



GOBERNACIÓN DE
ARAUCA

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA VÍA
TAME – PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ESTUDIO DE GEOLOGICO

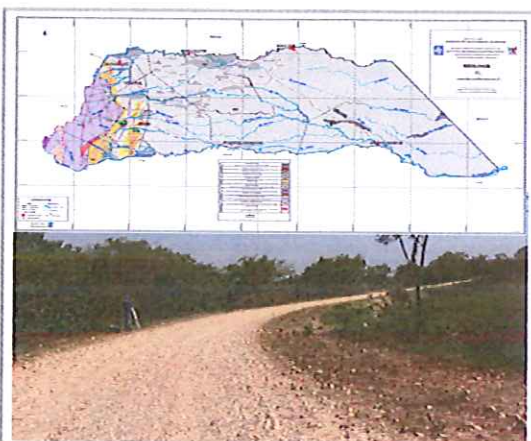
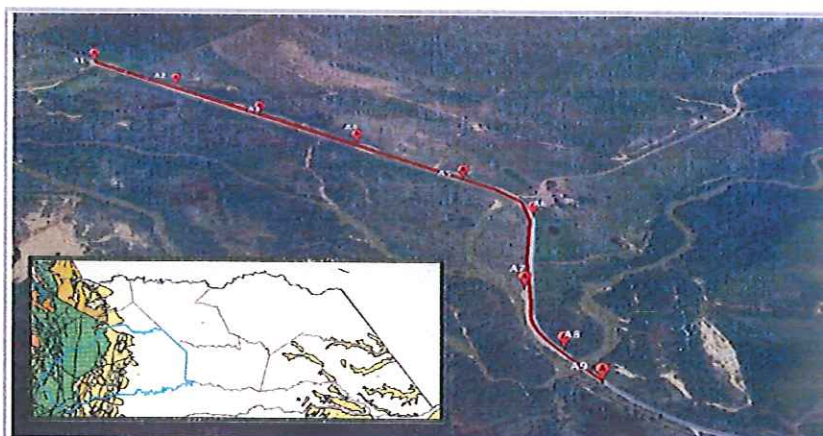




GOBERNACIÓN DE
ARAUCA



S&M SOLUCIONES PROFESIONALES S.A.S.



Presentado a:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA
DEPARTAMENTAL

Presentado por:
S&M SOLUCIONES PROFESIONALES SAS

Producto
ESTUDIO GEOLOGICO

OBJETO:	ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA VÍA TAME – PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO DE ARAUCA
CONTIENE:	PRODUCTO ESTUDIO GEOLOGICO
FECHA:	MARZO DE 2026

VERSIÓN	FECHA DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN
V1	MARZO DE 2026	ESTUDIO GEOLOGICO

ELABORÓ:

	
NOMBRE:	SERGIO ANDRES CLARO LOPEZ
ESPECIALIDAD:	ING. CIVIL MAGISTER INGENIERIA VIAL
	R/L. S&M SOLUCIONES PROFESIONALES SAS
M.P. No.:	64202-106833 NTS

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. ANTECEDENTES GENERALES	10
1.1 Contexto del proyecto	10
1.2 Antecedentes de estudios técnicos	10
1.3 Antecedentes de intervención del corredor	10
1.4 Justificación de la actualización de estudios y diseños	11
1.5 Importancia estratégica del corredor	11
2. GENERALIDADES	11
2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	11
3. ALCANCE	12
3.1 Alcance de la consultoría	12
3.2 Componentes técnicos	12
3.3 Actividades principales	13
3.4 Alcance específico en el sector Caño El Plato	13
3.5 Productos de la consultoría	14
3.6 Alcance del proyecto	14
4. DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.	14
4.1 OBJETIVOS	14
4.1.1 Objetivo general	14
4.1.2 2.2 Objetivos Específicos	14
5. GEOLOGÍA DE LA ZONA.	15
5.1 GENERALIDADES	15
5.2 Estratigrafía	16
5.2.1 Depósitos aluviales (Qal):	16
5.2.2 Depósitos de llanura de inundación (Qf):	16
5.2.3 Depósitos coluvio-aluviales (Qca):	16
5.2.4 Depósitos de terraza aluvial (Qt):	17
5.2.5 Depósitos antrópicos (Qa):	17
5.3 Geomorfología	17
5.3.1 Llanuras de inundación:	18
5.3.2 Terrazas aluviales:	18
5.3.3 Zonas de depósitos aluviales activos:	18
5.3.4 Zonas de transición coluvial:	18
5.4 Amenazas por sismicidad	19
5.5 Amenazas por inundaciones	20
5.6 Reconocimiento de Campo	22
5.7 Características Ambientales	24

5.8	Clima.....	26
5.9	Hidrografía.....	27
6.	CONCLUSIONES.....	29
7.	RECOMENDACIONES GENERALES.....	29
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	30
9.	ANEXOS	31

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1– Localización del proyecto vial Tame – Puerto Rondón, sector Caño El Plato, Departamento de Arauca.	12
Imagen No. 2– Geología General del Departamento de Arauca.	15
Imagen No. 3 Mapa geológico del Departamento de Arauca (2023).	17
Imagen No. 4 Polígonos morfológicos del Departamento de Arauca.	19
Imagen No. 5 Mapa de sismos que ocurridos en el Departamento de Arauca.	20
Imagen No. 6 Mapa de amenazas por inundación del Departamento de Arauca.	22
Imagen No. 7 Sondeos de Reconocimiento de Campo.	24
Imagen No. 8 Caracterización del territorio del Departamento de Arauca.	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Estaciones activas IDEAM cerca de la zona de estudio.	26
--	----



LISTA DE SIGLAS

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
CBR: Californian Bearing Ratio (Razón de Soporte de California)
DNP: Departamento Nacional de Planeación
EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial
IL: Índice de liquidez
IP: Índice de Plasticidad.
LC: Limite de contracción
LL: Limite liquido
LP: Limite plástico
Mr: Módulo resiliente
NSR-10: Norma Sismo Resistente
SGC: Servicio Geológico Colombiano
SN: Suelo natural o subrasante
USCS: Unified Soil Classification System (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
W: Humedad natural

LISTA DE ACRÓNIMOS

AASHTO: American Association of State Highway Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)
IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INGEOMINAS: Instituto Colombiano de Geología y Minería
INVIAS: Instituto Nacional de Vías.

GLOSARIO

AEROFOTOGRAFÍA: Fotografía de una parte de la Tierra tomada desde un avión u otro vehículo aéreo.
ARCILLA: Es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.

CENOZOICO: La Era Cenozoica o Cenozoico (antiguamente también Era Terciaria), una división de la escala temporal geológica, es la era geológica que se inició hace unos $65,5 \pm 0,3$ millones de años y que se extiende hasta la actualidad. Es la tercera y última era del Eón Fanerozoico y sigue a la Era Mesozoica.

DIQUE: Es una estructura (de hormigón, piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua, impidiendo su paso. Pueden construirse de manera perpendicular o paralela al curso de agua que se pretende contener.



ESTEROS: Zona geográfica plana, que a causa de la incapacidad del terreno de drenar el agua por completo, queda en parte empantanada. Sin embargo, también se le llama estero a las zonas pantanosas que se anegan a causa de lluvias o crecidas fluviales.

GEOLOGÍA: Ciencia de la tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas.

GEOMORFOLOGÍA: Estudio de las formas del relieve terrestre; estudio de las formas de la superficie de la tierra y su desarrollo geomorfológico. La meteorización, erosión y el transporte forman la superficie terrestre como nosotros conocemos. Por las fuerzas de agua viento y hielo se forman cerros, valles o llanuras.

GEOTECNIA: Aplicación de los principios geológicos en la investigación de los materiales naturales - como las rocas- que constituyen la corteza terrestre implicados en el diseño, la construcción y la explotación de proyectos de ingeniería civil.

HIDROGRAFÍA: Estudio de todas las masas de agua de la tierra y en un sentido más estricto a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas, las corrientes de agua, cuerpos de agua continentales, etc., de forma que puedan ser plasmados sobre un mapa, carta hidrográfica.

HOMOGENEIDAD: Característica de uniformidad de un material. Si las irregularidades se distribuyen en forma uniforme en una mezcla de material, el material es homogéneo.

LIMO: Es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo debe encontrarse entre 0,0039 mm y 0,0625 mm.

MESOZOICO: Era Mesozoica se conoce como "la edad de los reptiles" por ser el grupo de vertebrados dominante en la tierra y los mares. El Mesozoico se extendió entre los 250 y los 66 millones de años.

PLASTICIDAD: Es un comportamiento mecánico característico de ciertos materiales anelásticos consistente en la capacidad de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.

