“CONSTRUCCIÓN EN PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA QUE COMUNICA LA VEREDA LA VENGANZA CON LA MARGINAL DE LA SELVA, EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA DEPARTAMENTO DEL CASANARE”

ESTUDIO DE SUELOS

CASANARE

FEBRERO DE 2024

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS 4
   2.1. OBJETIVO GENERAL 4
   2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5
4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO 6
   4.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO 6
   4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS 6
   4.3. ESTRATIGRAFÍA 7
   4.4. GEOLOGÍA LOCAL 8
5. ESTUDIO GEOTÉCNICO ..... ¡Error! Marcador no definido.
   5.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 8
   5.2. ENSAYOS DE CAMPO 9
   5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO 10
6. CARACTERIZACION DE LA SUBRASANTE 11
   6.1. PERFIL ESTRATIGRÁFICO 11
   6.2. NIVEL FREÁTICO 11
   6.3. RESUMEN RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO 11
   6.4. CBR REPRESENTATIVO DE LA SUBRASANTE 11
7. SISMICIDAD 13
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 15

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe hace parte fundamental del proyecto **"CONSTRUCCIÓN EN PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA QUE COMUNICA LA VEREDA LA VENGANZA CON LA MARGINAL DE LA SELVA, EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA DEPARTAMENTO DEL CASANARE"**, necesario para el diseño estructural del eje vial.

El objetivo principal del presente estudio es determinar la capacidad de soporte de la subrasante del sector de las vías, en el municipio de Tauramena, departamento de Casanare, realizado según la metodología del Manual de Diseño de Asfalto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito, del Instituto Nacional de Vías, INVIAS.

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de 9 apiques para las vías en estudio, a profundidades de 2.0 m, toma de muestras del sitio de ubicación de las obras, ensayos de campo, y ensayos de laboratorio del material encontrado en los sondeos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la caracterización de la subrasante.

El nivel freático no se evidenció hasta la profundidad explorada.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño de la estructura de pavimentos en asfalto para el proyecto **"CONSTRUCCIÓN EN PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA QUE COMUNICA LA VEREDA LA VENGANZA CON LA MARGINAL DE LA SELVA, EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA DEPARTAMENTO DEL CASANARE",** de forma tal que se garantice el correcto desempeño de esta estructura en el periodo de diseño y con las cargas de tránsito mínimas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Estimar el comportamiento del suelo frente a una carga de diseño y la capacidad de soporte, el tipo de suelo y resistencia de los mismos para estudiar la adecuada cimentación para la construcción.

- ✓ Localizar los puntos de interés: geológicos, geomorfológicos y usos de suelo.

- ✓ Precisar el modelo geológico y geotécnico de la zona de estudio, mediante caracterización de los sondeos realizados.

- ✓ Identificar zonas con posibles problemas geotécnicos a lo largo del corredor vial.

- ✓ Detectar problemas de cimentación inherentes al tipo de suelo, o la topografía del sector en estudio.

- ✓ Identificar los materiales que conforman la subrasante de las vías en toda la longitud del proyecto.

3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto **"CONSTRUCCIÓN EN PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA QUE COMUNICA LA VEREDA LA VENGANZA CON LA MARGINAL DE LA SELVA, EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA DEPARTAMENTO DEL CASANARE",** pretende mejorar en total 2100 metros de la vía que se encuentran en mal estado en el municipio de Tauramena.

A continuación, se presenta la localización general de los tramos a intervenir:

CUADRO DE COORDENADAS			
VIA	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
	2100 M	N = 4°58'24.40" E = 72°40'57.60"	N = 4°58'14.70" E = 72°39'52.60"
		ABSCISA INICIO K0+000	ABSCISA FINAL K2+100

