



**INFORME PRÁCTICA ACADÉMICA EN EL ÁREA DE GEOLOGÍA PARA EL
CONSORCIO TOLIMA NORTE EN ASOCIACIÓN CON LA CORPORACIÓN
AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA**

Manuela Chica Toro

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Geólogo



**UNIVERSIDAD DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE GEOLOGÍA
Manizales, Caldas
Abril 2023**



**INFORME PRÁCTICA ACADÉMICA EN EL ÁREA DE GEOLOGÍA PARA
CONSORCIO TOLIMA NORTE EN ASOCIACIÓN CON LA CORPORACIÓN
AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA**

AUTOR:

Manuela Chica Toro

SUPERVISOR DE TRABAJO DE GRADO Y ASESOR

Carlos Eduardo García López

**UNIVERSIDAD DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE GEOLOGIA
Manizales, Caldas
Abril 2023**



NOTA DE ACEPTACIÓN

ASESOR ACADÉMICO_____

[Handwritten signature]



RESUMEN:

Dentro del Plan de Acción de la Corporación Autónoma Regional del Tolima establece como objetivo estratégico la ejecución de acciones encaminadas a la protección del recurso acuífero de la región, razón por la cual, es suscrito el contrato No. 0905 con fecha de inicio del 21 de diciembre de 2021 cuyo objeto es “Consultoría para el desarrollo de la fase I para la formulación del plan de manejo ambiental del acuífero del norte del Tolima”, con el contratista Consorcio Tolima Norte, compuesto por INGENIERIA E HIDROSISTEMAS GRUPO DE CONSULTORIA SA “IEH GRUCON SA” e ITACA CONSULTORIA EN ASEGURAMIENTO SAS. Por lo anterior y con base en los lineamientos de la fase investigativa, se adelanta la caracterización geológica, y geomorfológica, logrando conocer las condiciones del sistema acuífero del norte del Tolima. Obteniéndose la información necesaria para delimitar el acuífero norte del Tolima, caracterización de las capas identificadas como acuíferas, su posición espacial y la relación con la secuencia estratigráfica como insumo para la HIDROGEOLOGÍA del acuífero.

SUMMARY:

Within the Action Plan of the Regional Autonomous Corporation of Tolima, the execution of actions aimed at the protection of the region's aquifer resource is established as a strategic objective, which is why contract No. 0905 is signed with a start date of December 21, 2021 whose purpose is "Consultancy for the development of phase I for the formulation of the environmental management plan for the northern Tolima aquifer", with the contractor Consorcio Tolima Norte, made up of INGENIERIA E HIDROSISTEMAS GRUPO DE CONSULTORIA SA "IEH GRUCON SA" and ITACA CONSULTING IN ASSURANCE SAS. Due to the above and based on the guidelines of the investigative phase, the geological and geomorphological characterization is advanced, achieving to know the conditions of the northern Tolima aquifer system. Obtaining the necessary information to delimit the northern aquifer of Tolima, characterization of the layers identified as aquifers, their spatial position and the relationship with the stratigraphic sequence as an input for the HYDROGEOLOGY of the aquifer.

PALABRAS CLAVE:

Acuífero, Recurso Hídrico, Litología, Drenaje, Cartografía.



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	5
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	7
LISTA DE TABLAS.....	11
ANEXOS	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 LOCALIZACIÓN GENERAL.....	15
2 JUSTIFICACIÓN.....	19
3 METODOLOGÍA.....	21
3.1 FASE I- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	21
3.1.1 Cartografía básica escala 1:25.000	21
3.1.2 Fotografías aéreas:.....	22
3.2 FASE II. SALIDAS TÉCNICAS DE CAMPO.....	23
3.3 FASE III: RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO.	29
3.4 FASE IV: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	32
4 GEOLOGÍA DE AREA DE INTERÉS.....	34
4.1 ANTECEDENTES	34
4.1.1 ANALISIS DE INFORMACION DE EXPEDIENTES RECOPIADOS CORTOLIMA	36
4.2 ESTRATIGRAFÍA.....	37
4.2.1 Precámbrico:.....	37
4.2.2 Paleozoico:	38
4.2.3 Mesozoico:	39
4.2.4 Cenozoico.....	43
4.3 CLASIFICACIÓN DE HIDROGEOLOGÍA.....	59
4.3.1 Capas Saturadas de Agua.....	63
4.4 GEOMORFOLOGÍA	69



4.4.1	Geoformas De Origen Estructural.....	73
4.4.2	Geoformas De Origen Denudacional:.....	77
4.4.3	Geoformas De Ambiente Fluvial Y Lagunar	81
4.4.4	Explanaciones De Origen Antrópico	84
4.5	TECTÓNICA	85
4.5.1	Fallas	86
4.6	CLIMA	88
4.7	VEGETACIÓN:.....	89
5	PROBLEMÁTICA EMERGENTE	92
6	ANÁLISIS Y RESULTADOS	97
7	CONCLUSIONES	106
8	RECOMENDACIONES.....	109
9	REFERENCIAS	110



LISTA DE ILUSTRACIONES

- *Ilustración 1. Mapa de localización Departamento del Tolima y municipios de influencia..... 17*
- *Ilustración 2. Delimitación área de estudio, principales ríos y sus afluentes. Fuente, CONSORCIO TOLIMA NORTE 2022..... 18*
- *Ilustración 3. Fotografía tomada en el municipio de Honda, sección tipo de la Formación Mesa.25*
- *Ilustración 4. Informe de avance semanal del 27 de junio de 2022.....26*
- *Ilustración 5. Fotografía folleto socialización en campo.27*
- *Ilustración 6. Reunión con la comunidad de Armero (Guayabal). Comisión social y comunitaria Consorcio Tolima Norte.....29*
- *Ilustración 7. Gravas redondeadas a subredondeadas31*
- *Ilustración 8. Conglomerado, suelo residual de 10 cm y suelos con óxidos.....31*
- *Ilustración 9. Metodología en diagrama grafico en el que se describen cada una de las fases del proyecto.33*
- *Ilustración 10. Roca esquistosa de tonalidad verdosa a gris; neis anfibolítico. Municipio de Falan, vereda El Cartucho. Est-235.....38*
- *Ilustración 11. Esquistos verdes (TRev) con foliación fina dentro de la franja localizada al NW de Lérída dentro de la cuenca del río.....39*
- *Ilustración 13. Afloramiento de diorita de tonalidad verdosa, venas de cuarzo. Batolito de Ibagué (Jcdi), Municipio de Venadillo cuenca del rio Toraré,. Est-307.41*

- *Ilustración 14. A la izquierda se alcanza a ver el Esquistos verde, foliado y a la derecha, sector raspado, la roca ígnea, granodiorita, del Stock de Mariquita, (Kgdm) muy alterada. Cañón del río Guarinó. Est-374.....42*
- *Ilustración 15. - Grupo Honda. Alternancia de niveles de conglomerados y areniscas en forma de lentejones. Mina de agregados al Norte de Honda. Est- 373.44*
- *Ilustración 16. Conglomerados matriz soportados, granos sub-redondeados a redondeados, hacia la base. Sobre ellos areniscas finas, discordantes, en bancos muy gruesos. Parte baja del Miembro Flor Colorada, (Tsf) margen izquierda del río Lagunilla. Est- 296.46*
- *Ilustración 17. Arenisca ligeramente conglomerática, con intercalaciones de limolitas. Miembro Los Cocos, (Tsc) carreteable a Méndez. Est- 286.....47*
- *Ilustración 18. Sección estratigráfica del Miembro La Ceibita.48*
- *Ilustración 19. Cerro Lumbi, al oriente de Mariquita. Se observa la formación Mesa en la parte superior y en la parte baja de la foto posibles afloramientos del Miembro La Ceibita (Tsl) de la formación San Antonio, Grupo Honda. Est- 479. ..49*
- *Ilustración 20. Secesión del Miembro Palmas.51*
- *Ilustración 21. Conglomerado con cantos redondeados a sub-redondeados, con cuarzo y piedra pómez, lente de arcilla caolinítica. Miembro Bernal (TsmB). Est- 455.....52*
- *Ilustración 22. Conglomerado meteorizado con cantos redondeados a subredondeados, con cuarzo y piedra pómez, clastos metamórficos e ígneos. Cerro Lumbí Miembro Bernal (TsmL).53*
- *Ilustración 23. Panorámica del Cono de Venadillo (Qcav) en dirección aproximada W-E. Est- 73.....55*

- *Ilustración 24. Cono de Lérida. Se observa la base del cono constituido por arenas tobáceas con cantos de rocas ígneas, metamórficas y piedra pómez, reposando sobre niveles del Grupo Honda, Miembro La Ceibita. Ascenso del río Recio hacia La Sierrita. Est. de campo 11.....56*
- *Ilustración 25. Intercalación de arenas y gravas. Terraza (Qt). Sector Mariquita – Armero. Est-313.....57*
- *Ilustración 26. Capas con presencia de humedad, capas con cemento arenoso, clasto soportado, capas con una inclinación de 0 a 5° de buzamiento, su dirección es norte – sur.64*
- *Ilustración 27. Estaciones de campo CTN-448 y CTN-449, formación palmas, capas caolinitas y capas conglomeráticas de piedra pómez66*
- *Ilustración 28. Estaciones de campo EST-450. Contacto entre la Fm Palmas y La Fm Ceibitas. Quebrada Bernal.67*
- *Ilustración 29. Cruce de la vía a la vereda Caimital, con la Q. Bernal.....68*
- *Ilustración 30. Unidades Geológicas del Acuífero Norte del Tolima. Fuente, ConsorcioTolima Norte58*
- *Ilustración 31. Clasificación de unidades hidrogeológicas.....62*
- *Ilustración 32. Bloque diagrama del relieve de la Plancha 226 – Líbano - Bloque diagrama del relieve de la Plancha 226 – Líbano. Tomado de GUTIÉRREZ, E.et. all. U.P.T.C. (2014)73*
- *Ilustración 33. Unidad geomorfológica “Escarpes de línea de falla (Sife). Venadillo, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.74*
- *Ilustración 34. Unidad geomorfológica “Ladera escalonada (Sles):” Falan, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.76*

- *Ilustración 35. Unidad geomorfológica “Altiplano (Da)”, Mariquita, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.78*
- *Ilustración 36. Unidad geomorfológica “Colina Residual (Dcr)” Armero, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.80*
- *Ilustración 37. Unidad geomorfológica “Cauce aluvial (Fca)”. Se observa curso del río Recio en su parte baja, con un cauce activo y algo de meandrificación. Ambalema, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.82*
- *Ilustración 38. Unidad geomorfológica “Plano o llanura de inundación (Fpi)” Armero, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo. ..83*
- *Ilustración 39. Unidad geomorfológica “EXPLANACIONES DE ORIGEN ANTRÓPICO”. Se observan varios sitios en donde la morfología inicial ha sido intervenida (colores claros) por maquinaria para hacer explanaciones. Armero, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.84*
- *Ilustración 40. Geología estructural área del acuífero norte del Tolima. Fuente: Consorcio Tolima Norte.87*
- **Ilustración 41.** *Corte Estructural del Magdalena Medio Sector Mariquita Honda, Fuente Mojica j & Franco R (1990).....88*
- *Ilustración 42. Evidencias de minería ilegal. A. Depósitos aluviales al pie de la Quebrada Bernal en el municipio de Honda. B. Intercalación de areniscas y conglomerados Municipio de Honda, vereda Bermen. C. Suelo laterítico en el Municipio de Falan.....94*
- **Ilustración 43.** *Imagen tomada en campo por el geólogo Jorge Lozano. Municipio de Honda. El martillo indica la dirección Norte.99*
- *Ilustración 44 . Imagen tomada en campo por el geólogo Jorge Lozano. Afloramiento en Quebrada Bernal. Municipio de Honda..... 100*



- *Ilustración 45. Fotografía tomada en campo por el geólogo Jorge Lozano. Municipio de Honda. Agua estancada en zona muy seca. 101*
- *Ilustración 46. Modelo Geológico Regional sector sur del Valle Medio del Magdalena. Fuente. Consorcio Tolima Norte, 2022 102*
- *Ilustración 47. Perfil geológico Este – Oeste [-16000] en el área de estudio. 104*

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Planchas del IGAC utilizadas.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2. Fotografías aéreas PMA Tolima Norte</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3. Descripción de la estación CTN-008-EST, ejemplo de las descripciones de las estaciones de campo.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4. Cantidad de archivos y expedientes recopilados. Fuente: CORTOLIMA.</i>	<i>36</i>

ANEXOS

- Anexo 1. Mapa Geomorfológico*
- Anexo 2. Mapa Geológico con Estaciones de Campo.*
- Anexo 3. Estaciones Descritas Geología de Campo.*



1. INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) como máxima autoridad ambiental, dentro del área de su jurisdicción, promueve un buen manejo del medio ambiente y los recursos naturales, propone un desarrollo sostenible, de conformidad con las políticas del Ministerio del Medio Ambiente y bajo lo estipulado por la Ley 99 de 1993 donde se delegan a las CAR como autoridades ambientales regionales.

Así las cosas, dentro del Plan de Acción de la Corporación Autónoma Regional del Tolima establece como objetivo estratégico la ejecución de acciones encaminadas a la protección del recurso acuífero de la región, razón por la cual, es suscrito el contrato No. 0905 con fecha de inicio del 21 de diciembre de 2021 cuyo objeto es “Consultoría para el desarrollo de la fase I para la formulación del plan de manejo ambiental del acuífero del norte del Tolima”, con el contratista Consorcio Tolima Norte, compuesto por INGENIERIA E HIDROSISTEMAS GRUPO DE CONSULTORIA SA “IEH GRUCON SA” e ITACA CONSULTORIA EN ASEGURAMIENTO SAS.



Por lo anterior y con base en los lineamientos de la fase investigativa, se adelanta la caracterización geológica, estructural, geomorfológica, hidrológica y geofísica del sector, logrando conocer las condiciones del sistema acuífero del norte del Tolima.

En esta fase el objetivo es identificar los vacíos y falta de información que presenta la zona de estudio, concientizar a la comunidad sobre las afectaciones que pueden presentar con el recurso hídrico por lo malos manejos del mismo y establecer los parámetros esenciales para la administración efectiva de los recursos; con lo anterior, sensibilizar a las personas sobre la necesidad de la conservación y protección de los mismos y con esto prolongar el abastecimiento del recurso hídrico subterráneo del norte del Tolima.

Para obtener los resultados esperados en el desarrollo del contrato, es necesario escuchar a la comunidad, sus reclamos, inquietudes, sugerencias y la información adicional que contribuya al a correcta caracterización del sistema acuífero del norte del Tolima, el cual está compuesto por los municipios de: Mariquita, Honda, Ambalema, Falan, Venadillo, Lérida, Armero Guayabal; lo anterior permite a CORTOLIMA tener las herramientas necesarias para desarrollar un Plan de Manejo Ambiental óptimo y permanente que logre hacer sostenible del recurso hídrico y su conservación, apto para el consumo humano y los demás sectores, como la agricultura, la ganadería, la apicultura, la industria, entre otros usos que requieran los municipios.



Finalmente, con la ejecución del proyecto, buscar disminuir las afectaciones actuales que presenta el recurso hídrico, evitando con esto la contaminación y el deterioro de la calidad del agua subterránea y prologando su existencia en la zona.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Apoyar a través del conocimiento geológico la obtención de la información necesaria para delimitar el acuífero norte del Tolima, caracterización de las capas identificadas como acuíferas, su posición espacial y la relación con la secuencia estratigráfica como insumo para la HIDROGEOLOGÍA del acuífero.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Acompañamiento en las salidas técnicas de campo por los municipios del norte del Tolima con aporte de conocimiento geológico para la caracterización de las capas de la secuencia estratigráfica, identificar estratos con propiedades de porosidad, permeabilidad y posibilidad de constituir un acuífero.



- Presentar informes y dar conceptos sobre los procesos descriptivos geológicos de información directa o indirecta de campo, con metodologías más esquematizadas y parametrizadas en donde se genere un producto de entender general.
- Como practicante, apoyar al geólogo específico, brindar aportes en la validación e interpretación de información adquirida en campo, realización de evaluaciones geológicas para dar soporte a evaluaciones de impacto ambiental.
- Acompañamiento en la intervención y socialización con la comunidad de la zona de influencia del proyecto, acercamiento amistoso y constructivo para brindar información del proceder del proyecto y los beneficios del buen manejo del recurso hídrico.

1.3 LOCALIZACIÓN GENERAL

El área de estudio se localiza en la zona Andina de la República de Colombia, se sitúa en el valle interandino del río Magdalena entre las cordilleras central y oriental



hacia la parte norte del valle medio de la Magdalena, al extremo nordeste del Departamento del Tolima, es atravesado por el río Magdalena de Norte a Sur. Son características sus dos regiones fisiográficas, al oriente su zona plana hasta el río Magdalena y al occidente sus laderas de la Cordillera central.

La zona de estudio para la caracterización del acuífero norte del departamento del Tolima (Colombia), abarca los municipios de: Venadillo (al sur), Falan, Ambalema, Armero, Lérica, Mariquita y Honda (al norte). Limita con los ríos Totare al sur y Río Guarinó al norte, al oriente por el Río Magdalena y al occidente con la cordillera central.

La ilustración 1, representa el mapa de localización de la zona norte del departamento del Tolima, donde resaltan los 7 municipios de influencia en la zona de estudio. La herramienta utilizada es *ArcGIS*.

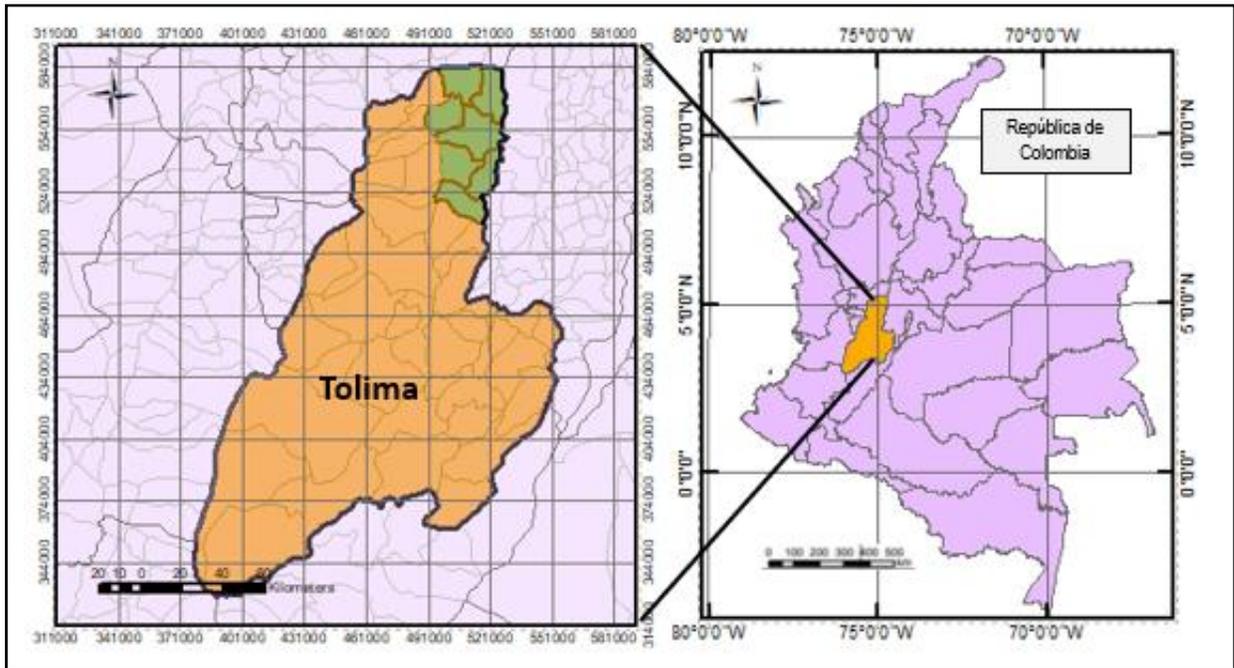


Ilustración 1. Mapa de localización Departamento del Tolima y municipios de influencia.

El eje principal de drenaje es el río Magdalena, tiene dirección Norte - Sur, ubicado en el sector oriental limitando el área de estudio, tiene gran cantidad de ríos tributarios que dan origen en la Cordillera central, además, estos presentan determinada serie de afluentes y subafluentes, más importantes nombrándolos de Norte a Sur son: Ríos Guarinó, Rio Gualí, Sabandija, Lagunilla Recio y Venadillo. En la Ilustración 2 es la delimitación del área de estudio, los principales ríos, sus respectivos afluentes y tributarios, también, los siete municipios del área de influencia del acuífero Norte. El área total del Acuífero del Norte del Tolima es de 932 Km².