PLEISTOCENO: Es el período en la historia de la Tierra al que comúnmente nos referimos como la Era de Hielo. Durante gran parte de este período, las regiones que estaban ubicadas al norte y sur de la Tierra se encontraban totalmente cubiertas por glaciares de aproximadamente un kilómetro de espesor.

SISMO: Movimiento o vibración del suelo, generalmente producido por la liberación súbita de energía a causa del desplazamiento de masas rocosas en una falla tectónica.

SONDEO: Es una perforación, normalmente de pequeño diámetro, que se realiza en el terreno con objeto de identificar las distintas capas de terreno que podemos encontrarnos, que es lo que se conoce como columna litológica.

VÍA: Espacio donde se desarrolla el tránsito. Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público

INTRODUCCIÓN

El presente estudio geológico se desarrolla en el marco del proyecto denominado “Actualización de los Estudios Técnicos y Diseños para el Mejoramiento de la Infraestructura Vial en la vía Tame – Puerto Rondón, Departamento de Arauca”, el cual tiene como propósito optimizar las condiciones de transitabilidad, seguridad vial y durabilidad de la infraestructura existente.

El tramo objeto de análisis corresponde al sector comprendido entre las abscisas K27+620 y K29+366,60, localizado en el sector conocido como El Plato, dentro del municipio de Tame. Este corredor hace parte de la red vial secundaria del departamento y cumple un papel estratégico en la conectividad regional, facilitando el transporte de bienes, servicios y población entre zonas productivas de los Llanos Orientales.

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se encuentra en una región caracterizada por la presencia de extensas planicies aluviales, asociadas a dinámicas fluviales activas y a la influencia de condiciones hidroclimáticas propias del piedemonte llanero y la llanura de inundación del sistema del Orinoco. Estas condiciones generan una alta variabilidad en los materiales superficiales, predominando suelos finos, depósitos recientes y niveles freáticos someros, los cuales inciden directamente en el comportamiento mecánico de la subrasante y en el desempeño de las estructuras viales.

En este contexto, el estudio geológico adquiere especial relevancia, ya que permite identificar y caracterizar las unidades litológicas presentes, analizar la geomorfología del terreno y reconocer los procesos geodinámicos activos o potenciales que pueden afectar la estabilidad y funcionalidad de la vía. Asimismo, constituye una base fundamental para la interpretación de los resultados geotécnicos y el diseño adecuado de soluciones constructivas.

La elaboración de este estudio se fundamenta en la recopilación y análisis de información secundaria, incluyendo cartografía geológica oficial del Servicio Geológico Colombiano (SGC), imágenes satelitales y antecedentes técnicos, complementados con actividades de reconocimiento de campo orientadas a la verificación de condiciones geológicas superficiales.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten establecer criterios técnicos y recomendaciones que contribuyen a la toma de decisiones en las etapas de diseño, construcción y mantenimiento de la vía, garantizando la sostenibilidad y resiliencia de la infraestructura frente a las condiciones naturales del entorno.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 CONTEXTO DEL PROYECTO

La presente consultoría se enmarca en la actualización de los estudios técnicos y diseños para el mejoramiento de la infraestructura vial en la vía Tame – Puerto Rondón, en el departamento de Arauca, corredor de carácter estratégico para la conectividad subregional del piedemonte y la sabana araucana.

Esta vía cumple una función esencial de articulación entre el municipio de Tame y el municipio de Puerto Rondón, facilitando la movilidad de población rural y urbana, el transporte de bienes y servicios, y el acceso a actividades productivas, institucionales y sociales en la región. Así mismo, el corredor permite la conexión con otros ejes viales de mayor jerarquía, consolidándose como parte fundamental de la red vial departamental.

Desde el punto de vista territorial, el corredor ha sido reconocido por la institucionalidad departamental y nacional como una vía de alto impacto para la integración regional, debido a su papel en la conectividad entre centros poblados, zonas productivas y áreas de desarrollo económico.

1.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS TÉCNICOS

El corredor vial ha sido objeto de estudios técnicos previos que han permitido caracterizar sus condiciones de operación, demanda de tránsito, capacidad y nivel de servicio, constituyendo una base de referencia para las intervenciones adelantadas en el mismo.

Estos estudios identificaron el corredor como parte de la red vial departamental y definieron criterios técnicos para su mejoramiento, incluyendo análisis de tránsito, proyección de demanda y evaluación de la infraestructura existente. En particular, se estableció como tramo de estudio el sector comprendido entre el municipio de Tame y el municipio de Puerto Rondón, dentro del cual se incluyen zonas críticas que condicionan el comportamiento funcional de la vía.

1.3 ANTECEDENTES DE INTERVENCIÓN DEL CORREDOR

Como resultado de los estudios previos y de la priorización del corredor, se han adelantado intervenciones orientadas al mejoramiento y pavimentación de la vía, mediante contratos de obra que incluyeron actividades de adecuación de la subrasante, construcción de estructuras de soporte, capas granulares y pavimentación en distintos sectores.

La ejecución de dichas intervenciones presentó avances importantes, pero también evidenció la existencia de sectores con condiciones particulares que requieren tratamientos específicos, especialmente en zonas donde las características geotécnicas, hidráulicas y geomorfológicas generan afectaciones recurrentes en la estabilidad y funcionalidad de la vía.

En este contexto, el sector de Caño El Plato se identifica como un tramo crítico dentro del corredor, en el cual se presentan condiciones especiales que demandan un análisis detallado y soluciones técnicas específicas para garantizar la estabilidad de la infraestructura vial y su adecuada operación a largo plazo.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

La existencia de estudios previos y de intervenciones parciales en el corredor hace necesaria una actualización integral de los estudios y diseños, con el fin de armonizar la información disponible y ajustarla a las condiciones actuales de la vía.

Esta actualización permitirá verificar el estado real de la infraestructura, identificar cambios en las condiciones de tránsito, drenaje, suelos, geometría y estructura del pavimento, y definir soluciones técnicas acordes con las necesidades actuales y futuras del corredor.

Particularmente, la consultoría se orienta a profundizar el análisis en sectores críticos, destacándose el tramo correspondiente a Caño El Plato, donde se requiere evaluar de manera integral las condiciones de estabilidad, drenaje y comportamiento estructural de la vía, con el propósito de plantear alternativas de intervención técnicamente viables y sostenibles.

1.5 IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL CORREDOR

La vía Tame – Puerto Rondón tiene una alta importancia estratégica para el departamento de Arauca, al contribuir a la integración territorial, la reducción de tiempos de viaje y costos de transporte, y el fortalecimiento de las dinámicas económicas y sociales de la región.

El mejoramiento de este corredor favorece la conectividad entre áreas rurales y centros urbanos, facilita el acceso a servicios básicos y promueve el desarrollo de sectores productivos como la ganadería, la agricultura y el comercio, consolidándose como un eje fundamental para el desarrollo regional.

2. GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el departamento de Arauca, en el oriente de Colombia, y corresponde al corredor vial que comunica el municipio de Tame con el municipio de Puerto Rondón. Este tramo hace parte de la red vial departamental y se desarrolla en la región de la Orinoquía, caracterizada por zonas de sabana con predominio de actividades agropecuarias.

El corredor se extiende entre las abscisas K27+240 y K41+640; sin embargo, la pavimentación se realizará entre K27+620 y K29+366,60, para una longitud de 1.746,60 m. Dentro de este tramo se encuentra el puente sobre el Caño El Plato, de aproximadamente 20 m, por lo que la longitud efectiva de pavimento es de 1.726,60 m, aunque para el diseño geométrico se considera la totalidad del tramo.

En el resto del corredor, que ya se encuentra pavimentado, se ejecutarán actividades de señalización vial y rocería lateral, con el fin de mejorar la seguridad y visibilidad de la vía.

