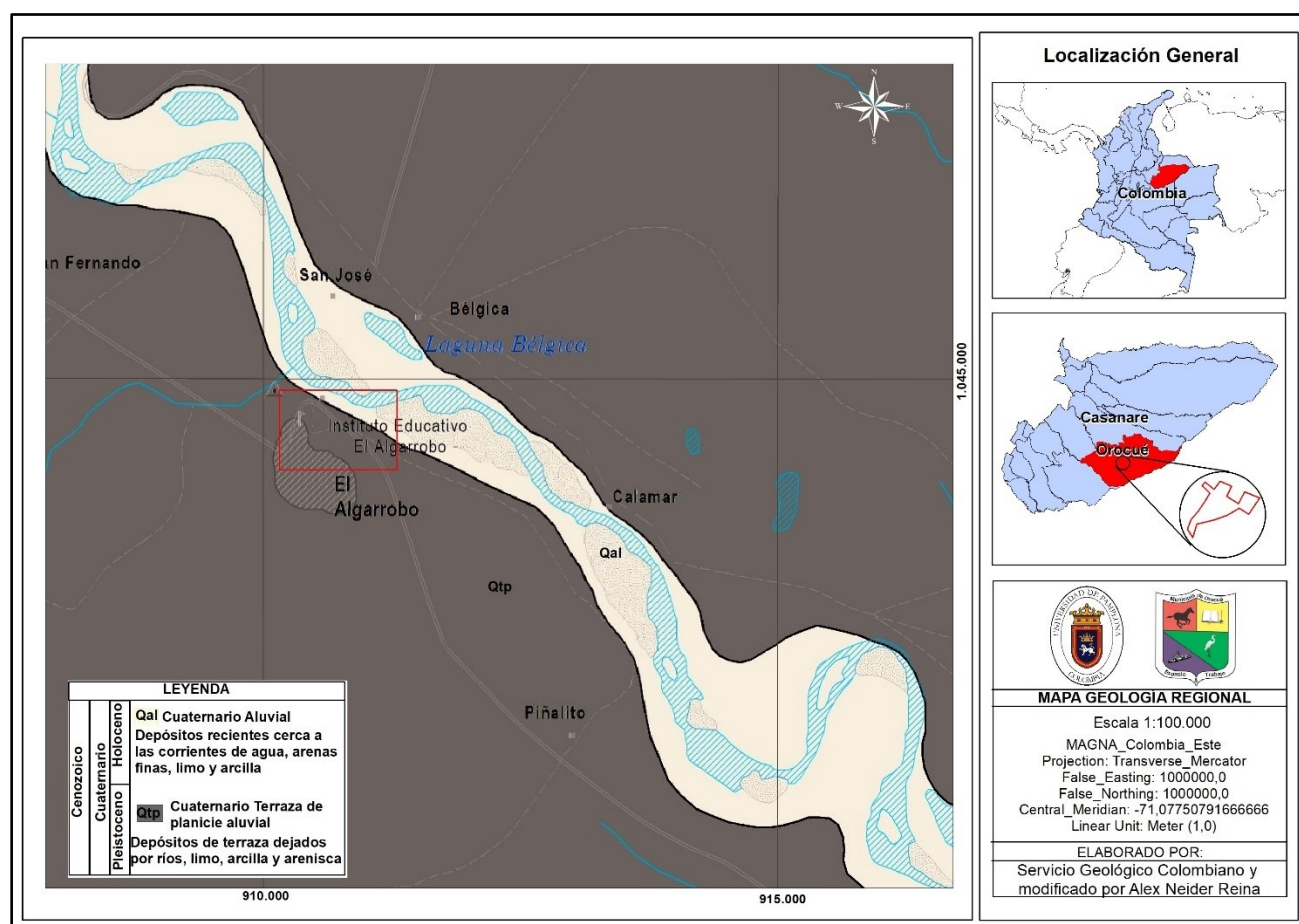
Con dios el pueblo, para seguir trabajando



arena); en la región de piedemonte y montaña el tamaño de las partículas es mayor llegando hasta bloques (SGC, 2010).

A continuación, se presenta el mapa geológico para la cuenca del río Cravo Sur hasta el punto de interés sobre el corregimiento El Algarrobo.

Figura 4. Mapa geológico del Servicio Geológico Colombiano señalando el área de estudio



Nota. Plancha 213 a escala 1:100.000 tomando el cuadrángulo H7. Fuente: Servicio Geológico Colombiano, (2010). Mapa geológico plancha 213 Rio Cravo Sur. Recuperado de: <https://recordcenter.sgc.gov.co/B13/23008010024561/mapa/pdf/2105245611300004.pdf>.

Modificado por el autor



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

5.2 Geología Estructural

El área de estudio se encuentra dentro de la denominada Cuenca Antepaís de los Llanos Orientales. Geográficamente corresponde a la parte occidental de la cuenca sedimentaria del Orinoco (SGC, 2010).

Como se observa en la figura 4, en la zona de estudio no hay presencia de estructuras.

5.3 Hidrogeología

De acuerdo a los estudios realizados por el Servicio Geológico Colombiano (2018) donde tuvieron en cuenta factores como la adquisición e interpretación de datos hidrogeológicos obtenidos de datos geológicos, geofísicos, inventario de puntos de agua hidrológicos, hidráulicos e hidrogeoquímicos, la totalidad del agua superficial y subterránea en el sistema hidrogeológico tiene su origen en la precipitación (SGC, 2018). La mayor parte de la precipitación vuelve a la atmósfera en el proceso de evapotranspiración o discurre en la superficie y en la parte superior del subsuelo como escorrentía, la infiltración tiene lugar en el altiplano, en los valles intramontanos y las terrazas elevadas donde las condiciones topográficas y la textura del suelo permiten la circulación (SGC, 2018).

Los sistemas acuíferos del mayor interés, se encuentran asociados con los sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente aluvial y rocas sedimentarias del cenozoico semiconsolidadas a consolidadas, cuyas características texturales y composicionales los constituyen principalmente en acuíferos de tipo libre, localmente confinado (SGC, 2018).

El incremento o disminución de agua en la zona de estudio son de carácter estacional donde en épocas de invierno hay un gran aumento del caudal.

A continuación, se presenta el mapa de inventario de puntos de agua realizado por el Servicio Geológico Colombiano para la región:

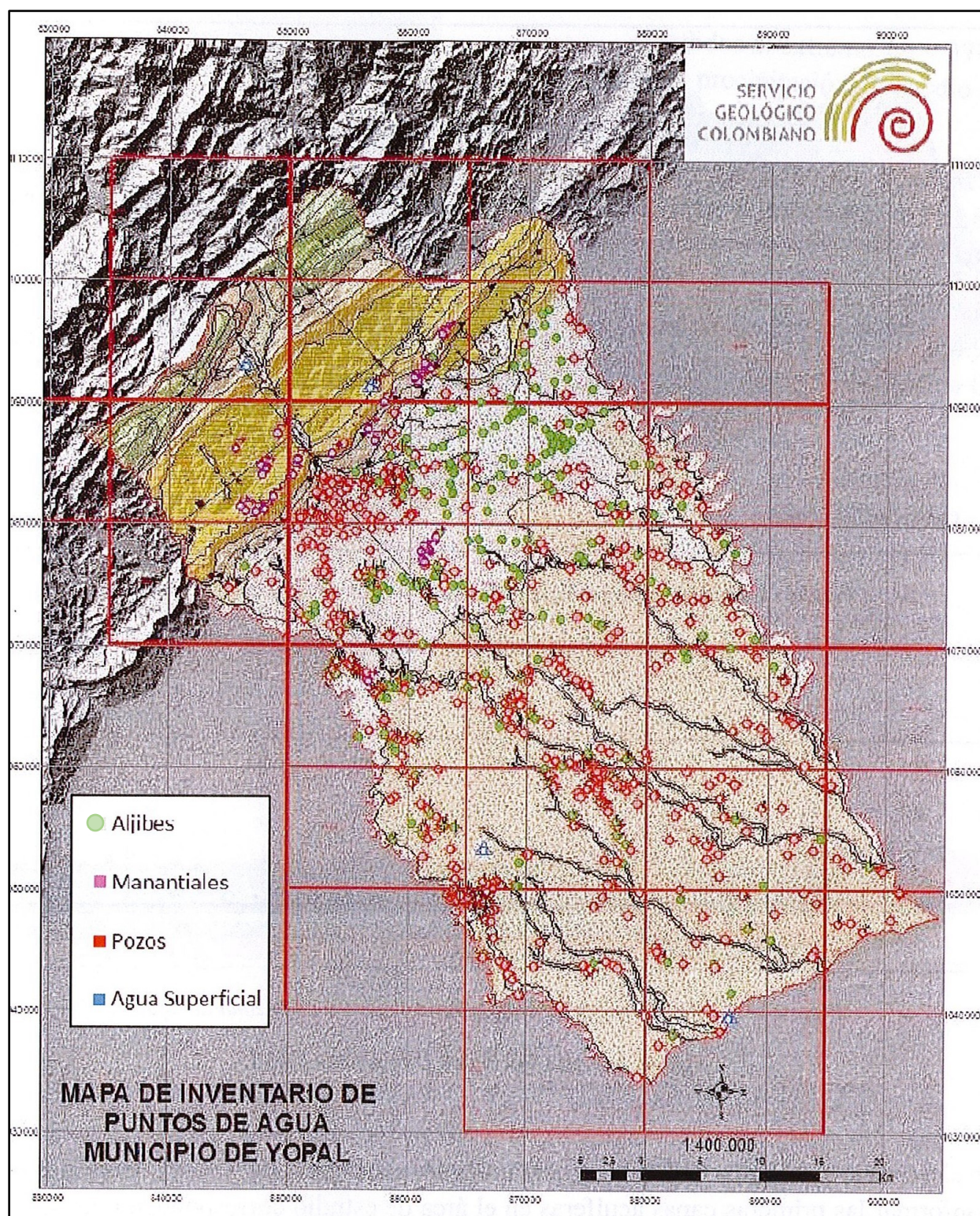


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Figura 5: *Inventario regional de puntos de agua.*



Fuente: Servicio geológico colombiano, (2018).



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

5.4 Geomorfología Regional

La cuenca hidrográfica del río Cravo Sur tiene varias unidades y subunidades geomorfológicas, en la zona de estudio se encuentra un ambiente geomorfológico de tipo fluvial.

5.4.1 Ambiente fluvial

Asociados a procesos exógenos degradacionales y agradacionales relacionados al efecto erosivo y acumulativo en la base de las laderas de morfología plana, en las corrientes de los ríos y las cuencas de sedimentación. Se agrupan las unidades que reciben el aporte de material proveniente de las unidades denudacionales y de los drenajes (Carvajal, 2011).

5.4.1.1 Terraza de acumulación

Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, que se ha modelado sobre sedimentos fluviales y que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diversas alturas que siguen el cauce de un río. Su origen se relaciona con procesos de erosión y acumulación aluvial, sobre antiguas llanuras de inundación (Corporinoquia, 2015).

5.4.1.2 Barra longitudinal (Fbl)

Cuerpo elongado de morfología suave ondulada, dispuesto paralelo al centro de los cauces fluviales mayores, con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Su origen es relacionado a la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones, que luego de disminuir el caudal, quedan como remanentes que dividen la corriente (Corporinoquia, 2015).

5.4.1.3 Cauce aluvial (Fca)

Canal de forma irregular, excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, sobre sedimentos aluviales, está asociado al río Cravo Sue y sus tributarios (Corporinoquia, 2015).

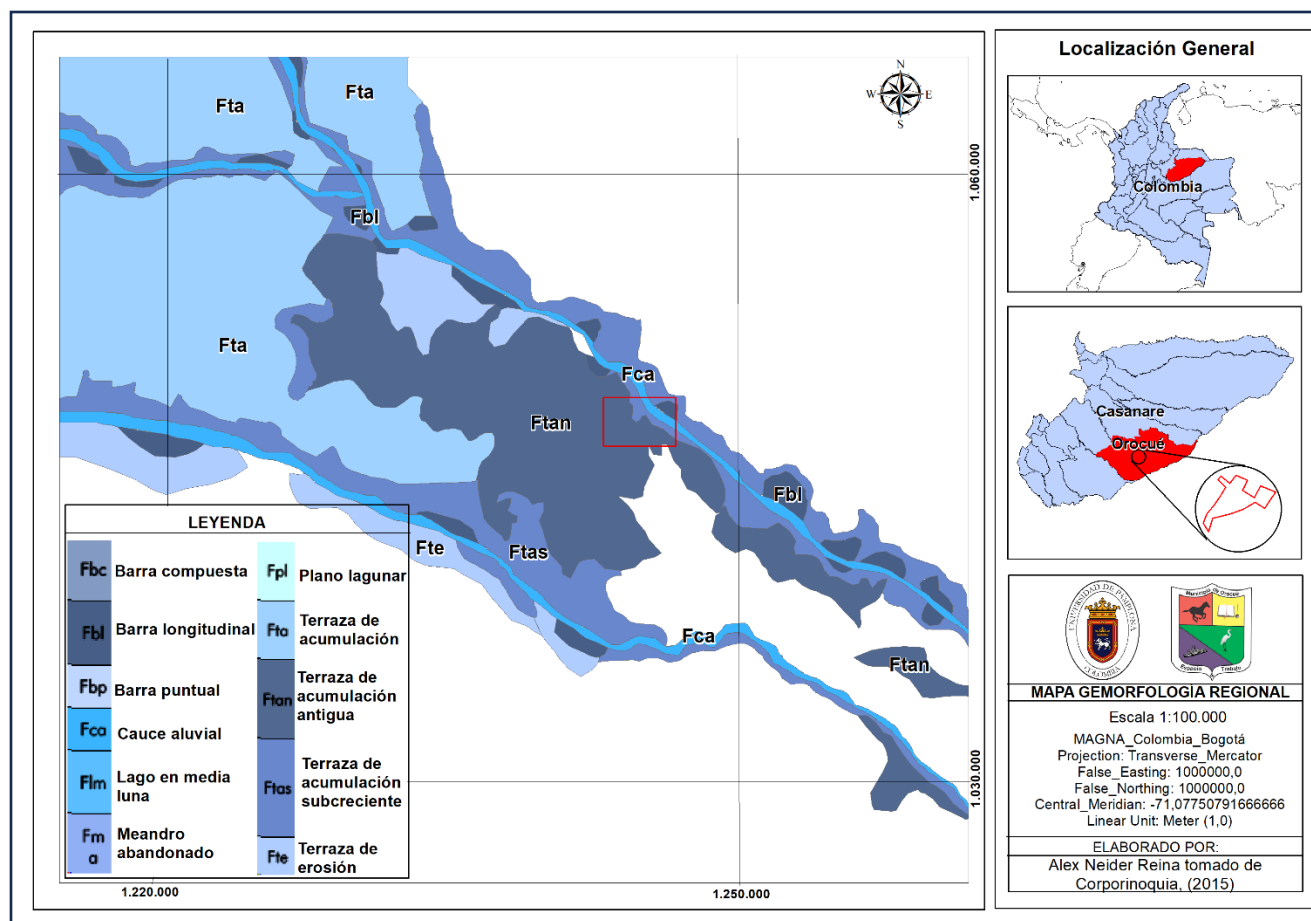


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

Figura 6: Mapa geomorfológico de Corporinoquia señalando el área de estudio.



Nota Mapa de geomorfología del POMCA del río Cravo Sur. **Fuente:** Corporinoquia, (2015). Mapa geomorfología regional. Escala 1:100.000. Realizado por el autor en ArcMap.



Alcaldía de Orocué, Casanare

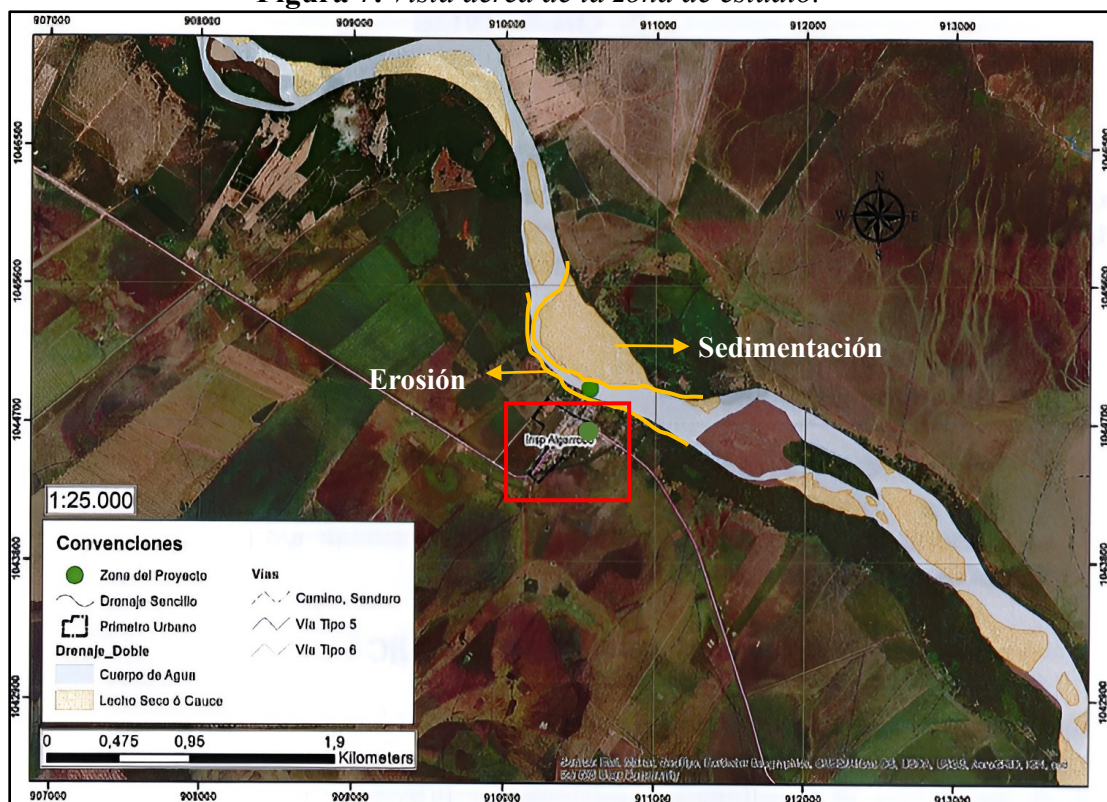
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