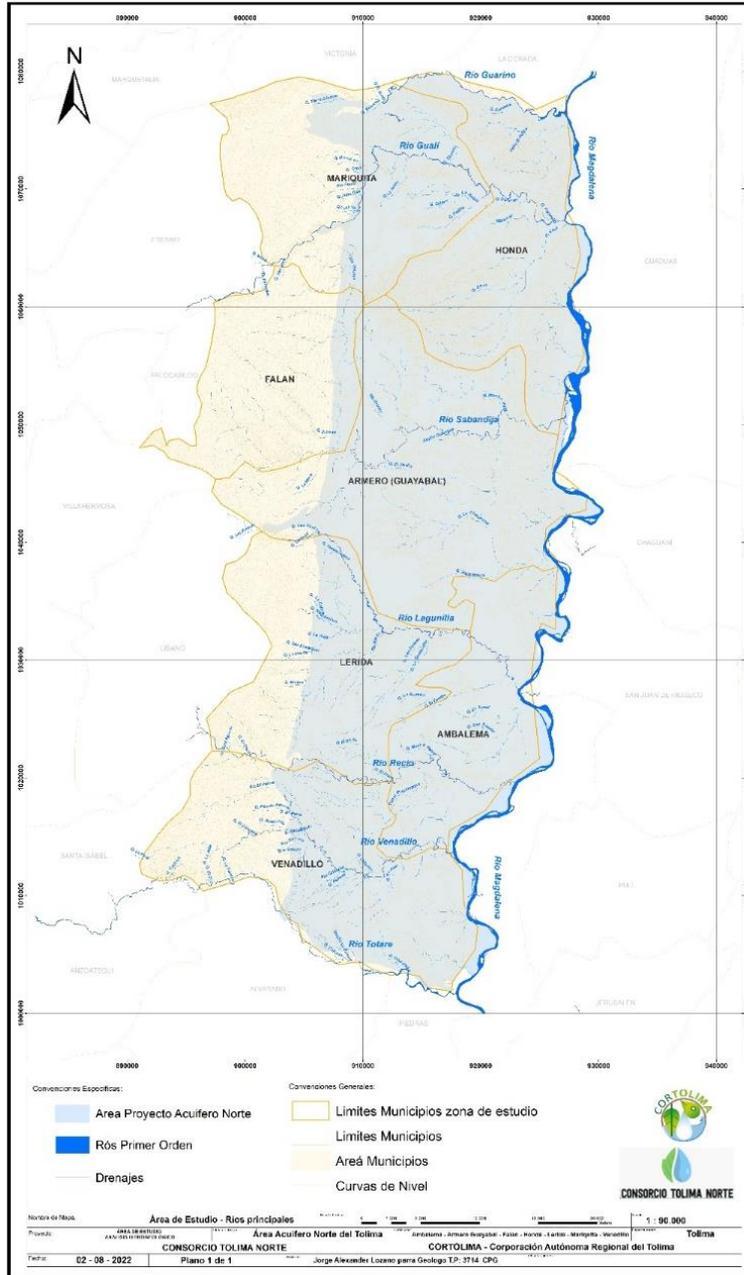


Ilustración 2. Delimitación área de estudio, principales ríos y sus afluentes. Fuente, CONSORCIO TOLIMA NORTE 2022.



2 JUSTIFICACIÓN

GRUCON INGENIERIA S.A.S. es una empresa colombiana que ofrece servicios de consultoría y gestión de proyectos en distintas áreas como: Agua y Saneamiento, Transporte, Energía, Riego, Espacio Público y Medio Ambiente. Vela por el manejo sostenible de los recursos naturales. Aplica en cada una de sus actividades las Normas Internacionales ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007.

Al ser una empresa privada, brinda oportunidades a los estudiantes de realizar la pasantía, promoviendo el crecimiento personal y profesional. Es otorgado un tutor de gran ayuda para guiar en el proceso de iniciación en el mundo laboral, fortaleciendo las habilidades en el campo laboral y adquisición de nuevos conocimientos, además, el pasante brinda apoyo en el área de la geología, facilitando las actividades de la empresa y optimizando los resultados.

Uno de los grandes objetivos es participar en el desarrollo de las actividades de la empresa en la caracterización geológica y geomorfológica: realizar estaciones en las visita a campo, con el fin de caracterizar la geología de cada punto específico, descripción de los sitios de afloramiento y las zonas en donde mejor sean observables, tanto las unidades litoestratigráficas como las estructuras geológicas; realización de trabajo de campo que controle los contactos entre las unidades



geológicas interpretadas previamente por análisis fotogeológico o de imagen satelital; elaboración de mapas geológicos de campo, localización e identificación de estaciones realizadas y de muestreo.

En la actualidad, la demanda de los recursos hídricos es creciente, sus diferentes usos como los agrícolas, industriales, pecuarios, domésticos, mineros, energéticos, de recreación, además, para la simple supervivencia de los seres vivos en el ecosistema entre muchos otros usos; hace que resulte vital y de prioridad la realización de estudios para tener conocimiento de su distribución, de sus afectaciones, de la cantidad, calidad, de este patrimonio hídrico de la zona Norte del Tolima.

Para el momento se tienen muchos vacíos en la información de la dinámica del agua en esta zona, sus variables geológicas, dirección de flujo, zonas de recarga, los factores que afectan este recurso, contaminantes, las unidades reservorio de agua, los sellos, etc. Por lo que es necesario reducir esta falta de conocimiento hidrogeológico en la región y tomar decisiones pertinentes para la conservación y buen uso del recurso.



3 METODOLOGÍA

3.1 Fase I- Recopilación de información secundaria.

La metodología para la Caracterización geológica y geomorfológica, da inicio con un trabajo pre-campo. Detección de unidades de manera remota con fotointerpretación, utilizando Google earth, DEM, ArcGIS y demás herramientas que pudiesen ayudar a generar un mapa geológico inicial que funcione como guía al momento de llegar a campo, identificando posibles contactos entre unidades y en qué sectores ubicarlas. También recopilación de información secundaria y revisiones bibliográficas, estudios anteriores, expedientes, artículos científicos y demás información que ayude al primer acercamiento de la zona. Revisión y análisis de la información hidrogeológica.

3.1.1 Cartografía básica escala 1:25.000

Se recopilaron las siguientes planchas del I.G.A.C. en escala 1:25.000.

Tabla 1. Planchas del IGAC utilizadas.

PLANCHAS 1:25.000 I.G.A.C.		
207-I-B	207-II-A	207-II - B
207-I-D	207-II-C	207 II-D
207-III-B	207-IV--A	207-IV-B
207-III-D	207-IV-C	207-IV-D
226-I-B	226-II-A	226-II-B
226-I-D	226-II-C	226-II-D
226-III-B	226-IV-A	
226-III-D	226-IV-C	

3.1.2 Fotografías aéreas:

Para el proceso de fotointerpretación, se consultaron los vuelos del I.G.A.C. todos a escala mayor de 1:40.000. Se tiene algunas dificultades al momento de la fotointerpretación, mayormente en las unidades del cuaternario, área de interés hidrogeológico; por lo que se recurre a las imágenes satelitales, imágenes de Google Earth e imagen de anaglifos que permiten tener información más detallada para la elaboración de los mapas 1:25.000.

Tabla 2. Fotografías aéreas PMA Tolima Norte

N. VUELO	SOBRE	FECHA	ESCALA	N. FOTOS	TOTAL FOTOS
C-2684	S-38695	2003	1:42.540	210 a 231	22
C- 2679	S-38696	2003	1:42.150	233 a 250	18
C- 2679	S-3858	2003	1:43.750	025 a 036	12
C-2680	S-38591	2003	1:41.800	028 a 054	27
C-2680	S-38590	2003	1:40.300	002 a 027	26
C-2680	S-38592	2003	1:44.000	055 a 068	14



3.2 Fase II. Salidas Técnicas de Campo

La siguiente fase son las Salidas Técnicas de Campo, en donde las actividades como pasante profesional de Geología dieron inicio.

Las visitas son a través de los 7 municipios del norte del Tolima: Venadillo, Ambalema, Mariquita, Honda, Lérida, Falan, Armero. La finalidad principal en esta fase es el acompañamiento y apoyo al geólogo Jorge Alexander Lozano Parra, realizando descripciones y caracterización de los afloramientos y zonas donde sea apreciable la roca, identificar las estructuras geológicas, controlar los contactos entre las unidades geológicas previamente interpretadas por análisis fotogeológico o de imagen satelital.

Procura realizar una descripción más parametrizada, que fuese entendible para el público general, para cada una de las estaciones se deben tener datos como: Fecha, Localización: Coordenadas - Municipio y Vereda; Altura, Hora, Dato estructural (diaclasa, falla, foliación, estratificación), Descripción, Foto debidamente orientada y con los respectivos datos como los registrados en la ilustración 3.

Para un total de 550 puntos de descripción de afloramiento y 200 puntos de control y observación, los cuales son localizados en el mapa geológico inicial y en el mapa satelital, precisando en su localización con coordenadas planas UTM 18, mencionados con la nomenclatura de Consorcio Tolima norte y el numero en orden de visita: "CTN – 001". Ver los puntos en el mapa en el **Anexo 2. Mapa Geológico con Estaciones de Campo.**



El objetivo principal fue hallar contactos y las unidades con posibilidades de ser una roca almacén de agua, un posible sello o las zonas donde hay carga y descarga para un correcto desarrollo del Plan de Manejo Ambiental del Acuífero Norte del Tolima en el futuro.

En esta fase, el grupo de CORTOLIMA ejecuta varias visitas, supervisando el trabajo del grupo de geología. El grupo de geología indica las posibles secciones tipo, los acuíferos encontrados, los afloramientos más representativos y la metodología empleada; los supervisores de la corporación realizan sus observaciones y posibles mejoras a realizar en el trabajo.

La ilustración 3 es tomada el 30 de agosto de 2022 en Honda, el supervisor de la Corporación Autónoma Regional del Tolima hace acompañamiento a una mina de extracción de material para construcción, en la imagen también está presente el administrador de la mina. Los depósitos están asociados al río Magdalena (Terciario). Es tomada como sección tipo por ser un gran afloramiento en el que son evidenciables las diferentes litologías pertenecientes a la Formación Mesa.



Ilustración 3. Fotografía tomada en el municipio de Honda, sección tipo de la Formación Mesa.

Se llevan a cabo visitas a las oficinas de CORTOLIMA en la ciudad de Ibagué para reuniones con los geólogos de la Corporación Autónoma y los demás equipos de trabajo como los de hidrogeología y geofísica. El motivo es presentar la información recolectada hasta el momento y discutir la información con los demás grupos de trabajo para llegar a acuerdos comunes.

Cada una de las comisiones del proyecto debe actualizar el Informe Semanal de avance, adjunto en el Google Drive como Excel compartido, la finalidad es mantener los supervisores al tanto del progreso. En la sección de geología, fueron actualizados los nuevos puntos realizados cada semana y presentados los nuevos descubrimientos y observaciones, apreciable en la ilustración 4.

A medida que son visitados los municipios, también, la ejecución de socializaciones para brindar información a la comunidad sobre las actividades y objetivo del proyecto, indicándoles que toda la investigación está a favor de la comunidad. Un intento por quitar las restricciones de acceso a los predios para acceder a la geología de los predios. Se hace entrega de un folleto sencillo que brinda información de las generalidades del proyecto, cuáles son sus impactos y beneficios.

La ilustración 5 muestra el folleto obsequiado a la comunidad en el desarrollo de las vistas por los municipios, dicho folleto presenta información muy clara y general del proceder del proyecto, en la parte final del folleto se tienen los numero de contacto y correo, para brindar mayor información o aclarar dudas que tenga la comunidad.



Ilustración 5. Fotografía folleto socialización en campo.



La parte social del proyecto, fue de gran importancia. La comunicación con la comunidad es esencial para el correcto desarrollo del proyecto. Las personas de la zona de influencia en general tienen poca acogida a la minería, además, algunos proyectos de la Corporación Autónoma Regional fueron mal ejecutados, según comentan algunos residentes, por lo que los desarrolladores del proyecto son admitidos con cautela.

Al momento de dar a conocer el proceder del proyecto e informar los beneficios en el recurso hídrico que se tendrán en un futuro, mejorando la mala calidad del agua empleada en la cotidianidad por la mayoría la población de la zona, además, la finalidad no es generar sanciones ni multas, la perspectiva cambia; facilitando el acceso a los predios y a la geología de la zona en específico. En la ilustración 6 están los integrantes de la comisión social del proyecto, realizan reuniones con la comunidad, este caso específico, es realizado en el municipio de Armero (Guayabal).



Ilustración 6. Reunión con la comunidad de Armero (Guayabal). Comisión social y comunitaria Consorcio Tolima Norte.

3.3 Fase III: Recopilación de los datos de campo.

Realización de un documento con las fichas técnicas de cada una de las estaciones visitadas en campo, recopilación y digitalización de toda la información obtenida en campo, realización de algunas adecuaciones, un esquema para dar orden a la información, un procesamiento de datos más parametrizado y ordenado de las descripciones.

Modificación de los mapas anteriormente realizados, haciéndolos más precisos en las ubicaciones de las unidades. **Anexo 3. Estaciones Descritas Geología de Campo.** Ejemplo de una de las estacione descritas es la estación “CTN-005-PC” con la descripción de la litología del Miembro ceibita del Grupo Honda (Tshc), encontrada en un corte de talud en la vía a Venadillo.

Tabla 3. Descripción de la estación CTN-008-EST, ejemplo de las descripciones de las estaciones de campo.

CTN-008-EST

Localización	E 514329	N516070	Altura 315
Coordenadas UTM 18		Municipio	Vereda
Referencia	Corte talud vía	Venadillo	Palmarosa
Fecha:		24 – 05 -2022	
CODIGO	CTN-008-EST	TIPO	Estación

Dato Estructural	
Descripción:	
<p>- Nivel de arenitas, moderadamente consolidadas de grano fino con intercalación irregular, con tendencia horizontal, que conforma un nivel aflorante de depósitos sedimentario de ambiente continental fluvial, conformado por arenitas de composición volcánica, de grano medio a fino, predominante con niveles de guijarros redondeados, presencia de micas (moscovita).</p> <p>-Esporádicamente los guijarros, diseminados de forma irregular, compuestas por cuarzo y cherts negro principalmente y esquistos o gneises, también redondeados.</p> <p>-Un nivel superior entre 30 a 60cm, conformando un nivel conglomerático únicamente de guijos redondeado, en su gran mayoría de compuesto por cuarzo lechoso, totalmente redondeados, homogéneos entre 2 a 4cm, clasto-soportados, en una matriz limosa con óxidos en un 25%. Esta capa se comporta como una cobertura adaptada al relieve de la superficie.</p> <p>Este nivel hace parte del Miembro ceibita del Grupo Honda (Tshc).</p>	



Ilustración 7. Gravatas redondeadas a subredondeadas.



Ilustración 8. Conglomerado, suelo residual de 10 cm y suelos con óxidos



3.4 Fase IV: Análisis de la información.

Levantamiento geológico, estratigráfico y estructural de las unidades, subunidades y miembros con su respectiva caracterización.

Análisis de las posibles ubicaciones de los acuíferos, delimitar la extensión de cada uno de ellos, proponer profundidad que después será corroborada con los datos geofísicos; obtener mayor información del sistema acuífero. Identificar cuáles son las unidades aptas para albergar y transmitir el agua subterránea del norte del Tolima.

La ilustración 9 es un resumen gráfico de las fases a lo largo del desarrollo del proyecto, en un intento de agrupar las actividades desde que se dio inicio al desarrollo del contrato hasta sus fases finales y de presentación.

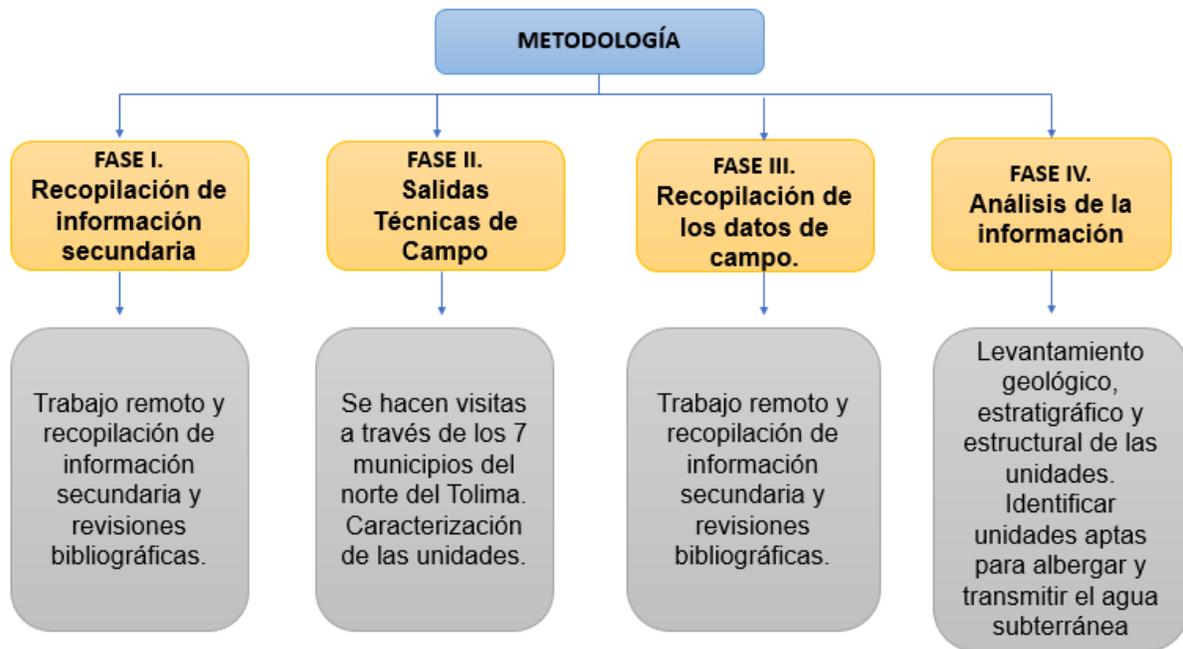


Ilustración 9. Metodología en diagrama grafico en el que se describen cada una de las fases del proyecto.



4 GEOLOGÍA DE AREA DE INTERÉS

La geología del área de interés se presenta en base a la información secundaria recopilada, pero es enlazada a la información obtenida en campo por los geólogos.

4.1 ANTECEDENTES

En el área de estudio han realizado muchos trabajos de exploración geológica e hidrogeológica, dichos estudios son realizados por entidades públicas como privadas con diferentes finalidades.

El valle medio del Magdalena ha sido ampliamente estudiado por De Porta (1966), enfocado en identificar las sucesiones litoestratigráficas del sector, realiza una cartografía detallada escala 1:50.000 y determina que el valle medio de la Magdalena es una semifosa. Las investigaciones estratigráficas son favorecidas por la industria petrolera, un caso es el de Wheeler (1941), que propone una nomenclatura litoestratigráfica más actualizada. El desastre de Armero de 1985 promovió estudios hidrogeológicos locales con el fin de abastecer los municipios de Armero-Guayabal y Honda; INGEOMINAS a finales de 1985 realiza estudios geoelectrónicos en los sectores más afectados por el deshielo del Volcán Nevado del



Ruiz; la firma Geoconsulta también realizó estudios para el abastecimiento de agua en el sector.

Parte de la información preliminar del acuífero norte del Tolima es extraída del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), del Servicio Geológico Colombiano, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de CORTOLIMA donde tienen documentos de las concesiones de aguas subterráneas de la zona y expedientes de permisos para la exploración, los expedientes a los que obtenidos son los de los municipios de Venadillo, Mariquita, Honda y Armero Guayabal. En CORTOLIMA presentan una formulación de modelo del posible acuífero del norte del Tolima, además del Atlas Hidrogeológico en escala 1:500.000 plancha 5.09 realizado por INGEOMINAS en 2003.

Una investigación de gran relevancia y que se espera retomar es el ESTUDIO DEL POTENCIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA NORTE DEL TOLIMA realizado por HIDROGEOCOL, (1990), consiste en un estudio hidrogeográfico local, descripciones de la geología de la zona, fotografías aéreas, mapas cartográficos y estudios geoelectrónicos.

Mojica y Franco (1990) son quienes plantean el modelo tectónico para el Valle Superior y Medio del Magdalena. La litoestratigráfica y descripciones geológicas son estudiadas principalmente por Barrero y Vesga (1976).

4.1.1 ANALISIS DE INFORMACION DE EXPEDIENTES RECOPIADOS

CORTOLIMA

Al momento de realizar la recopilación de información del acuífero norte del Tolima, los datos más relevantes son otorgados por CORTOLIMA que como máxima autoridad ambiental posee una base de datos de estudios anteriores, brinda los expedientes con información hidrogeológica de los municipios de Honda, Mariquita, Venadillo y de Armero Guayabal. El resumen de los expedientes de los cuatro municipios es el siguiente:

Tabla 4. Cantidad de archivos y expedientes recopilados. Fuente: CORTOLIMA.

Municipio	No Carpetas	No Archivos
HONDA	CAS-20015	25
	PYE-20018	1
	PYE 20022	13
MARIQUITA	2613-13 T1 Y T2	10
	CAS 20002	6
	CAS-20009	6
	CAS 20012	2
	CAS-20008	7
	CAS-20018	1
	PYE 20021	3
ARMERO GUAYABAL	Expediente 374	1
	CAS-20004	3
	CAS-20020	6
VENADILLO	CAS 20005	3

La información fue recopilada por las diferentes disciplinas del proyecto, tanto los de geotecnia, los de geomorfología, geología, hidrogeología, entre otros, extrayendo información de utilidad para cada área.



4.2 ESTRATIGRAFÍA

La descripción de la estratigrafía es agrupada según las unidades de tiempo y dentro de ellas las unidades litológicas que afloran en el piedemonte de la Cordillera Central relacionadas con las zonas de alimentación de acuíferos. Las descripciones van desde las unidades geológicas más antiguas hasta las más recientes. Son de destacar la Formación Mesa y el Grupo Honda, de suma importancia en el presente informe, además, se hacen modificaciones importantes en su subdivisión.

La base cartográfica de la geología en el mapa geológico del Departamento del Tolima elaborado por INGEOMINAS 2001, compilado por Alberto Núñez Tello, caracterizando la litoestratigráfica con sus respectivas composiciones geológicas.

4.2.1 *Precámbrico:*

4.2.1.1 *Neises anfibólicos de Tierradentro.*

Rocas anfibólicas (PCaa) principalmente, esquistos y neises cuarzo feldespáticos (PCan), en su mayoría, cubiertas por sedimentos más jóvenes. Se presentan entre Mariquita y el SW de Armero. Los neises cuarzo feldespáticos son de graos fino, color gris claro a oscuro, un claro bandeamiento, alto contenido de cuarzo.