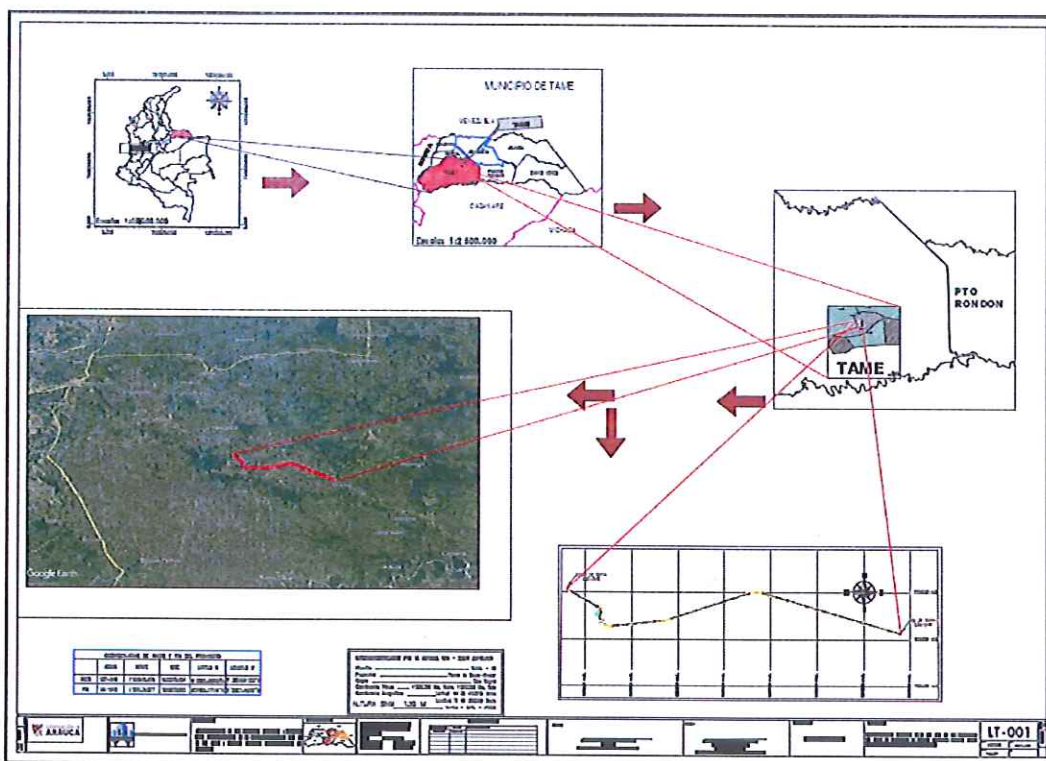


Imagen No. 1– Localización del proyecto vial Tame – Puerto Rondón, sector Caño El Plato, Departamento de Arauca.
Fuente: Equipo consultor.

3. ALCANCE

3.1 ALCANCE DE LA CONSULTORÍA

La presente consultoría tiene como objeto la actualización de los estudios técnicos y diseños para el mejoramiento de la infraestructura vial en la vía Tame – Puerto Rondón, departamento de Arauca, con énfasis en el sector correspondiente a Caño El Plato.

El alcance comprende la revisión, validación y actualización de la información técnica existente, así como la generación de nuevos estudios y diseños necesarios para definir soluciones integrales que permitan garantizar condiciones adecuadas de funcionalidad, estabilidad, seguridad y servicio del corredor vial.

3.2 COMPONENTES TÉCNICOS

La consultoría incluye el desarrollo y/o actualización de los siguientes componentes técnicos:

- **Topografía:** levantamiento y/o validación de información planimétrica y altimétrica del corredor vial.
- **Geotecnia:** caracterización de suelos, análisis de estabilidad y definición de parámetros para diseño.
- **Hidrología e hidráulica:** evaluación de escorrentías, drenaje superficial y estructuras hidráulicas.
- **Tránsito:** actualización de volúmenes de tránsito, composición vehicular y proyecciones.
- **Diseño geométrico:** revisión y ajuste del trazado en planta, perfil y sección transversal.
- **Diseño de pavimentos:** definición de la estructura de pavimento acorde con las condiciones de tránsito y subrasante.
- **Señalización y seguridad vial:** diseño de señalización horizontal, vertical y elementos de seguridad.
- **PMT (Plan de Manejo de Tránsito):** formulación de estrategias para la regulación del tránsito durante la ejecución de las obras.
- **Presupuesto y programación:** cuantificación de cantidades de obra, costos y programación de ejecución.
- **Gestión ambiental:** identificación de condicionantes y requerimientos asociados al proyecto.

3.3 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Para el cumplimiento del objeto, se desarrollarán, entre otras, las siguientes actividades:

- Revisión y análisis de información secundaria disponible.
- Reconocimiento de campo y diagnóstico del estado actual del corredor.
- Levantamiento de información primaria en las diferentes disciplinas.
- Evaluación de condiciones existentes de la infraestructura vial.
- Identificación de sectores críticos y necesidades de intervención.
- Formulación y evaluación de alternativas de solución.
- Desarrollo de diseños a nivel de detalle requerido.
- Elaboración de memorias de cálculo, planos, especificaciones y documentos técnicos.
- Integración de los diferentes componentes en una solución coherente y ejecutable.

3.4 ALCANCE ESPECÍFICO EN EL SECTOR CAÑO EL PLATO

Dentro del corredor objeto de estudio, la consultoría se enfoca de manera particular en el sector de Caño El Plato, en el cual se desarrollará un análisis detallado de las condiciones existentes y se formularán soluciones técnicas orientadas al mejoramiento de la infraestructura vial en dicho tramo.

Este análisis incluirá la evaluación integral de las condiciones geométricas, geotécnicas, hidráulicas y estructurales, con el fin de garantizar la viabilidad técnica de las intervenciones propuestas.

3.5 PRODUCTOS DE LA CONSULTORÍA

Como resultado del desarrollo de la consultoría, se entregarán los siguientes productos:

- Informes técnicos por cada componente del proyecto.
- Planos de diseño en planta, perfil y secciones transversales.
- Memorias de cálculo y soporte técnico de los diseños.
- Especificaciones técnicas de construcción.
- Presupuesto detallado y análisis de precios unitarios.
- Cronograma de ejecución del proyecto.

3.6 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto se orienta a contar con estudios y diseños actualizados que permitan adelantar las obras de mejoramiento del corredor vial, garantizando su funcionalidad, durabilidad y seguridad, así como la adecuada articulación con la red vial existente.

4. DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.

El plan de estudios geológicos fue estructurado con el propósito de obtener una caracterización integral de las condiciones del terreno en el corredor vial, mediante la articulación de actividades de gabinete y campo. Inicialmente, se realizó la recopilación y análisis de información secundaria, incluyendo cartografía geológica oficial del Servicio Geológico Colombiano (SGC), imágenes satelitales y estudios previos, lo cual permitió establecer un marco de referencia regional y preliminar de las unidades geológicas y geomorfológicas presentes.

Posteriormente, se llevaron a cabo recorridos de campo orientados a la verificación de la información interpretada, la descripción de materiales superficiales, la identificación de condiciones de drenaje y la localización de zonas críticas asociadas a saturación, erosión o suelos de baja capacidad portante. Finalmente, la información fue integrada y analizada de manera conjunta, permitiendo definir las condiciones geológicas predominantes y establecer criterios técnicos relevantes para el diseño, construcción y desempeño de la infraestructura vial.

4.1 OBJETIVOS

4.1.1 Objetivo general

Caracterizar las condiciones geológicas del área del proyecto para apoyar el diseño geométrico, geotécnico y estructural del pavimento.

4.1.2 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las unidades geológicas presentes en el área de estudio.
- Analizar la geomorfología del terreno.

- Evaluar procesos geodinámicos activos o potenciales.
- Determinar implicaciones geológicas para el diseño vial.

5. GEOLOGÍA DE LA ZONA.

5.1 GENERALIDADES

El área objeto del presente estudio se localiza en jurisdicción del municipio de Tame, departamento de Arauca, en la región de la Orinoquía colombiana, específicamente en la zona de transición entre el piedemonte de la Cordillera Oriental y la llanura aluvial de los Llanos Orientales.

Desde el punto de vista geológico regional, el área se encuentra en el ámbito de la Plancha 138 – Tame del Servicio Geológico Colombiano (SGC), la cual comprende unidades geológicas que abarcan desde el Cretácico inferior hasta depósitos cuaternarios recientes, evidenciando una evolución geológica asociada a procesos de sedimentación marina, continental y fluvial.

El relieve del área es predominantemente plano a suavemente ondulado, con influencia directa de procesos fluviales activos, lo cual condiciona la distribución de los materiales superficiales y el comportamiento geotécnico del terreno.