6. Resultados

Para determinar los eventos que afectan y se pueden caracterizar desde el punto de vista geológico en la margen derecha del río Cravo sur en el centro poblado El Algarrobo en Casanare, municipio de Orocué primero se realizó un reconocimiento de la vista aérea del área (figura 10) donde se observa que la zona de estudio está ubicada en inmediaciones del cauce del río Cravo Sur y la morfología del río es meándrico, pues este se presenta en una zona donde no hay pendientes pronunciadas por lo que no tiene mucha velocidad y la cantidad de agua presente en la zona aumenta gradualmente en invierno inundando la llanura y por consiguiente el corregimiento El Algarrobo. Otro factor importante es que presenta erosión en el margen derecho y sedimentación en el margen izquierdo como se observa en la (figura 10).

Figura 7: Vista aérea de la zona de estudio.



Fuente: Autor, (2024). Vista aérea de la zona de estudio. Escala 1:25.000. Realizado con ArcMap.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

6.1 Reconocimiento

Se realizó la visita de campo al área de estudio con el fin de localizar la zona afectada por los eventos y poder caracterizarlos.

Figura 8: *Margen derecha rio Cravo sur.*



Fuente: Autor

Se pudo identificar una fuerte amenaza por socavación y pérdida de banca ocasionada por las múltiples inundaciones que afectan toda la llanura en temporadas de invierno.

Figura 9: *Margen derecha rio Cravo sur, punto turístico "El mirador del amor"*



Fuente: Autor



Alcaldía de Orocué, Casanare
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

A la altura del punto turístico el mirador del amor, se puede identificar la gran cercanía del cauce del río al centro poblado, más adelante se mostrará un análisis multitemporal del comportamiento del río.

Figura 10: *Socavación y pérdida de banca.*



Fuente: Autor

Se evidenció un nivel de socavación y pérdida de la banca bastante avanzado a tal punto que llegó a afectar las estructuras riverneñas.

Se deja como precedente que los principales eventos que afectan la margen derecha del río Cravo sur en El centro poblado el Algarrobo son la socavación y pérdida de banca a causa de las inundaciones que afectan estas litologías cuaternarias, principalmente compuestas de arenas y arcillas como lo muestra el perfil longitudinal de los suelos (figura 14). Los principales eventos naturales fluviales que afectan las riberas de los ríos en esta zona son las inundaciones y el desbordamiento, debido a la topografía del terreno el cual carece de pendientes. Por lo general el río Cravo Sur conserva un cauce con una energía bastante débil, lo cual no permite que sea propenso a avalanchas y/o avenidas torrenciales. Las inundaciones se relacionan hacia las estaciones climáticas, pues en invierno ocurren desbordamientos de agua temporales hacia



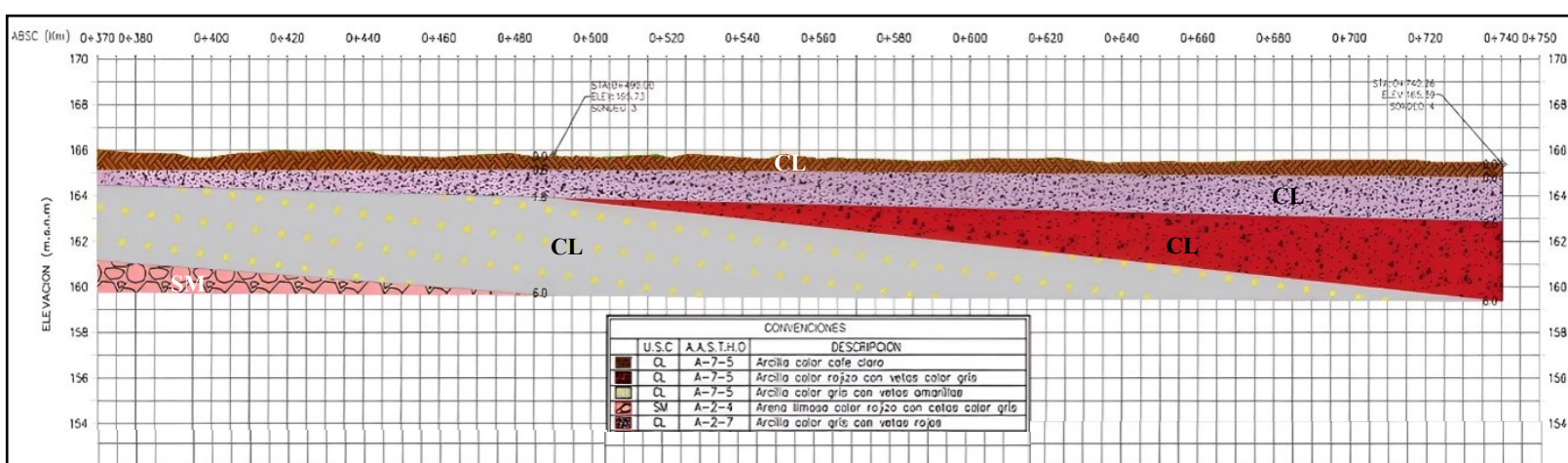
Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

terrenos que normalmente están secos durante todo el verano. Las inundaciones son el tipo de desastre natural más común en los ríos de la región. El no desalojar las zonas inundadas o entrar en las aguas de inundación pueden causar lesiones o muerte.

Figura 11: Corte idealizado del eje del suelo en la margen derecha del río Cravo sur.



Nota. Perfil longitudinal de los suelos. **Fuente:** Estudio de suelos centro poblado El Algarrobo por Contreras (2021) y adaptado por el autor.

6.1 Caracterización

Se realiza una caracterización de los eventos que afectan la margen derecha del río Cravo sur, a la altura del corregimiento El Algarrobo. Los eventos que se presenciaron en el reconocimiento son la socavación y pérdida de banca producto del desbordamiento por inundaciones.

6.1.1 Geología local

Luego de conocer la distribución y exposición de las diferentes unidades geológicas en la región, se describirán las formaciones geológicas que conforman la zona de estudio a orillas



Alcaldía de Orocué, Casanare
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

del río Cravo Sur en el corregimiento El Algarrobo, donde solamente se encuentran depósitos sedimentarios de edad del Cuaternario.

6.1.1.1 Depósitos cuaternarios aluviales (Qal)

Grandes depósitos de edad del cuaternario que se encuentran depositados en los bordes del río Cravo Sur, conformando una planicie aluvial, estos sedimentos son de color amarillento a marrón de tamaño de grano limos, arenas finas y arcillas, tienen poco espesor, en épocas de lluvia son depositados por suspensión debido a las aguas que inundan la planicie que esta adyacente al río.

Figura 12: *Depósitos cuaternarios Q-al en las llanuras de inundación del río Cravo Sur, Margan derecho Centro poblado El Algarrobo.*



Nota. Fotografía Aérea Tomada con Dron. **Fuente:** Alcaldía Municipal de Orocué.