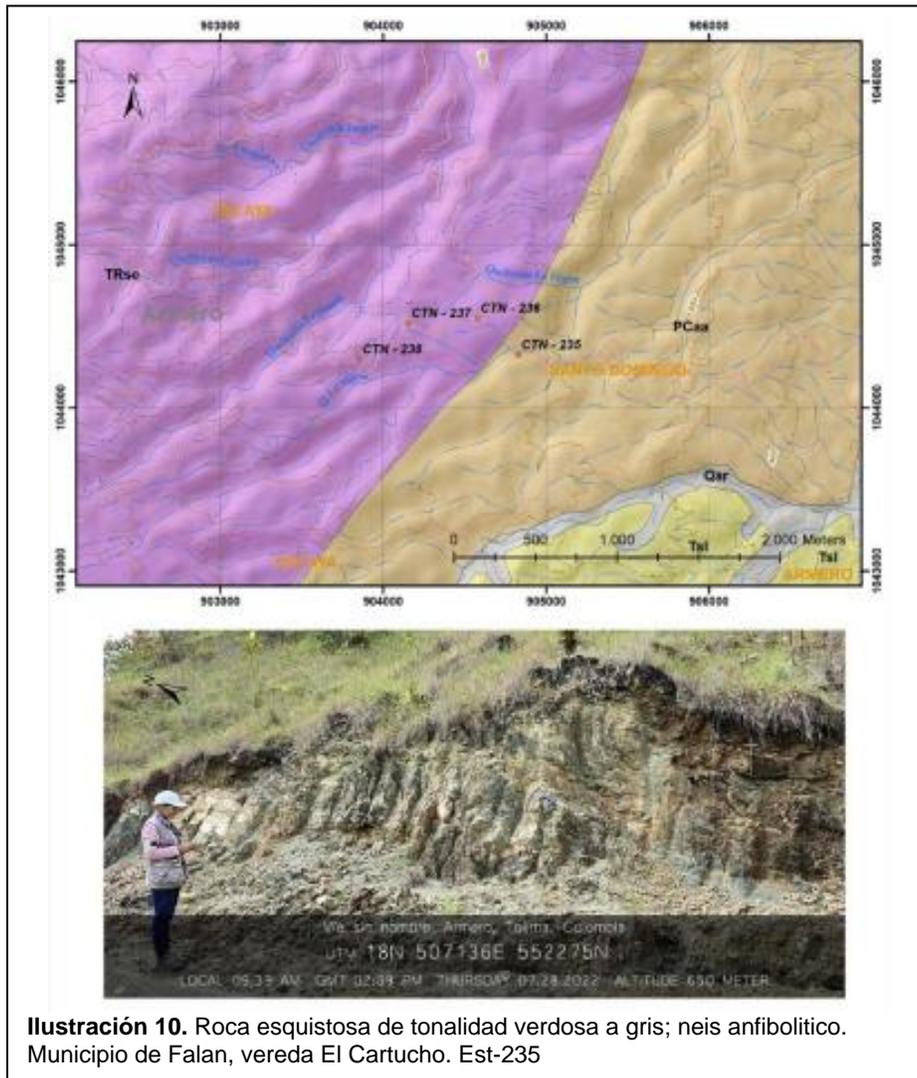


Ilustración 10. Roca esquistosa de tonalidad verdosa a gris; neis anfibolítico. Municipio de Falan, vereda El Cartucho. Est-235

4.2.2 Paleozoico:

En su mayoría son rocas metamórficas, seguidas por ígneas y rocas sedimentarias de edad paleozoica, solo presentes en la cordillera central.

4.2.2.1 Rocas metamórficas del piedemonte de la Cordillera Central

Son rocas de metamorfismo regional, de alto-medio, afloran en el falco oriental de la cordillera central, en contacto fallado con el complejo Cajamarca, compuesto por rocas metamórficas como neises de cuarzo-feldespato-biotita, con algunas intercalaciones de anfibolitas, mármoles (Trm), esquistos verdes (TRev), cuarcitas (TRnq), esquistos sericíticos-filitas grafitosas y otras rocas metamórficas no diferenciadas.



Ilustración 11. Esquistos verdes (TRev) con foliación fina dentro de la franja localizada al NW de Lérída dentro de la cuenca del río.

4.2.3 Mesozoico:

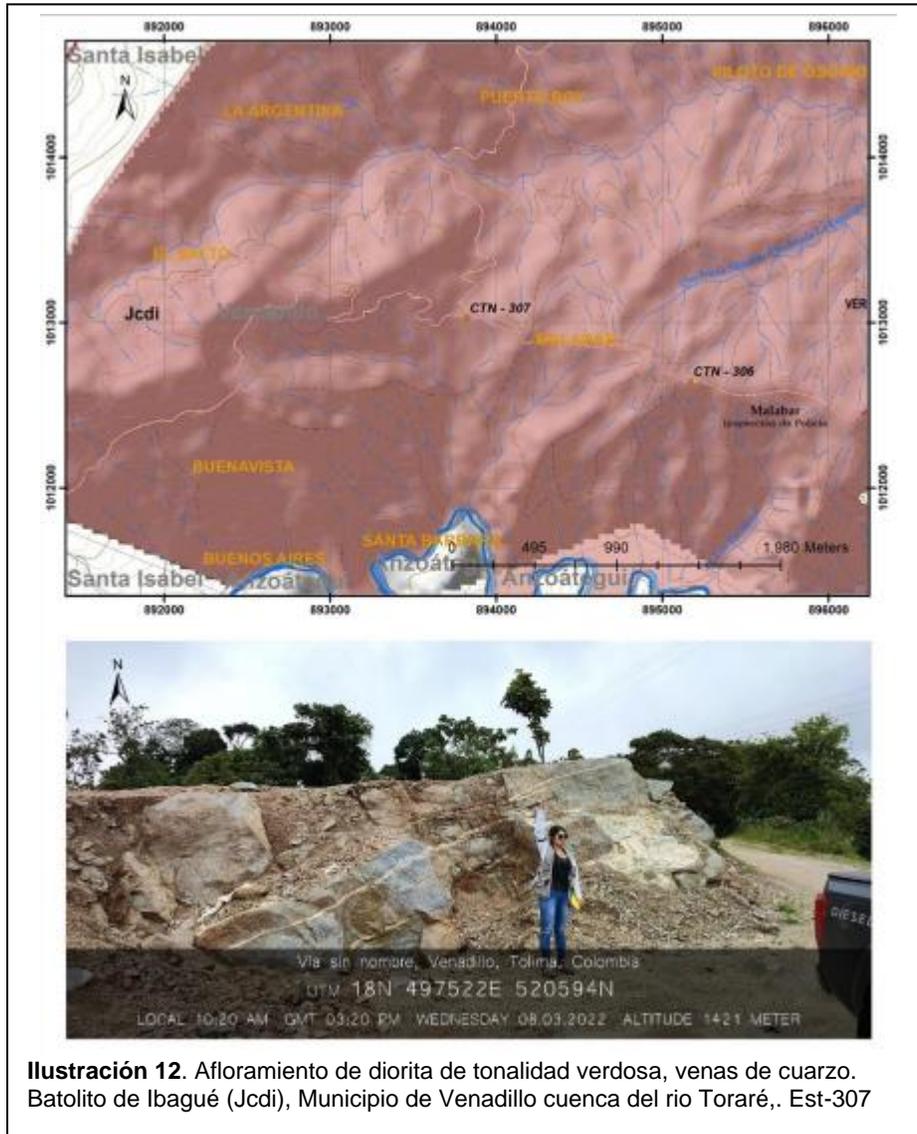
4.2.3.1 Rocas Intrusivas Jurásicas, Batolito de Ibagué (Jcdi)

Cuerpo intrusivo, situado al borde de la Cordillera Central, partiendo del río Lagunilla en Armero, hasta el río Recio y continua hacia el sur.



Minerales predominantes de cuarzo, plagioclasa, hornblenda y biotita. Instruye el Complejo Cajamarca. Propuesta con edad de intrusión jurásica, extendiéndose por el norte hasta llegar a Armero. Los stocks están constituidos por granodiorita con variaciones a cuarzo-monzonita y granito (Gutiérrez, et all., 2014).

La roca se observa muy meteorizada, un saprolito de alto espesor. En las visitas de campo se registra desde el río Totaré hasta el sector de Armero. En el sector sur se observan afloramientos más frescos como es apreciable en la ilustración 13.



4.2.3.2 Rocas intrusivas Cretácicas, Stock de Mariquita (Kgdm)

Es un cuerpo intrusivo de composición predominantemente granodiorítico alargado, intruye al Complejo Cajamarca produciendo un metamorfismo de contacto. Se observó en el cañón del río Guarín intruyendo esquistos Verdes (TRev). En la zona oriental es cubierta por las rocas sedimentarias del Grupo Honda y Formación Mesa.

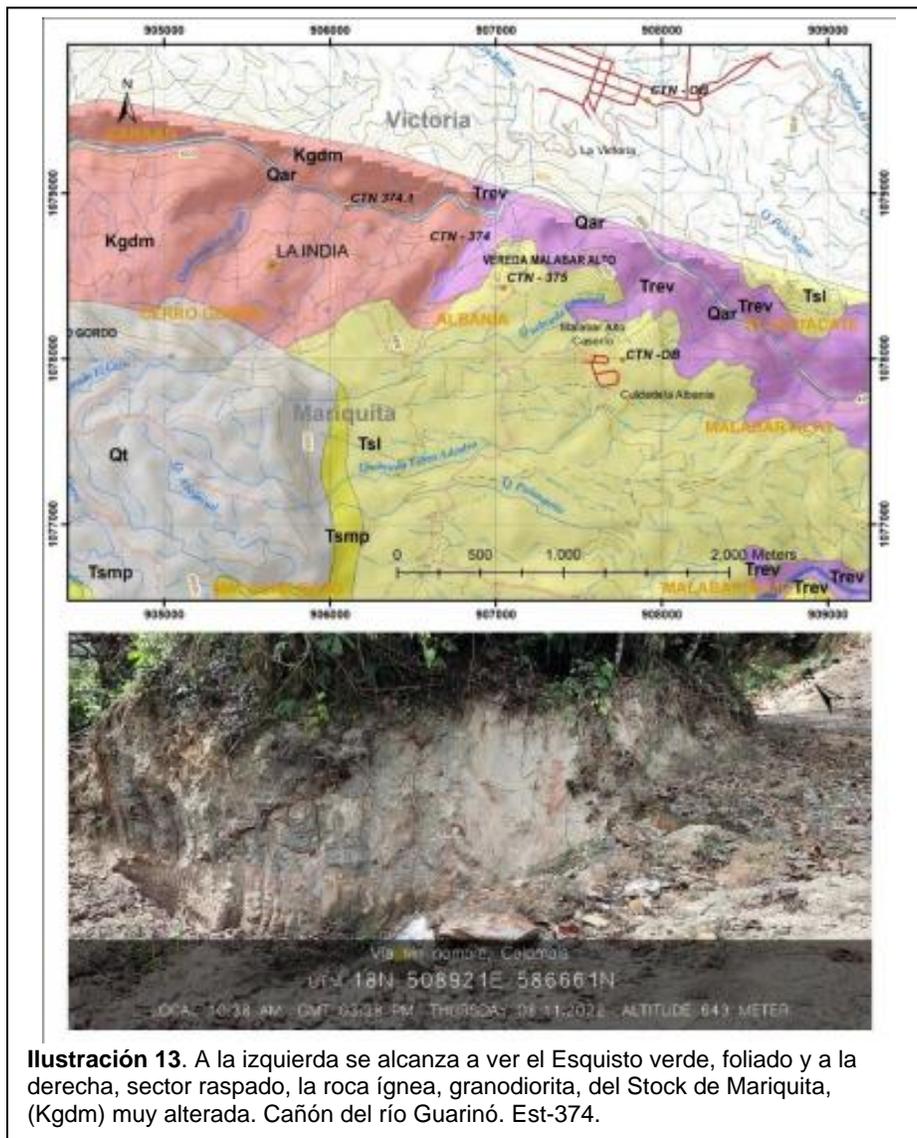


Ilustración 13. A la izquierda se alcanza a ver el Esquisto verde, foliado y a la derecha, sector raspado, la roca ígnea, granodiorita, del Stock de Mariquita, (KgdM) muy alterada. Cañón del río Guarín. Est-374.



4.2.4 Cenozoico.

En todo el departamento del Tolima afloran rocas cenozoicas, son de ambiente continental conforman unidades sedimentarias e ígneas con origen volcánico y plutónico (Nuñez, 2001).

4.2.4.1 Rocas sedimentarias del Terciario

Estas rocas se ubican en el valle del rio Magdalena, son de mucha importancia para el presente estudio, están limitadas por la falla mulato al W y por el rio Magdalena al E. Superpuestas a las rocas ígneas y metamórficas.

Grupo Honda:

Hettner (1892) fue el primero en denominarla "Honda Sandstein" para la sección tipo encontrada en Honda. A lo largo del valle del Rio Magdalena que va de sur a norte del departamento del Tolima. Es la unidad estratigráfica más importantes de la zona de estudio, por lo que se describirá cada una de sus secciones y sus condiciones hidrogeológicas. Suprayacente con un contacto discordante la formación Mesa.



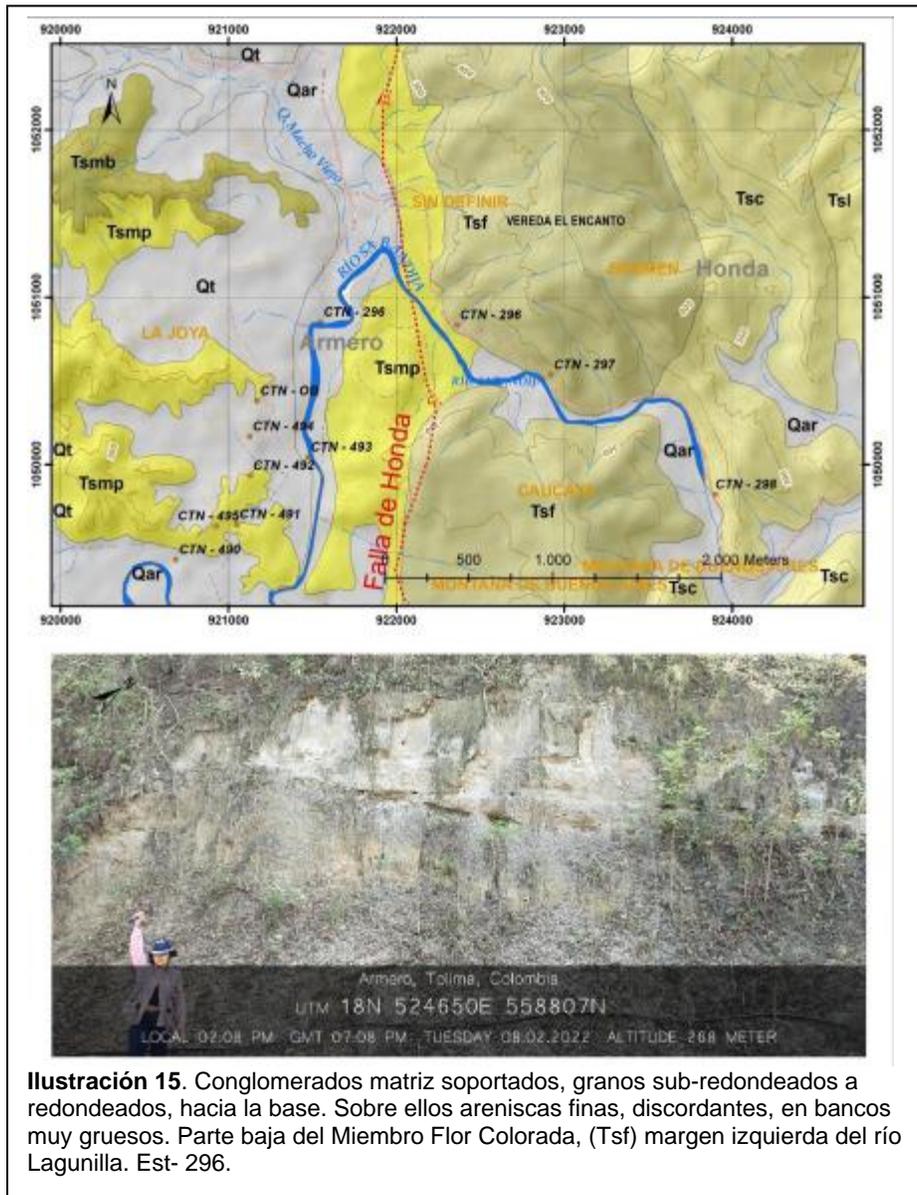
Ilustración 14. - Grupo Honda. Alternancia de niveles de conglomerados y areniscas en forma de lentejones. Mina de agregados al Norte de Honda. Est- 373.

En la base se encuentra la **Formación Cambras**, su sedimentación es característica de una alternancia de material detrítico grueso y capas de lutitas, interpretándose periodos de sedimentación tranquila y otros de corrientes rápidas.



Por encima se superpone la **Formación San Antonio**, la sedimentación es similar a la formación Cambras, lo que indica condiciones de cuenca muy similares. Ubicada entre la falla Honda y el río Magdalena, es subdividida en tres unidades estratigráficas:

El Miembro Flor Colorada (Tsf) contiene arenas de grano fino, presencia de algunos niveles lutíticos, lo que indica un transporte más tranquilo, sin presencia de grandes arenas. Los clastos de arenas y gravas están compuestos por rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias (chert). Las rocas intrusivas y volcánicas están en menor proporción; su mayoría son clastos de rocas metamórficas, cuarzo y sedimentarias. En la parte sur de Honda se encuentra limitado por la falla Honda.



Seguido está el Miembro Los Cocos (Tsc), rompe la sedimentación tranquila, el tamaño de los granos aumenta significativamente, indicando el aumento en la velocidad de sedimentación, el tamaño de grano va de grueso a muy grueso y se eliminan las capas de lutita. Las gravas son polimígticas de composición muy similar

a los clastos del miembro Flor Colorada. Son identificables las estructuras de ripple-marcks y los nódulos arenosos. Se extiende entre Honda y el sector de Ambalema cortándose por el río Magdalena.

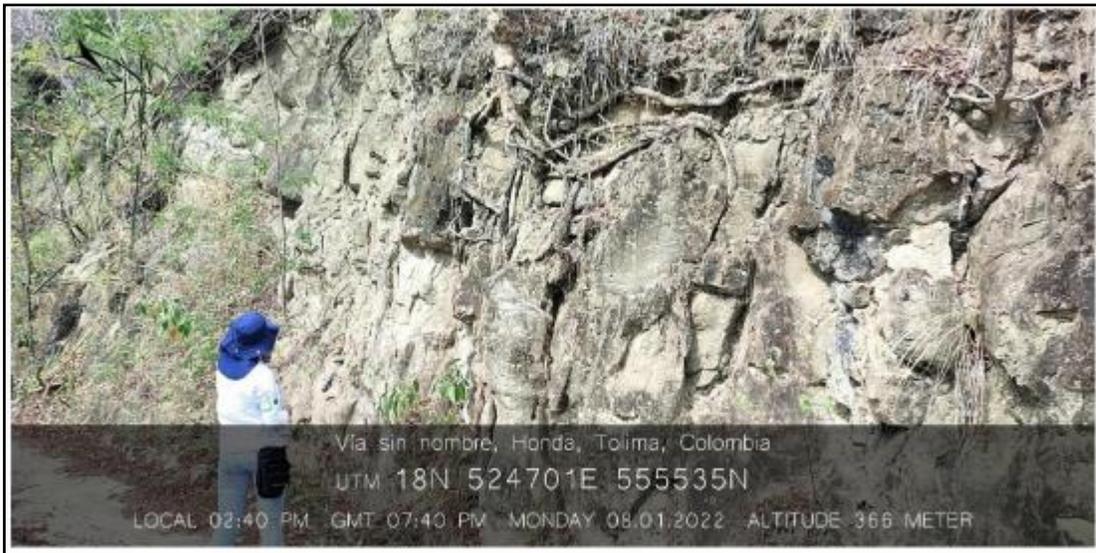


Ilustración 16. Arenisca ligeramente conglomerática, con intercalaciones de limolitas. Miembro Los Cocos, (Tsc) carreteable a Méndez. Est- 286.

Miembro La Ceibita (Tsl) es el techo de la Formación San Antonio, inicia con una sedimentación de granos de tamaño fino, potentes bancos de arena y nódulos arenosos de hasta 30 cm de diámetro. seguida por una sedimentación gruesa, con estratificación desordenada, varios lentejones de gravas, arenas y hasta lutitas, generando una sedimentación sin estratificación, interpretándose fuertes avenidas y haciéndola fácilmente diferenciable. La sedimentación del miembro termina con una disminución en la energía de las corrientes, capas de lutitas intercaladas con arenisca. Se realiza una sección estratigráfica del miembro La ceibita como se muestra en la ilustración 18.