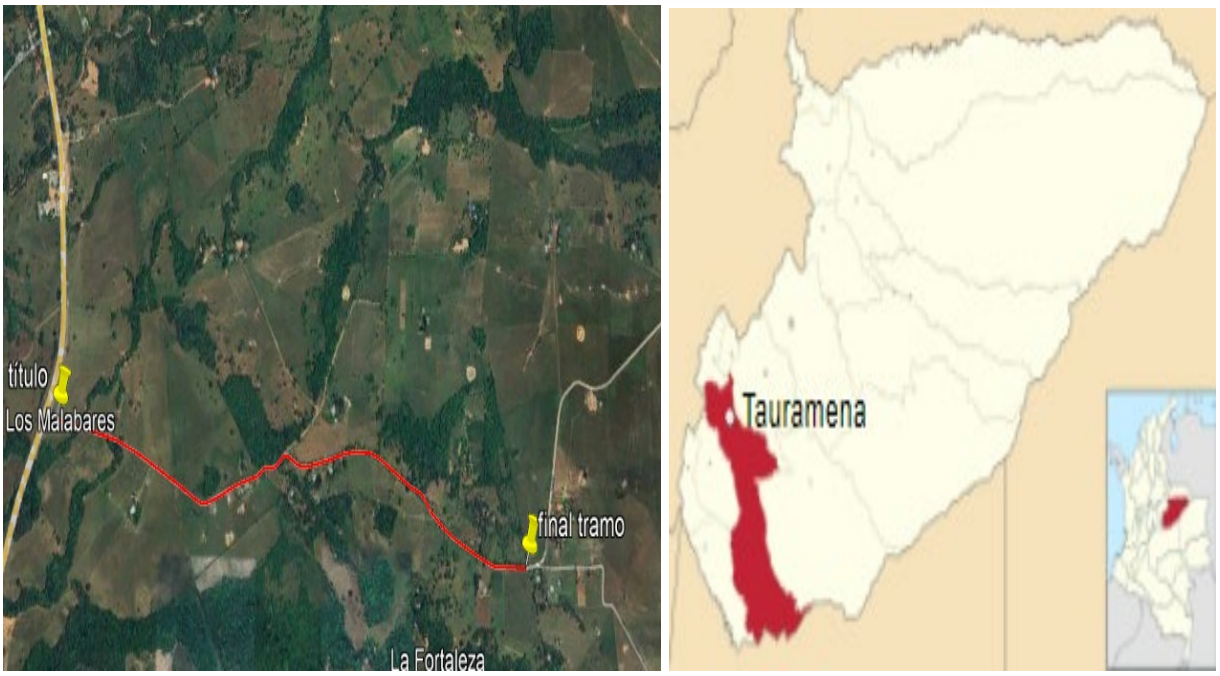


Ilustración 1. Ubicación geográfica municipio de Tauramena – Casanare, y vía en estudio.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

4.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

Tauramena es turística, cuenta con centros recreacionales y de sano esparcimiento como: Centro Recreacional Palma Real, Parador el Cañito en la vía a Monterrey vereda El raizal, Balneario Agua blanca, Turismo ecológico, Lagos de Curimagua en la vía a Carupana sur de Tauramena y en general sus ríos como el Caja, el Cusiana. el Chitamena, sus quebradas como la Tauramenera, Agua blanca y la Quiquia, que en épocas de verano son un manantial de emociones y relajación para quien los visita.
El municipio de Tauramena se localiza en la zona suroccidental del Departamento de Casanare; tiene una extensión aproximada de 3290 Km2 equivalentes al 7.4 % del total del departamento. cuya extensión es de 44640 Km2. Ambas entidades territoriales se ubican en la región natural conocida como Orinoquia colombiana que tiene una extensión de 254.445 Km2, equivalentes al 22.4% de la superficie nacional. Su cabecera municipal se localiza a los 5.01'07" de latitud norte y 72.45'19" de longitud Oeste

Ilustración 2. Localización del municipio de Tauramena, Casanare.

4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geológicamente, el municipio de Tauramena se encuentra localizado dentro del cinturón plegado, principalmente en el paisaje de piedemonte, donde predominan sedimentos de edad terciaria y cuaternaria. El sistema de fallas de Guaicáramo al noroeste y el sistema de fallas de Yopal al sureste. El área se caracteriza por presentar una actividad tectónica intensa. Cronológicamente, las rocas afloran en fajas mas o menos regulares siguiendo la misma dirección de las principales estructuras del país, es decir, SW –NE. Las rocas más antiguas afloran hacia la parte alta de la cordillera, o bien hacia el NW del municipio y progresivamente, van apareciendo las secuencias de rocas mas jóvenes en el mismo sentido en que la pendiente disminuye hacia los llanos. Así, los materiales se ubican en una secuencia que se extiende desde el cretáceo hasta el cuaternario, correlacionándose con los distintos paisajes que se han separado; de esta manera, en la montaña predominan materiales del cretáceo, en el piedemonte, lomerío y altiplanicie abundan materiales terciarios, en tanto que la planicie aluvial y los valles están constituidos por sedimentos del cuaternario. La clasificación de las unidades Geológicas presentes en Tauramena, se realizó con base en la litología existente en el área del municipio, siguiendo la nomenclatura utilizada por BPX, la cual es correlacionable con la utilizada por INGEOMINAS en el Piedemonte llanero.