6.2.1.2 Depósitos cuaternarios de terraza de planicie aluvial (Qtp)

Se presentan depósitos de terraza de planicie aluvial indiferenciados, los cuales presentan mayor grado de consolidación por ser un poco más antiguos, estos depósitos tienen un espesor de aproximadamente de 2 metros y en otros sectores de 3.5 metros, se compone en general de sedimentos de color gris claro, amarillento a blanco, de tamaño de



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



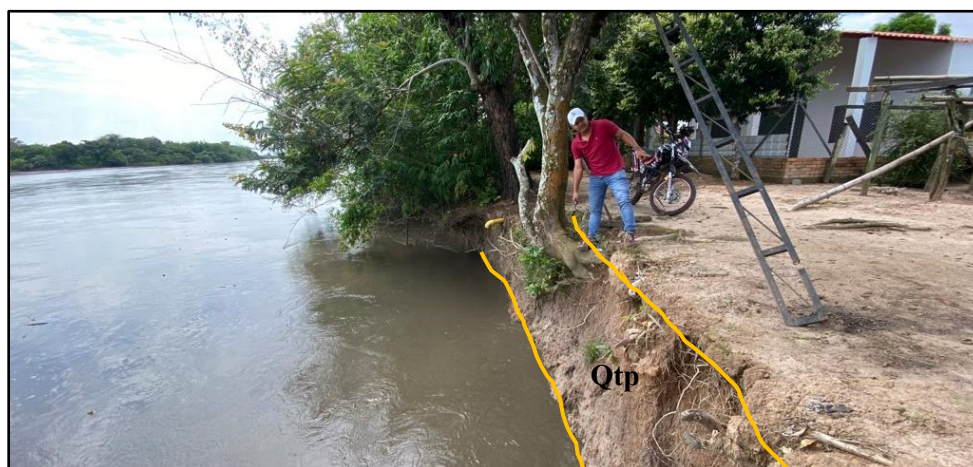
grano fino de arenas finas, limos y arcillas, se encuentra materia orgánica y oxidación. Hacia proximidades del cauce del río Cravo Sur se encuentran grandes depósitos de tamaño de grano de arena gruesa y limo de color gris claro que son acumulados en las márgenes y dentro del canal del río Cravo Sur.

Figura 13: *Depósitos Cuaternarios que conforman las terrazas de planicie aluvial, unidad donde se encuentra emplazado el corregimiento El Algarrobo.*



Fuente: Autor

Figura 14: *Depósitos Cuaternarios que conforman las terrazas de planicie aluvial, unidad donde se encuentra emplazado el corregimiento El Algarrobo.*



Fuente: Autor



Alcaldía de Orocué, Casanare
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

6.1.2 Geomorfología del área de estudio

La zona de estudio en el corregimiento de El Algarrobo se encuentra localizada sobre un ambiente fluvial, comprendiendo específicamente unidades geomorfológicas como abanicos fluviales, barras de canal, llanuras de inundación y terrazas fluviales.

Específicamente, las subunidades geomorfológicas que se encuentran en inmediaciones de la zona del proyecto corresponden a: terraza de acumulación antigua (Ftan), plano o llanura de inundación (Fpi), cuenca de decantación (Fed), cauce aluvial (Fca), barra longitudinal (Fbl), dique natural (Fa), laguna (Fig), terraza de acumulación subreciente (Ftas), barra puntual (Fbp), Mantos de arena cólica (Ema) y mantos de Loess (Eml) (Corporinoquia, 2015).

6.1.2.1 Terresa de acumulación antigua (Ftan):

Superficie en forma de abanico de extensión kilométrica, laderas moderadamente largas, cóncavas a convexas, se caracteriza por pendientes de menos de 5°, limitadas en algunos casos por escarpes de disección en forma de V (Corporinoquia, 2015).

6.1.2.2 Barras Puntuales (Fbp):

Cuerpo en forma de medialuna de morfología suave ondulada, compuesta de crestas y artesas curvas de poca altura. Estos cuerpos se localizan en la parte cóncava de los meandros de los ríos, como producto de la acumulación de sedimentos erodados de la parte convexa del cauce (Corporinoquia, 2015).



Alcaldía de Orocué, Casanare

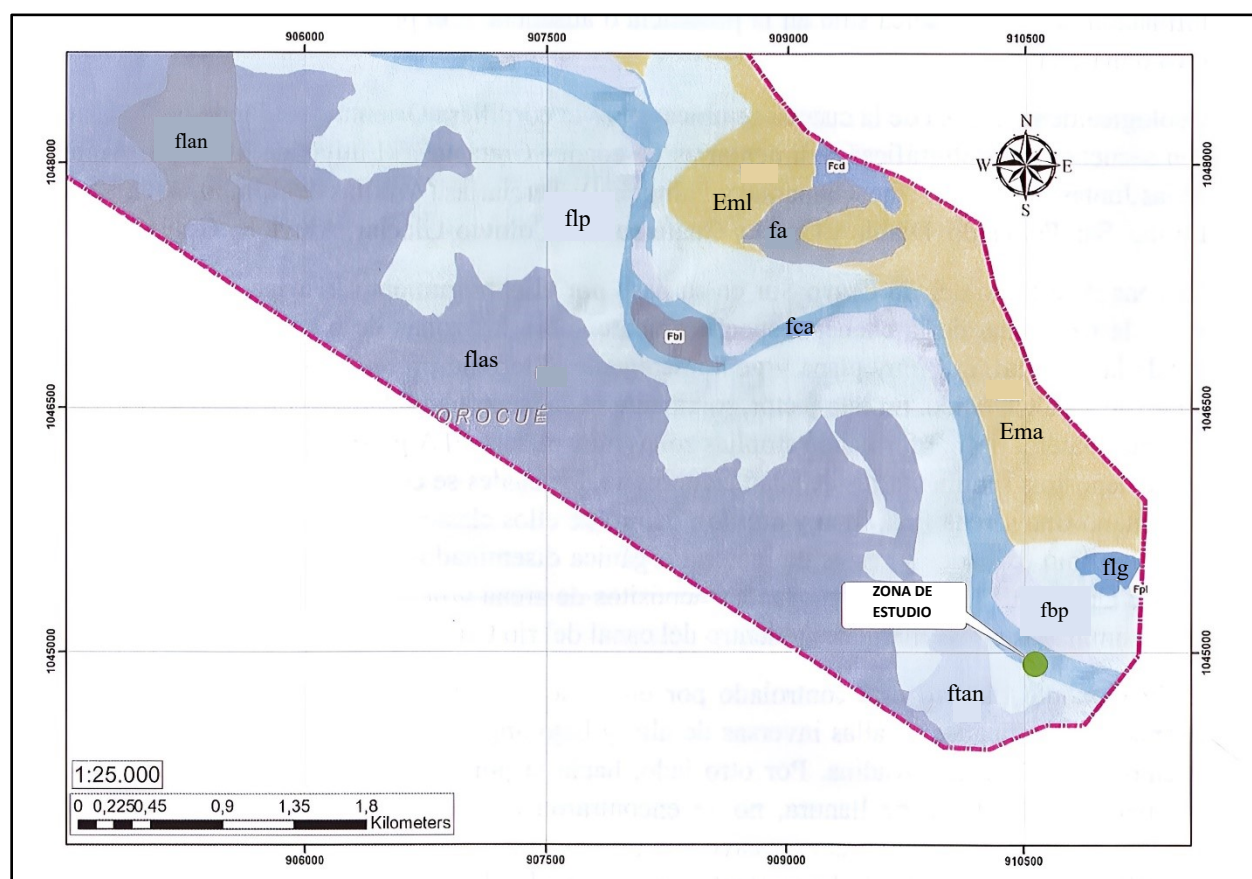
Con dios el pueblo, para seguir trabajando



6.1.2.3 Cauce aluvial (Fca):

Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Cuando las corrientes fluyen en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo (Corporinoquia, 2015).

Figura 15: Geomorfología en inmediaciones del río Cravo sur que incluye la zona de estudio en el corregimiento El Algarrobo.



Fuente: Corporinoquia, (2015). Modificado por el autor.



