



**NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO**

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

La historia del pavimento enfermo del parque del Cholado: estudio de caso

Evelyn Tatiana Tobar

**Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia**

Resumen

Jamundí, municipio ubicado al sur del departamento del Valle del Cauca, suele ser paso obligado de personas y mercancía cuyo destino es el interior de Colombia, razón por la cual la calidad de infraestructura vial del municipio redundaría en el confort de los usuarios. El presente documento tiene como objetivo evidenciar las fallas de los pavimentos en un sector de alto atractivo turístico en la región: El parque del Cholado.

Para adelantar la investigación se consultó información sobre la relación causa y efecto mostrado dentro de cada tipología de falla, se realizó un trabajo de campo posibilitando de esta manera el reconocimiento de la falla pudiendo de esta forma profundizar en los factores y las circunstancias que conllevaron a la disminución de la vía útil del pavimento en el sector. La dinámica de trabajo empleada en este estudio es relevante para la formación de los futuros ingenieros civiles ya que permite ver de manera práctica la aplicación de los distintos conceptos teóricos presentados en las asignaturas del pensum de la carrera.

Las quejas de la comunidad sobre el estado de las vías y la verificación de los proyectos realizados en los últimos cuatro años mostraron que las mayores afectaciones surgen por la falta de mantenimiento oportuno y las reparaciones mal ejecutadas que desencadenan en problemática de mayor magnitud.

Los resultados del estudio aportan un referente teórico-práctico de los tipos de fallas en los pavimentos y las posibles medidas correctivas para cada caso, así como también la identificación de los puntos críticos para intervención inmediata. Como era de esperarse, el estudio mostró que los sectores más afectados por esta problemática son las vías alrededor de "El parque del cholado" que son vías de alta concurrencia y demanda de tránsito.

Palabras clave: pavimento; falla; Jamundí

Abstract

Jamundí, a municipality located in the southern part of the department of Valle del Cauca, is usually an obligatory transit point for people and goods destined for the interior of Colombia, which is why the quality of the municipality's road infrastructure is important for the comfort of its users. The objective of this document is to show the pavement failures in a sector of high tourist attraction in the region: The Cholado Park.

In order to carry out the research, information was consulted on the cause and effect relationship shown within each type of failure, and field work was carried out, thus making it possible to recognize the failure and to go deeper into the factors and circumstances that led to the decrease in the useful life of the pavement in the sector. The work dynamics used in this study is relevant for the training of future civil engineers since it allows to see in a practical way the application of the different theoretical concepts presented in the subjects of the career curriculum.

The community's complaints about the condition of the roads and the verification of the projects carried out in the last four years showed that the greatest damages arise from the lack of timely maintenance and poorly executed repairs that lead to problems of greater magnitude.

The results of the study provide a theoretical and practical reference of the types of pavement failures and the possible corrective measures for each case, as well as the identification of critical points for immediate intervention. As expected, the study showed that the sectors most affected by this problem are the roads around "El parque del Cholado", which are high traffic and high traffic demand roads.

Keywords: pavement; failure; Jamundí

1. Introducción

Los pavimentos son elementos estructurales que cumplen con la función de proporcionar una superficie de transporte, están contruidos sobre el terreno natural y deben aportar comodidad y seguridad para la circulación. Tal como expresa (Pradena, et al., 2009) sobre un pavimento industrial operan el parque automotor y en ocasiones maquinaria ocasionando ésta última, cargas por rueda que puede llegar a exceder significativamente las cargas de los vehículos que transitan en pavimentos de las vías. Además, los vehículos industriales se mueven a velocidades bastante bajas.