4.3. ESTRATIGRAFÍA

Formación Fómeque (Kif)
Representada por una secuencia sedimentaria con predominio de lutitas carbonosas, interestratificadas con calizas y areniscas. La Formación constituye el miembro inferior del Grupo Villeta y su espesor se ha calculado en 400 m. Se encuentra en las veredas de Monserrate, San José, Guafal del Caja, el Oso, Bendiciones, Zambo y Aguamaco en la zona montañosa de Tauramena.
Formación Une (Kiu)
Está constituida por areniscas, las cuales presentan una morfología escarpada, desarrollando macizos rocosos continuos y valles profundos en "V", con procesos leves de erosión y deslizamientos asociados al Sistema de fallas de cabalgamiento de Guaicáramo. Los patrones de drenaje son subparalelos y subdendríticos. El espesor reportado para las areniscas es de 760 m (Ulloa & Rodríguez, 1981). El Oso, Monserrate, Bendiciones, Visinaca, Lagunitas, Zambo. Formación Chipaque (Ksch) Corresponde a una sucesión sedimentaria de arcillolitas y limolitas que desarrollan una morfología suave hacia el eje del pliegue sinclinal. Ulloa & Rodríguez dan un espesor variable entre 350 y 500m. Lagunitas, Guafal, Monserrate, El Oso.
Grupo Palmichal (Ktp)
Con este nombre se denominan las Formaciones del Grupo Guadalupe y Barco, caracterizadas por macizos continuos que conforman un paisaje de montaña con pendientes altas, valles profundos en "V", procesos leves de erosión y deslizamientos

asociados a trazos de falla. El grupo está conformado por areniscas de grano fino a conglomeráticas con estratos delgados de arcillolitas. El drenaje observado es subparalelo y subdendrítico con control estructural. El Oso, Aguamaco, Zambo, Bendiciones, Visinaca.

Formación Cuervos (Kpc)

Conforma un paisaje montañoso denudado con pendientes moderadas a altas y varios fenómenos de remoción en masa asociados. El drenaje es en general subdendrítico con control estructural. La Formación está constituida por lutitas grises a negras y limolitas grises, con intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino y niveles de liditas. Visinaca, Zambo y Bendiciones Formación Mirador (Tem) Desarrolla pendientes fuertes y alineadas. Esta compuesta por conglomerados cuarzosos en matriz arenosa, areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, friables, arcillolitas y lutitas, con estratificación cruzada. Bendiciones, Zambo y Visinaca.

Formación Carbonera (Toc)

Presenta una topografía ondulada a escarpada con intensa erosión y fenómenos de remoción en masa. Se caracteriza por la interestratificación de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, con arcillolitas de color gris amarillento a verdoso y mantos de carbón. El Oso, Aguamaco, Bendiciones, Zambo y Visinaca.

4.4. GEOLOGÍA LOCAL

Las principales estructuras geológicas, descritas de manera ascendente desde el piedemonte son: la Falla de San Miguel, el Sinclinal de Zapatosa, la Falla de Guaicáramo (la principal estructura regional presente en todo el piedemonte llanero, en términos de actividad sísmica y zonificación de amenazas), los sinclinales del Porvenir y el Boquerón que señalan la continuidad de los esfuerzos de compresión sobre las rocas de la misma edad desde Tauramena hasta Aguazul y Yopal; el anticlinal de Monserrate y el Sinclinal de Recetor. Sucesivamente, se sigue presentando esta alternancia de pliegues anticlinales y sinclinales, interrumpidos solo por la falla de Chámeza a lo largo de un lineamiento en sentido casi E- W que aflora muy cerca de la cabecera municipal de Chámeza.