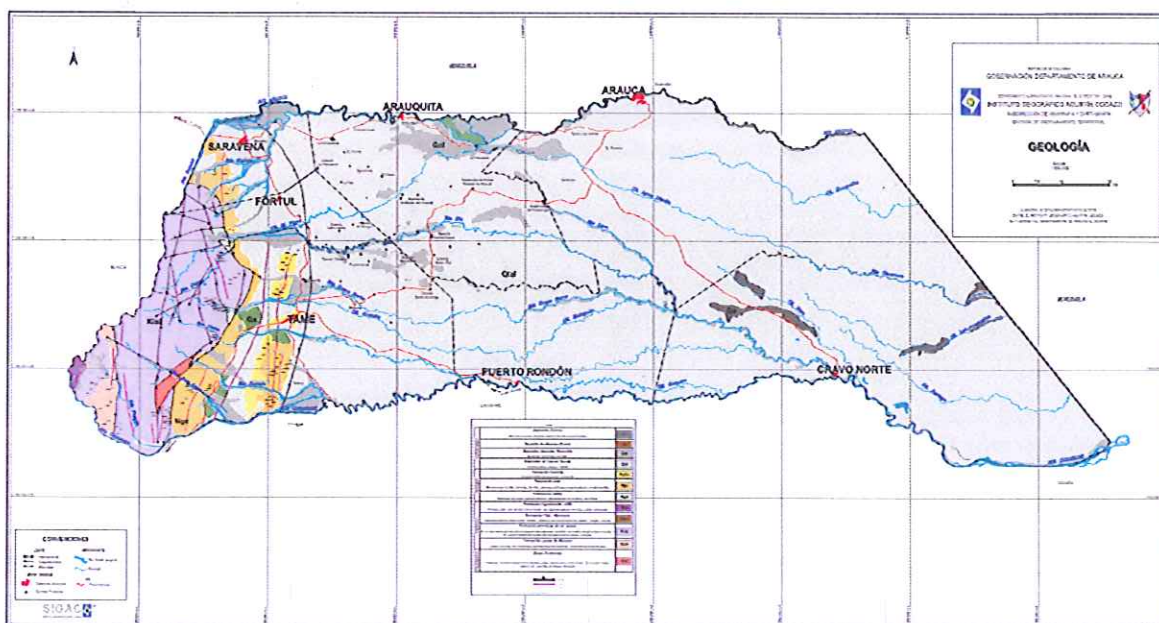


Imagen No. 2– Geología General del Departamento de Arauca.

Fuente: SIGAC.

5.2 ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio predominan los depósitos cuaternarios no consolidados, asociados principalmente a ambientes continentales recientes, los cuales hacen parte de la dinámica sedimentaria activa de la llanura aluvial de los Llanos Orientales. Estos depósitos se caracterizan por su alta variabilidad granulométrica, heterogeneidad lateral y fuerte influencia de las condiciones hidroclimáticas, particularmente los ciclos de inundación y sequía. Su origen está relacionado con procesos de transporte y depositación fluvial provenientes de la Cordillera Oriental, lo que genera materiales con diferentes grados de selección, compactación y contenido de finos.

Se identifican las siguientes clases de depósitos:

5.2.1 Depósitos aluviales (Qal):

Asociados a cauces activos, paleocauces y zonas de inundación reciente. Están constituidos por mezclas de arenas, limos y arcillas, con presencia variable de gravas y, en menor proporción, cantos rodados. Estos materiales reflejan condiciones de transporte fluvial de energía variable, lo que explica su marcada heterogeneidad lateral y vertical. Presentan cambios frecuentes en granulometría y grado de compactación, así como niveles de saturación elevados debido a la cercanía del nivel freático. Desde el punto de vista geotécnico, pueden presentar comportamientos variables, con zonas de baja capacidad portante y susceptibilidad a procesos de erosión y socavación.

5.2.2 Depósitos de llanura de inundación (Qf):

Conformados principalmente por limos y arcillas depositados en ambientes de baja energía, como áreas de desbordamiento de ríos y zonas de acumulación de sedimentos finos durante eventos de inundación. Estos materiales suelen presentar estructuras masivas, baja permeabilidad y alta plasticidad, lo que favorece la retención de agua y condiciones de saturación prolongadas. Son suelos generalmente blandos a muy blandos, con alta compresibilidad y susceptibilidad a asentamientos diferenciales, lo que los convierte en un factor crítico para el diseño de la subrasante y la estabilidad de la vía.

5.2.3 Depósitos coluvio-aluviales (Qca):

Ubicados en zonas de transición hacia el piedemonte, donde confluyen procesos de transporte gravitacional y fluvial. Corresponden a materiales heterogéneos compuestos por fragmentos gruesos (gravas, bloques y ocasionalmente cantos) inmersos en una matriz fina de tipo limoso o arcilloso. Estos depósitos presentan baja clasificación granulométrica y variabilidad en su grado de compactación. Su comportamiento geotécnico depende en gran medida de la proporción matriz-grava, pudiendo presentar desde condiciones relativamente estables hasta zonas con baja cohesión y susceptibilidad a erosión superficial.

5.2.4 Depósitos de terraza aluvial (Qt):

Corresponden a antiguos niveles de depositación fluvial que han quedado ligeramente elevados respecto a los cauces actuales debido a procesos de incisión fluvial o cambios en la dinámica hidráulica. Están constituidos por materiales relativamente más consolidados que los depósitos recientes, incluyendo arenas, limos y gravas, con mejores condiciones de drenaje y menor influencia directa del nivel freático. Desde el punto de vista ingenieril, estos depósitos suelen presentar mejores propiedades mecánicas, siendo más favorables para la cimentación de estructuras viales.

5.2.5 Depósitos antrópicos (Qa):

Asociados a intervenciones humanas, principalmente relacionadas con la construcción, mantenimiento y mejoramiento de la vía existente. En el área de estudio corresponden a materiales de relleno tipo pedraplén y material granular (crudo), con tamaños máximos del orden de 4", utilizados en la conformación de terraplenes y capas estructurales de la vía. Estos materiales presentan un grado de compactación variable dependiendo de los procesos constructivos aplicados, y modifican localmente la estratigrafía natural, generando interfaces entre suelos naturales y materiales de relleno que pueden influir en el comportamiento mecánico de la estructura vial.

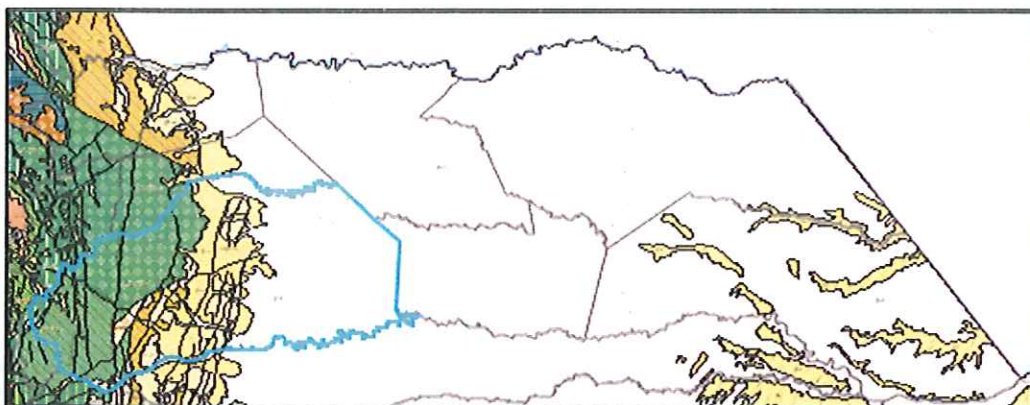


Imagen No. 3 Mapa geológico del Departamento de Arauca (2023).

Fuente: IGAC

5.3 GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente, el área de estudio corresponde a una llanura aluvial activa, modelada por la dinámica de sistemas fluviales de baja pendiente característicos de la región de los Llanos Orientales. Esta morfología es el resultado de procesos sedimentarios recientes asociados a la migración lateral de cauces, desbordamientos periódicos y acumulación progresiva de sedimentos finos en ambientes de baja energía. La escasa pendiente del terreno condiciona una dinámica hidrosedimentológica dominada por la sedimentación, el encharcamiento y la formación de superficies extensas con drenaje deficiente.

Se identifican las siguientes unidades geomorfológicas:

5.3.1 Llanuras de inundación:

Asociadas a depósitos finos recientes (Q_f), corresponden a superficies planas sujetas a inundaciones periódicas durante eventos de creciente. Estas zonas se caracterizan por la acumulación de limos y arcillas, producto de la decantación de sedimentos en condiciones de baja energía hidráulica. Presentan drenaje natural deficiente, alta susceptibilidad a encharcamiento y saturación prolongada, así como desarrollo de suelos blandos con elevada compresibilidad. Desde el punto de vista ingenieril, estas unidades representan áreas críticas debido a su baja capacidad portante y comportamiento dependiente del contenido de humedad.

5.3.2 Terrazas aluviales:

Correspondientes a antiguos niveles de sedimentación fluvial (Q_t), ubicados ligeramente por encima de las llanuras de inundación actuales. Estas geoformas se originan por cambios en el régimen hidráulico de los ríos o procesos de incisión fluvial, quedando aisladas de las dinámicas de inundación frecuente. Están conformadas por materiales más antiguos y relativamente más consolidados, como arenas, limos y gravas, lo que les confiere mejores condiciones de estabilidad relativa y drenaje. Estas zonas suelen presentar condiciones más favorables para el desarrollo de infraestructura, aunque pueden presentar variabilidad interna en función de su origen sedimentario.