De acuerdo con el estudio más reciente de (Solarte, 2022) existen varios tipos de pavimentos, dependiendo de los materiales que lo constituyen, siendo los más usados los pavimentos flexibles, rígidos o de concreto hidráulico, semiflexibles o semirrígidos y los articulados. Los pavimentos flexibles son aquellos conformados por una base, sub-base y la carpeta asfáltica que para este caso es relativamente delgada y los pavimentos rígidos, se forman de una base y sobre esta se apoya



una losa de concreto hidráulico, de la cual depende la resistencia del pavimento. Los pavimentos flexibles pueden ser convencionales, de profundidad total y capas asfálticas con rocas, y los pavimentos rígidos pueden ser de hormigón simple, de hormigón simple con barras de transferencia de carga, de hormigón reforzado y con refuerzo continuo y de hormigón presforzado (Miranda, 2010).

Entre las diferencias de estos dos tipos de pavimentos se pueden encontrar, que en el caso de los pavimentos flexibles todas las capas que lo componen cumplen con una función estructural, mientras que, por el contrario, en el caso de los pavimentos rígidos, es la losa de concreto la que absorbe los diferentes esfuerzos causados por las llantas de los vehículos o por la carga directamente de las ruedas y los causados por efectos de cambio de temperatura.

2. Jamundí

Jamundí es un municipio ubicado al sur del departamento del Valle del Cauca, con una ubicación estratégica debido a que es un paso obligado para conectar Cali con el sur del país.

Para este municipio una de sus principales fuentes económicas es el turismo razón por la cual el Parque del Cholado (Figura 1) representa uno de los atractivos del departamento y es una de las zonas más valoradas por sus habitantes.



Figura 1 Parque del Cholado.
Fuente: Google Maps, 2022

Si bien es cierto este sector tiene una presentación adecuada que favorece el paisaje, las vías de sus alrededores están en precarias condiciones. La situación de un sitio emblemático importante no solo para el municipio sino para el departamento es bastante triste y es la causa de muchas denuncias constantes por parte de la comunidad, la cual se queja de la falta de mantenimiento y reparación para las vías.

3. Objetivo

El objetivo de este estudio de caso es presentar la estrategia implementada para familiarizar al estudiante del curso Materiales de Ingeniería con las fallas que sufren los pavimentos rígidos y flexibles mediante la ejecución de una visita guiada que complementara la presentación teórica dentro del aula.

4. Metodología

Para la obtención de la información necesaria y el desarrollo de esta identificación de fallas en los pavimentos y basado en el cumplimiento del objetivo planteado en este trabajo, se adelantó una capacitación inicial al estudiantado sobre reconocimiento de las fallas en los pavimentos (Figura 2). Posteriormente, se realizaron preguntas para verificar el nivel de aprendizaje y como actividad final se adelantó una visita de obra para reconocimiento de las fallas.

5. Fallas en los pavimentos

Según la norma ASTM 5340 (2004), que define el daño o falla en un pavimento como indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas, factores atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas.

Dentro del estudio de caso, se realiza una descripción de algunos tipos de fallas encontrados en los dos tipos de pavimentos estudiados.