4.5. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

La exploración del subsuelo se define como la actividad dentro de la práctica de la ingeniería geotécnica, que busca establecer las características de disposición espacial y propiedades físicas de un medio geológico que tienen influencia en la respuesta de éste a las solicitaciones planteadas por un proyecto específico en sus diferentes instancias de desarrollo: diseño, construcción y operación. Para el cumplimiento de esta definición es posible la realización de diferentes actividades de exploración entre las que se cuentan los apiques y los sondeos, complementados con las labores de

correlación geomorfológica realizada a través de las visitas de campo.
Los objetivos específicos que comprende un programa de exploración del subsuelo son:

- Evaluar la viabilidad general del sitio propuesto para el proyecto.
- Fundamentar las bases de un diseño económico y adecuado.
- Describir de manera detallada los diferentes estratos geológicos que conforman la rasante del proyecto.

En atención a la proyección del tránsito de diseño que se espera circule por el corredor vial en estudio, se adoptó la metodología del Manual de Diseño de Pavimentos de asfaltó para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito del Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías, para el estudio de la capacidad de soporte de los suelos de subrasante.

Para caracterizar los suelos de subrasante del corredor vial se realizó un programa de perforaciones manuales a una profundidad máxima de 2.0 m, extrayendo muestras alteradas para determinación de granulometría y límites de consistencia

5.2. ENSAYOS DE CAMPO

Para el presente estudio se realizaron 9 apiques distribuidos en las vías, en el municipio de Tauramena, departamento de Casanare; esto con herramienta manual con el objetivo de recuperar muestras alteradas directamente de la excavación.

Lo anterior con el fin de determinar las características de los suelos. Se hicieron ensayos de límites de Atterberg, contenido de humedad, granulometría, también se tomaron muestras del suelo existente (sub-rasante), para realizar ensayos de clasificación y CBR.

Una vez realizada la identificación y descripción visual de las muestras, se seleccionaron muestras en bolsa representativas para efectuarles los siguientes ensayos, obteniendo así una caracterización y capacidad de soporte del suelo a lo largo del tramo vial en estudio.

- Humedad Natural - Norma I.N.V. E-.122.
- Límites de consistencia - Normas I.N.V. E-125 y E-126.
- Porcentaje que pasa el Tamiz No. 200 - Norma I.N.V. E-123.
- Granulometrías, de acuerdo con las normas I.N.V. E-122/E-123.
- CBR Muestra Inalterada - Norma I.N.V. E-169.

5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras fueron transportadas al laboratorio, en donde se les practico los análisis correspondientes (Gradaciones, Humedades, Limites de Atterberg, Clasificaciones y ensayo CBR); también se efectuaron pruebas de compactación para definir la densidad máxima y humedad optima de los suelos al ser sometidos a determinada energía de compactación.

De esta manera se logró obtener las capacidades de los suelos para poder aplicar sus parámetros en los cálculos y diseño de pavimento.

Se realizó visita de inspección preliminar al sitio estudiado con el objeto de determinar las características físicas, geológicas y geotécnicas generales del área.
En la tabla a continuación se presenta la localización de la exploración geotécnica efectuada para el diseño de la estructura de pavimento.

APIQUE	TRAMO	ABCISA
1	1	K+
2	1	K+250
3	1	K+500
4	1	K+750
5	1	K1+000
6	1	K1+250
7	1	K1+500
8	1	K1+750
9	1	K2+000

Tabla 1. Localización de apiques realizados para los tramos en estudio

5. CARACTERIZACION DE LA SUBRASANTE

Para la clasificación y caracterización de los materiales extraídos de las exploraciones hechas en la zona se ejecutaron una serie de ensayos de laboratorio.

La clasificación de los suelos se realizó con el sistema de clasificación AASHTO.

5.1. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Con los apiques realizados se identificaron varios perfiles de suelos de acuerdo a los materiales encontrados.

Una vez realizadas las exploraciones geotécnicas en la zona de estudio se encontró un perfil estratigráfico definido por capas de ARENA LIMOSA (A-2-6) y ARENA ARCILLOSA (A-2-7).

5.2. NIVEL FREÁTICO

No se detectó afloramientos de agua en ninguna de las perforaciones hasta la profundidad explorada (2.0 metros), entendiéndose con esto que, si hay presencia de nivel freático, está por debajo de este nivel.