5.3.3 Zonas de depósitos aluviales activos:

Relacionadas con cauces actuales y paleocauces (Q_a), donde predominan materiales granulares y heterogéneos depositados por corrientes fluviales en constante dinámica. Estas áreas presentan alta variabilidad granulométrica, con alternancia de arenas, limos, arcillas y gravas, dependiendo de la energía del flujo. Son zonas susceptibles a procesos de erosión, socavación y migración lateral de cauces, lo que puede generar inestabilidad local y afectar estructuras cercanas. Además, suelen presentar niveles freáticos superficiales y cambios frecuentes en las condiciones hidráulicas.

5.3.4 Zonas de transición coluvial:

Asociadas al piedemonte, donde se presentan depósitos coluvio-aluviales (Q_{ca}) generados por la interacción de procesos gravitacionales y fluviales. Estas áreas se caracterizan por una topografía ligeramente más irregular, con presencia de materiales heterogéneos que incluyen fragmentos gruesos en matriz fina. Su comportamiento geomorfológico está influenciado por procesos de escorrentía concentrada y transporte de sedimentos desde zonas más elevadas, pudiendo presentar inestabilidad superficial localizada, especialmente en condiciones de saturación.

La baja pendiente del terreno favorece procesos de acumulación de sedimentos finos y limita el drenaje natural, lo cual incide directamente en el comportamiento geotécnico del suelo. Esta condición propicia la permanencia de altos contenidos de humedad, la generación de zonas encharcadas y el desarrollo de suelos blandos con baja capacidad portante, lo que constituye un factor determinante en el diseño de obras de drenaje y en la definición de soluciones para el mejoramiento de la subrasante en el proyecto vial.

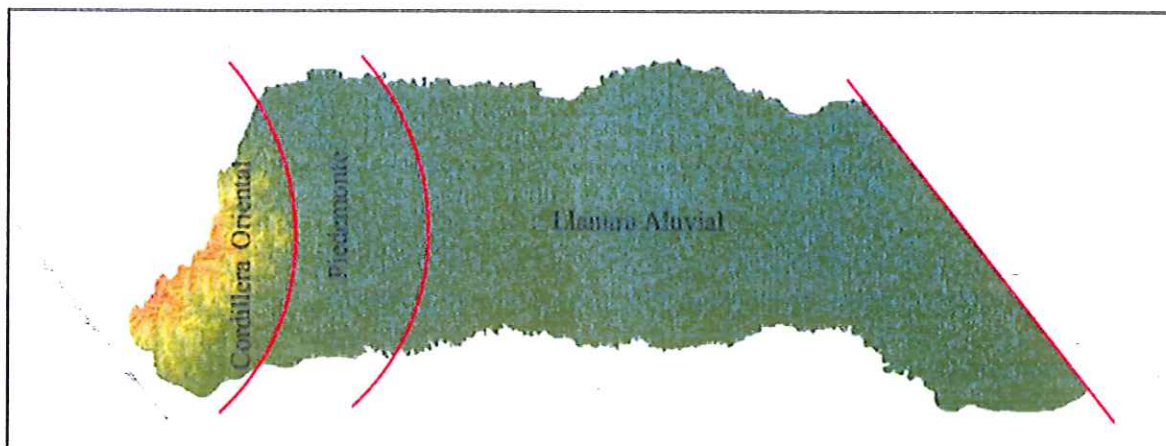


Imagen No. 4 Polígonos morfológicos del Departamento de Arauca.
Fuente: Ingeominas. Mapa geológico generalizado del Departamento de Arauca.

5.4 AMENAZAS POR SISMICIDAD

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), el municipio de Tame se clasifica en zona de amenaza sísmica alta, con valores de:

$$A_a = 0.25$$

$$A_v = 0.20$$

Estos parámetros corresponden a coeficientes de aceleración pico efectiva para períodos cortos e intermedios, respectivamente, y reflejan la influencia tectónica regional asociada principalmente a la interacción entre la Placa Suramericana y la Placa de Nazca, así como a la actividad de la Cordillera Oriental. Aunque el área del proyecto se localiza en una zona de llanura aluvial relativamente alejada de fallas activas superficiales, la propagación de ondas sísmicas desde fuentes regionales puede generar efectos significativos en superficie, especialmente debido a las características de los suelos presentes.

Esta condición implica la consideración de efectos sísmicos relevantes en el diseño de la infraestructura vial, particularmente en lo relacionado con la respuesta dinámica de suelos no consolidados. Los depósitos cuaternarios predominantes en la zona, compuestos por materiales finos y granulares con diferentes grados de saturación, pueden modificar la propagación de ondas sísmicas, generando fenómenos de amplificación, pérdida de resistencia y deformaciones permanentes que afectan la estabilidad de la subrasante y de las estructuras asociadas.

Desde el punto de vista geotécnico, pueden presentarse:

Amplificación de ondas sísmicas en suelos blandos:

Los suelos finos de baja rigidez, como limos y arcillas saturadas presentes en la llanura de inundación, tienden a amplificar las ondas sísmicas debido a su menor velocidad de propagación. Este fenómeno

puede incrementar las aceleraciones en superficie respecto a las condiciones de roca o suelos más rígidos, generando mayores demandas sobre la estructura del pavimento y obras complementarias.

Reducción de resistencia en suelos saturados:

Durante un evento sísmico, el incremento de presiones de poros en suelos saturados puede producir una disminución temporal de la resistencia al corte, afectando la estabilidad del terreno. Esta condición es particularmente crítica en suelos finos de alta plasticidad y en zonas con nivel freático superficial, donde pueden presentarse deformaciones excesivas y asentamientos.

Posible susceptibilidad a licuación en materiales granulares sueltos:

Los depósitos aluviales compuestos por arenas sueltas saturadas, especialmente en zonas cercanas a cauces activos o paleocauces, pueden ser susceptibles al fenómeno de licuación. Este proceso implica la pérdida casi total de la resistencia al corte del suelo, comportándose temporalmente como un fluido, lo cual puede generar fallas en la subrasante, asentamientos diferenciales y pérdida de soporte en estructuras viales.

En consecuencia, las condiciones de amenaza sísmica alta, combinadas con la presencia de suelos no consolidados y niveles freáticos someros, hacen necesario considerar en el diseño geotécnico evaluaciones específicas de respuesta sísmica del sitio, así como la implementación de medidas de mejoramiento del suelo y control de drenaje que permitan mitigar los efectos adversos sobre la infraestructura vial.

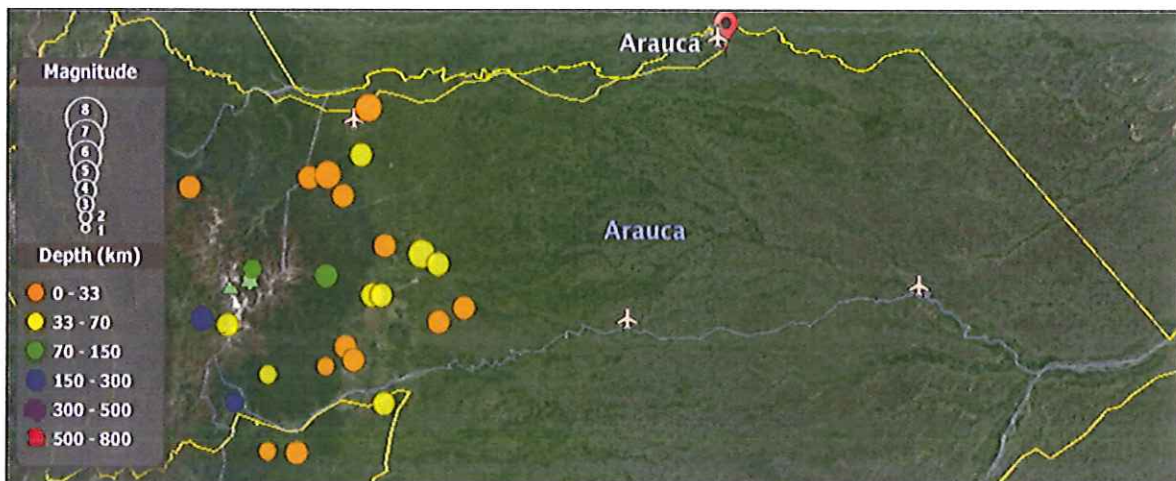


Imagen No. 5 Mapa de sismos que ocurridos en el Departamento de Arauca.