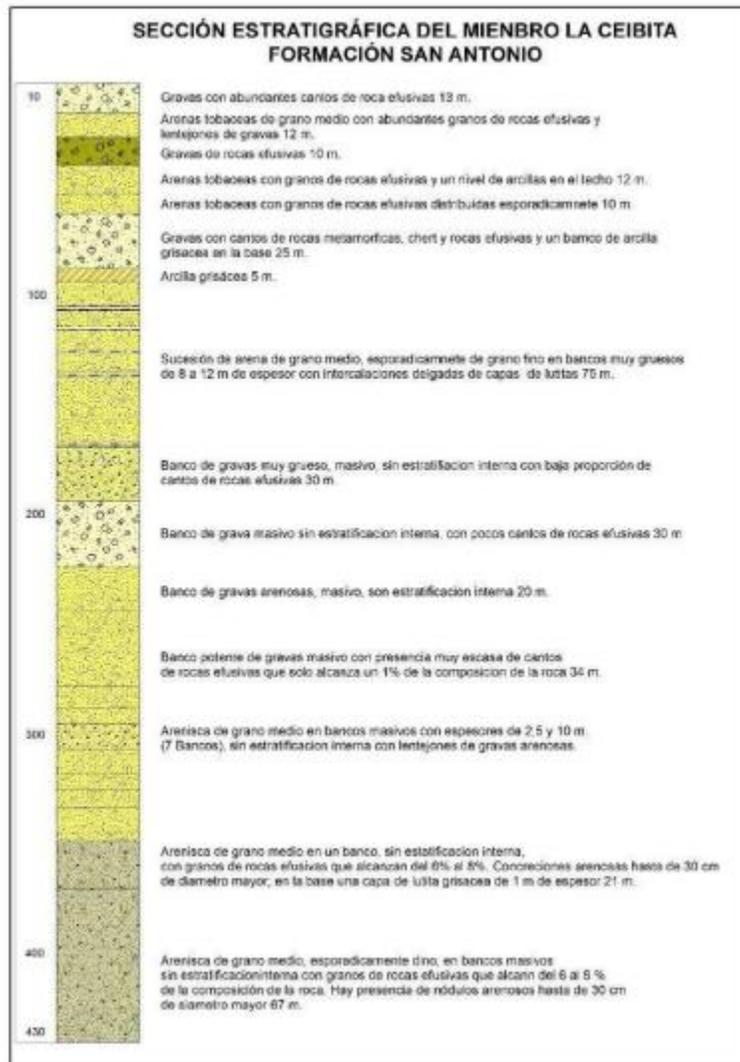
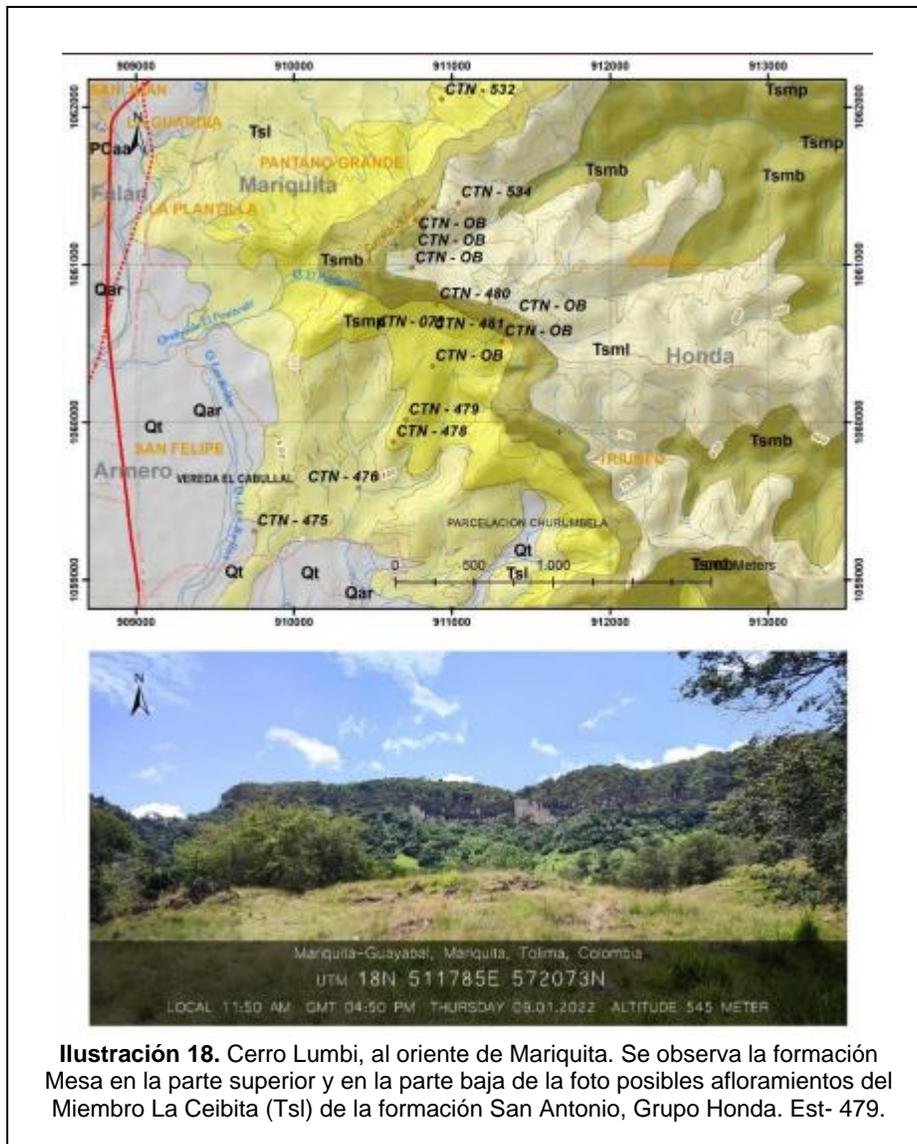


Ilustración 17. Sección estratigráfica del Miembro La Ceibita.

Según De Porta (1974), el techo es encontrada la Formación Los Limones caracterizado por ser un régimen tranquilo, pero en el área de estudio es claro que el techo de la formación San Antonio es el miembro La Ceibita en un contacto neto, por lo que no es posible la presencia de la formación Los Limones y no es descrita en el presente informe.

Formación Mesa:

DE PORTA, (1974) le da el nombre por su característica morfológica, cuando es afectada por la erosión da aspecto de grandes planicies semejantes a mesas sobresaliendo de las planicies entre la cordillera central y el río Magdalena. Ubicada al oeste de Honda extendiéndose hasta Mariquita, terminando en la carretera de Armero-Cambao. De composición volcánica y sedimentaria. Thouret (1989) realiza





unas dataciones radiométrías, arrojando edades del Plioceno. La formación Mesa subdividida en tres miembros:

- Miembro Palmas (T_{smp}): A la base presenta bancos de arena masivos de arena casi por completo de rocas efusivas de aproximadamente 11m, seguido por capas de gravas arenosas, algunas intercalaciones muy delgadas de arcillas blancas muy finas, caoliníticas. La parte superior está compuesta por gravas arenosas de 15 m de espesor, las gravas en su mayoría son de cuarzo. Por último, capas de arena de grano fino con intercalaciones de lutitas seguidas por bancos de gravas de rocas efusivas.

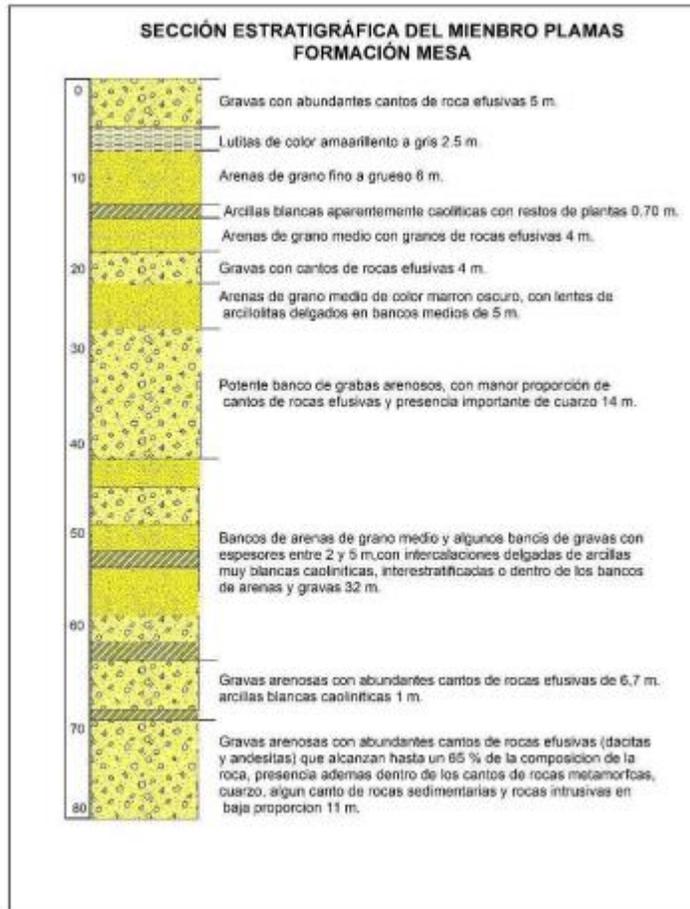


Ilustración 19. Secesión del Miembro Palmas.

- Miembro Bernal (Tsmb): es la unidad intermedia de la Formación Mesa. Inicia con potentes bancos de gravas arenosas compuestas por rocas efusivas, algunos lentejones de caolinita de espesores delgados, aproximadamente 0.55 y 0.80 m, son observables restos de plantas. En el intermedio aparecen cantos de piedra pómez, a partir de ahí la composición es casi exclusivamente de piedra pómez y arcillas colíníticas. El techo se compone por gravas de cantos de rocas efusivas de gran tamaño, de 0.60 a casi 1 metro de diámetro



Ilustración 20. Conglomerado con cantos redondeados a sub-redondeados, con cuarzo y piedra pómez, lente de arcilla caolinítica. Miembro Bernal (TsmB). Est- 455.

- Miembro Lumbi (TsmI): Miembro superior de la Formación Mesa, es característico por su tonalidad rojiza, arcillas rojizas, contiene cantos redondeados de rocas volcánicas y gravas, contiene arcillas tobáceas. En la base bancos de arenas tobáceas con rocas efusivas (dacitas y andesitas) algunos lentejones de piedra pómez. Seguidas por capas de arcilla caolinítica intercaladas con arenas tobáceas, en la sucesión aparecen gravas arenosas que se intercalan con las arenas tobáceas. La sucesión termina con una capa de arcilla caolinítica de 1.50 m de espesor.
- En el techo tiene arcilla rojiza con cantos de tamaño arena de moscovita, biotita, cuarzo, feldespato y hornblenda. Espesor aproximado de 50 metros.



Ilustración 21. Conglomerado meteorizado con cantos redondeados a subredondeados, con cuarzo y piedra pómez, clastos metamórficos e ígneos. Cerro Lumbí Miembro Bernal (TsmL).

4.2.4.2 Sedimentos del Cuaternario

En el mapa geológico del área de interés se distinguieron las siguientes unidades cuaternarias: Conos aluviales (Qca), Terrazas (Qt) y Aluviones recientes (Qar).

Conos Aluviales

Tienen una morfología plana, una pendiente muy leve que disminuye hacia el río Magdalena, iniciando en el piedemonte de la cordillera central. Se presentan a sur del río Lagunilla extendiéndose hasta el río Totaré.

- Cono de Venadillo (Qcav)

El primer autor en darle nombre de “Formación Lérida” fue (WASHBURN & WHITE, 1923, en PORTA, 1974), propone un origen relacionado con la actividad

volcánica del Nevado del Ruiz o del Santa Isabel. En la base, arenas tobáceas con algunos clastos de rocas efusivas y en menor proporción de rocas ígneas y metafóricas, hacia el techo, gravas de mayor tamaño casi de un metro de diámetro, y en su mayoría clastos de rocas efusivas. Dicho abanico no está dentro de los límites del área de estudio.

En los trabajos de campo se han visitado varios sitios en donde aflora el cono, se han descrito estos afloramientos y se ha hecho un registro fotográfico. Se observa un afloramiento con la siguiente descripción de base a techo:

Suelo gris con algunos cantos 0,30 m

- Arenas procedentes de la erosión de rocas volcánicas de color gris 3,00 m
- Bloques de rocas intrusivas alterados y metamórficos englobados en una matriz arcillosa que presenta vetas ferruginosas 1,70 m

Toda la información de campo está relacionada en el anexo respectivo. Una fotografía tomada en una de las estaciones de campo es la ilustración 23.



Ilustración 22. Panorámica del Cono de Venadillo (Qcav) en dirección aproximada W-E. Est- 73

- ***Cono de Lérída (Qcal)***

Con un poco de basculamiento hacia el NE, río Lagunilla. En su totalidad compuesto de arenisca tobácea, la base de conglomerado con clastos volcánicos y en menor proporción de metamórficos de 20 a 30 cm, seguida por la arenisca tobácea color gris claro con algunas capas de pómez de centímetros de diámetro. En la parte superior es la arenisca tobácea con niveles conglomeráticos de pómez, unos pocos clastos de ígneas y metamórficas, color amarillo, En el techo la arenisca tobácea es de tamaño grueso y conglomerático color café oscuro.



Ilustración 23. Cono de Lérída. Se observa la base del cono constituido por arenas tobáceas con cantos de rocas ígneas, metamórficas y piedra pómez, reposando sobre niveles del Grupo Honda, Miembro La Ceibita. Ascenso del río Recio hacia La Sierrita. Est. de campo 11

Terrazas (Qt)

La más importante es la del río Magdalena, tiene un espesor de 3 a 20 metros en algunas zonas, encontradas sobre el cauce actual del río. Leve pendiente en dirección al río y ha sufrido erosión.



Ilustración 24. Intercalación de arenas y gravas. Terraza (Qt). Sector Mariquita – Armero. Est-313.

Aluviones recientes (Qar)

Son depósitos no consolidados de material arrastrado por las corrientes actuales (ríos y quebradas). Son de poco espesor y algunos son móviles es decir pueden ser modificados en los periodos de avenidas. Son importantes a lo largo de los cursos principales: Guarinó, Gualí, quebrada Bernal, quebrada Lumbí, río Sabandija, quebrada Limonar, río Recio, río Venadillo, río Totaré y en algunas zonas amplias de inundación del río Magdalena.

Material volcánico principalmente, material tobáceo y algunos lentes de grava, los aluviones están relleno las partes bajas del Grupo Honda. Son de poca compactación de alta porosidad y permeabilidad, son viables los acuíferos.

UNIDADES GEOLÓGICAS DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

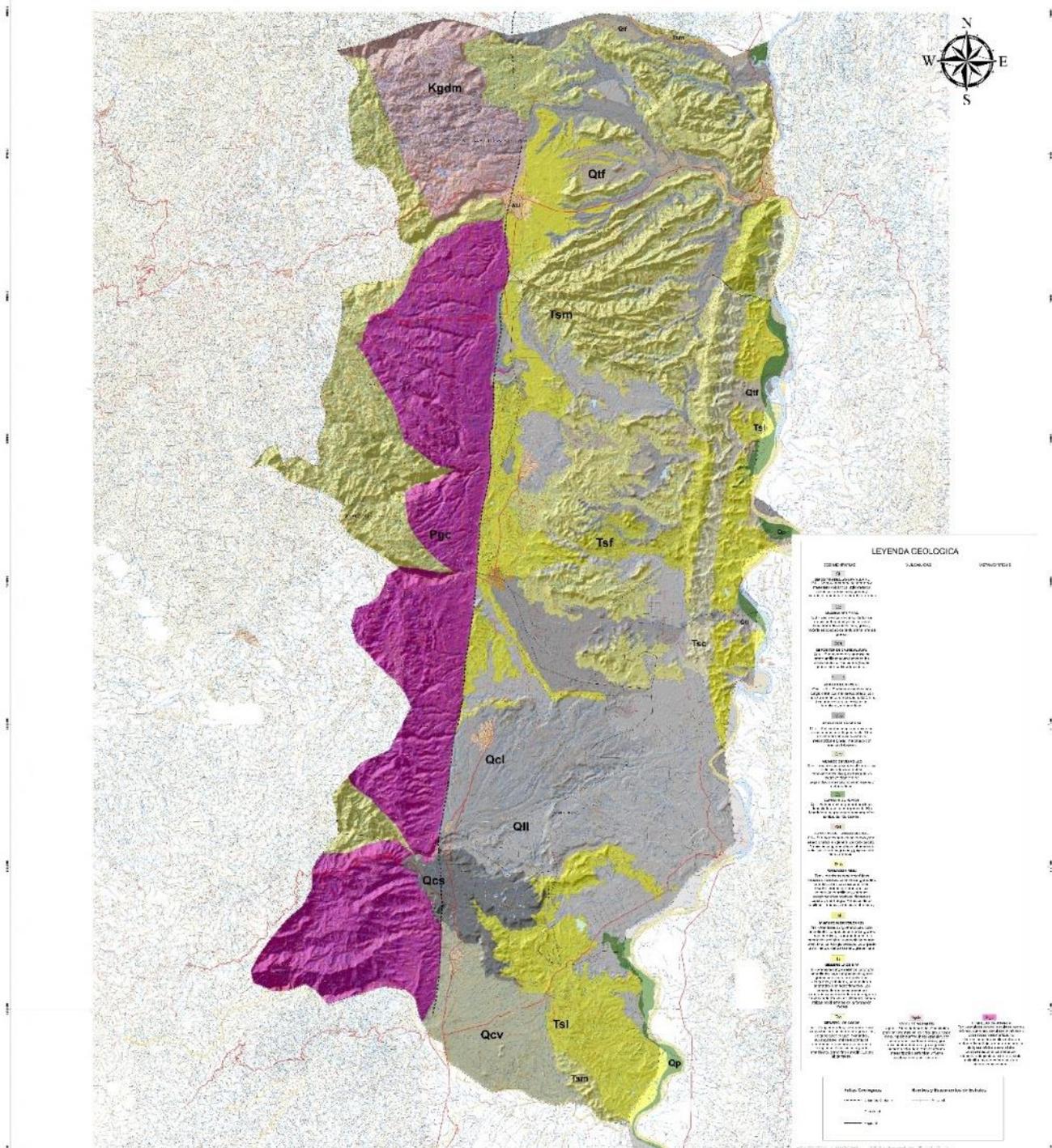


Ilustración 25. Unidades Geológicas del Acuífero Norte del Tolima. Fuente, ConsorcioTolima Norte

4.3 CLASIFICACIÓN DE HIDROGEOLOGÍA

La clasificación de las unidades hidrogeológicas de interés siguiendo la nomenclatura propuesta por el IDEAM (2010), la cual se basa en la extensión, porosidad de la unidad y características de permeabilidad asociadas de cada tipo de acuífero.

Tipo I Corresponde a acuíferos en los cuales la porosidad principal es intergranular:

- Unidad I1:

Extensivos y altamente productivos conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial y lacustre que dan lugar a acuíferos libres a semiconfinados. En esta unidad se clasifican los depósitos cuaternarios como los Abanicos de Venadillo, Cono de Ibagué, conos aluviales, cono de Lérica, La Sierrita y Lérica.

- Unidad I2:

Locales o discontinuos o extensivos, pero solamente moderadamente productivos en sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial, lacustre o rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas clásticas a volcanoclásticas que forman acuíferos libres. En esta unidad se incluyen las terrazas aluviales, los depósitos aluviales recientes, depósitos glaciares y fluvioglaciares.

- Unidad I3:

Locales o discontinuos con baja productividad en rocas piroclásticas y volcanoclásticas que forman acuíferos libres a semiconfinados. En esta unidad se clasifican los depósitos coluviales sub recientes, lahares y los depósitos piroclásticos.

Tipo II Corresponde a acuíferos en rocas consolidadas con porosidad primaria y fisurados con porosidad secundaria o carstificados.

- Unidad II1:

Extensivos y altamente productivos en rocas sedimentarias clásticas y carbonatadas terciarias y cretácicas consolidadas de ambiente transicional a marino que generalmente conforman acuíferos confinados. Dentro de este grupo no clasifica ninguna formación geológica dentro del área de la cuenca.

- Unidad II2:

Locales o discontinuos o extensivos, pero solamente moderadamente productivos en rocas sedimentarias clásticas y carbonatadas terciarias a paleozoicas consolidadas, de ambiente continental a marino que forman acuíferos confinados a semiconfinados. En esta unidad se clasifican las rocas del Grupo Honda.

Tipo III Corresponde a rocas granulares o fisuradas que forman acuíferos insignificantes con recursos limitados o sin recursos

- Unidad III1:



Acuíferos menores con recursos locales y limitados en rocas ígneas a metamórficas terciarias a jurásicas y en depósitos no consolidados de ambiente lacustre, marino y deltaico.

- Unidad III2:

Complejos ígneo-metamórficos consolidados y fracturados terciarios a precámbricos con baja a ninguna productividad de agua subterránea por Fuentes termales asociadas a la tectónica local. Los cuerpos intrusivos y formaciones metamórficas y metasedimentarias como: Anfibolitas de Tierradentro, Stock de Santa Isabel, Batolito de Ibagué y Batolito del Bosque, y los flujos de lavas andesíticas.

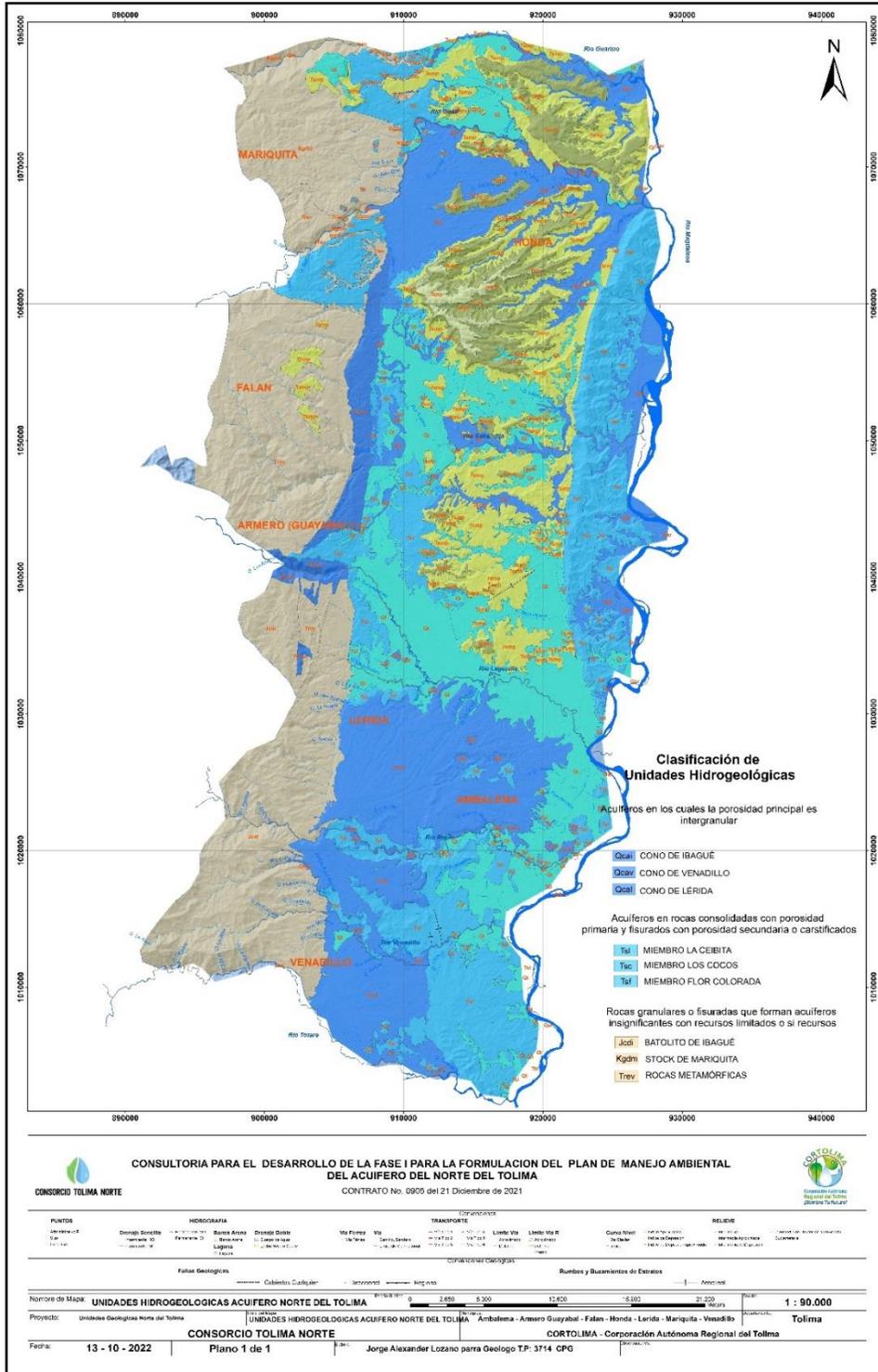


Ilustración 26. Clasificación de unidades hidrogeológicas.