Alcaldía de Orocué, Casanare

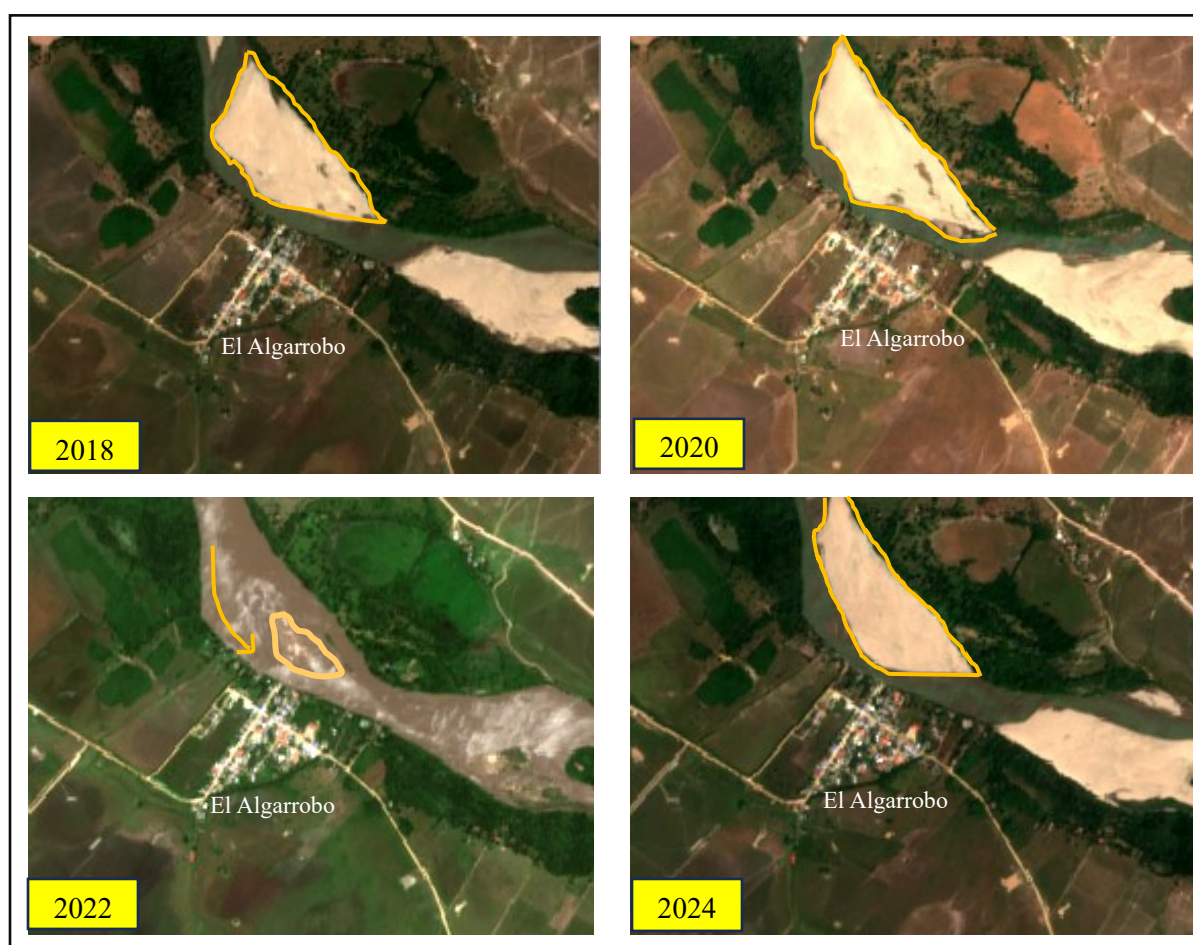
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

6.1.3 Análisis multitemporal

Para el análisis multitemporal se tomaron en cuenta 4 periodos el primero correspondiente al año 2018, el segundo 2020, el tercero 2022 y el ultimo al 2024, donde se observa cómo ha variado el cauce del rio gradualmente con el tiempo acercándose cada vez más al centro poblado El Algarrobo, soportando la información anteriormente mencionada donde los principales eventos es la socavación y perdida de la banca en la margen derecha del rio Cravo sur.

Figura 16: *Análisis multitemporal comportamiento del Rio Cravo sur en el centro poblado El Algarrobo.*



Nota. Análisis multitemporal realizado con el satélite Landsat-2. **Fuente:** Autor, (2024). Análisis multitemporal de la zona de estudio. Realizado con Google Earth Engine.



Alcaldía de Orocué, Casanare
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

El alcalde municipal de Orocué, Casanare decreta una calamidad pública producto de la socavación producida por la ola invernal en el margen derecho del río Cravo Sur en el sector del centro poblado de El Algarrobo, esto sucedió en octubre del 2022, como se puede observar en la imagen anterior, en la figura 19, se evidencia la crecida súbita del río, el aumento de las corrientes generó la socavación y pérdida de banca que afectó viviendas y el mirador turístico del centro poblado.

6.1.4 Análisis de Socavación y pérdida de Banca por inundación

Teniendo como precedente que los eventos que afectan el margen derecho del río Cravo sur a la altura del corregimiento El Algarrobo, en Orocué, Casanare, son la socavación y pérdida de la banca producto de la inundación, teniendo como resultado que estos eventos son producto de las fuertes precipitaciones que ocurren en la parte alta de la cuenca que por diferencia de pendientes tienden a desbordar el río Cravo sur en la parte más baja, especialmente en temporada de invierno cuando la llanura se inunda parcialmente y estos eventos causan que la banca se pierda gradualmente ocasionando pérdidas para el centro poblado. Estos eventos se ratifican con la información que muestran las estaciones meteorológicas de cuenca del río Cravo sur.

Por medio de un estudio hidrológico realizado por alcaldía de Orocué (2021), se ubica la cuenca del río Cravo Sur en el análisis temporal de isoprecipitaciones, donde se puede observar que entre los últimos 3 años a 10 años han aumentado las precipitaciones, lo cual ha permitido que estos eventos afecten el margen derecha del río (Figura 20), por otra parte en un periodo de 20 a 100 años ver (Figura 21) y 100 a 200 años (Figura 22) las precipitaciones no



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



eran tan abundantes, se cree que por esto se construyó el centro poblado a la margen del río Cravo sur, pues no se miraba como una amenaza para el mismo en la época.

Tabla 1.

Precipitaciones máximas en 24 horas por intervalos de años

Tr	P(X ≤ Xi)	Precipitación Cravo Alto	Precipitación Cravo Medio	Precipitación Cravo Bajo	Precipitación Tocaría Alto	Precipitación Tocaría Bajo	Precipitación Payero	Precipitación Niata
años		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
200	0.995	129.36	186.25	161.08	167.49	168.68	150.25	206.35
100	0.99	122.38	179.36	155.44	158.69	163.67	141.70	196.21
50	0.98	115.30	172.47	149.74	150.43	158.98	133.51	186.34
25	0.96	108.07	164.10	143.39	141.47	152.61	124.87	175.00
20	0.95	105.96	161.55	141.22	138.87	150.76	122.45	171.85
10	0.9	98.06	152.62	134.38	129.85	144.13	113.65	160.11
5	0.8	90.26	141.78	125.86	120.71	135.79	104.96	147.40
3	0.6667	83.58	132.37	118.38	112.70	128.17	97.57	136.85
2	0.5	74.45	122.78	110.95	105.51	120.57	90.97	126.43

Nota: En esta tabla se observa los datos del estudio hidrológico de la alcaldía de Orocué (2021) con el que realizaron los mapas de isoprecipitaciones, se encierra de color amarillo la subcuenca donde se encuentra la zona de estudio.

A continuación, se pueden observar los mapas de isoprecipitaciones por diferentes periodos de años atrás, en los que se ubica la cuenca del río Cravo Sur, en los últimos años la precipitación en la zona de estudio a aumentado en gran medida.

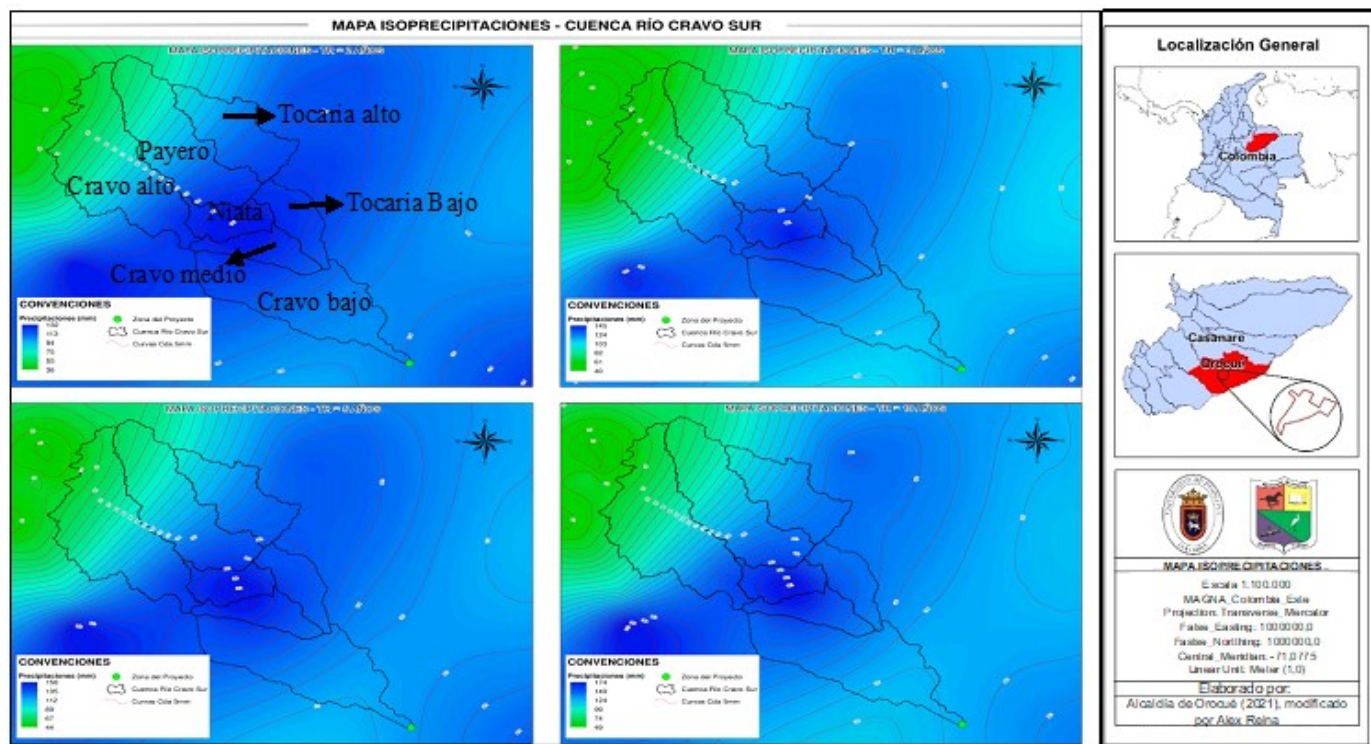


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Figura 17: *Isoprecipitaciones periodo de 2 a 10 años.*



