



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

OPCIÓN DE GRADO

Especialización Patología de la Construcción

Estudio patológico de la vía principal que comunica al municipio de Ipiales con el municipio de Cuaspud Carlosama en el departamento de Nariño.

Presentado por:

Martha Jimena Caicedo Imbacuan

Diego Ferney Cuastumal Erika

Asesor:

Ing. Osmar Albert Gamba Gómez

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización en Patología de la Construcción

2025



TABLA DE CONTENIDO

1.	HISTORIA CLÍNICA.....	4
2.	METODOLOGÍA.....	8
3.	ANÁLISIS DE DATOS	9
4.	DIAGNÓSTICO	10
5.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	12
6.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	13
7.	CRONOGRAMA.....	16
8.	PRESUPUESTO	16
9.	RESULTADOS.....	18
10.	BIBLIOGRAFÍA	19
11.	ANEXOS	20

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal realizar el estudio patológico de la vía que comunica al municipio de Cuaspud Carlosama con el municipio de Ipiales, en el departamento de Nariño. La investigación se centró en identificar, clasificar y analizar los deterioros presentes en la estructura del pavimento, evaluando su severidad y las posibles causas que los originan. Para ello, se aplicó una metodología basada en inspecciones visuales sistemáticas, registros fotográficos, levantamiento de información geométrica y ensayos de caracterización de materiales, incluyendo el análisis de asentamiento y capacidad portante. Se evaluaron aproximadamente 2 kilómetros de vía, donde se identificaron patologías como fisuración longitudinal y transversal (presente en el 90% del tramo), baches (40%) y pérdida de capa superficial (40%).

Los resultados evidenciaron que los factores predominantes en el deterioro son el envejecimiento del asfalto, las condiciones climáticas adversas y la falta de mantenimiento periódico. Se proponen estrategias de intervención correctiva y preventiva, priorizando sectores críticos que afectan la conectividad y seguridad de los usuarios. Como conclusión, se resalta la necesidad de implementar planes de rehabilitación estructural y programas de mantenimiento rutinario, que permitan prolongar la vida útil de la vía y optimizar los recursos disponibles.

Palabras clave: Patología, Vía, Deterioro, Cuaspud, Carlosama, Ipiales.

ABSTRACT

The main objective of this undergraduate thesis is to carry out a pathological study of the road connecting the municipality of Cuaspud Carlosama with the municipality of Ipiales, in the department of Nariño. The research focused on identifying, classifying, and analyzing the deteriorations present in the pavement structure, assessing their severity and the possible causes that originated them. A methodology based on systematic visual inspections, photographic records, geometric information surveying, and material characterization tests was applied, including settlement and load-bearing capacity analysis. Approximately 2 kilometers of road were evaluated, where pathologies such as longitudinal and transverse cracking (present in 90% of the segment), potholes (40%), and surface layer loss (40%) were identified.

The results showed that the predominant factors in the deterioration are asphalt aging, adverse climatic conditions, and the lack of periodic maintenance. Corrective and preventive intervention strategies are proposed, prioritizing critical sectors that affect connectivity and user safety. As a conclusion, the need to implement structural rehabilitation plans and routine maintenance programs is

highlighted, aiming to extend the road's service life and optimize the available resources.

Keywords: Pavement Pathology, Road, Deterioration, Cuaspud, Carlosama, Ipiales

1. HISTORIA CLÍNICA

La vía que comunica al municipio de Cuaspud Carlosama con el municipio de Ipiales fue construida por tramos; iniciando en el año 1997, en la administración del señor Omar Villarreal Montenegro, alcalde electo periodo 1995-1997.

En cuestión de mantenimiento se han realizado parcheos cada que la vía lo requiere, en cuanto a rehabilitaciones del pavimento hasta el momento no se ha realizado ninguna sin embargo en el año 2024 se formuló la consultoría "consultoría para la formulación de los estudios y diseños del proyecto mejoramiento en pavimento rígido de la vía Ipiales Carlosama en la jurisdicción del municipio de Cuaspud, departamento de Nariño" mediante el proceso MC-027-2024, (Agencia Nacional de Contratación Pública, 2024).

Las fichas de inspección levantadas se observan en el **Anexo 1**; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, sin embargo, a continuación, se detalla en general los aspectos destacados en la inspección:

Inspección general:

- La capa de rodadura presenta deterioro generalizado, con baches, fisuración extensa y pérdida de material granular debido a su vida útil superior a 20 años.
- Se observan fallas estructurales asociadas a deficiencias en el soporte de la capa de rodadura.
- Se evidencian problemas de drenaje superficial debido a la ausencia de obras de arte adecuadas, destacándose particularmente la falta de cunetas en ambos costados de la vía.
- Se observa que la vegetación adyacente ha comenzado a invadir la sección de la vía, ocasionando el estrechamiento de la calzada y daños progresivos en la capa de rodadura.
- En algunos tramos se presentan encharcamientos, evidenciando pendientes inadecuadas que dificultan el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía.

a) **FISURAS:**

- Agrietamiento longitudinal y transversal:

Figura 1

Fisura Longitudinal



Fuente: Propia

El tipo de fisura evidenciado en la **Figura 1** se origina principalmente por la fatiga del material de la capa de rodadura, consecuencia de la aplicación constante de cargas repetitivas generadas por el tránsito vehicular

- Fisuración por fatiga (piel de cocodrilo).

Figura 2

Fisura Por Fatiga (Piel de cocodrilo)



Fuente: Propia.

La fisuración observada, conocida como fisuración por fatiga o en piel de cocodrilo, se origina por la insuficiencia estructural de la base o subbase frente a cargas repetitivas. El envejecimiento de la mezcla asfáltica, que reduce su flexibilidad, y factores como humedad, mala compactación o espesores inadecuados, aceleran la aparición y propagación de este tipo de daño

b) BACHES

Figura 3

Baches



Fuente: Propia.

Los baches son huecos de distintos tamaños que se originan por la evolución de fisuras no tratadas y deficiencias en el drenaje superficial, lo que provoca la erosión de la base y la pérdida de material grueso y fino. Esta patología representa un riesgo significativo para la movilidad vehicular y se presenta en aproximadamente el 40 % del tramo evaluado

c) DESGASTE SUPERFICIAL:

Figura 4

Desgaste Superficial



Fuente: Propia.

En la **Figura 4** se evidencia la pérdida de la microtextura de la carpeta asfáltica, condición que incrementa el riesgo de derrapes en superficies húmedas. Este deterioro es consecuencia del desgaste por abrasión generado por el contacto continuo entre las llantas y la capa de rodadura, agravado por la presencia de partículas de arena y polvo que actúan como agentes abrasivos, favoreciendo la erosión progresiva de la carpeta.

d) PARCHEO:

Figura 5

Parcheo



Fuente: Propia.

En el tramo objeto de estudio se evidencia la colocación de parches en adoquín, una intervención no compatible ni técnicamente adecuada, dado que no

corresponde al sistema constructivo original de la vía. Esta incompatibilidad se manifiesta en los desniveles existentes entre la carpeta asfáltica y los parches de adoquín, así como en la aparición de fisuración perimetral en la zona de transición, provocada por los movimientos diferenciales entre ambos materiales.

2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para la evaluación integral del estado de la vía se estructura en cinco etapas secuenciales que permiten un diagnóstico técnico completo. Se aborda una inspección visual inicial, una evaluación geométrica, una caracterización de materiales, un diagnóstico estructural y finalmente, se lleva a cabo un análisis de vulnerabilidad.