4.3.1 Capas Saturadas de Agua

En este punto se observa la presencia de agua sobre el cauce de la quebrada Bernal; la roca es conglomerática y su estratigrafía:

- Paquete de arenisca con capas de conglomerado de aproximadamente 20 cm, tamaño gravas a guijos, redondeados, matriz arenosa, tamaño medio, color 7.5YR 5/1 clastos de pómez y de río. Estratificación plano paralela.
- En la base Arenisca levemente conglomerática tamaño grava, arena media a gruesa. Sigue 4 m de conglomerado tamaño grava a guijo, matriz arenosa, redondeados a subredondeados, matriz soportada.
- Sigue capa de 10 cm netamente conglomerados clastosoportada, redondeado a subredondeado, tamaño guijo.
- Sigue 2 m de arenisca ligeramente conglomerática, arena tamaño medio.
- 11 m de afloramiento.
- 2 m de suelo residual.



Ilustración 27. Capas con presencia de humedad, capas con cemento arenoso, clasto soportado, capas con una inclinación de 0 a 5° de buzamiento, su dirección es norte – sur.

CTN – 445

En este punto se observa un nacimiento sobre la vía de la vereda Caimital.

- Sobre el punto A la base arenisca arcillosa, color 7.5YR 5/1a 10 YR 8/3 de 60 cm.
- Sigue arenisca conglomerática de tamaño medio a fino, clastos de pómez, 1 m.
- En el techo caolinita color 10 YR 8/3, contiene ceniza y volcánicos, 1 m.
- Brota agua en carretera, al pie de la quebrada San Bernal.
- Posible formación Palmas.
- 3 m de afloramiento.

CTN-447.

En la base:

- 1. Arenisca que funciona como sello, silicificada, levemente conglomerática, clastos de pómez, tamaño grueso a medio, color 10 YR 8/3, alto contenido de botitas, lentes de caolinita, diaclasada: N59E/ 33NW, se disponen horizontales, matriz de cemento silicio. Algunos lentes de pómez, tamaño clastos a gravas, 2 m.
- 2. Sigue 6 m del conglomerado clasto-soportado anterior (447.1). Se disponen horizontales.
- 3. Sigue capa de arenisca tamaño medio levemente conglomerática, tamaño gravas a guijos, 4 m.
- Brota agua, acuífero en la base.
- No se ve por la vegetación lo que sigue en el techo, se aprecia capa de conglomerado de 8 m.
- El conglomerado de la base es donde brota el agua, puede pasar por las fracturas.

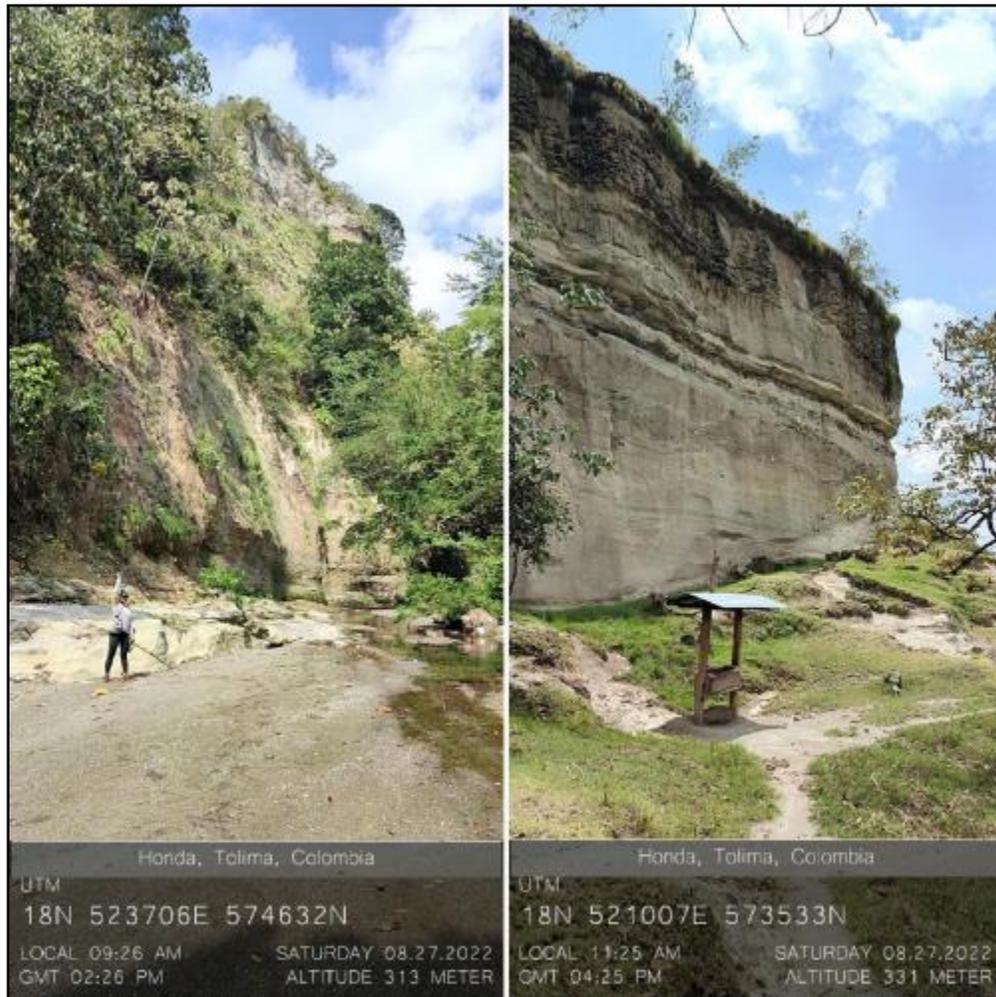


Ilustración 28. Estaciones de campo CTN-448 y CTN-449, formación palmas, capas caolinitas y capas conglomeráticas de piedra pómez

CTN – 450 – 452

Desde el punto CTN – 450, el cauce de la quebrada Bernal se encuentra seco y algunos afloramientos se presentan húmedos y con capas saturadas de agua.

En general el recorrido por la quebrada Bernal, presenta afloramientos saturados de agua y algunos húmedos, la litología y el contacto es distinguible entre la Fm Palmas y La Fm Ceibitas.



Ilustración 29. Estaciones de campo EST-450. Contacto entre la Fm Palmas y La Fm Ceibitas. Quebrada Bernal.



Ilustración 30. Cruce de la vía a la vereda Caimital, con la Q. Bernal.



4.4 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la ciencia que se encarga de estudiar las formas, la génesis y la evolución de las formas que ha desarrollado el terreno a través del tiempo de una forma estructurada, la composición de las geoformas, la interacción con las estructuras que están debajo de la superficie, los diferentes agentes que lo afectan y los procesos geomorfológicos moldeadores que son los encargados de moldear la superficie, además del tiempo de acción de los procesos. (Keller y Rockwell, 1984, y Robertson, K. 1990)

Los flujos y la acumulación de aguas subterráneas en acuíferos están relacionados con el tipo de roca, el relieve, los niveles freáticos, la composición de los acuíferos y la topografía. Las aguas subsuperficiales son retenidas por la vegetación y el suelo, liberándose poco a poco. Cuando decrece la precipitación y no hay recarga, las aguas subterráneas son las que abastecen las corrientes superficiales, cuando las corrientes son estacionales desaparecen cuando no hay lluvias al no tener influencia de agua subterránea. La densidad de las corrientes indica que tan permeables son los suelos.

En el área de estudio se presentan diferentes agentes modeladores, la composición de las rocas es esencial para la diferenciación de cada geoforma. Los dominios denudaciones y estructurales son los principales para el caso particular del área de estudio. Las geoformas dan respuesta a la génesis de la cordillera central y a la depositación del valle del Magdalena medio.



La zona norte del departamento del Tolima son diferenciables morfológicamente dos sectores, al occidente la cordillera central compuesta por montañas, altos relieves, rocas metamórficas e ígneas, elevándose a lo largo de la Falla Mulato siendo esta el límite entre el basamento y las rocas terciarias sedimentarias ubicadas al Este, en el valle del río Magdalena que atraviesa todo el departamento desde al sur al norte, allí ocurre la mayor actividad agropecuaria, y donde la composición es predominantemente sedimentaria y depósitos cuaternarios. Es una zona transicional, pasando de un control morfo- estructural a un control fluvial donde predominan geformas como abanicos aluviales, deltas, llanuras de inundación, entre otras. Los principales afluentes y que moldean el área son el río Totare, el Recio, Lagunilla y Sabandija acompañados de múltiples afluentes secundarios.

La morfología es predominantemente de bajo relieve, con varias mesetas, cerros de composición volcánica y varios abanicos fluvio-volcánicos.

Las rocas sedimentarias son de permeabilidad primaria mientras que las rocas del macizo pueden presentar permeabilidad secundaria por fracturamiento. La falla Mulato controla el comportamiento de los drenajes fluyendo por trayectos extensos a lo largo de esta, cuando están fuera de la zona de falla, el comportamiento de los drenajes es muy diferente, indicativo de un flujo subterráneo.

En el sector Oriental, cerca al río Magdalena está la Falla Honda, generando un cambio geomorfológico, una especie de “dique” compuesto por sedimentos aluviales, que impide el paso de corrientes superficiales. Geomorfológicamente es



muy notorio, pues, los drenajes deben hacer giros de casi 90° fluyendo por el río Sabandija para finalmente ser depositados en el río Magdalena. Es muy probable que en esta zona haya acumulación de aguas subterráneas.

Al ser tan importante para el estudio la distribución del acuífero Norte del Tolima, su sistema de drenaje y su morfología son de prioridad. El área de estudio presenta un sistema de drenaje en su mayoría encañonado minimizando la probabilidad de inundación. La distribución de los afluentes está dominada topográficamente por la actividad tectónica y las estructuras del suelo; a continuación, se darán unas descripciones generales de cada una.

- La cuenca del río Gualí: Tipo detrítico, ubicado en la zona alta y de rocas cristalinas, ígneas, dándole un control estructural específico. Afectado por la Falla Mulatos haciéndolo cambiar de dirección hacia el Norte, además, este control estructural cambia la litología, pasando a unas rocas sedimentarias de rumbo NS y buzando al río Magdalena.
- La cuenca del río Guarinó: Tipo dendrítico, ubicado en una topografía casi plana, desembocadura en el río Magdalena, dirección W-E. Afectado levemente por la falla Mulatos.
- La cuenca del río Sabandija: ubicado en una zona alta, de roca ígnea, presenta control estructural definido. Dividido en dos afluentes principales: Guamo: patrón de drenaje detrítico y un grupo de quebradas hacia la zona sur: patrón de drenaje paralelo y enrejado. Es afectado por la falla Mulatos.



En el área de estudio tiene procesos denudativos y acumulativos. Los denudativos presentes en la cordillera y en el piedemonte, estos cauces generan erosión y transporte depositando los sedientos en el área plana acumulando sedimentos hasta llegar al río Magdalena. Los procesos acumulativos originados por la actividad volcánica de la Cordillera Central, flujos volcánicos de carácter torrencial, al llegar al piedemonte son depositados formando abanicos con grandes espesores. Apreciable en el Mapa Geomorfológico del Norte del Tolima en escala 1: 90.000.

Anexo 1. Mapa Geomorfológico

La densidad del drenaje del sector puede clasificarse como moderada y de tipo estructural. En el sector de los abanicos los drenajes son orientados al NE, detríticos y de densidad media a alta.

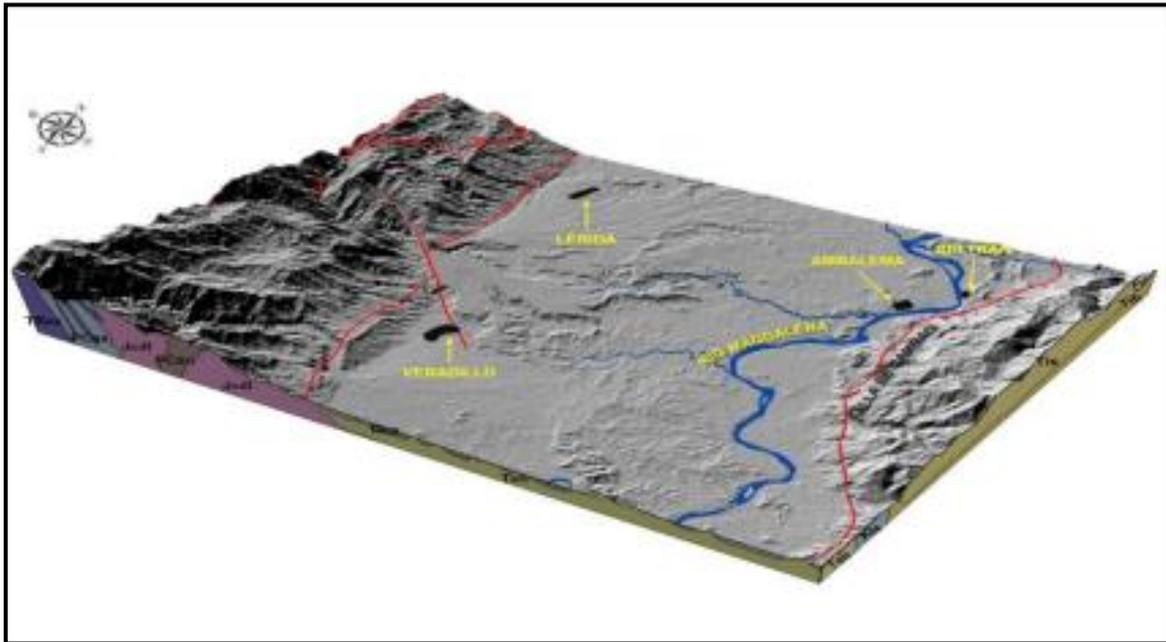


Ilustración 31. Bloque diagrama del relieve de la Plancha 226 – Líbano - Bloque diagrama del relieve de la Plancha 226 – Líbano. Tomado de GUTIÉRREZ, E.et. all. U.P.T.C. (2014)

4.4.1 GEOFORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL

En el área de estudio son interpretadas geofomas dominadas por un ambiente estructural algunos ejemplos encontrados en las visitas a campo son:

4.4.1.1 Escarpes de línea de falla:

También son nombradas “sife”. Presentes cuando se truncan estructuras geológicas y son afectadas por los procesos de erosión, es una estructura corta, puede ser cóncava o convexa y con una pendiente abrupta (M. Portilla G., et all., 2015). Esta estructura es encontrada muy representativa en la parte derecha de una quebrada tributaria del río Recio, al Oeste del corregimiento la Sierrita, ubicado al

borde de la cordillera central, dicha estructura es ocasionada probablemente por la Falla Venadillo.

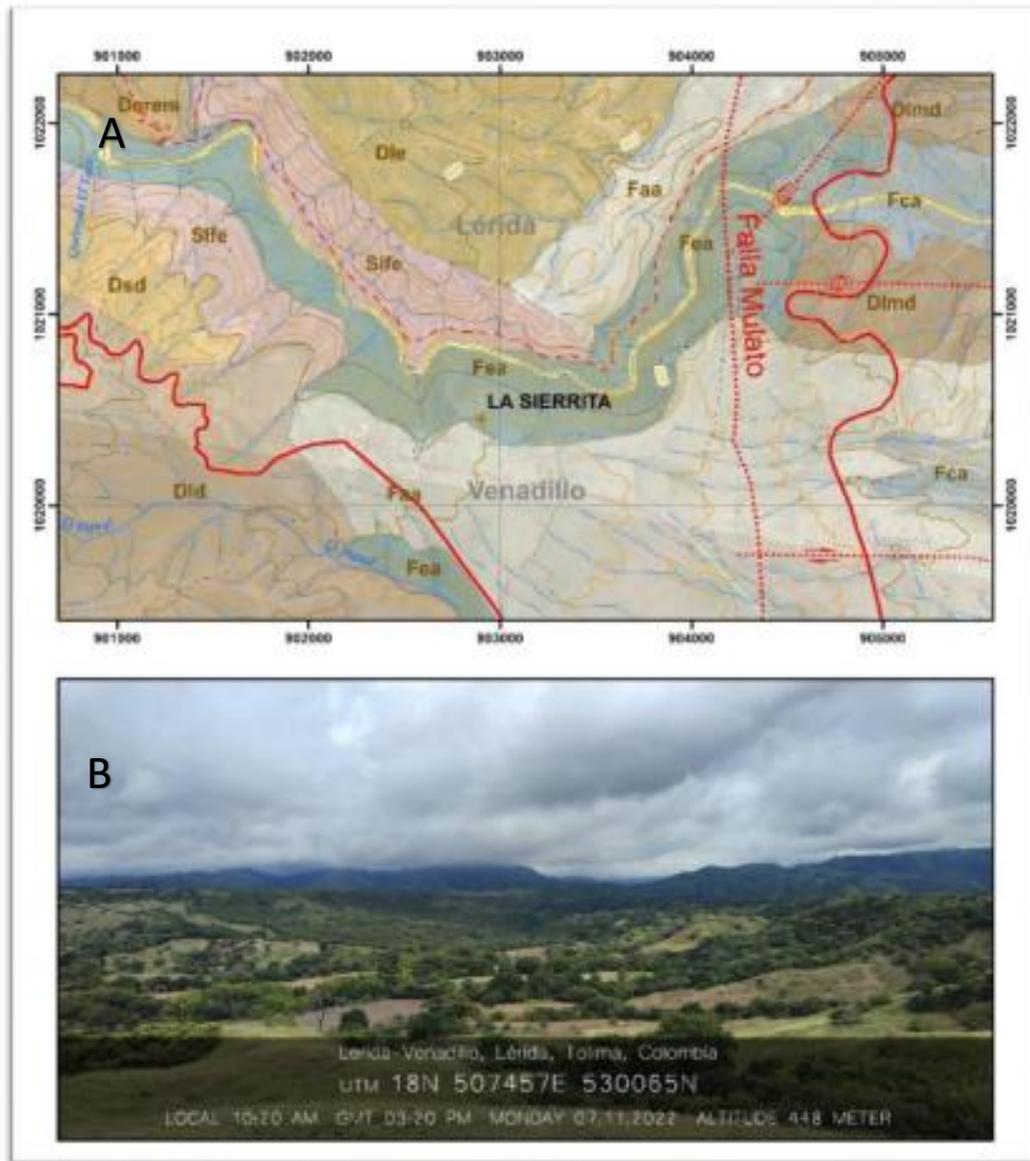


Ilustración 32. Unidad geomorfológica “Escarpes de línea de falla (Sife). Venadillo, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.



4.4.1.2 Ladera escalonada (Sles):

Caracterizada por presentar estratos rectos ya sean en contra o a favor de la pendiente, son de larga longitud, presenta pendientes escarpadas a inclinadas, son de forma irregular o escalona. Las superficies separadas por escarpes más cortos, generados a partir de drenajes o fracturamiento (M. Portilla G., et al., 2015). En el área de estudio son observables sobre las rocas metamórficas foliadas, al norte del río Lagunilla, como estribaciones de la Cordillera central.