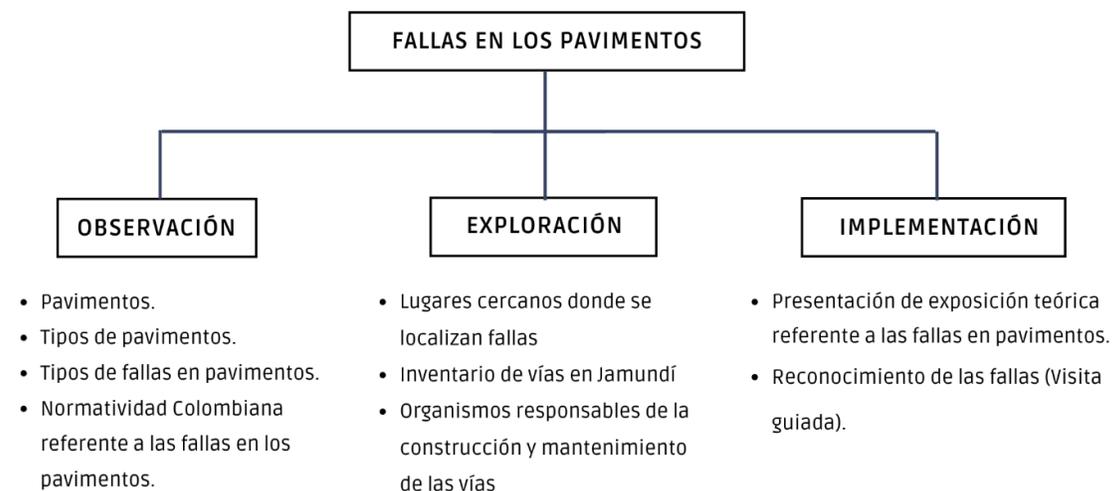


Figura 2. Metodología.



5.1 Tipos de fallas pavimentos flexibles

Deformaciones Permanentes, son variaciones del perfil longitudinal o transversal del pavimento. Fisuraciones o Agrietamientos, hacen referencia a las fracturas visibles en la superficie. Desintegraciones, se entiende por la descomposición de la superficie de rodamiento del pavimento y otros modos de falla que no se acoplan a ninguna de las otras 3 clasificaciones.



Figura 3. Tipos de fallas más comunes en pavimentos flexibles.

El ahuellamiento es una depresión en la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. En cuanto al hundimiento hacen referencia a las depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Con relación al corrimiento, está caracterizado por el desplazamiento de la mezcla asfáltica, que en ocasiones suele llevar consigo el material.

Referente a las fisuraciones o agrietamientos, pueden presentarse fracturamientos que se extienden a través de la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada o transversales a él y son las llamadas figuras longitudinales. También pueden presentarse fisuras transversales que pueden deberse a diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante y espesor insuficiente de la capa de rodadura. Por otro lado, las fisuras en bloque son grietas interconectadas que dividen la superficie del pavimento en grandes polígonos. Otro tipo de grietas que se diferencian de las fisuras en bloque por el lugar donde se presentan, es la piel de cocodrilo que se desarrolla en áreas únicamente expuestas al tránsito de vehículos, mientras que por el contrario las fisuras en bloque se presentan principalmente en zonas no traficadas.

Las desintegraciones pueden presentarse como un desgaste gradual de la superficie del pavimento, que llevan el nombre de descubrimiento de agregados. Las peladuras que son el desprendimiento de pequeñas placas de material de la superficie del pavimento. y los baches que pueden ser ocasionados por la evolución de otros daños y se refieren a la remoción total de un área de la superficie.

Otro tipo de falla que se puede presentar en los pavimentos flexibles son los parches que indican el reemplazo parcial o total de un área del pavimento.

5.2 Tipos de fallas pavimentos rígidos

Defectos de Superficie, son aquellos que solo afectan la superficie del pavimento. Defectos Estructurales, son fallas que tienen consecuencias a nivel estructural. Defectos de la Juntas, que son las fallas que se dan en separaciones entre carriles.



Figura 4. Tipos de fallas más comunes en pavimentos rígidos.

El descaramiento es el desprendimiento a trozos del hormigón de la losa. Por otro lado, la reducción de la adherencia de las llantas de los vehículos al pavimento es comúnmente conocido como pulimento.

En cuanto a los defectos estructurales, la fisura inducida por la inadecuada distribución de juntas es la fisura errática. Mientras que la fisura de esquina es aquella que representa un fracturamiento lineal que intersecta los bordes y las juntas.

El desportillamiento que hace referencia a la desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.60m de una junta o de una esquina. Y la deficiencia en el material de sellado, que es una condición que posibilita la infiltración de agua y que esta penetre las juntas, lo cual reduce de manera significativa el soporte de la losa, hacen parte de las llamadas fallas por defectos de juntas.

6. Resultados

Tal como lo exponen (Higuera, et al, 2010) la evaluación del estado y la condición de una carretera es parte fundamental en un sistema de gestión de infraestructura vial. Al estudiar la calidad vial de las calles en Jamundí alrededor del Parque del Cholado, que es un sitio turístico tan importante y representativo para el municipio, se determinaron vías de proximidad con fallas y daños que respaldan y acreditan las denuncias realizadas por la comunidad.