Tabla 1

Paso a paso de la metodología a utilizar

Etapa	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Inspección visual diagnóstica	Recorrido de los 2 km de vía para identificar y registrar patologías superficiales como fisuración, baches y pérdida de capa superficial	-Formatos de inspección -Cámaras fotográficas -GPS para georreferenciación	-Fichas técnicas de inspección (ver Anexo 1) -Levantamiento con georreferenciación de patologías (ver Anexo 2)
Levantamiento de información geométrica	Medición de las características geométricas de la vía (ancho de calzada, pendientes, radios de curvatura, etc.)	-Estación total -Cintas métricas -Nivel topográfico.	Levantamiento geométrico detallado de la vía
Caracterización de materiales	Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales del pavimento y de la subrasante.	-Ensayo CBR (California Bearing Ratio): Secar y compactar en el molde, aplicar carga con la prensa, medir	-Perfil de capacidad Portante -clasificación de suelos según normas INVIAS.

		Resistencia. -Granulometría por tamizado: secar en horno, pesar, tamizar y seleccionar. -Límites de consistencia (Limite liquido/plástico)	
Diagnóstico estructural	Evaluación de respuesta ante cargas	-Extracción de núcleos para análisis de capas.	-Espesores reales de capas asfálticas
Análisis de vulnerabilidad	Determinación de riesgos por sismicidad y drenaje deficiente.	-Software de modelación sísmica -Pruebas de permeabilidad in situ	- Matriz de vulnerabilidad cualitativa (ver Tabla 6) -Identificación de tramos con riesgo de licuación.

Anexo A

3. ANÁLISIS DE DATOS

A continuación, en la **Tabla 2**, se presenta el análisis de los datos recolectados en campo y laboratorio con el fin de evaluar el estado actual del pavimento. Se realizó teniendo en cuenta métodos de inspección visual, ensayos normalizados (según normas INV) y registros fotográficos, cuyos resultados permitieron caracterizar el entorno climático, identificar patologías del pavimento y determinar la calidad del suelo de soporte.

Tabla 2

Análisis de datos y resultados de la información recolectada.

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Condiciones ambientales	-Precipitación media anual del sector: 1026 mm -Humedad promedio mensual: 75%	-Datos IDEAM -Humedad natural (norma INV-E-122) -Registro fotográfico de áreas con signos de humedad y empozamientos.	-Clima frío y húmedo con lluvias frecuentes. - Grafico de Humedad Vs Fisuras (ver

			Anexo 3)
Estado general del paciente	-Fisuración longitudinal y transversal (90%) -Baches (40%) -Pérdida de capa superficial (40%)	-Inspección visual (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, INVIAS, 2006) -Registro fotográfico -Georreferenciación	-Mapa georreferenciado con patologías (ver Anexo 2) -Análisis de Tránsito vehicular (ver Anexo 4)
Propiedades de los materiales	-CBR: 6,2%-7,9% -Limite liquido (LL): 31,42% -Limite plástico (LP): 28,75% -Humedad natural: 31,46% -Espesor carpeta asfáltica: 7 cm	-Ensayo CBR (INV-E-148) -Granulometría (INV-E-123) -Límites de atterberg (INV-E-126) (INV-E-125) -Extracción núcleos (INV-E-758-13)	-Reducción del CBR sumergido indica alta sensibilidad a la humedad. -Suelo de arena limosa -Estabilidad baja en estado húmedo -Capa rodadura ideal para tránsito liviano
Vulnerabilidad sísmica	-Aceleración horizontal (Aa=0,25g) -Velocidad horizontal (Av=0,25g)	-Análisis dinámico (NSR-10, título A)	- índice de vulnerabilidad muy alto: 0,79

4. DIAGNÓSTICO

A continuación, se presenta el diagnóstico técnico de los hallazgos patológicos identificados durante el estudio del tramo vial, integrando aspectos estructurales, ambientales y de riesgo sísmico. Este diagnóstico constituye la base para priorizar intervenciones correctivas, optimizar el desempeño funcional de la vía y mitigar riesgos asociados a las condiciones del terreno y la amenaza sísmica de la región.

Tabla 3

Diagnóstico y recomendaciones de los hallazgos patológicos identificados.

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Estado general del paciente	Deterioro superficial y estructural del pavimento	-Fisuras longitudinales y transversales en un 90% de la vía (3mm-1 cm) -Baches en el 40% de la vía (profundidad 3-7cm) -Pérdida de capa superficial en un 40%	-Sellado de fisuras con masillas o material flexible. (invías Artículo 466 – 13) -Reposición de la capa superficial en tramos donde lo requiera.
Condiciones Ambientales	precipitaciones frecuentes, más humedad con exposición del pavimento al agua, y como impacta en la vía.	-Precipitación media anual del sector: 1026mm -Humedad promedio mensual: 75% -altitud: 3050 msnm -clima: frío-húmedo 7°-15° °C. - Grafico de Humedad vs Ffisuras (ver Anexo 3)	-Construcción de cunetas y alcantarillas. -Limpieza periódica de desagües para prevenir obstrucciones. -Construcción de filtros longitudinales. -Aplicación de lechadas asfálticas que mejoren y renueven la textura.
Patologías Estructurales	Evaluación del avanzado deterioro superficial y estructural.	-CBR: 6,2%-7,9% -Limite liquido (LL): 31,42% - fisuración piel de cocodrilo. -bacheo con material incompatible. -bajo espesor de carpeta asfáltica.	- Aplicar un sello asfáltico superficial tipo lechada. -Realizar un recapeo en las zonas donde se evidencia la afectación. -Realizar reparaciones con material compatible con la estructura actual.
Vulnerabilidad sísmica.	Análisis del riesgo sísmico según las	-Aceleración horizontal	-Estabilización del suelo para aumentar

	condiciones de la región.	(Aa=0,25g) -Aceleración vertical Av=0,25g) -suelos no cohesivos susceptibles a licuefacción. -elevada humedad natural generando inestabilidad.	la resistencia y disminuir la licuefacción. -Refuerzo con geo sintéticos. -Aumentar el espesor de la carpeta asfáltica para mejorar comportamiento estructural. Reforzamiento de taludes en zonas propensas a deslizamientos.
--	---------------------------	--	--

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

A partir del diagnóstico realizado al pavimento, se estableció una propuesta de intervención orientada a corregir las patologías identificadas y mejorar el desempeño estructural y funcional de la vía. Las acciones sugeridas consideran el tipo y severidad de los daños presentes, e incluyen tratamientos localizados diseñados específicamente para abordar las causas del deterioro y garantizar la durabilidad del tramo intervenido.

Tabla 4

Propuesta de Intervención para el paciente vial.

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Fisuras en carpeta asfáltica.	Se debe realizar el retiro controlado del área afectada para posteriormente reemplazarla con mezcla asfáltica en caliente compatible con la carpeta asfáltica existente.	Restaurar la funcionalidad y estructural del tramo afectado por fisuración.
Perdida de textura o tramos con desgaste	Se recomienda la Aplicación de una lechada asfáltica en los tramos donde la perdida de agregados es visible y supera más del 70% de perdida de material fino.	Mejorar la textura y adherencia de la carpeta asfáltica al igual que su homogeneidad.
Fisuración por fatiga	Se retira el área afectada a finde	Detener la

	evitar la propagación de las fisuras, se reemplaza la base granular si es necesario, y se realiza la reposición de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente.	propagación de las fisuras a lo largo y ancho del pavimento y recuperar la estética y funcionalidad de la capa de rodadura.
Zonas parchadas con materiales incompatibles (adoquín).	Demolición y retiro de los adoquines utilizados en el reparcho, homogenizar el área a intervenir, realizar la reposición con mezcla asfáltica en caliente compatible con la existente y compactar.	Corregir las zonas mal reparadas a fin de detener las fallas inducidas y restablecer la homogeneidad de la capa de rodadura.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

A continuación, se presenta el análisis de vulnerabilidad sísmica, con base en esta información, se desarrolló una matriz de vulnerabilidad cualitativa que clasifica los principales tipos de patologías identificadas según su nivel de riesgo ante un evento sísmico, permitiendo establecer prioridades en la intervención y mantenimiento de la vía.

Tabla 5

Propuesta de Intervención para el paciente vial.