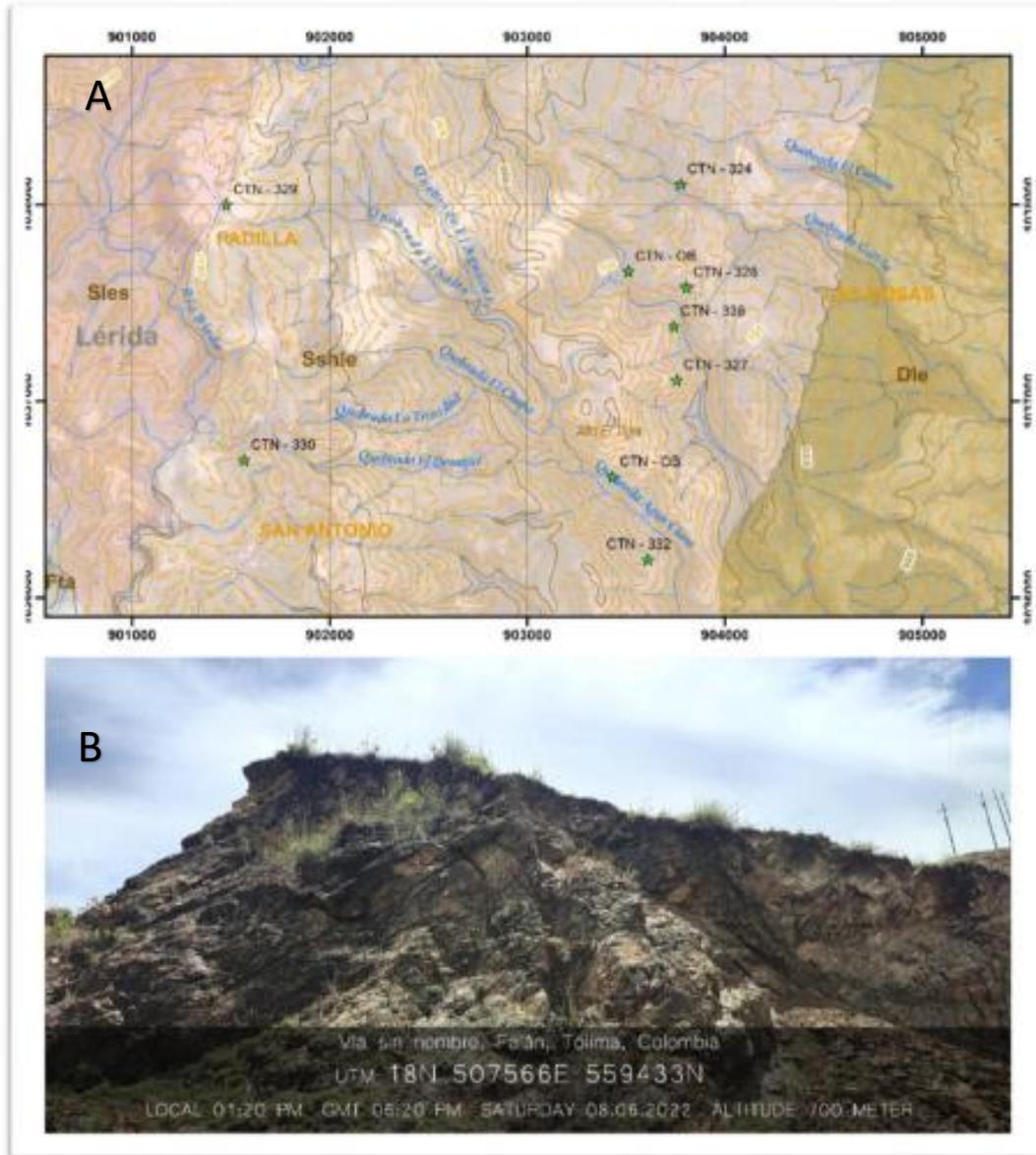


Ilustración 33. Unidad geomorfológica “Ladera escalonada (Sles):” Falán, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.



4.4.2 GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL:

Originadas por la combinación de procesos de meteorización, erosión y transporte, los cuales remodelan, dejan remanentes en las unidades preexistentes y además generan acumulación de sedimentos (M. Portilla G., et al., 2015). En el área de estudio hay muchas expresiones morfológicas de este tipo, algunos ejemplos representativos encontrados en las visitas a campo son:

4.4.2.1 Altiplano (Da)

Caracterizado por ser una superficie plana de pendiente leve a muy inclinada, limitado por pendientes escarpada. Originado por la acción conjunta de procesos denudacionales, levantamiento tectónico por erosión intensa y proceso fluvial regional (M. Portilla G., et al., 2015). En el área de estudio son encontradas colinadas, vertientes largas y en su mayoría afectadas por procesos erosivos y acumulativos. Es representativa al norte de Mariquita formando el “Cerro Lumbi” limita con el trazo de la falla Honda y por el río Gualí al norte, es notoria y destacable en el paisaje por ser una extensa y amplia área plana.

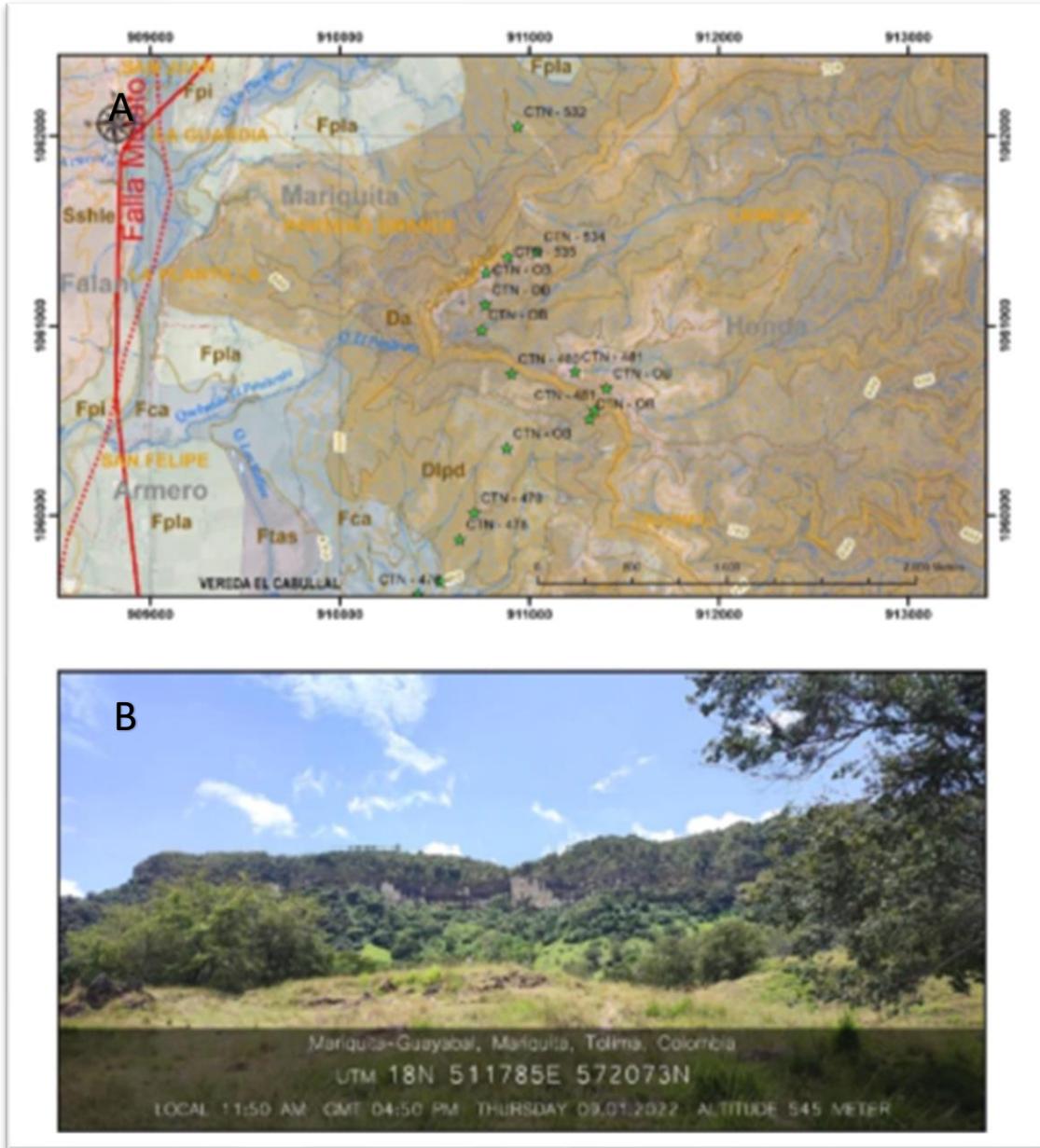


Ilustración 34. Unidad geomorfológica “Altiplano (Da)”, Mariquita, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.



4.4.2.2 Colina Residual (Dcr):

Una elevación sobre el nivel base local de 200 a 400 metros. La cima es redondeada, laderas cortas a moderadamente largas, forma recta a convexa, pendiente abrupta a inclinada y un bajo índice de relieve. Originada por procesos de meteorización, a periodos de denudación y movimientos tectónicos (M. Portilla G., et all., 2015). En el área de estudio son representativas al sur de Armero, donde emerge una pequeña colina aislada.

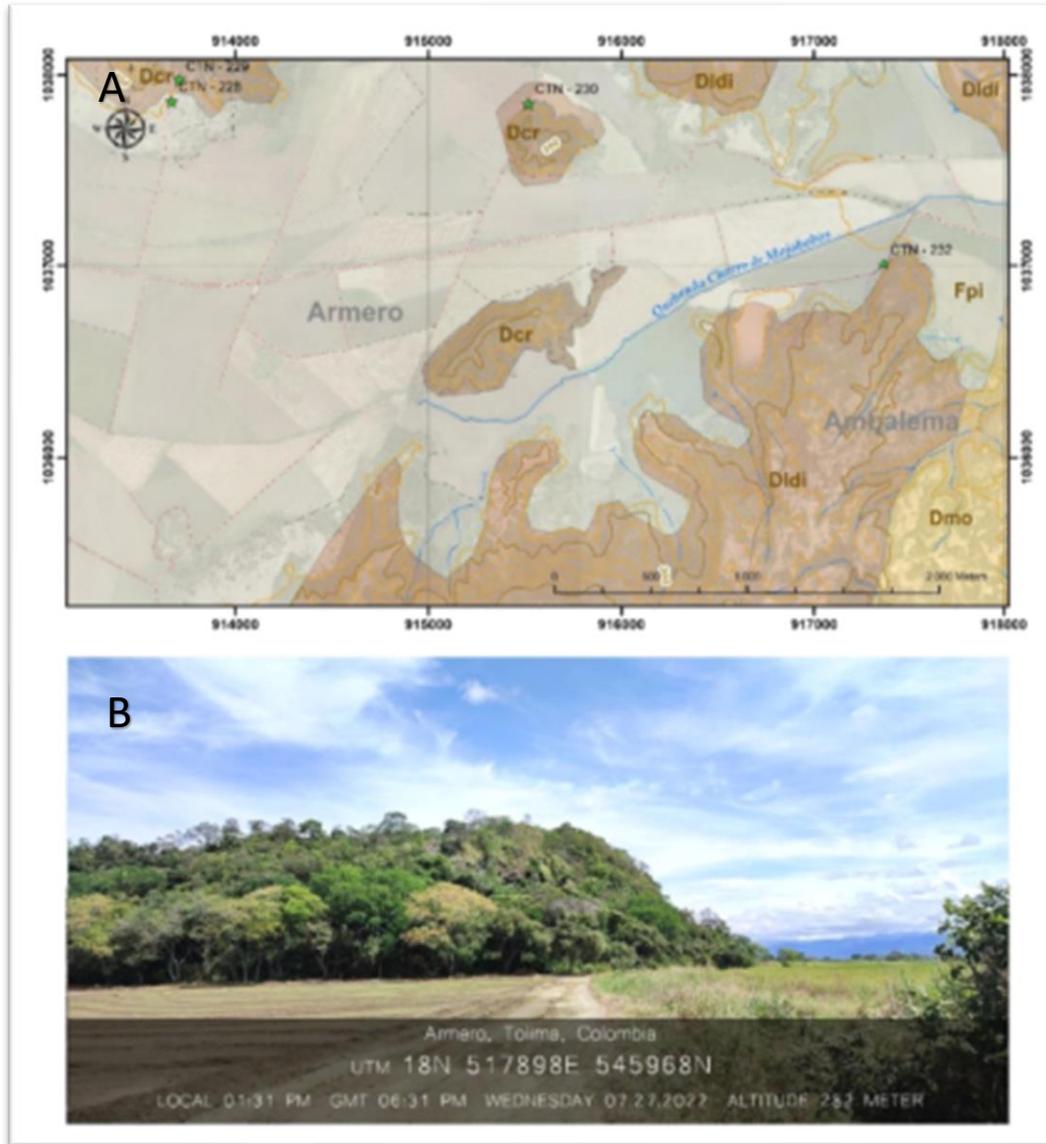


Ilustración 35. Unidad geomorfológica “Colina Residual (Dcr)” Armero, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.



4.4.3 GEOFORMAS DE AMBIENTE FLUVIAL Y LAGUNAR

Estas unidades geomorfológicas son generadas a partir de procesos erosivos de las corrientes de río y acumulativos de material de arrastre cerca de las corrientes. En el caso, estas geoformas se asocian a los sedimentos de acumulación de los ríos principales como: Totaré, Recio, Venadillo; Gualí, Sabandija, Guarinó, Magdalena, Lagunilla. Abarcan grandes zonas planas entre el borde de cordillera y el río Magdalena. Algunas unidades representativas en las visitas a campo son:

4.4.3.1 Cauce aluvial (Fca)

Relieve plano, originado por excavación de las corrientes perennes, cuando la zona es muy plana, tienden a formas cauces meándricos. Dependiendo de la carga, la pendiente y el caudal de la corriente, pueden ser de tipo divergentes, trenzados, anastomosados, ente otros. Es característico en el curso de los principales ríos; en la ilustración 37 se observa el río Recio, con un cauce activo, de tipo meándrico.

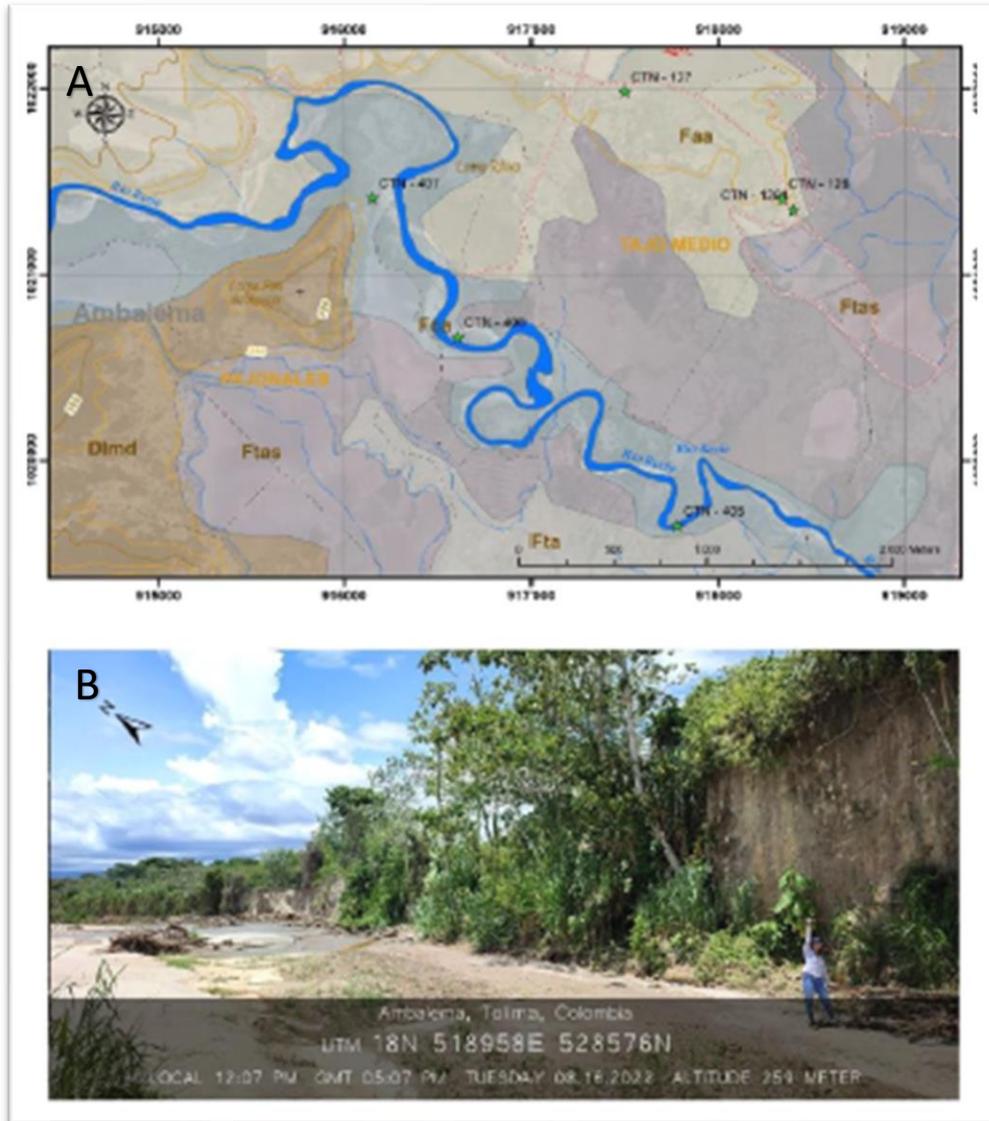


Ilustración 36. Unidad geomorfológica “Cauce aluvial (Fca)”. Se observa curso del rio Recio en su parte baja, con un cauce activo y algo de meandrificación. Ambalema, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.

4.4.3.2 Plano o llanura de inundación (Fpi)

Superficie plana, baja, muy propensa a la inundación. Bordea los cauces fluviales menores y es limitada por los escarpes de terrazas. Constituida por sedimentos

finos originados durante el evento de inundación fluvial, tiende a ser una zona amplia y en el área de estudio es representativa la llanura que se extiende entre Armero y Cambao, al norte del río Lagunilla.

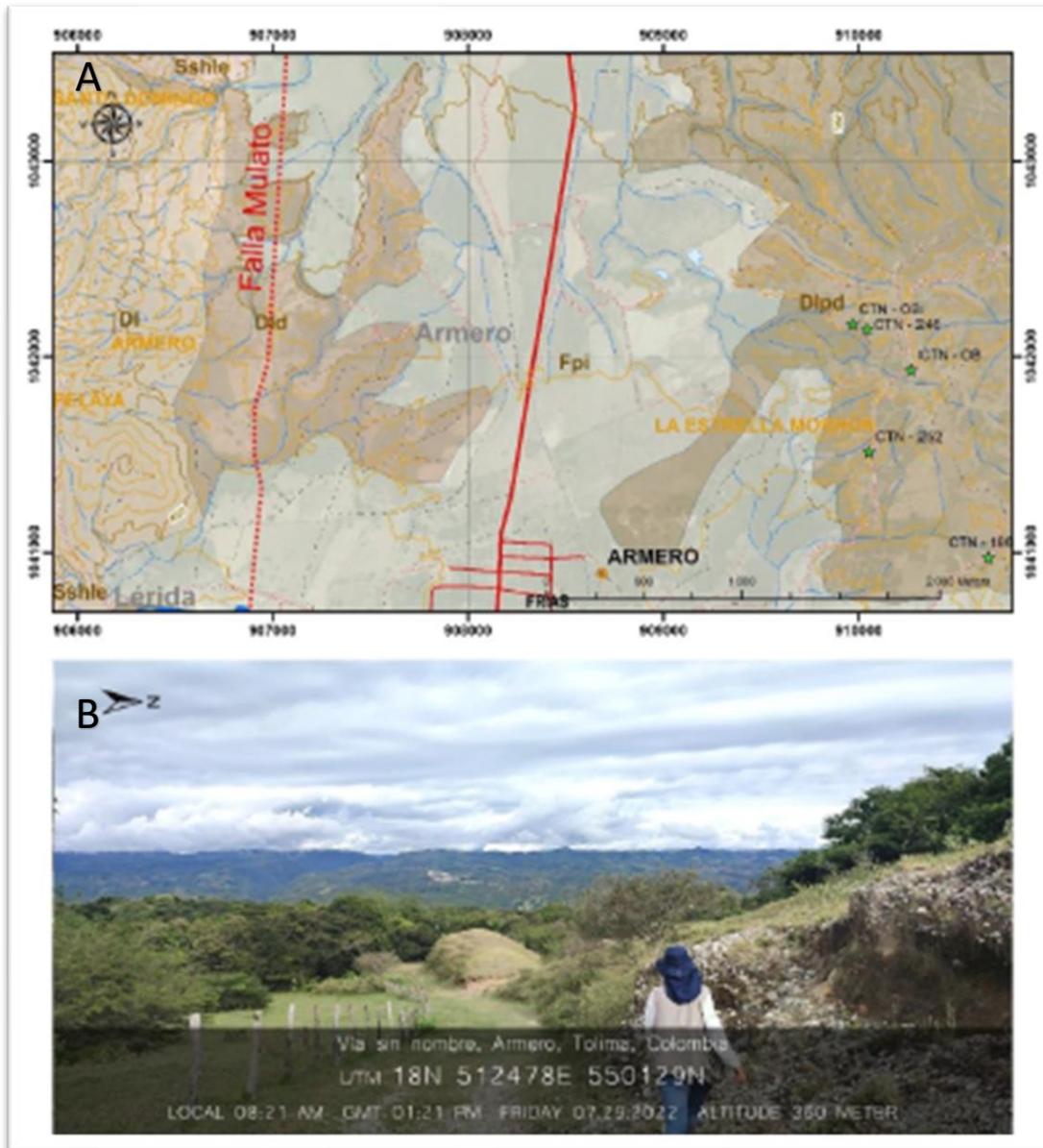


Ilustración 37. Unidad geomorfológica “Plano o llanura de inundación (Fpi)” Armero, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.

4.4.4 EXPLANACIONES DE ORIGEN ANTRÓPICO

Las áreas más grandes son encontradas en el sector de Cambao, sobre el occidente del río Magdalena, intervienen en afloramientos del Grupo Honda y sobre la llanura aluvial del río Magdalena.