Fuente: <http://earthquake.usgs.gov>

5.5 AMENAZAS POR INUNDACIONES

La zona presenta alta susceptibilidad a inundaciones, debido a:

La topografía plana:



El área de estudio se caracteriza por pendientes muy bajas, propias de la llanura aluvial de los Llanos Orientales, lo que limita la evacuación natural del agua superficial. Esta condición favorece la acumulación de escorrentía y la formación de zonas encharcadas, especialmente durante eventos de precipitación intensa o prolongada.

La cercanía a drenajes naturales y caños:

El corredor vial se encuentra influenciado por la presencia de drenajes naturales, caños y posibles paleocauces, los cuales presentan dinámicas hidrológicas variables asociadas a los ciclos de lluvia. Durante eventos de creciente, estos sistemas pueden desbordarse, inundando áreas adyacentes y afectando directamente la plataforma vial.

La presencia de suelos de baja permeabilidad:

Los depósitos predominantes en la zona, especialmente los asociados a llanuras de inundación (Qf), están constituidos por limos y arcillas con baja permeabilidad. Esta condición restringe la infiltración del agua, favoreciendo su acumulación en superficie y prolongando los periodos de saturación del terreno.

Regímenes de precipitación estacional intensos:

La región presenta un régimen climático monomodal con temporadas de lluvias intensas, durante las cuales se generan altos volúmenes de escorrentía. Estos eventos incrementan la probabilidad de inundaciones temporales, especialmente en zonas con drenaje deficiente o interferido por infraestructura existente.

Durante temporadas de lluvia, es común la saturación del suelo y la elevación del nivel freático, lo cual puede afectar:

La estabilidad de terraplenes:

El incremento en el contenido de humedad reduce la resistencia al corte de los suelos, especialmente en materiales finos, lo que puede generar deformaciones, pérdida de confinamiento lateral y, en casos críticos, fallas locales en los taludes de terraplenes.

La capacidad portante de la subrasante:

La saturación de los suelos finos provoca una disminución significativa en la capacidad portante, aumentando la susceptibilidad a deformaciones plásticas, ahuellamientos y fallas estructurales en la capa de rodadura.

El desempeño de las estructuras de drenaje:

Las estructuras hidráulicas como alcantarillas y cunetas pueden verse sobrecargadas durante eventos de alta precipitación, reduciendo su eficiencia. Además, la acumulación de sedimentos y material orgánico puede obstruir los sistemas de drenaje, agravando las condiciones de inundación.

En este contexto, la amenaza por inundación constituye uno de los factores más críticos para el diseño y operación de la vía, por lo que es indispensable considerar soluciones integrales de drenaje superficial y subterráneo, así como el adecuado dimensionamiento hidráulico de las obras, con el fin de garantizar la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura vial.



Imagen No. 6 Mapa de amenazas por inundación del Departamento de Arauca.
Fuente: Ingeominas. Mapa geológico generalizado del Departamento de Arauca.

5.6 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

El reconocimiento de campo realizado mediante apiques permitió identificar:

La existencia de un terraplén previamente construido, con alturas entre 0,60 m y 2,00 m, este terraplén corresponde a intervenciones viales previas ejecutadas sobre el corredor, evidenciando un proceso de conformación de la rasante mediante rellenos estructurales. La variabilidad en altura indica ajustes locales del perfil longitudinal de la vía, posiblemente asociados a condiciones de drenaje y mejoramiento de la subrasante. En campo se observó una geometría relativamente uniforme, aunque con diferencias en conformación lateral que pueden influir en la estabilidad de taludes.

Capas de mejoramiento conformadas por:

Pedraplén (material grueso con cantos y gravas):

Corresponde a un material de relleno de granulometría gruesa, compuesto por fragmentos de roca, gravas y cantos, dispuesto como capa de soporte para mejorar la capacidad portante de los suelos blandos subyacentes. Este tipo de material favorece el drenaje y reduce la presión de poros, aunque su desempeño depende del grado de compactación y de la adecuada transición con los materiales subyacentes.

Material tipo crudo granular, con tamaño máximo aproximado de 4":

Se identificó una capa adicional de material granular no clasificado, con presencia de finos, utilizada como capa de transición o conformación de subbase. Este material presenta una granulometría heterogénea y un comportamiento intermedio entre materiales granulares y suelos finos, lo cual puede influir en su desempeño hidráulico y mecánico, especialmente bajo condiciones de saturación.

Espesores de mejoramiento entre 0,50 m y 1,80 m:

Los espesores observados evidencian la necesidad de intervención significativa sobre la subrasante natural, lo cual es consistente con la presencia de suelos de baja capacidad portante en la zona. La variabilidad en el espesor sugiere que el diseño y construcción del terraplén respondió a condiciones locales del terreno, aunque puede generar cambios en el comportamiento estructural si no existe uniformidad en la compactación.

Se observó que estos materiales presentan una estructura relativamente densa, aunque con heterogeneidad en su compactación, lo cual es típico de rellenos ejecutados en proyectos viales en zonas rurales. Esta condición puede generar diferencias en la rigidez del terraplén, favoreciendo la aparición de asentamientos diferenciales bajo cargas de tránsito.

Asimismo, se identificaron suelos naturales subyacentes de tipo:

Limos arcillosos:

Materiales finos de comportamiento plástico, con baja permeabilidad y alta susceptibilidad a cambios volumétricos en función del contenido de humedad. Estos suelos presentan baja capacidad portante y alta compresibilidad, lo que los convierte en un factor crítico en el desempeño de la estructura vial.

Arenas finas con contenido de finos:

Materiales de textura intermedia, con presencia significativa de limos y arcillas, lo que reduce su capacidad de drenaje y puede afectar su estabilidad bajo condiciones saturadas. Dependiendo de su estado de compactación y nivel freático, estos suelos pueden presentar pérdida de resistencia o deformaciones bajo carga.

Subyacente a estos materiales se encuentran suelos naturales finos, con contenidos de humedad variables, influenciados por la cercanía del nivel freático y las condiciones climáticas de la región. Esta variabilidad en humedad incide directamente en el comportamiento mecánico del suelo, especialmente en términos de resistencia y deformabilidad.

Los apiques de verificación permitieron identificar la presencia de una estructura de terraplén existente, asociada al Contrato No. 144 de 2018, evidenciando intervenciones previas orientadas al mejoramiento de la vía. No obstante, las condiciones observadas sugieren la necesidad de evaluar la homogeneidad y desempeño de estos rellenos en función de los requerimientos actuales del proyecto.

Adicionalmente, a partir del registro fotográfico (**Imagen No. 7**), se evidencian cortes de suelo con perfiles estratificados, presencia de materiales granulares en superficie y suelos finos en profundidad, así como condiciones de excavación manual que permiten corroborar la naturaleza no consolidada de

los materiales. Estas observaciones confirman la heterogeneidad del perfil del suelo y la influencia de procesos constructivos previos en la configuración actual del terreno.



Imagen No. 7 Sondeos de Reconocimiento de Campo.

Fuente: Equipo Consultor.

5.7 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

La zona presenta condiciones ambientales propias del ecosistema de sabana tropical de la Orinoquía, caracterizado por un clima cálido con régimen de lluvias monomodal, altas temperaturas durante la mayor parte del año y marcada estacionalidad entre periodos secos y húmedos. Este entorno genera dinámicas naturales que influyen directamente en los procesos geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos del área. La vegetación predominante corresponde a coberturas típicas de sabana, con adaptaciones a suelos de baja fertilidad y condiciones periódicas de saturación.

La vegetación presente es de tipo:

- **Pastizales naturales:**

Dominan gran parte del área de estudio y están compuestos por gramíneas adaptadas a condiciones de inundación temporal y sequía estacional. Estos pastizales ofrecen una cobertura superficial relativamente uniforme, pero con un sistema radicular poco profundo, lo que limita su capacidad para estabilizar el suelo frente a procesos erosivos intensos o escorrentía concentrada.

- **Arbustos dispersos:**

Se presentan de manera aislada o en pequeños parches, contribuyendo parcialmente a la protección del suelo frente a la acción directa de la lluvia. Sin embargo, su distribución discontinua genera zonas expuestas donde el suelo queda susceptible a procesos de degradación superficial.

- **Bosques de galería asociados a cuerpos de agua:**



Localizados a lo largo de drenajes naturales, caños y cursos de agua, estos bosques presentan una mayor densidad vegetal y sistemas radiculares más desarrollados, lo que favorece la estabilización de márgenes y la regulación hídrica local. No obstante, también evidencian la presencia de niveles freáticos someros y zonas con alta humedad permanente.

Estas condiciones influyen directamente en:

- **La cobertura superficial del suelo:**

La vegetación existente proporciona una protección parcial contra la erosión, aunque en zonas intervenidas o con cobertura vegetal reducida, el suelo queda expuesto a la acción directa de la lluvia y el tránsito vehicular, incrementando su vulnerabilidad.