Ubicación	El tramo vial objeto de estudio se ubica en el municipio de Cuaspud-Carlosama (Nariño). Zona andina con alta sismicidad, debido a su cercanía con volcanes (Cumbal, Chiles). Presenta las siguientes coordenadas: Inicio (553457 N, 1059631 E) – Fin (552992 N, 1058250 E).
descripción geológica	se caracterizada por la presencia de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Derivados de procesos aluviales y depósitos de cenizas volcánicas, suelos con texturas medias a gruesas, bien drenados, pobres en materia orgánica. Topografía muy quebrada (nudo de los Pastos) (Monografías.com, s.f.).
Histórico de sismos	Uno de los eventos más notables ocurrió el 14 de diciembre de 1923, con una magnitud estimada de 6.2 Mw. (Servicio Geológico Colombiano, 2019) En el 2024 se presentaron 48 sismos con magnitudes de hasta 4.8 (VolcanoDiscovery, s.f.).
vecinos colindantes	Limita con municipios en Nariño (Aldana, Cumbal, Ipiales,

	Guachucal) y con la República del Ecuador.
sistema constructivo	Pavimento asfáltico con capas granulares (subrasante, subbase, base) y carpeta asfáltica. Pavimento sin mantenimiento periódico adecuado.
Materiales	- Subrasante: Suelo natural - Subbase/base granular: Material granular (grava) - Carpeta asfáltica (mezcla asfáltica): Compuesta por agregados pétreos y ligante asfáltico. Asfalto endurecido por envejecimiento y pérdida de agregados.
Cimentación	-Capas de subrasante compactada -Presenta deficiencias en el drenaje
sistema estructural	Pavimento flexible asfáltico, con carpeta asfáltica, base granular, y subrasante. -Presenta fisuración en el 90% del tramo, baches en el 40% y pérdida de la capa superficial en un 40%.

Según la norma sismo resistente, el municipio de Cuaspud Carlosama pertenece a una zona de amenaza sísmica alta, con los siguientes valores:

Aceleración horizontal (Aa): 0.25g

Velocidad horizontal (Av): 0.25g

Aceleración Efectiva (Ae): 0.14g

Aceleración de diseño (Ad): 0.08g

Estos valores corresponden a aceleraciones que deben ser utilizadas al momento del diseño y construcción de edificaciones en el municipio.

Para el análisis de la vulnerabilidad sísmica se realiza una evaluación cualitativa mediante matriz de vulnerabilidad sísmica, clasificando variables críticas en rangos de baja, media y alta vulnerabilidad. Se evaluarán 6 variables fundamentales como se muestra en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Matriz de vulnerabilidad cualitativa

Patología	Riesgo ante sismo	Justificación técnica	Prioridad de intervención (costo-beneficio)	Plazo sugerido
-----------	-------------------	-----------------------	---	----------------

Fisuración longitudinal/transversal	Alta	Se convierten en zonas de inicio de fallas por corte ante movimientos sísmicos laterales.	Alta – Reparación localizada efectiva	Corto-Mediano plazo (6–12 meses)
Fisuración en piel de cocodrilo	Muy Alta	Representa un colapso parcial del sistema portante del pavimento, que amplifica fallas.	Muy Alta – Requiere reconstrucción localizada	Corto plazo (0–6 meses)
Baches	Alta	Aumentan los esfuerzos concentrados en sus bordes; pueden generar colapso local inmediato.	Alta – Reparación rápida y efectiva	Corto plazo (0–6 meses)
Desgaste superficial	Media	Reduce adherencia y seguridad post-sismo, pero no compromete directamente la estructura.	Baja – No estructural, pero recomendable	Largo plazo (>12 meses)
Parcheo inadecuado (adoquines)	Muy Alta	Provocan esfuerzos diferenciales entre materiales, generando fisuración perimetral bajo carga sísmica.	Alta – Bajo costo, alto impacto estructural	Corto plazo (0–6 meses)
Invasión de vegetación	Media-Alta	Dificulta evacuación de agua y debilita bordes del pavimento ante vibración y deslizamientos.	Media – Manejo sencillo pero continuo	Mediano plazo (6–12 meses)
Problemas de drenaje (encharcamientos)	Alta	La saturación de subrasante reduce drásticamente su capacidad portante durante un sismo.	Alta – Afecta múltiples fallas	Mediano plazo (6–12 meses)

Se evaluará asignando un puntaje por severidad sísmica (Baja = 1, Media = 2, Alta = 3, Muy Alta = 4)

Tabla 7

Asignación de puntaje evaluación de vulnerabilidad sísmica cualitativa.

Patología	Puntaje
Fisuración longitudinal/transversal	3
Fisuración en piel de cocodrilo	4
Baches	3
Desgaste superficial	2
Parcheo inadecuado	4
Invasión de vegetación	3
Problemas de drenaje	3
Total	22

$22/28 \rightarrow 0.79 = 79\%$ (Muy alta vulnerabilidad)

Después de realizar el análisis cualitativo de la matriz se puede decir que:

- Las fisuras por fatiga, baches y parcheos no compatibles actúan como concentradores de esfuerzos durante un sismo, comprometiendo severamente la integridad de la vía.
- Las zonas con deficiente drenaje y saturación del suelo amplifican el riesgo de licuefacción parcial o asentamientos diferenciales, agravando la falla estructural.
- El índice de vulnerabilidad sísmica vinculado a las patologías actuales es de 0.79, lo que representa una vulnerabilidad estructural muy alta.

7. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma propuesto para la ejecución del estudio patológico del tramo vial, el cual contempla las diferentes etapas necesarias. Esta planificación temporal asegura una ejecución eficiente, garantizando la cobertura completa del área de estudio y el análisis detallado de las patologías identificadas.

Se adjunta el cronograma correspondiente como parte integral del presente documento. (ver **Anexo 5**)

8. PRESUPUESTO

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la ejecución del estudio patológico del tramo vial. Contempla costos asociados a cada una de las fases del estudio, incluyendo el levantamiento de información en campo, ensayos de laboratorio, análisis técnico de datos y elaboración del informe final.

Tabla 8

Presupuesto general del estudio patológico

PRESUPUESTO GENERAL					
Ítem	Descripción	Cantidad	unidad	Costo Unitario	Subtotal
Transporte terrestre	Alquiler de vehículo 4x4 para desplazamientos en la zona de estudio	3	día	\$350.000	\$ 1.050.000
Combustible	Gasolina para recorridos de inspección y toma de muestras	18	Galón	\$ 14.000	\$ 252.000
Equipo de topografía	Alquiler de estación total y GPS para levantamiento geométrico	2	día	\$ 200.000	\$ 400.000
Ensayo de humedad natural	Determinación de contenido de humedad en muestras de suelo	5	muestra	\$ 11.200	\$ 56.000
Límites de consistencia	Determinación de límites líquido y plástico	5	muestra	\$40.000	\$ 200.000

Granulometría por tamizado	Análisis de distribución de tamaños de partículas en suelos	5	muestra	\$72.000	\$ 360.000
CBR (California Bearing Ratio)	Ensayo para determinar la capacidad de soporte del suelo	5	muestra	\$ 150.000	\$ 750.000
Análisis de laboratorio de asfaltos	Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas	3	muestra	\$250.000	\$ 750.000
Software de análisis y modelación	Licencias temporales de software especializado en análisis de pavimentos	1	licencia	\$1.000.000	\$ 1.000.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$4.818.000
AUI (30%)	Administrativos Utilidad Imprevistos	-		-	\$1.445.400
TOTAL					\$ 6.263.400

9. RESULTADOS

El estudio patológico realizado al tramo de vía que comunica los municipios de Cuaspud Carlosama e Ipiales evidenció un deterioro avanzado tanto a nivel superficial como estructural, producto de una vida útil superior a los 20 años sin procesos de rehabilitación integral. La inspección visual identificó un nivel crítico de fisuración longitudinal y transversal en aproximadamente el 90 % del tramo, fisuración por fatiga tipo "piel de cocodrilo", presencia de baches en el 40 %, desgaste superficial severo y parcheos inadecuados con materiales incompatibles como adoquín, los cuales generan discontinuidades estructurales.