Fuente: Realizado por alcaldía de Orocué (2021) y modificado por el autor.

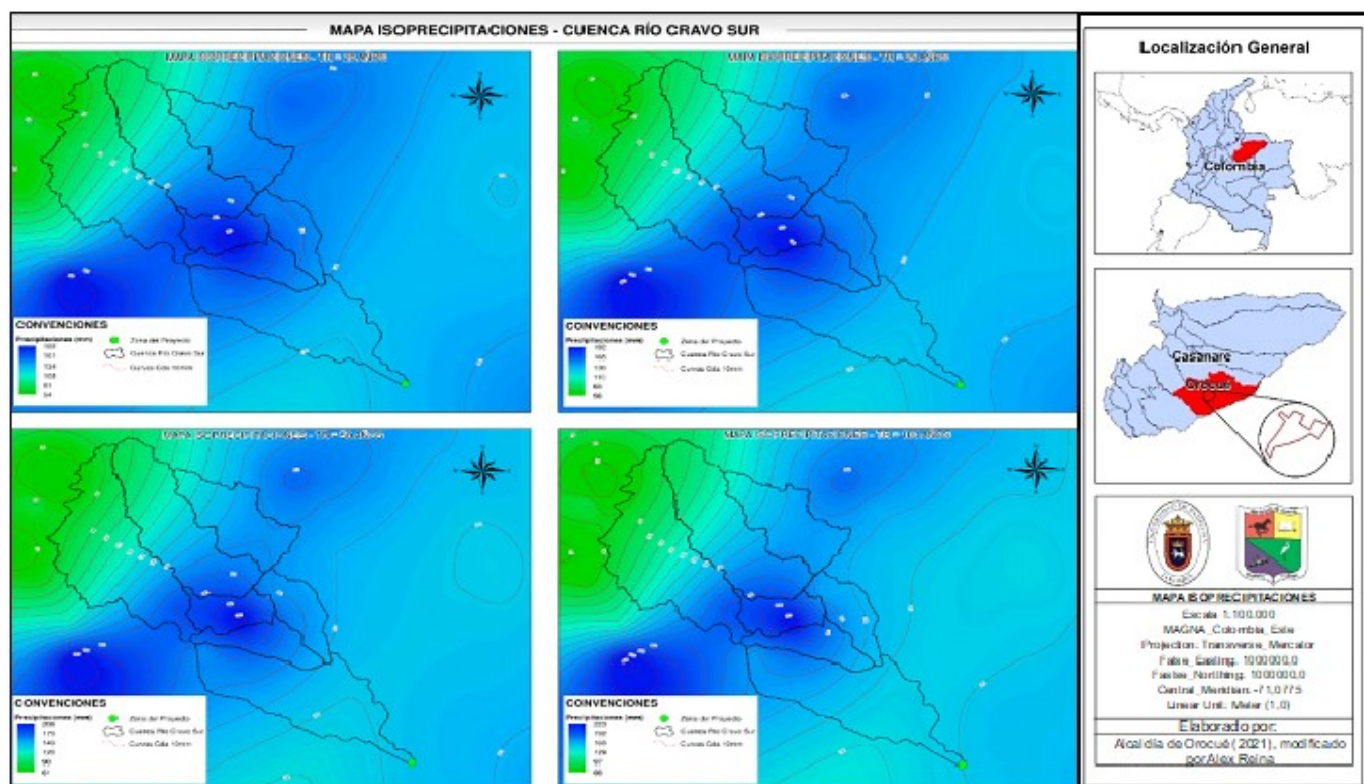


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
 construcción de un nuevo
 país en paz

Figura 18: *Isoprecipitaciones periodo de 20 a 100 años.*



Fuente: Realizado por alcaldía de Orocué (2021) y modificado por el autor

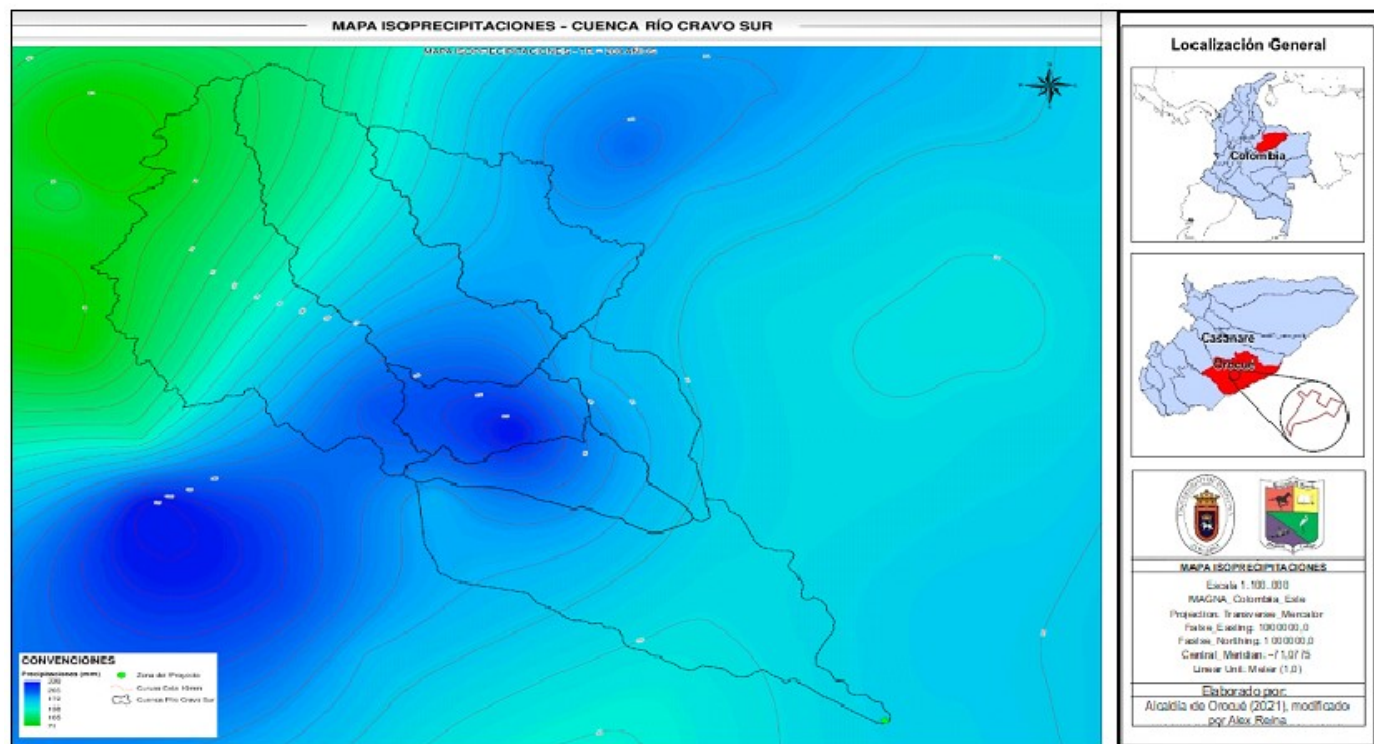


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
 construcción de un nuevo
 país en paz

Figura 19: Isoprecipitaciones periodo de 100 a 200 años.