- **Los procesos de erosión:**

Durante eventos de precipitación intensa, la limitada cobertura vegetal en algunos sectores y la baja cohesión de los suelos favorecen la erosión superficial, especialmente en taludes de terraplén y zonas de escorrentía concentrada. Esto puede generar pérdida de material y afectaciones en la estabilidad de la vía.

- **La infiltración y escorrentía:**

La combinación de suelos finos de baja permeabilidad y cobertura vegetal variable condiciona un comportamiento hidrológico en el que predomina la escorrentía superficial sobre la infiltración. En épocas de lluvia, esto favorece la acumulación de agua y el encharcamiento, mientras que en temporada seca puede presentarse endurecimiento superficial del suelo.

En conjunto, estas características ambientales deben ser consideradas en el diseño y manejo de la infraestructura vial, especialmente en lo relacionado con el control de erosión, manejo de aguas superficiales y protección de taludes, con el fin de garantizar la estabilidad y sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

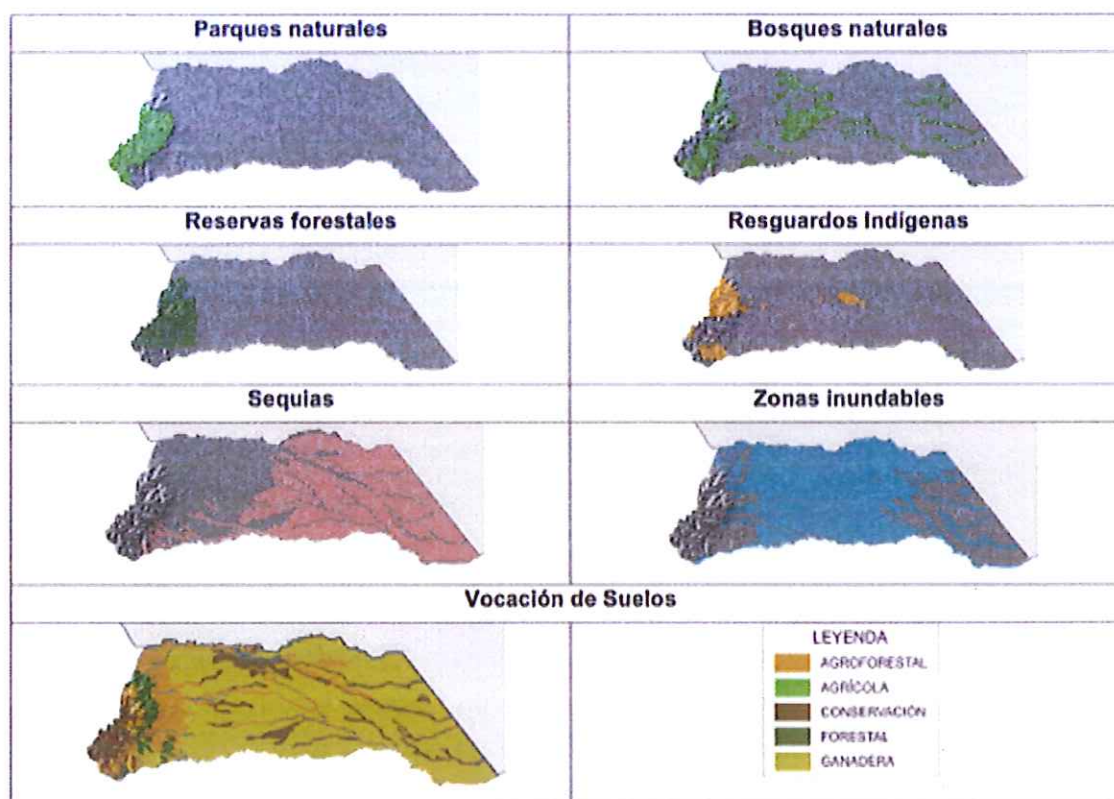


Imagen No. 8 Caracterización del territorio del Departamento de Arauca.
Fuente: Mapas de situación nutricional en Colombia 2010.

5.8 CLIMA

El clima en el municipio de Tame es de tipo tropical húmedo, con las siguientes características:

- Temperatura media anual: entre 26°C y 28°C.
- Precipitación anual: entre 2.000 y 3.000 mm.
- Régimen bimodal o monomodal con:
- Temporada lluviosa marcada (aprox. abril a noviembre).
- Temporada seca (diciembre a marzo).

Tabla 1 – Estaciones activas IDEAM cerca de la zona de estudio.

Código	Nombre	Clase	Categoría	Municipio	Ubicación
36025010	Tame	Metereológica	Climatológica ordinaria	Tame	6.4561944444°, -71.7450277778°
36030030	Morichal	Meteorológica	Pluviométrica	Tame	6.5706388889°, -71.7076388889°
37050010	Araucuita	Metereologica	Pluviométrica	Araruquita	7.0372222222°, -71.4197222222°

Código	Nombre	Clase	Categoría	Municipio	Ubicación
37050040	Matezamuro	Meteorológica	Pluviométrica	Arauca	6.9741666667°, -70.8516666667°
37057020	Alcaravan AUT	Hidrometeorologica	Limnigrafica	Araruquita	7.035°, -71.4163888889°

Fuente: Catalogo estaciones IDEAM

Las lluvias intensas generan:

- Saturación de suelos.
- Reducción de la capacidad portante.
- Incremento del riesgo de inestabilidad en taludes y terraplenes.

5.9 HIDROGRAFÍA

El área de estudio hace parte de la cuenca hidrográfica del río Arauca, la cual pertenece al sistema del río Orinoco y se caracteriza por una red de drenaje de baja pendiente, con alta interacción entre cauces, llanuras de inundación y zonas de almacenamiento temporal de agua. Esta condición genera un sistema hidrológico dinámico, donde los procesos de escorrentía, infiltración y desbordamiento están estrechamente relacionados con la estacionalidad climática y la morfología del terreno.

Se evidencia la presencia de:

- **Caños y drenajes menores intermitentes:**

Corresponden a cursos de agua de carácter estacional, los cuales permanecen secos durante periodos de baja precipitación y se activan durante la temporada de lluvias. Estos drenajes cumplen una función importante en la evacuación de escorrentía superficial, aunque su capacidad hidráulica es limitada, lo que puede generar desbordamientos en eventos de alta intensidad pluviométrica.

- **Canales naturales de escorrentía:**

Son depresiones o trayectorias preferenciales del flujo superficial, formadas por la acción del agua a lo largo del tiempo. Estos canales pueden no presentar un cauce definido permanentemente, pero se activan durante lluvias intensas, conduciendo volúmenes significativos de agua y sedimentos. Su identificación es clave para el diseño de obras de drenaje transversal.

- **Zonas de acumulación superficial de agua:**

Asociadas a áreas de topografía muy plana y suelos de baja permeabilidad, donde el agua tiende a estancarse formando encharcamientos temporales o permanentes. Estas zonas reflejan condiciones de drenaje deficiente y están directamente relacionadas con la presencia de niveles freáticos someros.

El comportamiento hidrológico está fuertemente influenciado por la estacionalidad climática, generando:

- **Flujos bajos en época seca:**

Durante los periodos de baja precipitación, la mayoría de los drenajes presentan caudales mínimos o nulos, limitándose a flujos base asociados al nivel freático. En estas condiciones, predominan procesos de evaporación y endurecimiento superficial del suelo.

- **Aumentos significativos de caudal en temporada de lluvias:**

En épocas de precipitación intensa, se incrementa considerablemente la escorrentía superficial, activando drenajes intermitentes y generando crecientes rápidas en caños y canales naturales. Esto puede ocasionar desbordamientos, inundaciones temporales y transporte de sedimentos, afectando la estabilidad de la infraestructura vial.

Esto implica la necesidad de un adecuado diseño de:

- **Obras de drenaje longitudinal:**

Como cunetas y canales laterales, que permitan la recolección y conducción eficiente de las aguas superficiales, evitando su acumulación sobre la estructura de la vía.

- **Alcantarillas:**

Dimensionadas hidráulicamente para permitir el paso seguro de caudales de diseño, considerando eventos extremos de precipitación y la posible obstrucción por sedimentos o material vegetal.

- **Sistemas de control de escorrentía:**

Incluyendo obras de disipación de energía, filtros, subdrenes y estructuras de manejo de aguas, que permitan controlar la velocidad del flujo, reducir procesos erosivos y mejorar el comportamiento hidráulico del corredor vial.

En conjunto, las condiciones hidrográficas del área representan un factor determinante en el diseño de la vía, siendo indispensable una adecuada integración entre el análisis hidrológico, geomorfológico y geotécnico para garantizar la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura.