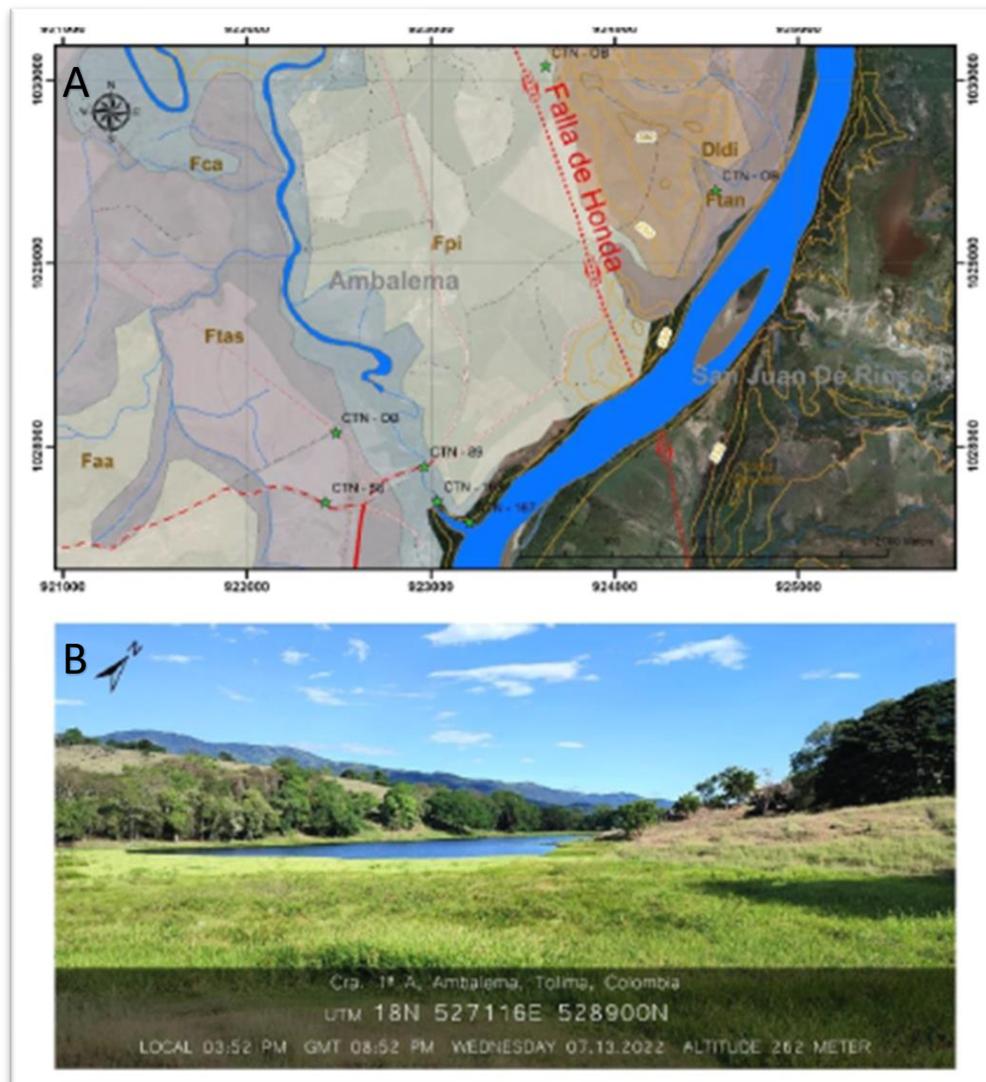


Ilustración 38. Unidad geomorfológica “EXPLANACIONES DE ORIGEN ANTRÓPICO”. Se observan varios sitios en donde la morfología inicial ha sido intervenida (colores claros) por maquinaria para hacer explanaciones. Armero, Tolima. A. Mapa geomorfológico (Anexo2). B. Foto tomada en campo.



4.5 TECTÓNICA

Es importante analizar la influencia de la tectónica en las aguas subterráneas del acuífero norte del Tolima. La historia evolutiva del área es bastante compleja, refleja la interacción de las placas suramericana, Caribe y Nazca, además del bloque de Norteamérica. El Valle Medio del Magdalena es una fosa tectónica limitada al E por la falla de Honda y al W por la que se va a denominar la Falla de Mulato.

Según Julivert (1961) el valle medio de la Magdalena es clasificado como semifosa tectónica limitada por la Falla Honda al oriente y la Falla Mulato al occidente, asociada a compresión, su característica principal es la asociación de un anticlinal. Predomina la dirección NNE-SSW en sus fallas. Es propuesta una orogénesis a finales del cretácico y desarrollada en el terciario, donde el bloque del Magdalena medio es afectado por subsidencia general en acentuada hacia el E y por la generación de las estructuras anticlinales, atenuando la subsidencia o incluso oponiéndose a esta. Por esta razón son frecuentes las discordancias angulares y la serie terciaria no completa.

J. Mojica y R. Franco (1990) proponen cuenca intra-cordillerana basculada hacia el oriente, depresión tectónica con dos márgenes diferentes, una al occidente con borde pasivo de la Cordillera central con geometría monoclinal, desaparecen a medida que se acercan a la cordillera y recubriéndose por los sedimentos terciarios,



el otro margen con carácter compresional hacia la cordillera Oriental donde la deformación es mayor.

4.5.1 FALLAS

- **Fallas de Honda y Mulatos:** según Vergara (1989a) y Vergara et al., (en edición) son potencialmente activas, con un desplazamiento dextro-lateral. Limitan el valle medio del Magdalena por la parte oriental y occidental. Posiblemente en sus inicios tuvo desplazamiento inverso, pero cuando es depositada la Formación Mesa se convierte en normal. Según estudios, presenta un sistema de cabalgamiento (Acosta & Obando, 1984), tienen una orientación N-S hasta NW-SE.
- **Falla Tamarindo:** Afecta la Falla Honda (desplazándola) y los sedimentos de la Formación Mesa por lo que se le da una edad de Terciario muy Superior pues afecta los sedimentos de la formación Mesa. Tiene una dirección con rumbo E-W.
- **Falla Venadillo:** Ubicada al SW de la hacienda PAJONALES, afecta las rocas del Grupo Honda de edad Terciarias. Tiene una dirección NE-SW.

- **Falla Megue:** Afecta en Abanico La Sierrita y extendiéndose hasta después de la falla Mulato, llegando a afectar las rocas ígneo-metamórficas de la Cordillera Central unos 12 kilómetros, es de carácter inverso.

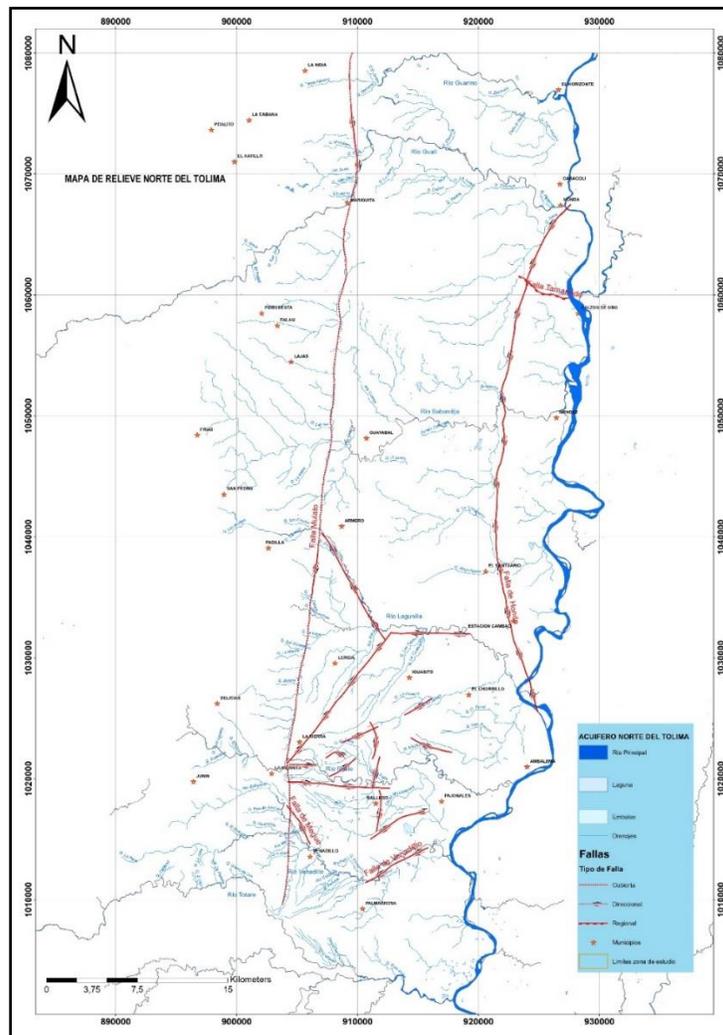


Ilustración 39. Geología estructural área del acuífero norte del Tolima. Fuente: Consorcio Tolima Norte.

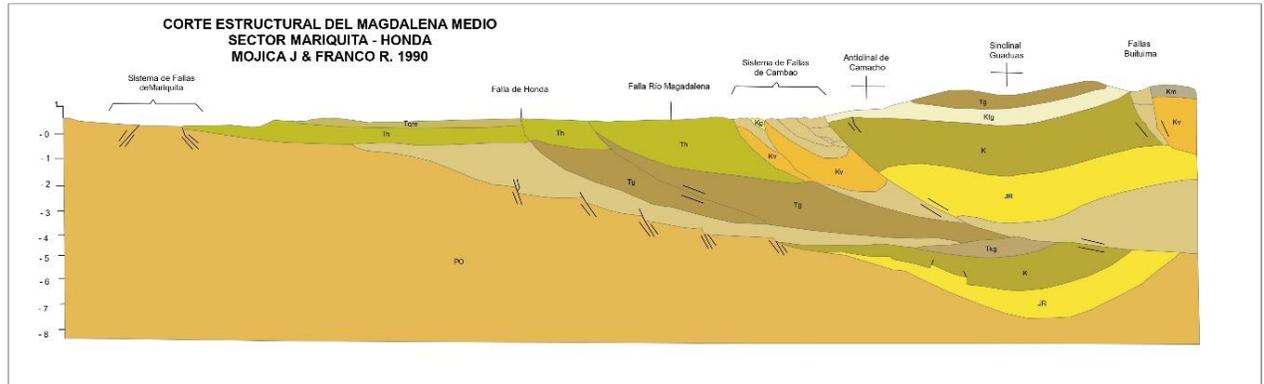


Ilustración 40. Corte Estructural del Magdalena Medio Sector Mariquita Honda, Fuente Mojica j & Franco R (1990)

4.6 CLIMA

En la zona de estudio es de baja precipitación por lo vientos provenientes de la Cordillera central y Cordillera Oriental. En promedio tiene una temperatura promedio de 26 a 27°C con poca variación, de solo 1 o 2 grados. El municipio de temperatura más baja en Mariquita con 26°C en promedio, de las visitas a campo es el más fresco, además, que presenta brisa. El municipio con mayor temperatura es Ambalema con una temperatura promedio de 28°C

Los datos de precipitación son tomados de HIMAT de los municipios:

El municipio de Honda tiene precipitaciones anuales de 1689.4 mm/año (Los datos son recolectados por la estación La Esperanza). El tiempo de mayor precipitación es entre abril a mayo y entre octubre a noviembre, en contraste, las de sequía se



dan entre enero a febrero y junio a septiembre. El municipio de Armero- Guayabal tiene un régimen muy similar.

El municipio de Mariquita tiene un promedio de precipitaciones anuales de 2298.1 mm/año (Los datos son recopilados de la estación del Aeropuerto de Mariquita).

Ambalema tiene un promedio anual de precipitación de 1288 mm, los meses de sequía se dan entre junio, julio y enero, mientras que los de mayor precipitación en abril, mayo y octubre (Los datos son recopilados de la estación El Salto).

Por último, en los municipios de Venadillo y Lérica tienen un promedio anual de precipitación de 1656mm, con épocas de sequía y lluvia similares a los anteriores municipios (Los datos son recopilados por la estación La Quinta).

4.7 VEGETACIÓN:

En la parte más septentrional hasta al municipio de Armero Guayabal son alturas de 150 hasta alcanzar los 1000 msnm, gran parte del área está cubierta por vegetación, alcanzando a cubrir el 75% de área. Al clasificarse esta área como latitudinal tropical; es característico encontrar Bosque húmedo tropical, Bosque seco tropical y Bosque húmedo premontano (Espinal, et., Montenegro, 1963). Es



evidente que el aumento de la ganadera, de la industria, la minería, las construcciones, la agricultura ente otros factores, hacen que los bosques sean reducidos.

- *Bosque Húmedo Premontado:* Ubicado entre el Municipio de Venadillo y limita hasta encontrarse con el departamento de Caldas, dicho bosque ha sido altamente afectado por la intervención del hombre, generando una modificación intensa en la vegetación nativa. Con el pasar del tiempo fue modificado por pastos para la ganadería o por cultivos agrícolas de muy grandes extensiones con producción de arroz, yuca, aguacate, maíz, entre otros cultivos.
- *Bosque Seco Tropical:* El de mayor extensión a comparación del resto, ubicado en las partes planas cercanas al rio Magdalena, encontrándose en los municipios de Armero, Lérída, Honda, Ambalema; una de las condiciones importantes para su permanencia es la humedad. Este ambiente es muy favorable para la agricultura y la ganadería produciéndose pastos de alta calidad; lo que es contraproducente pues, ha erradicado casi por completo la vegetación nativa, la intervención del hombre, ha hecho que casi el total del área sea modificada a pasto y a grandes extensiones de cultivos con finalidades económicas e industriales.



- *Bosque Húmedo Tropical*: La extensión es muy pequeña, solo encontrada a los alrededores de Mariquita y de Armero Guayabal, la vegetación nativa ha sido por completo modificada por la acción del hombre, la producción de productos agrícolas y la ganadería ha erradicado por completo el bosque originario.



5 PROBLEMÁTICA EMERGENTE

Con el paso del tiempo, la demanda del recurso hídrico ha ido en aumento, resultando necesario el máximo aprovechamiento y buen manejo del recurso para suplir la demanda. Es esencial realizar las investigaciones y estudios para obtener un mayor conocimiento de las condiciones, dinámica, comportamiento, actores que la afectan, y demás características de los acuíferos del norte del departamento del Tolima que en los últimos años presenta un déficit en el suministro de agua en el sector.

Después de analizar la geología estratigráfica, geomorfológica y estructural del área de estudio, pueden tenerse las bases del sistema hidrogeológico, además de identificar cuáles son las unidades favorables para la formación de un acuífero. Es necesario agrupar la información de otras disciplinas como lo son la Geofísica, Hidrogeología, entre otras; para obtener mayor información de los acuitardos, acuicierres, extensión del acuífero, profundidad, dirección de flujo, condiciones físico-químicas y demás características.

Las rocas metamórficas como los Neis y las Anfibolitas que afloran al occidente de la falla Mulato tienen muy poca permeabilidad, afloran como lentes dentro del Complejo Cajamarca, al estar fracturadas y dicalasadas pueden llegar a incidir en el comportamiento del acuífero norte del Tolima. El Complejo Cajamarca está fracturado por la falla Mulato presenta infiltración, es más clara la incidencia en el



drenaje superficial y subsuperficial, actúa como fuente de recarga para los acuíferos de la zona del piedemonte.

Las rocas ígneas tienden a presentar diaclasamiento, alteraciones a profundidad y meteorización causada por infiltración de aguas subterráneas, se espera investigar dichas rocas del Stock de Mariquita que instruyen el complejo Cajamarca.

Al analizarse el comportamiento de los drenajes, al momento de chocar con la Falla Mulato y la Falla Honda, presentándose un giro de casi 90°, brinda información de la dirección de flujo del agua subterránea, es importante analizarla, identificar los compuestos de estas zonas específicas y la capacidad de originar acuífero.

Una de las grandes problemáticas que ha ido en aumento con el paso del tiempo es la acción del hombre que ha afectado enormemente los bosques nativos por sus actividades inconscientes y excesivas. Por medio de las imágenes satelitales puede evidenciarse un cambio agresivo a través de los años en el sector de estudio, la disminución en los bosques, las modificaciones totales de la vegetación originaria. No se le ha dado la importancia al bosque para la conservación del ciclo hidrológico y para la preservación del recurso vital del agua. Los principales depredadores en el norte del Tolima son la ganadería excesiva, la actividad agrícola desordenada, la minería ilegal, entre otros.

La ilustración 42, son evidencias fotográficas de sectores en los que es extraído material terrígeno de forma ilegal. Las secciones A y C son del Municipio de Honda

y la sección B es una fotográfica del municipio de falan. Dichas fotografías son rastros de la práctica del “barequeo”.



Ilustración 41. Evidencias de minería ilegal. A. Depósitos aluviales al pie de la Quebrada Bernal en el municipio de Honda. B. Intercalación de areniscas y conglomerados Municipio de Honda, vereda Bermen. C. Suelo laterítico en el Municipio de Falan

A medida que se realizan visitas de campo en los sitios de interés para las descripciones geológicas, son encontrados muchos rastros de minería ilegal, evidencias de la actividad de “barequeo” (procedimiento en el que es lavada la arena con el fin de separar los metales de interés). En muchos otros casos son



encontradas directamente a las personas removiendo material de río, alterando su cauce y afectando al ciclo hidrológico natural.

En la mayoría de las ocasiones, los recorridos son realizados por grandes extensiones de área destinadas a la ganadería, donde la única vegetación es pasto; muchas otras fueron fincas de producción agrícola, con exclusividad de cultivos para interés económico que además presentan sistemas de riego de agua subterránea. La agricultura es un alto factor de riesgo, los abonos solubles, los nitratos, entre otros químicos que pueden infiltrarse, alterando el recurso acuífero.

Es evidente la sobre explotación del acuífero norte del Tolima, utilizándose el recurso de forma irresponsable, con desconocimiento de la capacidad de almacenamiento, la capacidad de recarga natural, calidad del agua, y demás características del recurso.

Los acuíferos son muy vulnerables, son fácilmente alterables por factores del medio, principalmente por la intervención del ser humano. Es probable, si no se toman algunas medidas, que el acuífero al cabo del tiempo se agote o sea deteriorado al punto de volverse nocivo para el consumo humano.

Problemáticas presentes en algunos sectores, donde la comunidad es muy remisa a la intervención de CORTOLIMA, tal vez por malos manejos a proyectos pasados, o por falta de información de la comunidad; lo que hizo difícil el acceso a algunas



áreas que se quieren estudiar, la finalidad nunca fue pasar por encima del criterio de los pertenecientes al predio. Además, algunos sitios de interés son de muy difícil acceso, ya sea por las condiciones topográficas, la usencia de vías de acceso, la creciente de ríos, riesgos biológicos, entre otros factores que retrasan el proceso y ponen a prueba las destrezas como geólogos para lograr el acercamiento a dichas litologías.

Otro factor que complejiza la intervención con la comunidad son los actos delictivos que dieron lugar en los meses de julio y agosto del 2022 como: atracos, hurtos, secuestros, desapariciones, extorción, desplazamientos forzados, desaparición de menores, asesinatos, entre otros actos de mal proceder; Las Autodefensas Unidas de Colombia Bloque Norte del Tolima difunden un panfleto en el que hacen un comunicado a los medios de comunicación del municipio de San Sebastián de Mariquita y demás pueblos del Tolima, en el que informaron que a la fecha del 01 de Agosto de 2022 a partir de las 9:00 pm actuarían en los municipios del Tolima. Lo que de inmediato alerta a la comunidad, resultando en una actitud de prevención y aumentando la dificultad de otorgar el acceso de entidades externas a sus predios.

En todos los casos fue esencial tener la documentación, la carnetización y uniformes que nos identificaran como entidades legales, además, de exponerle a la comunidad cuales son nuestros objetivos y cuál es nuestra actividad específica, la entrega de los folletos fue de gran utilidad pues brinda la información resumida del proyecto.



6 ANALISIS Y RESULTADOS

El acuífero norte del Tolima ubicado en el piedemonte de la cordillera Central. Dicha cordillera alcanza una elevación de hasta los 500 msnm. Por sus laderas, se remueve, moldea y transporta material para ser depositado en el piedemonte alimentando los acuíferos de interés.

En el sector occidental, tiene un control morfoestructural, son característicos los altos relieves, las laderas inclinadas y escarpadas de largas longitudes, los drenajes son rectangulares y paralelos. Mientras que en el piedemonte de la Cordillera Central hasta el río Magdalena es dominado por un ambiente fluvial y lagunar, predominan geoformas como abanicos fluvio-torrenciales, deltas lacustrinos, terrazas de acumulación y cauces aluviales. Los drenajes son en su mayoría dendríticos, al norte tiene una gran influencia de ambiente volcánico con amplios mantos de material piroclástico.

El comportamiento de los drenajes, nos brindan información de la dirección del flujo de las aguas subterráneas, en los casos donde presentan giros de casi 90° en la dirección del flujo cuando se encuentra con la falla Mulato y la falla Honda, indica una acumulación de sedimentos permeables, permitiendo la formación de acuíferos haciéndolo un sector de interés.

Los depósitos cuaternarios más relevantes en el área de estudio son los abanicos fluvio- volcánicos los cuales cubren el complejo ígneo-metamórfico y a su vez la falla Mulato; en segundo lugar, las llanuras aluviales compuestas principalmente de material volcánico, son de las más importantes puesto que cubren gran parte de la zona de estudio, especialmente en el sur. Para el tercer lugar en relevancia, las terrazas aluviales, compuestas en su mayoría de conglomerado con matriz arenosa y arcillosas, además de los cuces aluviales de arena y las gravas sin consolidar. Todos los sedimentos presentan una inclinación al río Magdalena y tienden a presentar una morfología plana. Es de destacar que la fosa del Valle Medo del Magdalena es generada por la Falla Mulato al Oeste y la Falla Honda al Este.

Lo observado en algunas zonas específicas para el reconocimiento en campo, brinda información relevante y determinante sobre el acuífero. A continuación, se mencionan puntos claves.

El 27 de agosto del 2022, en el municipio de Honda, Vereda el Triunfo, cruzando la Quebrada Bernal es identificable el contacto entre el miembro Ceibita y miembro Palmas (arenisca con alto contenido de rocas efusivas) perteneciente a la Formación Mesa, es de destacar esta zona pues es identificable en la base el “sello” compuesto por areniscas silicificadas con pequeños clastos de pómez, alto contenido de biotitas. Encima reposa la capa de conglomerado clasto-soportado, con gradación normal, clastos tamaño gravas a guijos, matriz arenosa, clastos

subredondeados a subangulares y en la cual brota agua, capa saturada que indica acuífero.

En la ilustración 43, es notorio el cambio en litología entre ambas capas, la presencia de musgo y vegetación en la capa superior es un fuerte indicador de humedad y presencia de agua, al acercarse al afloramiento es apreciable el brotar del agua.



Ilustración 42. Imagen tomada en campo por el geólogo Jorge Lozano. Municipio de Honda. El martillo indica la dirección Norte.

El 26 de agosto de 2022 en el municipio de Honda, al pie de la Quebrada Bernal se observa roca saturada de agua, brota por varios puntos del afloramiento. Su composición es arena levemente conglomerática, tamaño clastos a gravas, tamaño de grano medio, estratificación plano paralela, clastos redondeados a subredondeados, tendencia horizontal de las capas, e afloramiento es de 4m aproximadamente ilustrado en la figura 43.