Fuente: Realizado por alcaldía de Orocué (2021) y modificado por el autor

6.1.5 Parámetros morfométricos de la cuenca

La obtención de índices morfométricos es de gran utilidad puesto que el comportamiento hídrico y la capacidad de producción de sedimentos de una cuenca hidrográfica está en función de las características climáticas, edáficas, geomorfológicas, a su vez, la respuesta hidrológica y el escurrimiento superficial contribuye considerablemente a determinar las condiciones físicas. La forma de una cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, incide en la cantidad de lluvia captada. Con fundamento en la información derivada de la delimitación de la cuenca hidrográfica, se procedió a realizar la evaluación de los parámetros morfométricos, a continuación, se ilustra los parámetros morfométricos para la cuenca río Cravo Sur al punto de estudio.



Alcaldía de Orocué, Casanare
Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

Tabla 2.

Parámetros morfométricos de la cuenca del río Cravo Sur.

Parámetro morfométrico	Rio Cravo Alto	Rio Cravo medio	Rio Cravo bajo	Quebrada La Niata	Rio Payero	Rio Tocaria Alto	Rio Tocaria bajo
Area (Km ²)	1090,092	265,376	948,278	244,807	863,384	519,880	274,786
Perimetro (Km)	228,960	96,766	175,776	87,045	180,167	139,678	88,150
Longitud del cauce (Km)	82,469	64,889	84,621	40,325	78,620	60,759	74,971
Nacimiento – altura (m)	3770	400	361	1584	3478	3227	300
Longitud de la cuenca (Km)	82,469	64,889	84,621	40,775	79,470	61,609	74,971
Ancho de la cuenca (Km)	13,218	4,090	11,206	6,004	10,864	8,438	3,665
Factor de forma de Horton (K)	0,160	0,063	0,132	0,147	0,137	0,137	0,049
Razón de circularidad de Miller	0,210	0,364	0,185	0,355	0,208	0,268	0,320

Nota. Esta tabla contiene los datos de los parámetros morfométricos de la cuenca del río Cravo Sur, encerrado con amarillo la subcuenca del área de estudio.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Debido a la morfología y amplitud de la cuenca, se subdividió la cuenca del río Cravo Sur en siete subcuencas, con el fin de caracterizar estas propiedades en las zonas altas y bajas, como se menciona anteriormente, es importante determinar las propiedades morfométricas de toda la cuenca hidrográfica para tener un acercamiento del comportamiento hidrológico superficial. Según la razón de circularidad de Miller, definido por Miller (1953) los valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas, mientras que un coeficiente de circularidad cercano a 0 indica que las cuencas son alargadas. Los datos anteriormente obtenidos indican que la cuenca es moderadamente alargada, en las cuencas alargadas el tiempo de viaje del agua es moderado, además que la producción de caudales y potencial de crecientes es moderada.

A continuación, se puede observar el mapa general de la cuenca del río Cravo sur, ubicando la zona de estudio en verde en un modelo digital de elevaciones donde se puede ver que justamente el área del corregimiento el algarrobo se encuentra en la parte más baja de la cuenca.

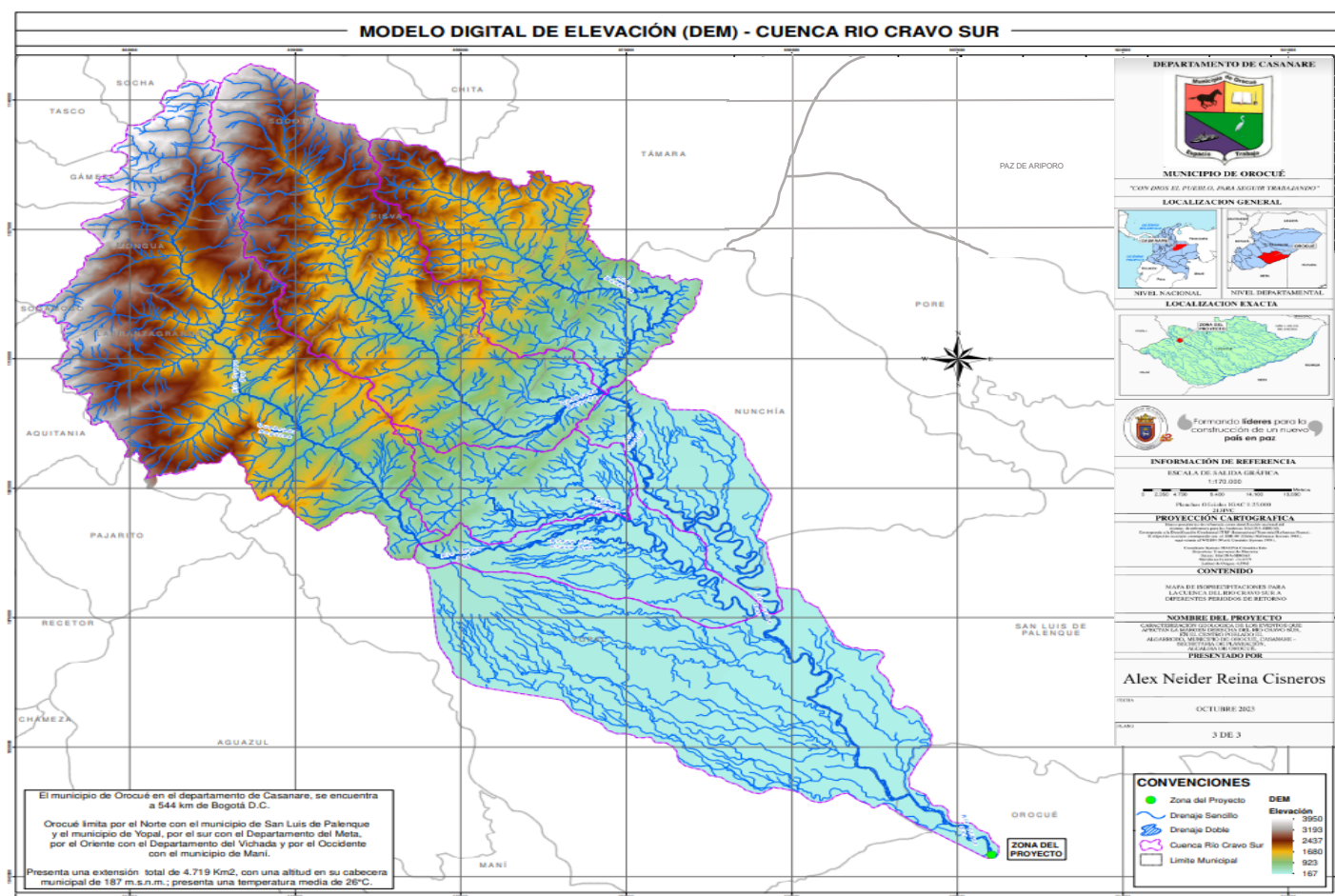


Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Figura 20: Modelo digital de elevación Cuenca Rio Cravo sur.



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la información anterior, se determina que los depósitos aluviales recientes (Qal) identificados en el margen derecho del río Cravo Sur en el área circundante al corregimiento en la zona de estudio, son materiales que no presentan consolidación alguna. Por lo tanto, son bastante erosionables especialmente los materiales finos. Los depósitos de terraza de planicie aluvial (Qtp) presentan mayor consolidación y son más resistentes a la erosión hídrica, sin embargo, en términos generales, son altamente susceptibles a procesos de socavación del río, por lo consiguiente los eventos de socavación y pérdida de banca por



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

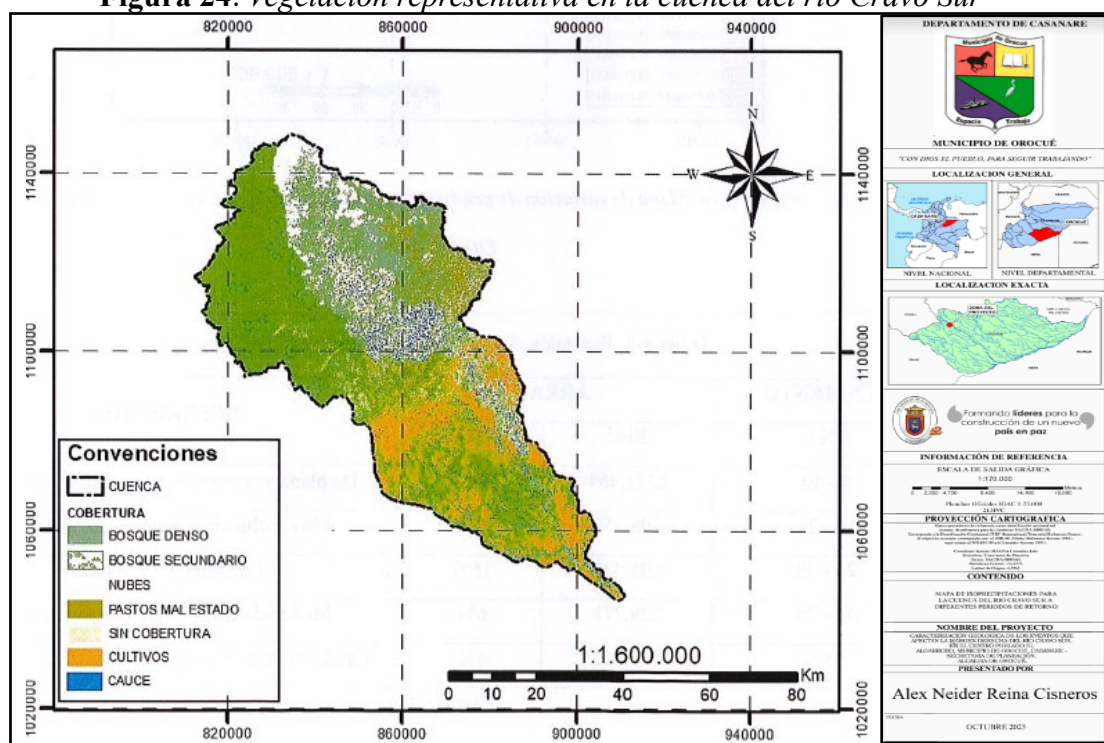
Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

inundación son la principal causa a la afectación de la margen derecha del río y por consiguiente al centro poblado El Algarrobo.