6. CONCLUSIONES

El área de estudio se localiza en una llanura aluvial activa de la cuenca de los Llanos Orientales, caracterizada por la presencia de depósitos cuaternarios no consolidados, altamente influenciados por procesos fluviales recientes y condiciones hidroclimáticas estacionales.

Desde el punto de vista estratigráfico, predominan materiales finos (limos y arcillas) asociados a llanuras de inundación, intercalados con depósitos aluviales heterogéneos (arenas, limos y gravas), lo cual genera una alta variabilidad en las propiedades geomecánicas del suelo.

La geomorfología del área, dominada por superficies planas con drenaje deficiente, favorece procesos de encharcamiento, acumulación de sedimentos finos y saturación prolongada del suelo, afectando directamente la estabilidad de la subrasante.

Las condiciones hidrogeológicas evidencian la presencia de un nivel freático somero, altamente influenciado por la estacionalidad climática, lo cual incide en la reducción de la resistencia del suelo y en el incremento de deformaciones bajo carga.

El reconocimiento de campo permitió identificar la existencia de un terraplén construido previamente (Contrato No. 144 de 2018), conformado por materiales granulares y pedraplén, con espesores variables y compactación heterogénea, lo cual puede generar comportamientos diferenciales en la estructura vial.

Desde el punto de vista de amenazas naturales, el área presenta:

- Alta susceptibilidad a inundaciones, debido a la topografía plana, baja permeabilidad y régimen de lluvias intenso.
- Condiciones de amenaza sísmica alta (NSR-10), con potencial de amplificación de ondas sísmicas en suelos blandos y posible licuación en materiales granulares sueltos.

Las características ambientales e hidrográficas refuerzan la presencia de procesos de saturación, escorrentía superficial y erosión localizada, los cuales representan factores condicionantes en el desempeño de la infraestructura vial.

7. RECOMENDACIONES GENERALES

Mejoramiento de subrasante:

Se recomienda implementar técnicas de mejoramiento del suelo, tales como reemplazo de material, estabilización mecánica o química (cal/cemento), especialmente en zonas con predominio de suelos finos saturables, según la recomendación final del proyecto, dentro de los estudios geotécnicos y de diseño de la estructura de pavimento.

Control de heterogeneidad del terraplén existente:

Al momento de la construcción y basados en los estudios finales de esta consultoría, se debe evaluar la calidad y compactación de los materiales del terraplén existente, y en caso necesario, en los sitios puntuales que se identifiquen, realizar reconformación, recompacción o refuerzo estructural para garantizar un comportamiento homogéneo.

Diseño considerando condiciones sísmicas:

Incorporar en el diseño geotécnico la respuesta sísmica del sitio, considerando la amplificación en suelos blandos y evaluando la susceptibilidad a licuación en depósitos granulares.

Protección contra erosión:

Implementar medidas de control de erosión en taludes y zonas de escorrentía, tales como revegetalización, geotextiles, gaviones, filtros y estructuras de disipación de energía.

Manejo de aguas superficiales:

Evitar la acumulación de agua sobre la estructura de la vía mediante pendientes adecuadas, sistemas de evacuación eficientes y mantenimiento periódico de las obras hidráulicas, según lo recomiende el especialista del área.

Monitoreo y mantenimiento:

Establecer un programa de seguimiento del comportamiento del terraplén y la subrasante, especialmente en temporadas de lluvia, para identificar oportunamente deformaciones, asentamientos o fallas.

Control constructivo:

Garantizar que los materiales de relleno cumplan con especificaciones técnicas, incluyendo control de granulometría, humedad y grado de compactación, para asegurar el desempeño estructural de la vía.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2015). Mapa Geológico de Colombia – Escala 1:1.000.000. Bogotá, Colombia.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2013). Cartografía geológica y geomorfológica de los Llanos Orientales. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Transporte – INVIAS. (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Transporte – INVIAS. (2013). Manual de Diseño de Pavimentos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito. Bogotá, Colombia.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10. Bogotá, Colombia.

- IDEAM. (2017). Estudio Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Colombia.
- IDEAM. (2010). Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (2007). Cuencas sedimentarias de Colombia: Cuenca de los Llanos Orientales. Bogotá, Colombia.
- Fetter, C.W. (2001). Applied Hydrogeology. 4th Edition. Prentice Hall.
- Das, B. M. (2010). Principles of Geotechnical Engineering. 7th Edition. Cengage Learning.
- Braja M. Das & Khaled Sobhan. (2013). Principles of Geotechnical Engineering. 8th Edition. Cengage Learning.
- Coduto, D. P. (2001). Foundation Design: Principles and Practices. Prentice Hall.
- Holmes, A. (1965). Principles of Physical Geology. Ronald Press.
- FAO. (2006). Guidelines for Soil Description. Food and Agriculture Organization.

9. ANEXOS

Anexo No. 1 – Documentos Profesional

CARTA DE CESION DE DERECHOS

Yo **SERGIO ANDRÉS CLARO LÓPEZ**, identificado con CC 5.468.552 de Ocaña, en calidad de Ingeniero Civil, Magister en Ingeniería Vial y Especialista en Gerencia de Proyectos con matrícula profesional No. 54202-106833 NTS, certifico que realicé el **ESTUDIO GEOLOGICO** para el proyecto producto de la **"ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA VÍA TAME – PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**.

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al Departamento de Arauca.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo:

- Copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional
- Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios (profesionales)
- Copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide a los veinte (20) días del mes de marzo de 2026.

Atentamente,

Nombre: **SERGIO ANDRÉS CLARO LÓPEZ.**

Profesión: Ingeniero Civil,

Título de post-grado: Magister en Ingeniería Vial

Firma:

C.c:

Matrícula Profesional No. 54202-106833 NTS

5.468.552

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo **SERGIO ANDRÉS CLARO LÓPEZ**, identificado con CC 5.468.552 de Ocaña, en calidad de Ingeniero Civil, Magister en Ingeniería Vial y Especialista en Gerencia de Proyectos con matrícula profesional No. 54202-106833 NTS, certifico que realicé el **ESTUDIO GEOLOGICO** para el proyecto producto de la "**ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA VÍA TAME – PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**".

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente al **ESTUDIO GEOLOGICO**, y exonero al Departamento de Arauca, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente ESTUDIO.

Declaro así mismo, que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ellos pueda deducirse, exonerando al Departamento de Arauca de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el departamento no constituye una aprobación al estudio y/o diseño, sino una verificación del cumplimiento de las normas aplicables.

Se expide a los veinte (20) días del mes de marzo de 2026.

Atentamente,

Nombre: **SERGIO ANDRÉS CLARO LÓPEZ.**

Profesión: Ingeniero Civil,

Título de post-grado: Magister en Ingeniería Vial

Firma:

C.e.:

Matrícula Profesional No. 54202-106833 NTS

5.468.552



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
54202-106833 NTS
Fecha de Expedición: 22/04/2004

Nombre:

SERGIO ANDRES

CLARO LOPEZ

Identificación:

C.C. 5468552

Profesión:

INGENIERO CIVIL

Institución:

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE

PAULA SANTANDER



VALIDO SOLO PARA EL PROYECTO ACTUALIZACIÓN
DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑOS PARA
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN
LA VÍA TAME - PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO DE
ARAUCA

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NÚMERO 5.468.552

CLARO LOPEZ

APELLIDOS

SERGIO

NOMBRE

VALIDO SOLO PARA EL PROYECTO ACTUALIZACIÓN
DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑOS PARA
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN
LA VIA TAME - PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO
DE ARAUCA




FECHA DE NACIMIENTO 18-SEP-1980

OCAÑA
(NORTE DE SANTANDER)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.70
ESTATURA

23-SEP-1980

FECHA DE EXPIRACIÓN

VALIDO SOLO PARA EL PROYECTO ACTUALIZACIÓN
DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑOS PARA
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN
LA VIA TAME - PUERTO RONDÓN, DEPARTAMENTO
DE ARAUCA

NOICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES



A-2505400-00189720-M-0005488552-20091023

0017414516A 1

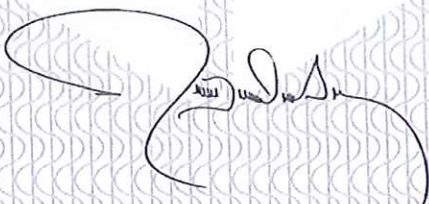
7600105208

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que SERGIO ANDRES CLARO LOPEZ, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 5468552, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-106833 desde el 22 de Abril de 2004, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 161.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Abril del año dos mil veintiseis (2026).



Rubén Dario Ochoa Arbeláez



Firmal del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.