Las evaluaciones de laboratorio mostraron bajos valores de CBR (6,2–7,9 %), indicando una subrasante de baja capacidad portante, altamente sensible a la humedad. La carpeta asfáltica tiene un espesor promedio de 7 cm, adecuado solo

para tránsito liviano. La humedad natural (31,46 %) y los límites de consistencia obtenidos sugieren un suelo tipo arena limosa, con baja estabilidad en estado húmedo.

En cuanto a condiciones climáticas, se determinó que el sector posee un clima frío y húmedo, con una precipitación media anual de 1026 mm, lo que agrava los efectos de deterioro por deficiencias en el sistema de drenaje superficial, como la ausencia de cunetas y pendientes mal diseñadas, generando encharcamientos y daños progresivos en la estructura vial.

El análisis de vulnerabilidad sísmica, basado en parámetros de amenaza establecidos por la NSR-10 ($A_a = 0.25g$, $A_v = 0.25g$, $A_e = 0.14g$, $A_d = 0.08g$). Mostró un índice de vulnerabilidad de 0.79, lo que corresponde a una vulnerabilidad muy alta. Las principales patologías (fisuras, baches, parcheos inadecuados, falta de drenaje y vegetación invasora) actúan como factores de amplificación del daño en caso de un sismo, generando zonas de concentración de esfuerzos y debilitamiento de la estructura portante del pavimento.

En conjunto, los resultados indican que la vía se encuentra en un estado de alto riesgo estructural y funcional, requiriendo intervenciones inmediatas y técnicamente adecuadas para mitigar el deterioro progresivo, mejorar la seguridad vial y reducir su vulnerabilidad ante eventos sísmicos.

Finalmente se plantea como resultado técnico y como alternativa en comparación del factor costo-beneficio la demolición total del pavimento actual y la construcción de una nueva estructura que cumpla con los estándares actualizados por el INVIAS; Lo que permitirá reducir los costos de mantenimiento periódico y garantizar la calidad tanto de la capa de soporte como la de rodadura.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Monografias.com. (s.f.). *Municipio de Cuaspud Carlosama*.
<https://www.monografias.com/trabajos106/municipio-cuaspud-carlosama/municipio-cuaspud-carlosama3>
- VolcanoDiscovery. (s.f.). *Estadísticas sísmicas: Cuaspud, Nariño, Colombia*.
<https://www.volcanodiscovery.com/es/sismos/colombia/narino/cuaspud/stats.html>
- Servicio Geológico Colombiano. (2019). *Sismo del 14 de diciembre de 1923 en Cumbal (Nariño)* [Infografía].
<https://srvags.sgc.gov.co/PortalWeb/Infografias-sismos-historicos/8-Infografia-sismo-1923-12-14-1923-Cumbal.pdf>

- Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 – Título A: Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2022-07/nsr-10-titulo-a.pdf>
- Instituto Nacional de Vías. (2012). *Manual de normas de ensayo de materiales para carreteras: Sección 100 – Suelos*.
https://caminoscomunitarios.invias.gov.co/docs/caja-herramientas/anexos-modulo-tecnico/normas-ensayo/normas_ensayo_100.pdf
- Instituto Nacional de Vías. (2012). *Manual de normas de ensayo de materiales para carreteras: Secciones 700 y 800 – Materiales y mezclas asfálticas y prospección de pavimentos (segunda parte)*.
https://inteinsapavimentos.com.co/wp-content/uploads/2020/07/SECCIONES-700-Y-800-segunda-partemod_2013-NOV-15.pdf
- Agencia Nacional de Contratación Pública. (2024). *Proceso contractual No. 24-13-14079455*. SECOP II.
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=24-13-14079455>
- Instituto Nacional de Vías. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles* (Vol. 1). Ministerio de Transporte, República de Colombia. Convenio Interadministrativo 0587-03.
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles>
- Instituto Nacional de Vías. (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022* (Resolución No. 4561 del 29 de noviembre de 2022). Ministerio de Transporte, República de Colombia. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/normas-tecnicas-y-manuales-de-especificaciones/2736-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-2022>

11. ANEXOS

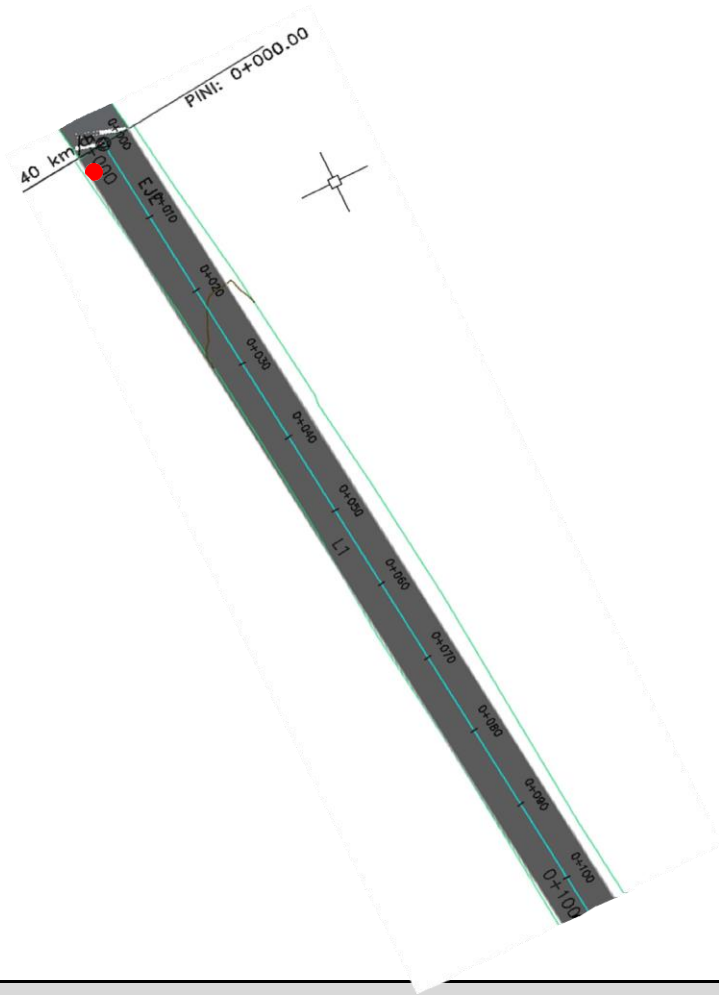
Anexo 1. FICHAS DE INSPECCIÓN

FICHAS TÉCNICAS DE REGISTRO DE VALORACIÓN PATOLÓGICA DE LA VÍA PRINCIPAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE IPIALES CON EL MUNICIPIO DE CUASPUD CARLOSAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

FECHA: 11/03/2025
 VERSION: V1
 FICHA No: Anexo 1.1

FICHA DE CALIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO PARTICULAR DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS

1. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL GRUPO PATOLOGICO



2. GENERALIDADES

CONDICIONES AMBIENTALES		GRADO DE AFECTACIÓN		APLICACIÓN PATOLÓGICA	
TEMPERATURA	18° / 7°	LEVE		PEDIATRICA	
HUMEDAD	66%	MODERADO		GERIATRICA	X
CLIMA	FRIO-LLUVIOSO	SEVERO		FORENSE	
PLUVIOSIDAD	106 mm	GRAVE	X	PREVENTIVA	
GRUPO PATOLÓGICO				FISURACIÓN LONGITUDINAL	
CLASIFICACION DE LA CAUSA		CAUSA		PREDIAGNOSTICO	
Mecánica		MOVIMIENTO DE LA CAPA DE SOPORTE TRANSITO REPETITIVO EN ZONAS DEBILITADAS		Se evidencian fisuras las cuales se originan principalmente por la fatiga del asfalto, el cual es provocado por la constante aplicación de carga repetitiva en zonas donde la capa de rodadura se encuentra débil y se evidencia perdida del ligante.	
INDIRECTA		LESION			
		AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL			