5.3. RESUMEN RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

APIQUE	TRAMO	ABCISA	PROFUNDIDAD (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wnat (%)	CLASIFICACION AASTHO
1	1	K+	2	51	31	20,3	57,8	A-2-7
2	1	K+250	2	38	17	21,3	27,9	A-2-6
3	1	K+500	2	30	17	13,0	58,7	A-2-6
4	1	K+750	2	23	8	14,7	27,2	A-2-6
5	1	K1+000	2	69	30	38,7	27,5	A-2-7
6	1	K1+250	2	34	15	18,5	24,6	A-2-6
7	1	K1+500	2	21	9	12,5	27,7	A-2-6
8	1	K1+750	2	24	4	20,2	28,7	A-2-6
9	1	K2+000	2	22	9	13,1	33,8	A-2-6

Tabla 2. Resultado ensayos de granulometría y límites de Atterberg

5.4. CBR REPRESENTATIVO DE LA SUBRASANTE

Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo de subrasante o competencia mecánica de los materiales de fundación del pavimento, se tomaron por cada sondeo moldes de CBR inalterados, localizados directamente en los sitios de la obra y sobre la superficie de la sub-rasante, aclarando, que se realizaron sobre el terreno natural y no

sobre los rellenos.

Los CBR obtenidos que se deben tener en cuenta para el diseño del pavimento en los tramos viales en estudio para conocer la calidad de la subrasante, se muestran a continuación.

APIQUE	TRAMO	ABCISA	PROFUNDIDAD (m)	CBR (%)
1	1	K+	2	3,35%
2	1	K+250	2	3,72%
3	1	K+500	2	4,30%
4	1	K+750	2	3,15%
5	1	K1+000	2	4,01%
6	1	K1+250	2	3,29%
7	1	K1+500	2	3,87%
8	1	K1+750	2	3,78%
9	1	K2+000	2	3,44%
PROMEDIO				3,66%

Tabla 3. Valores de CBR

Para el tramo en estudio, a partir de los ensayos realizados en cada sondeo se calculará el valor del CBR de la subrasante.

Definidos los valores de CBR, se tomará un valor promedio para elegir un valor representativo de la capacidad de soporte de la unidad definitiva de diseño.

NO se detectó presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada.

Por último, cabe mencionar que una vez realizados los análisis geotécnicos se determinó que para de la vía en el municipio de Tauramena, departamento de Casanare, no se identificaron riesgos por movimientos en masa e inestabilidad de taludes, ni ningún otro riesgo geotécnico en general como deslizamientos, zonas de erosión o puntos críticos.

6. SISMICIDAD

La Norma Colombiana de construcciones sismo resistentes ubica a Tauramena en una zona de amenaza sísmica intermedia, los coeficientes sísmicos tienen las siguientes magnitudes:

- Aa = 0.20 (Coeficiente de aceleración pico efectiva).
- Av = 0.20 (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño).
- Ad = 0.04 (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño).
- Ae = 0.08 (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada).