6.1.6 Vegetación

En el balance hídrico y estabilidad de una cuenca, la vegetación es un factor de gran importancia, ya que esta emplea cantidades considerables en sus diferentes procesos de transpiración, evaporación, e intercepción, generando una reducción en la respuesta de una cuenca. Por el contrario, la ausencia o poca presencia de vegetación en una cuenca puede aumentar la respuesta de esta, pero traerá consigo problemas de erosión para la misma, la vegetación influye en la velocidad del flujo. Para el área de estudio hay una cobertura predominante correspondiente a pastizales, seguido por vegetación densa, vegetación normal y áreas sin cobertura.

Figura 24: *Vegetación representativa en la cuenca del río Cravo Sur*



Fuente: Corporinoquia (2015) y modificado por el autor.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

Formando líderes para la
construcción de un nuevo
país en paz

7. Conclusiones

Para realizar un análisis de la geología que tiene influencia sobre la zona de estudio en El Algarrobo, fue necesario tener en cuenta la cuenca del río Cravo Sur hasta el punto de interés en el corregimiento a orillas de este río. Esta cuenca incluye una amplia zona desde el Altiplano Boyacense en la región de Duitama y Sogamoso hasta el Piedemonte Llanero y las zonas bajas de la Orinoquia. En ella son ubicuas las formaciones sedimentarias de edad cretácica y cenozoico conformadas por una secuencia de areniscas, lodolitas y lutitas. La diferencia entre una y otra formación geológica radica sólo en la presencia o ausencia, o el predominio de un tipo u otro de roca.

La zona de estudio del río Cravo Sur en su paso por el corregimiento El Algarrobo se encuentra sobre la parte baja de la cuenca, específicamente sobre las zonas de planicies de la Orinoquía, donde la topografía es muy plana y geológicamente el terreno presenta gran estabilidad desde el punto de vista tectónico. En este sector, solamente se encuentran unidades geológicas sedimentarias de edad cuaternaria, conformando amplias zonas muy planas.

El Algarrobo se encuentra emplazado sobre depósitos sedimentarios de edad cuaternaria, los cuales se componen en general de material de tamaño fino (arena fina, limo y arcilla); dentro de ellos clastos irregulares pequeños de arenita de grano fino oxidados y restos de materia orgánica diseminados. Hacia proximidades del cauce del río Cravo Sur se encuentran grandes depósitos de arena gruesa y limo de color gris claro que son acumulados en las márgenes y dentro del canal del río Cravo Sur.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



El sistema hidrológico regional funciona en un régimen aproximadamente estacionario en el que existe un equilibrio de largo plazo entre la infiltración en el altiplano y la descarga en el frente cordillerano, con un balance nulo en almacenamiento. El incremento o disminución de agua en el macizo rocoso y en los valles intramontanos son de carácter estacional.

La zona de estudio en el corregimiento de El Algarrobo se encuentra localizada sobre un ambiente fluvial, comprendiendo específicamente unidades geomorfológicas como abanicos fluviales, barras de canal, llanuras de inundación y terrazas fluviales.

Se determina que los depósitos aluviales recientes (Qal) identificados en el margen derecho del río Cravo Sur en el área circundante al corregimiento en la zona de estudio, son materiales que no presentan consolidación alguna. Por lo tanto, son bastante erosionables especialmente los materiales finos. Otras formaciones como lo son también depósitos cuaternarios, pero subrecientes presentan mayor consolidación y son más resistentes a la erosión hídrica, sin embargo, en términos generales, son altamente susceptibles a procesos de socavación del río.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



8. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que los eventos que afectan la margen derecha del río Cravo sur, en el centro poblado El Algarrobo, municipio de Orocué, Casanare, Es la Socavación y pérdida de banca producto de la inundación y el desbordamiento del río, se recomienda a la Alcaldía Municipal buscar una posible alternativa de modo que se logre estabilizar la margen derecha del río y de esta forma evitar la pérdida de la banca que año tras año crece exponencialmente.

También se deja este precedente para futuras generaciones con el fin de dar a conocer y orientar a la comunidad la importancia de una correcta orientación territorial al momento de realizar proyectos urbanísticos.

Se recomienda a la comunidad riverense que está siendo afectada por la pérdida de banca que ya está a menos de 30 metros de sus viviendas desalojar y de esta forma evitar pérdidas humanas debido que el terreno es bastante inestable y a menudo presenta grietas pues está compuesto de depósitos cuaternarios entre arenas y arcillas, que se deja socavar muy fácil mente por el cauce del río.



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



9. Referencias

Alcaldía de Orocué. (2014). *Plan municipal de Gestión de riesgo de desastres municipio de Orocué, Casanare*. Disponible en:

<http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/28495?show=full>

Alcaldía de Orocué. (2021). *Estudio Hidrológico e Hidráulico*. Orocué, Casanare.

Carvajal, H. (2011). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia*. Bogotá, Colombia. Ministerio de Mina y Energía.

Corporinoquia. (2015). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Rio Cravo Sur – Resumen Ejecutivo*. Disponible en: <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2018/06/resumen-ejecutivo-rio-cravo-sur.pdf>

Decreto 081 de 2022. Alcaldía municipal de Orocué. *Por medio del cual se decreta la calamidad pública con ocasión de la socavación producida por la ola invernal en la margen del río Cravo Sur en el sector del centro poblado El Algarroba del municipio de Orocué departamento de Casanare*. 13 de octubre del 2022.

García, P., M. (2013). *Erosión y socavación*. Disponible en: <https://www.slideshare.net/PaulAyamamaniGarcia/8-erosiny-socavación>

Hoyos, Patiño, F. (2005). *Cuenca del rio Cravo Sur: geología, geomorfología, hidrogeología, hidrología*. Disponible en:

https://www.academia.edu/9782268/Cuenca_del_R%C3%ADo_Cravo_Sur_Geolog%C3%ADa_geomorfologia_hidrolog%C3%ADa_hidrogeologia



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2010). *Geología del piedemonte llanero en la cordillera oriental, departamentos de Arauca y Casanare*. Disponible en:

<https://recordcenter.sgc.gov.co/B13/23008010024561/documento/pdf/2105245611101000.pdf>

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2013). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 193 YOPAL Escala 1:100.000 Memoria Explicativa*. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/322577298_Geologia_de_la_Plancha_193_Yopal

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2015) Servicio Geológico Colombiano. *Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:100.000- Plancha 193 Yopal*. Disponible en:

http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19859/ZonificacionAmenazaMovimientoMasaYopal%28SGC_2015%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2018). *Modelo hidrogeológico conceptual del municipio de Yopal, departamento de Casanare*. Disponible en:

<https://adminmiig.sgc.gov.co/Lists/RecursosSGC/DispForm.aspx?ID=64621>



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando



10. Anexos

Apéndice A: Mapa de Localización Exacta

Apéndice B: Mapa Geológico Cuenca Cravo Sur

Apéndice C: Mapa Geológico El Algarrobo

Apéndice D: Mapa de Estaciones Meteorológicas

Apéndice E: Mapa análisis Multitemporal

Apéndice F: Mapa Geomorfológico Cuenca Cravo Sur

Apéndice G: Mapa Geomorfológico El Algarrobo

Apéndice H: Mapa isoprecipitaciones 1

Apéndice I: Mapa isoprecipitaciones 2

Apéndice J: Mapa isoprecipitaciones 3

Apéndice K: DEM Cuenca Cravo Sur



Alcaldía de Orocué, Casanare

Con dios el pueblo, para seguir trabajando