FOTO 1



FOTO 2



3. ELABORÓ

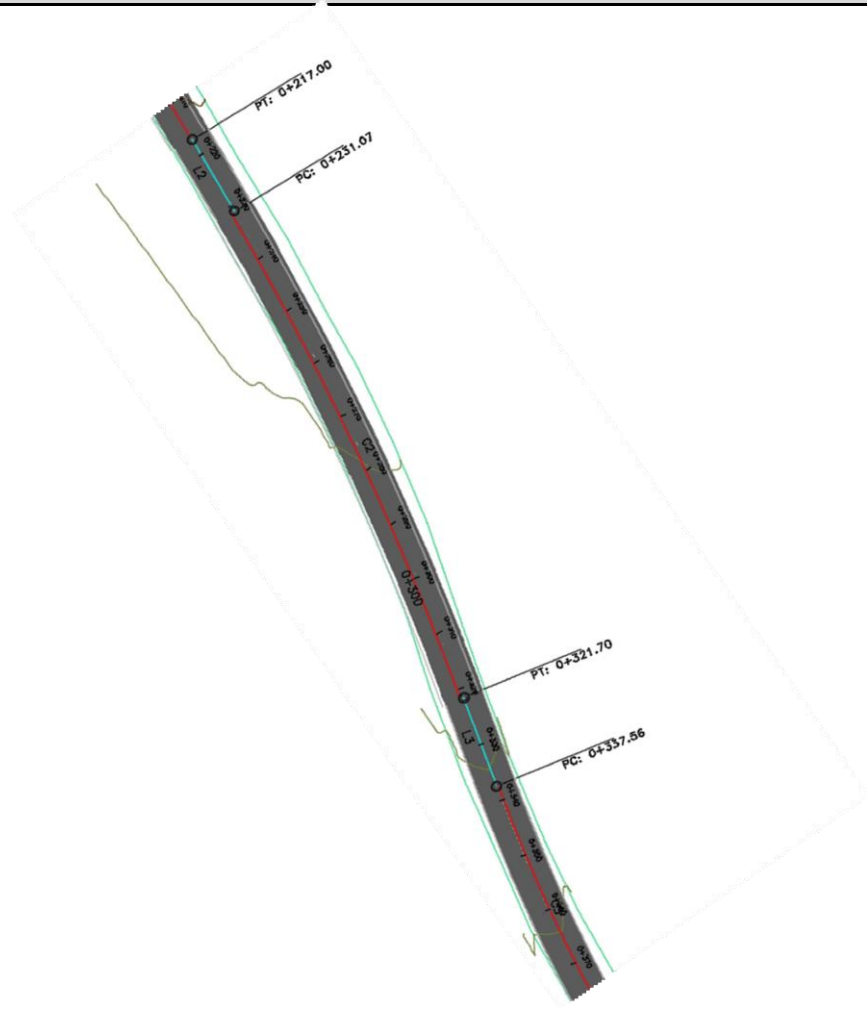
JIMENA CAICEDO-INGENIERA CIVIL
 DIEGO CUASTUMAL-INGENIERO CIVIL

FICHAS TÉCNICAS DE REGISTRO DE VALORACIÓN PATOLÓGICA DE LA VÍA PRINCIPAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE IPIALES CON EL MUNICIPIO DE CUASPUÉ CARLOSAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

FECHA:	11/03/2025
VERSIÓN:	V1
FICHA No:	Anexo 1.2

FICHA DE CALIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO PARTICULAR DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

1. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL GRUPO PATOLÓGICO



2. GENERALIDADES

CONDICIONES AMBIENTALES		GRADO DE AFECTACIÓN		APLICACIÓN PATOLÓGICA	
TEMPERATURA	14° / 4°	LEVE		PEIÁTRICA	
HUMEDAD	66%	MODERADO		GERIÁTRICA	X
CLIMA	FRIO-LLUVIOSO	SEVERO		FORENSE	
PLUVIOSIDAD	106 mm	GRAVE	X	PREVENTIVA	
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	2005			CURATIVA	
EDAD DE LA VÍA	15 AÑOS			ABSCISA	
				K0+217 - K0+339.56	
GRUPO PATOLÓGICO			FISURACIÓN POR FATIGA		
CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	CAUSA		PREDIAGNOSTICO		
Mecánica	ENVEJECIMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA. TRANSITO REPETITIVO DE TRAFICO PESADO.		Entre el K0+217 y el K0+350 aproximadamente se evidencia agrietamiento en forma de malla causada principalmente por la fatiga del material debido a diferentes factores en especial el envejecimiento y el elevado tránsito de vehículos de carga, al tratarse de una vía fronteriza.		
INDIRECTA	LESIÓN				
	FISURACIÓN POR FATIGA (PIEL DE COCODRILO)				

FOTO 1



FOTO 2



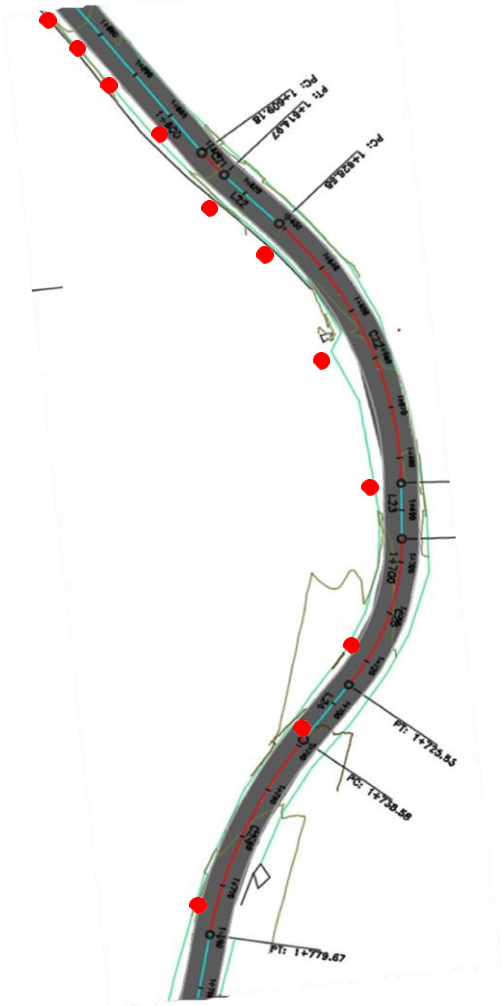


3. ELABORÓ

JIMENA CAICEDO-INGENIERA CIVIL
DIEGO CUASTUMAL-INGENIERO CIVIL

FICHAS TÉCNICAS DE REGISTRO DE VALORACIÓN PATOLÓGICA DE LA VÍA PRINCIPAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE IPIALES CON EL MUNICIPIO DE CUASPUD CARLOSAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

FECHA: 11/03/2025
VERSION: V1
FICHA No: Anexo 1.3

FICHA DE CALIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO PARTICULAR DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