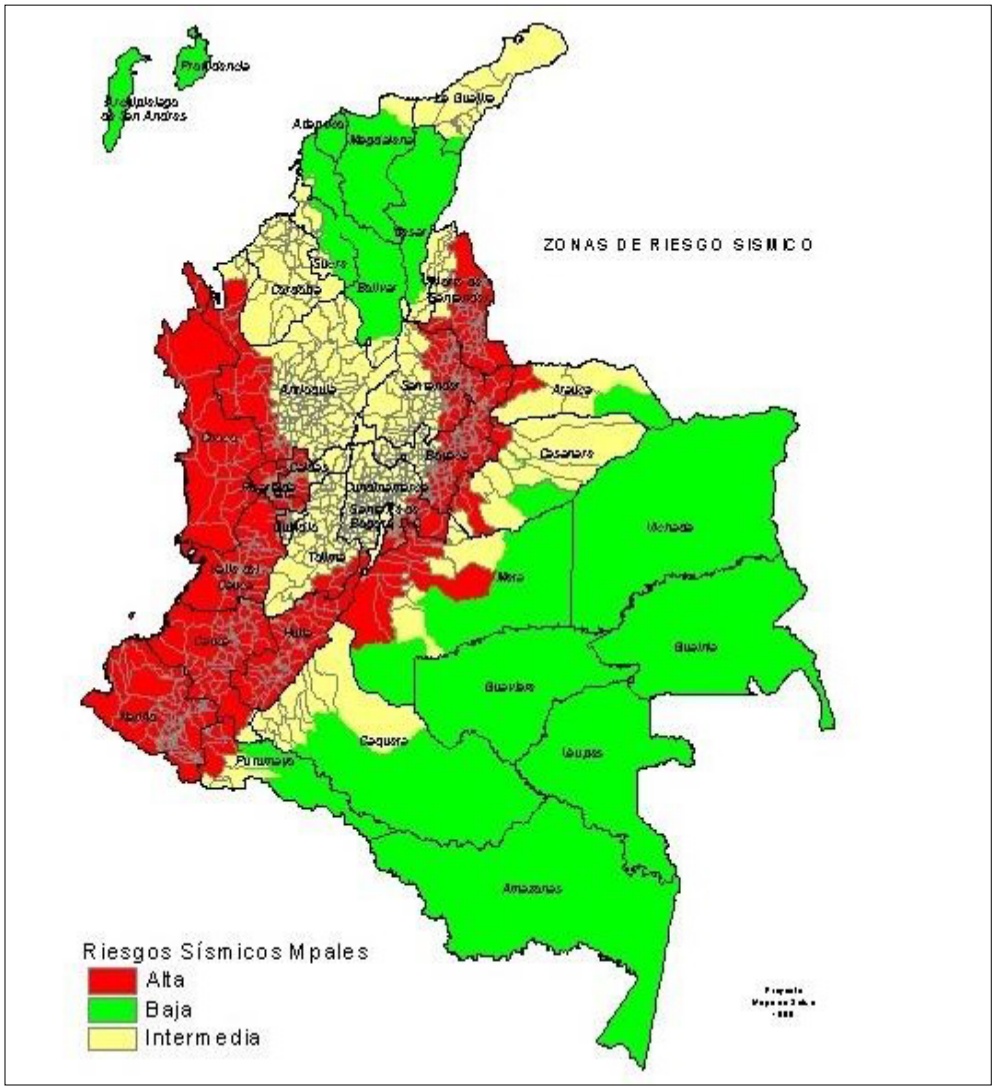


Ilustración 3. Zonas de riesgo sísmico en Colombia

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El análisis de las características geológicas y geotécnicas del sitio estudiado permitió determinar que no existen limitaciones o amenazas geotécnicas importantes que afecten la estabilidad del proyecto. Dado lo anterior la zona de ubicación del proyecto es viable para el mejoramiento de la vía con pavimento asfáltico.

- La vía en estudio no posee puntos críticos de orden geológico, por lo tanto, el proyecto es viable para el mejoramiento de la vía con pavimento asfáltico.

- Una vez realizados los análisis geotécnicos se determinó que, para la vía en el municipio de Tauramena, departamento de Casanare, no se identificaron riesgos por movimientos en masa e inestabilidad de taludes, ni ningún otro riesgo geotécnico en general como deslizamientos, zonas de erosión o puntos críticos.

- El perfil estratigráfico de los suelos encontrados está definido por capas de ARENA LIMOSA (A-2-6) y ARENA ARCILLOSA (A-2-7).

- No se detectó afloramientos de agua en ninguna de las perforaciones hasta la profundidad explorada (2.0 mts), entendiéndose con esto que, si hay presencia de nivel freático, está por debajo de este nivel.

- Es necesario realizar labores de mantenimiento rutinario y periódico, a fin de conservar los estándares de servicio y funcionamiento de la vía.

- Las características mecánicas como resistencia y deformabilidad de los suelos de subrasante en condiciones naturales se consideran aceptables y no representan ningún problema para las cargas proyectadas.

- Las propiedades de resistencia mecánica de la subrasante fueron valoradas por medio del ensayo CBR. Para el diseño de la estructura para la realización de los cálculos de la estructura de soporte, se considera un valor de CBR (california Bearing Ratio) de 3.66%.

- Las épocas de invierno no son recomendables para realizar las excavaciones y conformación de subrasante; se deberá garantizar que los suelos a este nivel no estén saturados; de encontrarse así se deberá profundizar en la excavación hasta lograr un suelo base de fundación adecuado. Se deberá disponer de un adecuado

drenaje vial que garantice que las aguas de escorrentía no lleguen hasta los suelos de fundación que puedan alterar sus propiedades de resistencia geomecánica.

- Como procedimiento constructivo y para garantizar el buen comportamiento del pavimento, antes de su colocación se deben construir todas las obras de drenaje necesarias.