En la figura 23 está la formación Ceibita, la persona como escala, los cúmulos de material que son extraídos de forma artesanal e ilegal. La fotografía es tomada en el Municipio de Honda al pie de la Quebrada Bernal.

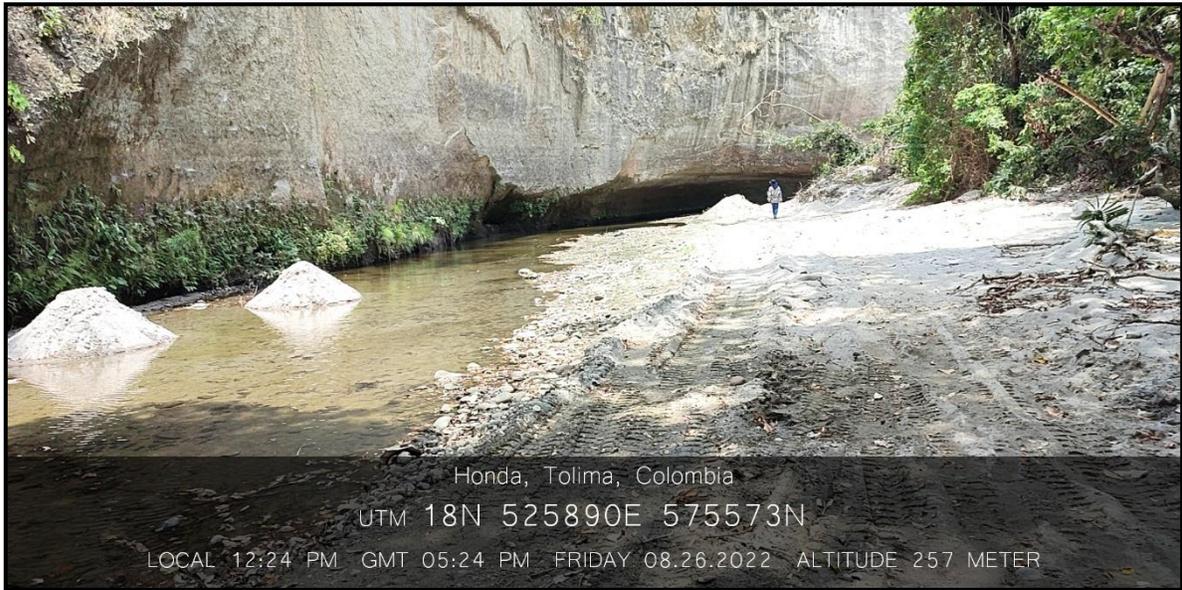


Ilustración 43. Imagen tomada en campo por el geólogo Jorge Lozano. Afloramiento en Quebrada Bernal. Municipio de Honda

El 31 de agosto de 2022, es realizada una visita a la Finca El Triunfo, de gran extensión donde es identificable el miembro Palmas de la Formación Mesa, compuesto en su mayoría por material volcánico, alto contenido de pómez, la mayoría son depósitos de conglomerados volcánicos con clastos tamaño grava, redondeados a subredondeados. Es de destacar en la zona su alta sequía, no registran precipitaciones relevantes para el momento ni drenajes en la zona específica, por lo que la aparición de agua estancada en algunas zonas, sin afluentes cercanos es de destacar. Según nos informan los residentes de la finca,

dicha agua estancada permanece sin cercase, es de interpretarse una fuente de agua cercana que lo mantiene a través de los años.

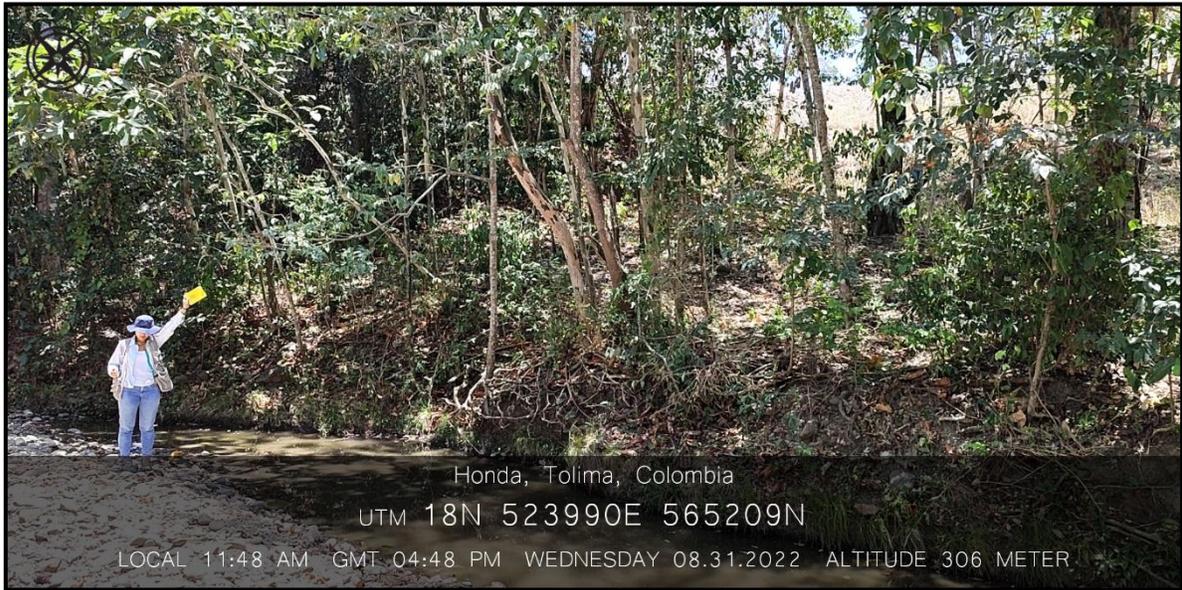


Ilustración 44. Fotografía tomada en campo por el geólogo Jorge Lozano. Municipio de Honda. Agua estancada en zona muy seca.

En la vereda el Triunfo, a las afueras del sector occidente de Mariquita es una zona de interés, al realizar una visita de control litológico, los residentes de una finca al pie del Cerro Lumbí brindan información del pozo realizado para abastecimiento de agua en el predio, dicho pozo alcanza muy poca profundidad. Según es evidenciado, la extracción de agua subterránea es de alto caudal y el nivel de agua se encontró a menos de 20 metros de profundidad; interpretándose un acuífero cercano.

La caracterización de las unidades litoestratigráficas, su relación con las otras unidades y su configuración estructural, es esencial para identificar las unidades hidrogeológicas a nivel regional. Como es evidenciado en la ilustración 46, el área de estudio presenta grandes extensiones de zonas de recarga al Oeste y Sureste, estas se ubican en la mayor altitud, las primeras son compuestas de rocas cristalinas y metamórficas donde la permeabilidad es secundaria, generada por el diaclasamiento y fracturamiento.

Los depósitos cuaternarios del valle medio se componen de sedimentos no consolidados y arenosos que cubren gran parte de la zona de estudio, permiten la infiltración de agua lluvia y posterior percolación a pisos hidrogeológicos, es probable la generación de acuíferos libres de poco espesor (20m-25m).

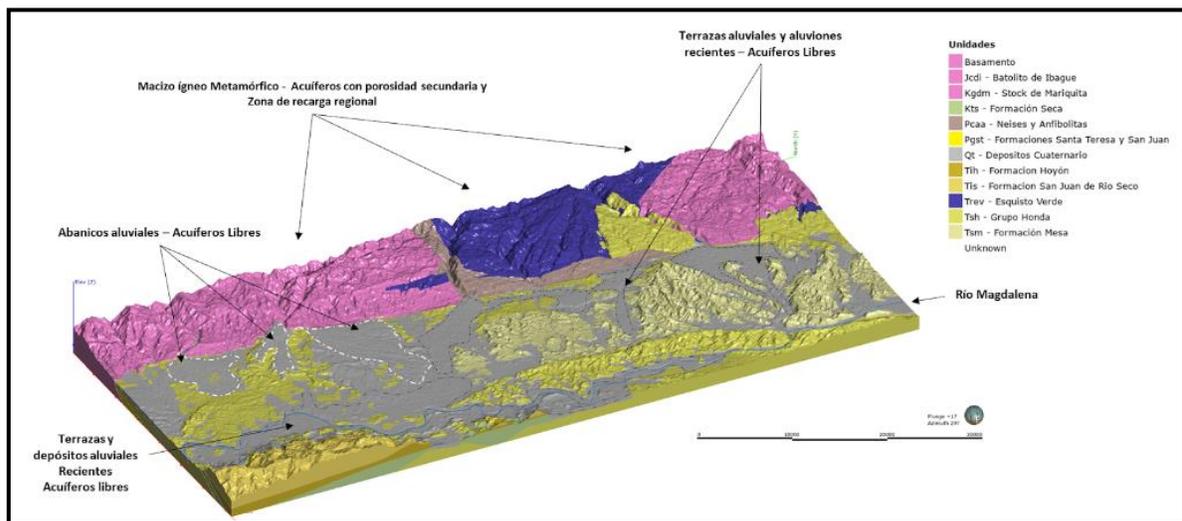


Ilustración 45. Modelo Geológico Regional sector sur del Valle Medio del Magdalena. Fuente. Consorcio Tolima Norte, 2022



A nivel regional puede ser interpretado la parte occidental como el sector de recarga, su alto fracturamiento y diaclasamiento permite el pasar de fluidos.

Los datos estructurales registrados en los depósitos sedimentarios de la zona de estudio, sugieren un buzamiento e inclinación preferencial de las capas en dirección al Este, concordando con la dirección al río Magdalena; lo que permite definir como la zona de descarga el río Magdalena.

El nivel base regional es el río Magdalena y la zona de aporte es el macizo y cadena volcánica. A nivel local, la dirección de flujo puede ser afectada por la Falla Honda, por cambios en la pendiente o por los cambios faciales que se presenten en la litología.

Las unidades litoestratigráficas con mayor capacidad acuífera son los depósitos cuaternarios, el miembro Ceibitas (presenta una intercalación de conglomerados con gravas, arenisca, matriz soportado tipo arena) y el Miembro Ceibita del Grupo Honda (compuesto por intercalación de arenisca y conglomerado de gravas, también capas de lutita en menor proporción) con una composición apta para albergar agua, siendo porosas y permeables.

El Miembro La Ceibita es el más importante, tiene las condiciones más aptas para ser acuífero; las abundantes capas de gravas, lentes arenosos y las delgadas capas de arcilla con muy poca diagénesis, suponen una permeabilidad importante que facilitan la construcción de acuífero, además de su gran espesor. Ubicado por debajo de la Formación Mesa, es muy accesible para perforaciones poco profundas.

Su cubrimiento está comprendido entre la falla de Mulato en el borde occidental y la falla de Honda, al oriente.

En las visitas a campo también son evidentes las buenas condiciones de permeabilidad y porosidad para formar acuíferos de la Formación Mesa, especialmente el miembro inferior Palmas, con alto contenido de gravas, capas muy delgadas de limolitas y capas arenosas. Se presume está por debajo del nivel freático en el sector oriental del cerro Lumbí, por lo que se presumen acuíferos de gran importancia, pero de poco espesor. La formación mesa también es interpretada como una zona de recarga para los acuíferos del Grupo Honda. En el sector de Mariquita- Guayabal – Armero el contacto Mesa Honda aflora en superficie, así pues, no es posible esperar acuíferos de la formación Mesa allí.

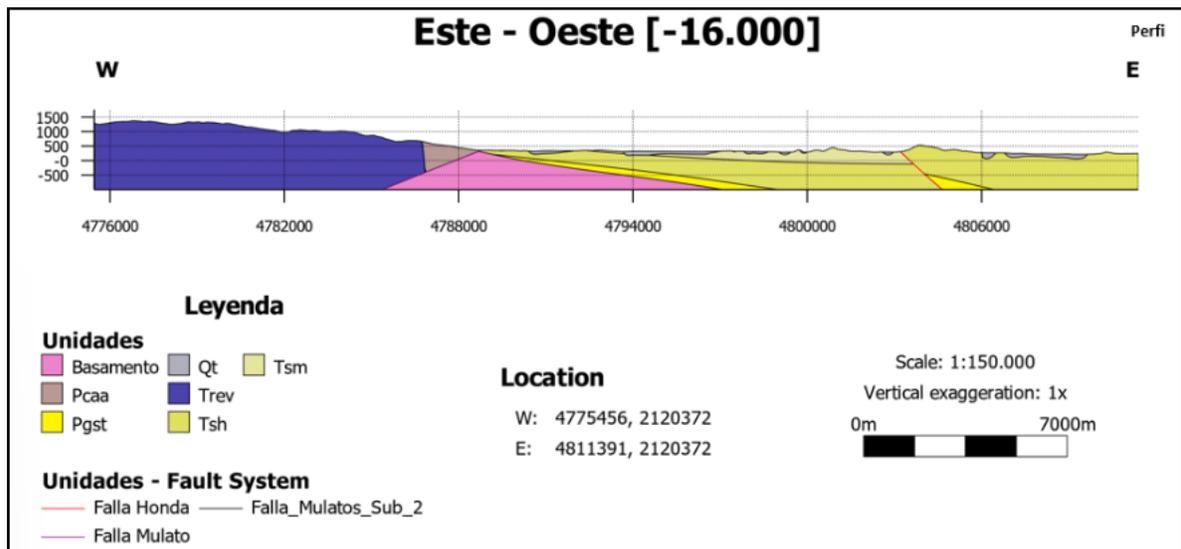


Ilustración 46. Perfil geológico Este – Oeste [-16000] en el área de estudio.

La Ilustración 47 refleja el comportamiento de las unidades geológicas desde la más antigua hasta la más nueva: Anfibolita (Pcaa), Rocas Metamórficas facies esquistos verdes (Trev), Basamento (rosa), Batolito de Ibagué (Jcdi), Formación Seca (Kts), Formaciones Santa Teresa y San Juan (Pgst), el Grupo Honda (Tsh), Formación Hoyón (Tih), Formación San Juan de Rioseco (Tis) y cuaternario (Qt). En el sector más occidental afloran las unidades del basamento y batolito de Ibagué fracturadas por la Falla Mulato; estas fallas ponen en contacto las unidades del basamento con rocas metamórficas en facies anfibolita y esquistos verdes más antiguas. Hacia el Este se presenta deformación y repetición de las Formaciones Santa Teresa y San Juan, suprayacidas por las unidades del Grupo Honda causadas por la Falla de Honda.

Los principales resultados como pasante del Consorcio Tolima Norte fueron:

- El apoyo y aporte de conocimiento geológico y geomorfológico en las vistas a campo y en la construcción de informes.
- La sistematización y parametrización de la información, para después presentarse de forma organizada, esquematizada y entendible para la comunidad que requiera la información.
- La actualización de la cartografía del norte del Tolima.
- Para la fase III en la Recopilación de los datos de Campo la presentación de informes y fichas técnicos con las descripciones litológicas y litostratigráficas de las estaciones realizadas en campo.

7 CONCLUSIONES

- El aporte significativo de la practica realizada, está enfocado en la organización de información y la elaboración de informes que permiten conocer cierto nivel de detalle de la geología del acuífero norte del Tolima. Con la totalidad de las descripciones de los sitios de afloramiento y la realización de las mallas de puntos en campo, a pesar de su difícil acceso, se permitió que las unidades litoestratigráficas sean identificadas con cada una de sus principales cualidades.
- A partir de la recopilación y análisis de los estudios previos realizados, tanto los expedientes de las concesiones brindados por CORTOLIMA, como la información que es de libre acceso de las instituciones académicas, de los institutos de investigación nacionales y regionales , las entidades territoriales y las demás fuentes de información, fueron esenciales para la construcción de la línea base y “punto de partida” para la identificación de las principales áreas de interés de explotación del agua subterránea. También con dicha información secundaria, es lograda la identificación de los cambios ocurridos a través del tiempo del sector, generando resultados de más impacto y confiabilidad.
- Se identificaron como potenciales acuíferos el miembro Ceibitas de la parte superior de la Formación San Antonio (Grupo Honda) y el miembro Palmas

correspondiente a la parte inferior de la Formación Mesa. Su composición granulométrica y la baja compactación brindan condiciones aptas para la formación de acuíferos libres.

- La Tendencia general de rumbo en las capas del Terciario es NNE y el buzamiento es suave (+/- 15°) hacia el Este.
- Manejo de herramientas técnicas que permiten la parametrización y la estandarización de las descripciones geológicas del informe, acompañado por las fichas técnicas de campo y los mapas de las unidades geológicas, generando resultados óptimos, reales, asequibles y de fácil entendimiento para la persona que lo requiera. Además, de alcanzar una completa interpretación de datos geológicos y digitalización de los resultados obtenidos en campo.
- Obtener próximos resultados más confiables e íntegros, al reunir la información geoelectrónica, geológica e hidrogeológica, simulando las condiciones del acuífero, sus orígenes, conocer la dirección de flujo subterránea, sus características físico-químicas, su potabilidad, sus afectaciones y demás información alcanzada con la interdisciplinariedad.
- Es más precisa la ubicación de puntos de contacto entre las unidades, una notable mejora a las previamente registradas con la información preliminar



por imágenes satelitales y fotointerpretación. La malla de puntos de control es densa respecto a la escala de trabajo.



8 RECOMENDACIONES

- Continuar con el seguimiento e intervención por parte de CORTOLIMA para la prevención del deterioro del recurso hídrico, en las siguientes fases implementar las sanciones y llamados de atención con el propósito de minimizar los usos inadecuados e irresponsable del acuífero. Es necesario la participación de un grupo interdisciplinario que intervenga en la comunidad que es la principalmente implicada, que brinde alternativas económicas, políticas y sociales que garanticen calidad de vida en el sector.
- Generar espacios de intervención con la comunidad, en los que se expongan las problemáticas presentes, informar, socializar y concientizar sobre el recurso hídrico. Esto con el fin de realizar un trabajo integro y eficaz, logrando que tanto comunidad como corporación trabajen en pro de prevenir, disminuir y corregir las afectaciones del acuífero.
- Seguir implementando las metodologías que permitan estandarizar, esquematizar y parametrizar los lineamientos para la caracterización geológica y geomorfológica de la zona, generando productos más efectivos y fáciles de analizar los datos.



9 REFERENCIAS

Barrero, D., Vesga, C.J., 1976. Mapa geológico del cuadrángulo K-9 Armero y mitad sur del cuadrángulo J-9 La Dorada, INGEOMINAS. Escala 1:100.000. Bogotá.

De Porta, J. (1965). La estratigrafía del Cretácico Superior y Terciario en el Extremo S del valle Medio del Magdalena. *Boletín De Geología*, (19), 5–50. Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/57>
[94](#)

De Porta, J. (1974). *AMÉRIQUE LATINE* . Paris: Centre National de la Reserche Scientifique.

Espinal, L. y Montenegro, E., 1963.- Formaciones Vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico: Colombia, Instituto Geográfica Agustín Codazzi, 160 p. 2 ipil.

GRUCON INGENIERIA S.A.S (2022) Acerca de Nuestra Compañía. Página Oficial. Nombre del sitio web. <https://www.gruconingenieria.com/nosotros.html>.



Gutiérrez, E. et al. 2014. Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa Escala 1:100.000, Plancha 226 Líbano. Contrato Interadministrativo Servicio Geológico Colombiano – Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.

HIDROGEOCOL. ESTUDIO DEL POTENCIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA NORTE DEL TOLIMA. Bogotá, 1990.

IDEAM. (2010). Estudio nacional del agua 2010. Bogotá, d. c.: instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales.

INGEOMINAS, 1976. Geología de la Plancha 226, Líbano por Darío Barrero y Carlos Vesga. Bogotá.

INGEOMINAS, 1976. Memoria explicativa de la Plancha 226, Líbano. Por Darío Barrero y Carlos Vesga. Bogotá.

INGEOMINAS. HINCAPIÉ, V., HUGUETT, A., 2003. Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia. Plancha 5-09. Escala 1:500.000. Bogotá.



J. Mojica y R. Franco, «Estructura y Evolución Tectónica del Valle Medio y Superior del Magdalena, Colombia», *Geología Colombiana*, vol. 17, pp. 41–64, ene. 1990.

Julivert, M. (1961). El papel de la gravedad y la erosión en las estructuras del borde oriental de la Sabana de Bogotá. *Boletín De Geología*, (8), 5–20.

Keller, E., & Rockwell, T. (1984). Tectonic geomorphology, Quaternary chronology, and paleoseismicity. *Developments and applications of geomorphology*. Edited by J. E. Costa & P. J. Fleisher. Berlín: Springer Verlag Heidelberg, pp. 41-76.

Modesto Portilla Gamboa & all., (2015) MEMORIA EXPLICATIVA MAPA GEOMORFOLÓGICO APLICADO A MOVIMIENTOS EN MASA, ESCALA 1:100.000 Plancha 465 – Churuyaco., Bogotá.

Mojica, J. & Franco, R. 1990. Estructura y Evolución del Valle Medio y Superior del Magdalena. *Geol. Colombiana* 17. PP. 41-64, Bogotá.

Núñez Tello, A. (2001). Mapa Geológico del departamento del Tolima: Geología recursos geológicos y amenazas geológicas, 1:250.000, memoria explicativa: Bogotá, INGEOMINAS.



Perico, J. H. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia*. Bogota D.C: SGC.

Porta, J., de 1966.- La geología del extremo S del Valle del Magdalena:

Colombia Bol., Geol., ns. 22- 23. 347 p, 10 lam., 37 fig., 23tb., 4 pl.

Robertson, K. (1990). Unidades de levantamiento rurales y forestal. Ecología. Guías de análisis de terreno. Geomorfología aplicada. Notas de clase. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Docencia e Investigación, 84 pp.

Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2012. Documento metodológico para la elaboración del mapa geomorfológico, para la generación el mapa nacional de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000., Bogotá, 86p.

Waskburne (C.W.) & White (K.D.), 1923. – Oil possibilities of Colombia. Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng., vol. 68, pp. 1023-1031, 2 fig., Pittsburgh.

Wheeler, 1941.- Estratigrafía Terciaria del Valle Medio del Magdalena: Colombia Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, vol. IV ns. 15-16, p.p. 416-424.