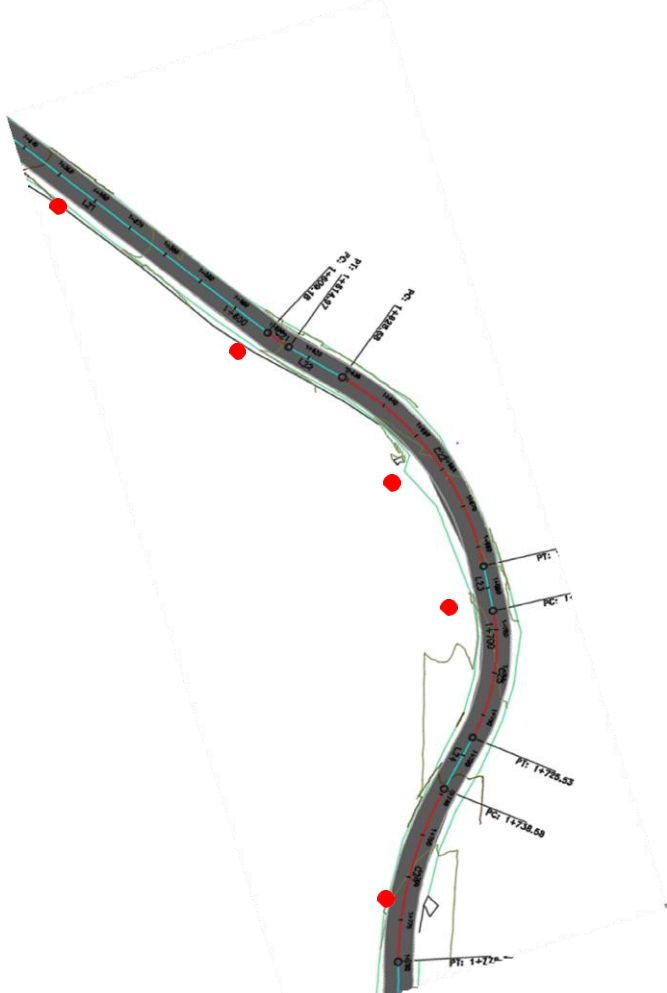
1. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL GRUPO PATOLÓGICO	2. GENERALIDADES		APLICACIÓN PATOLÓGICA			
	CONDICIONES AMBIENTALES		PEDIÁTRICA			
	TEMPERATURA	14° / 4°	GERIÁTRICA		X	
	HUMEDAD	66%	FORENSE			
	CLIMA	FRIO-LLUVIOSO	PREVENTIVA			
	PLUVIOSIDAD	106 mm	CURATIVA			
	FECHA DE CONSTRUCCIÓN		2005		ABSCISA	
	EDAD DE LA VÍA		15 AÑOS		K0+217 - K0+770.56	
	GRUPO PATOLÓGICO			BACHES		
	CLASIFICACION DE LA CAUSA		CAUSA		PREDIAGNOSTICO	
	Mecánica INDIRECTA		SU CAUSA PRINCIPAL ES LA EVOLUCIÓN DE OTRAS PATOLOGÍAS COMO LA FISURACIÓN Y EL AHUELLAMIENTO LAS CUALES NO SON TRATADAS A TIEMPO		En el tramo objeto de inspección se puede observar gran cantidad de baches de diferentes tamaños, alguno con una profundidad riesgosa para el tránsito vehicular y peatones, estos baches se han originado por el mal drenaje de la vía en gran parte ya que los estancamientos han provocado pérdida de material grueso y fino al igual que la desestabilización de la capa de soporte.	
		LESIÓN BACHES O HUECOS				
FOTO 1						
						
FOTO 2						
						
3. ELABORÓ						
<p>JIMENA CAICEDO-INGENIERA CIVIL DIEGO CUASTUMAL-INGENIERO CIVIL</p>						

FICHAS TÉCNICAS DE REGISTRO DE VALORACIÓN PATOLÓGICA DE LA VÍA PRINCIPAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE IPIALES CON EL MUNICIPIO DE CUASPUÉ CARLOSAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

FECHA: 11/03/2025
VERSION: VI
FICHA No: Anexo 1.4

FICHA DE CALIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO PARTICULAR DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

1. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL GRUPO PATOLÓGICO



2. GENERALIDADES

CONDICIONES AMBIENTALES		GRADO DE AFECTACIÓN		APLICACIÓN PATOLÓGICA	
TEMPERATURA	14° / 4°	LEVE		PEDIÁTRICA	
HUMEDAD	66%	MODERADO		GERIÁTRICA	X
CLIMA	FRIO-LLUVIOSO	SEVERO		FORENSE	X
PLUVIOSIDAD	106 mm	GRAVE	X	PREVENTIVA	
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	2005			CURATIVA	
EDAD DE LA VÍA	15 AÑOS			ABSCISA	
				K0+217 - K0+550.56	
				DESGASTE SUPERFICIAL	
CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA		GRUPO PATOLÓGICO		CAUSA	PREDIAGNOSTICO
Mecánica				EL TRANSITO VEHICULAR DE CARGA PESADA Y EL ENVEJECIMIENTO DEL ASFALTO HAN PROVOCADO EL AUMENTO DE ESTA CONDICIÓN.	La pérdida de la textura original de la carpeta asfáltica ha ido aumentando con el tiempo lo que ha ocasionado pérdida del material granular y de adherencia de estos, se evidencia que el tránsito de vehículos de carga es repetitivo y no hay un control de peso que mitigue esta patología.
INDIRECTA				LESIÓN	
				DESGASTE SUPERFICIAL	

FOTO 1



FOTO 2



3. ELABORÓ

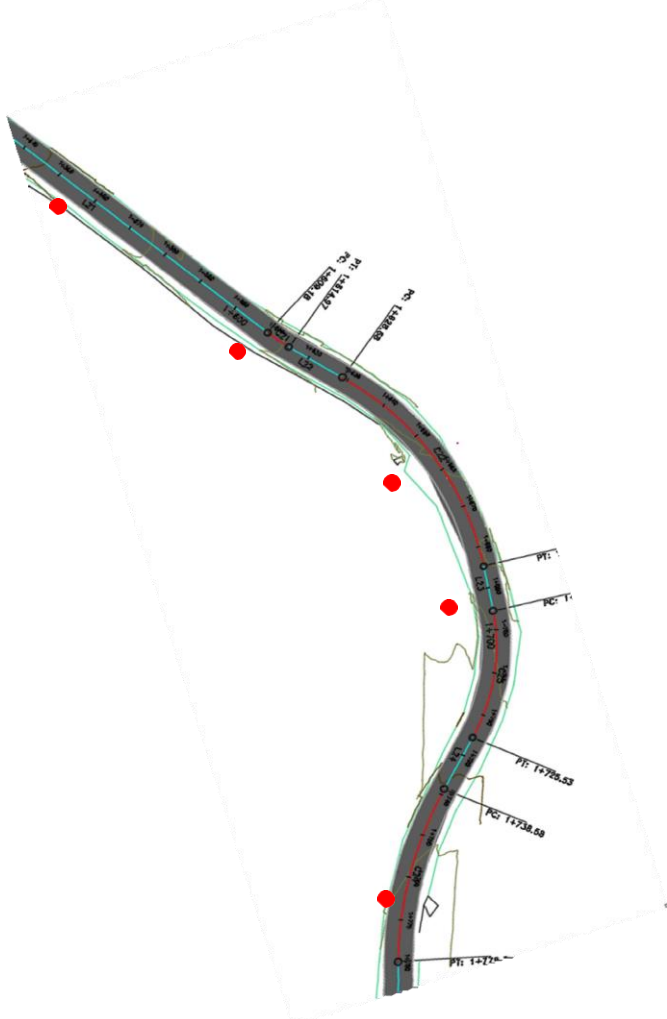
JIMENA CAICEDO-INGENIERA CIVIL
DIEGO CUASTUMAL-INGENIERO CIVIL

FICHAS TÉCNICAS DE REGISTRO DE VALORACIÓN PATOLÓGICA DE LA VÍA PRINCIPAL QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE IPIALES CON EL MUNICIPIO DE CUASPUÉ CARLOSAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

FECHA: 11/03/2025
VERSION: V1
FICHA No: Anexo 1.5

FICHA DE CALIFICACIÓN Y DIAGNOSTICO PARTICULAR DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

1. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL GRUPO PATOLÓGICO



2. GENERALIDADES

CONDICIONES AMBIENTALES		GRADO DE AFECTACIÓN		APLICACIÓN PATOLÓGICA	
TEMPERATURA	14° / 4°	LEVE		PEDIÁTRICA	
HUMEDAD	66%	MODERADO		GERIÁTRICA	
CLIMA	FRIO-LLUVIOSO	SEVERO		FORENSE	
PLUVIOSIDAD	106 mm	GRAVE	X	PREVENTIVA	
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	2005			CURATIVA	X
EDAD DE LA VÍA	15 AÑOS				
					ABSCISA K0+000 - K0+870.30
					DESINTEGRACION
					PREDIAGNOSTICO
CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA		GRUPO PATOLÓGICO		CAUSA	
Mecánica				MATERIALES INCOMPATIBLES CON EL PAVIMENTO ORIGINAL.	Se observa en toda la longitud de la vía objeto de estudio varios tramos reemplazados con adoquín, material no compatible con el pavimento original, el cual con el tiempo ha causado diferencias en la rigidez ocasionando desmoronamiento en los bordes, hundimientos del área parchada y la filtración de agua a la base.
INDIRECTA				PARCHEO	
				LESIÓN	