- Una vez se inicien las excavaciones, se deben realizar los ajustes al diseño en aquellos sitios puntuales en los que sea necesario, para lo cual debe notificarse al diseñador para su aprobación. Se deben cumplir con las especificaciones técnicas de características y colocación de los materiales según lo establece el Instituto Nacional de Vías INVIAS.

- El nivel freático (N.F.), no se encontró durante las perforaciones, pero este tiene tendencia a ascender en épocas de lluvia fuertes, ya que este es controlado por el rio, las quebradas que conformaban las redes antiguas, fuentes aledañas al tramo de vía del proyecto y los frentes de humedad que descienden de la superficie. Por esta razón la profundidad a la que se encuentra el manto freático fluctúa con las épocas de sequía y lluvia. En el área y en particular en el tramo de vía del proyecto no se presentan condiciones de inundación.

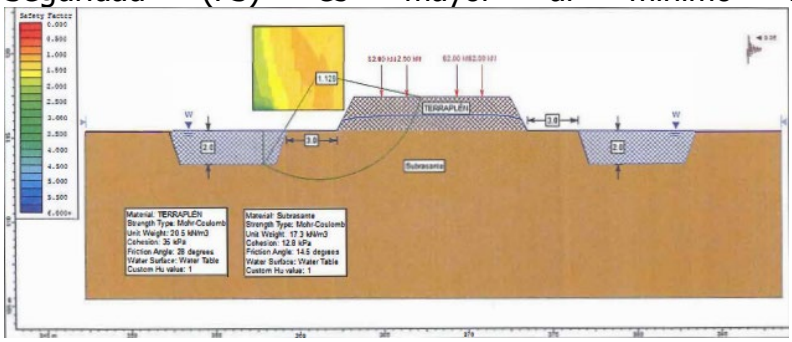
- Los suelos encontrados son de origen aluvial, estos últimos formados por los procesos de sedimentación del río que circunda el tramo a intervenir por el proyecto, fundamentalmente se encuentra un lleno antrópico de suelo arenoso arcilloso y arena limosa, con la parte limosa de resistencia seca de baja a media, con dilatación de lenta a rápida y con consistencia de mediana a firme, de oscuro, gris y café, con una bajada brusca en su resistencia en donde la consistencia era muy blanda. Los suelos finos tienen capacidad portante de mediana a firme y los suelos gruesos tienen una buena compacidad. Tal como se comprobó en las distintas medidas que se hicieron en campo como en laboratorio

- Es necesario construir obras que me permitan controlar de una manera eficiente las cantidades de agua superficiales que se transportaran por la superficie de la nueva estructura de pavimento a construir, esto permitirá garantizar la vida útil de la estructura de pavimento. Dentro de las obras a ejecutar se establece la construcción de alcantarillas en los tramos a pavimentar para mitigar problemas de inundación de la vía, Se describieron las curvas intensidad, duración y

frecuencia según el manual de drenaje de carreteras y la información suministrada por las estaciones hidrometeorológicas de la zona con el objetivo de determinar caudales de diseño para cualquier periodo de diseño y tiempo de duración a criterio del diseñador, todo esto se puede verificar en el informe hidráulico del proyecto.

- Condiciones del terraplén: Altura h=2.5m, pendiente del talud l :2, saturado con sismo y aplicación de cargas sobre la corona de la vía.

- El hecho de que la profundidad de excavación sea muy pequeña (2m), que se realice con taludes inclinados y a una distancia de la base del terraplén; garantiza que no se presente ningún tipo de problema de inestabilidad en la estructura de la vía ni en sus áreas perimetrales, tal como se muestra en el análisis de estabilidad realizado para la sección típica y en condiciones críticas de presencia de agua, ocurrencia de sismo y aplicación de cargas sobre la corona del terraplén para simular el tránsito de vehículos, cuyo Factor de Seguridad (FS) es mayor al mínimo requerido de 1,05.



- El análisis de estabilidad realizado para la sección típica recomendada para la franja de extracción de material de préstamo lateral arroja un Factor de seguridad de l, 128; indicando que la geometría recomendada es estable y no incide de manera desfavorable sobre la estabilidad de la estructura de la vía.

DAVID RICARDO DIAZ PRADA
INGENIERO CIVIL
68202-257151 STD