FOTO 1

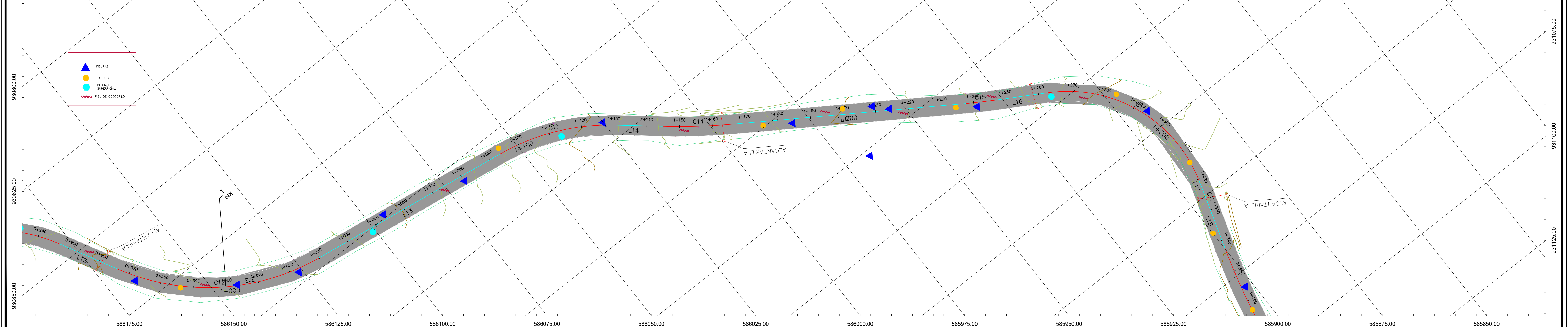
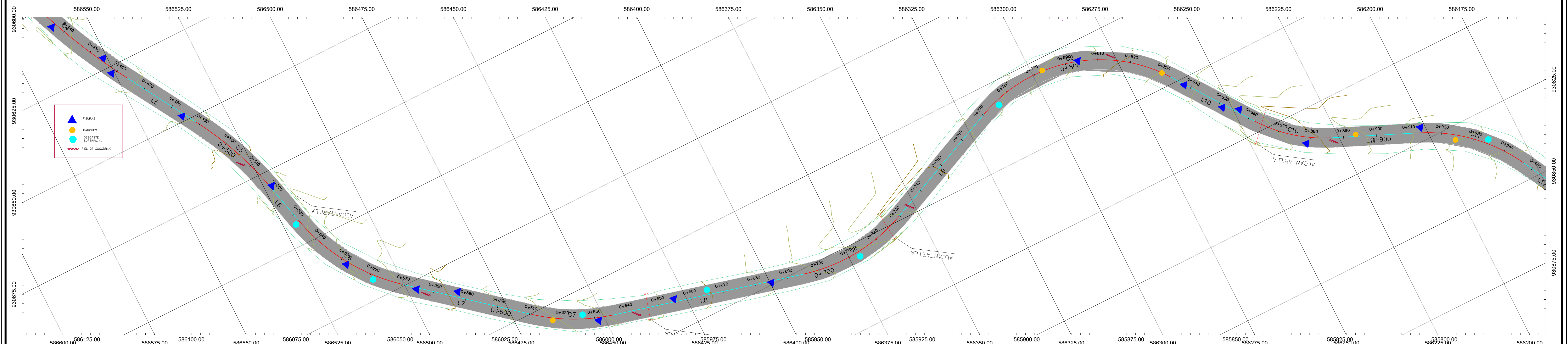
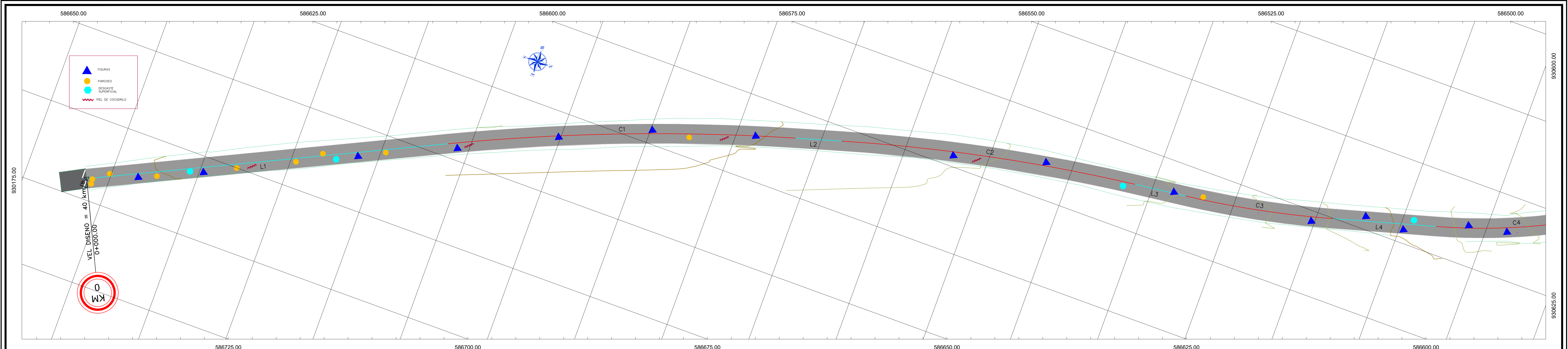


FOTO 2



3. ELABORÓ

JIMENA CAICEDO-INGENIERA CIVIL
DIEGO CUASTUMAL-INGENIERO CIVIL



REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE NARIÑO
MUNICIPIO DE CUASPUD

ANEXO 2:
Anexo 2.1

PROYECTO:
Estudio patológico de la vía principal que comunica al municipio de Ipiales con el municipio de Cuaspud Cartosama en el departamento de Nariño

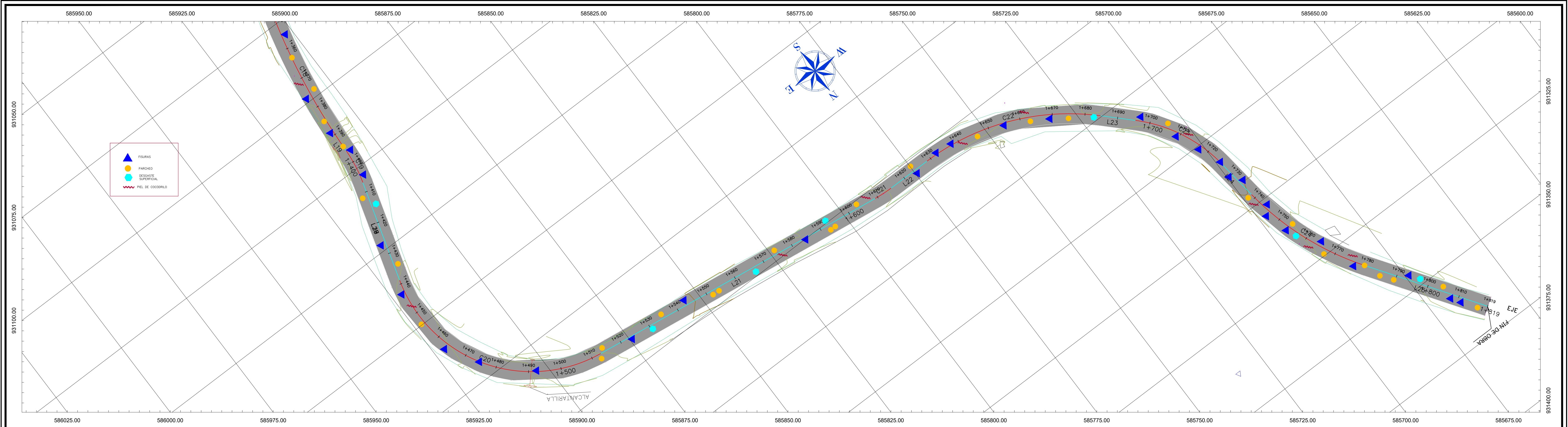
CONTIENE:
DISEÑO GEOMÉTRICO PLANTA - PERFIL PAVIMENTO TRAMO 2
K0+000 - K0+440

DISEÑADOR:

TOPOGRAFÍA:
Top. WILMER ARAUJO OJEDA
L.P. 01-11841 C.P.N.T.

ESCALA:
FECHA:

PLANO No:
1/2



REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE NARIÑO
MUNICIPIO DE CUASPUD

ANEXO 2:

Anexo 2.2

PROYECTO:

Estudio patológico de la vía principal que comunica al municipio de Ipiales con el municipio de Cuaspud Carlssama en el departamento de Nariño

CONTIENE:

DISEÑO GEOMÉTRICO PLANTA - PERFIL PAVIMENTO TRAMO 2
K0+440 - K0+760

DISEÑADOR:

TOPOGRAFÍA:

Top. WILMER ARAUJO OJEDA
L.P. 01-11841 C.P.N.T.

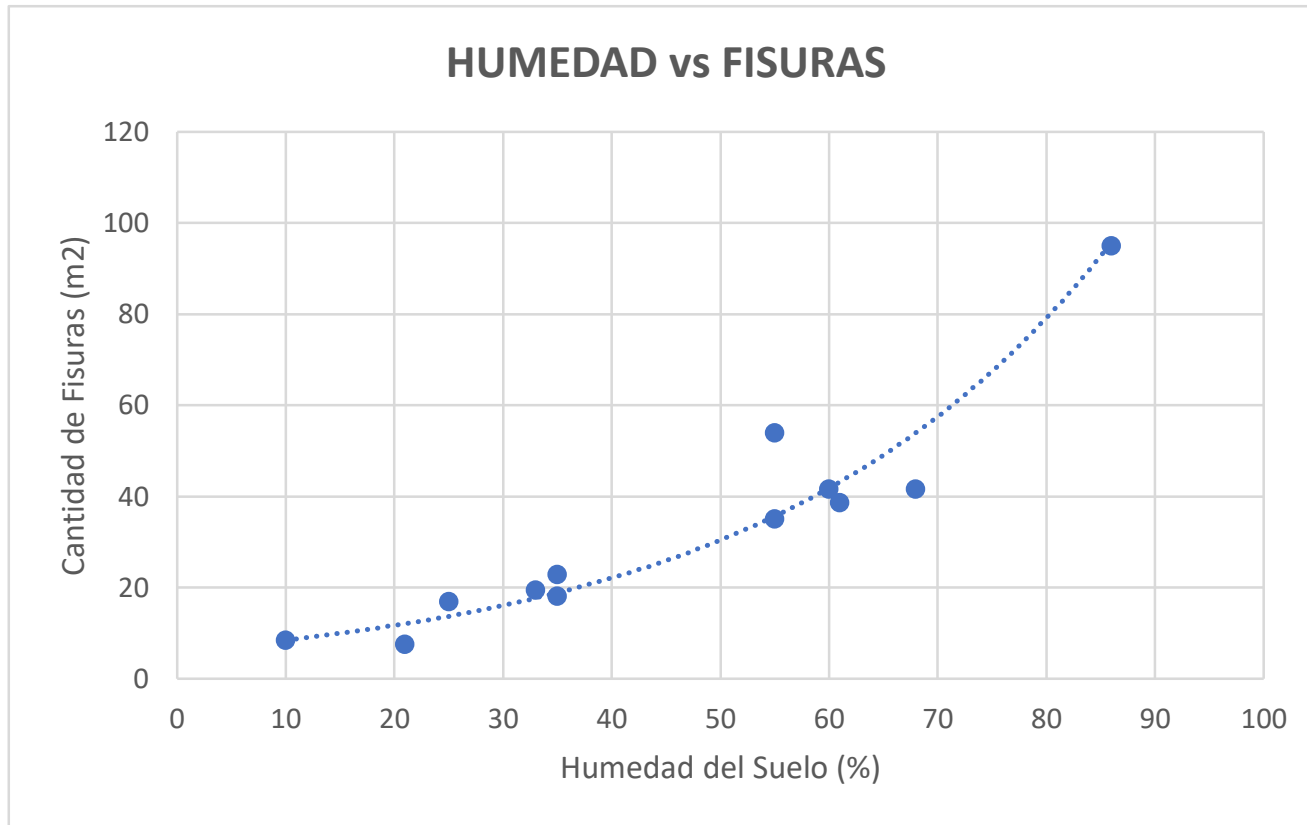
ESCALA:

FECHA:

PLANO No:

2/2

Anexo 3. GRAFICO HUMEDAD VS FISURAS



Cantidad de Fisuras (m2)	Humedad del suelo (%)
35	18,1
10	8,5
68	41,57
60	41,6
55	53,9
55	35,1
61	38,6
35	22,8
33	19,5
25	16,9
86	95
21	7,6

Anexo 4. ANÁLISIS TRANSITO VEHICULAR – VÍA CUASPUD CARLOSAMA

Nº	Tipo de Vehículo	Clasificación INVÍAS	Cantidad Promedio Diaria (estimado)	Observaciones
1	Motocicletas	Liviano	300–500	Alto uso por residentes locales
2	Vehículos livianos (automóviles, vans)	Liviano	150–250	Transporte particular y de servicio
3	Camionetas y camperos	Liviano	80–120	Uso rural y comercial local
4	Microbuses y buses pequeños	Liviano	20–40	Transporte interveredal
5	Camiones rígidos 2 ejes	Pesado	20–30	Transporte de productos agrícolas
6	Camiones rígidos 3 ejes	Pesado	10–15	Tránsito esporádico de carga
7	Tractocamiones o doble troque	Pesado	5–10	Bajo por restricción de vía
8	Maquinaria agrícola o tractores	Especial	5–10	Tránsito rural eventual
9	Vehículos de servicio público (ambulancia, policía, etc.)	Especial	5–15	Circulación ocasional
10	Peatones (zonas rurales o cruces)	N/A	Moderado	Tránsito peatonal disperso



Anexo 5. CRONOGRAMA

PROYECTO:

Identificación, diagnóstico y evaluación de patologías dentro de un entorno BIM

FECHA DE INICIO:

21 de abril

FECHA DE FINALIZACIÓN:

19 de mayo

Etapa	Duración	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
Inspeccion Visual y registro fotográfico	2 días	■ ■ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Levantamiento de planos y documentación	2 día	□ ■ ■ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Evaluacion estructural del muro	2 día	□ □ □ ■ ■ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Informe de diagnóstico técnico	1 día	□ □ □ □ □ ■ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Remoción de materiales deteriorados y reparacion con mortero	4 días	□ □ □ □ □ □ □ □	■ ■ ■ ■ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Aplicación de barrera química	2 días	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ ■ ■ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Impermeabilización superficial	2 días	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	■ ■ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Mejoras en drenaje y ventilación	1 día	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ ■ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Inspección post-intervención y medicion de humedad residual	2 días	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ ■ ■ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □
Ajustes menores o refuerzos adicionales	2 días	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ ■ □ □	■ □ □ □ □ □ □ □
Elaboracion del informe final	4 días	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ ■ ■ ■ □ □ □ □
Presentacion de resultados	1 día	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ ■ □ □