La AASTHO (American Association of State Highway Officials) desarrolló una prueba en 1959 en la que se estableció la serviciabilidad a partir del promedio de las evaluaciones de todos los usuarios. Para el caso particular de este estudio se organizó una escala de calificación en la cual se

valoraron las fallas, en una escala de 1 a 5, donde 1 es la peor condición y 5 la mejor. La propuesta es hacer uso de esta escala cualitativa para la toma de decisiones de priorización de inversión para reparaciones.



Figura 5. Vista satelital el parque El Cholado
Fuente: Google maps 2002

La Tabla 1 resume la calificación de las vías según las fallas encontradas.

Tabla 1. Resultados de valoración de las vías en el parque de Los Cholados

| Falla | Sector 1 (Carrera 11) | Sector 2 (Carrera 10) | Sector 3 (Carrera 9a) | Sector 4 (Calle 16) | Sector 5 (Calle 15) |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Ahuellamiento | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Hundimiento | 2 | 4 | 1 | 4 | 3 |
| Corrimiento | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| Fisura longitudinal | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Fisura transversal | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Piel de cocodrilo | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Desprendimientos agregados | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Baches | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| Parches | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Fisura errática | 5 | 1 | 5 | 4 | 2 |
| Descaramiento | 5 | 1 | 1 | 5 | 4 |
| Fisura en bloque | 2 | 5 | 4 | 5 | 2 |
| Fisura de esquina | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 |

Con los resultados de la Tabla 1 se logró calificar considerando el siguiente orden donde el mayor puntaje corresponderá a la vía de mejor estado y la que obtuvo el menor puntaje hace referencia a la vía que necesita una reparación más próxima, dependiendo la necesidad de recuperación y mantenimiento de cada sector, el sector 4 con 45, el sector 1 con 36 puntos, el sector 2 con 29, el sector 3 con 28, y el sector 5 con 26. La escala de valoración está referida en la Tabla 2.



Tabla 2. Calificación de la calidad del pavimento evaluado

| Puntaje | Condición de la vía |
|---------|---------------------|
| 5 | Muy buena |
| 4 | Buena |
| 3 | Regular |
| 2 | Mala |
| 1 | Muy mala |

6.1 Resultados de identificación teórica

La búsqueda de información sobre los pavimentos, los tipos de fallas para cada clasificación y la normativa colombiana para su mantenimiento y reparación, además del reconocimiento del inventario de vías realizado a través de las paginas oficiales de la ANI (Agencia Nacional de Infraestructura) y el INVIAS (Instituto Nacional de Vías), permitió el desarrollo de una clase magistral para comunicar a los pares, los estudiantes del curso de Materiales de Ingeniería, la primera parte teórica de la identificación.

El equipo de trabajo previo a la presentación magistral visitó el sitio turístico “Parque del Cholado” e identificó una cantidad notable de fallas almacenadas en fotografías (Figura 6) que se anexaron a la presentación para la ejecución de una actividad donde se presentaban las imágenes tomadas y se preguntaron las clasificaciones correspondientes, para involucrar a los pares en la apropiación del conocimiento de este tema.

Algunas de las fotografías se muestran a continuación con la correspondiente identificación señalada.



(a)



(b)



Figura 6. Fallas identificadas (a) Fisura transversal (carera 10), (b) Bache y desprendimiento de agregados (Calle 15), (c) Parche y piel de cocodrilo (Calle 16), (d) Fisura longitudinal (Carrea 9a).

Los resultados obtenidos de la actividad de identificación teórica en el aula de clases se ven reflejados en la Figura 7, donde se evidencia que de 36 compañeros dos fallaron más de tres veces en la identificación, cuatro fallaron entre una y tres veces y que 30, que representan el 83% del curso, acertaron todas las identificaciones de los tipos de falla que se presentaron.

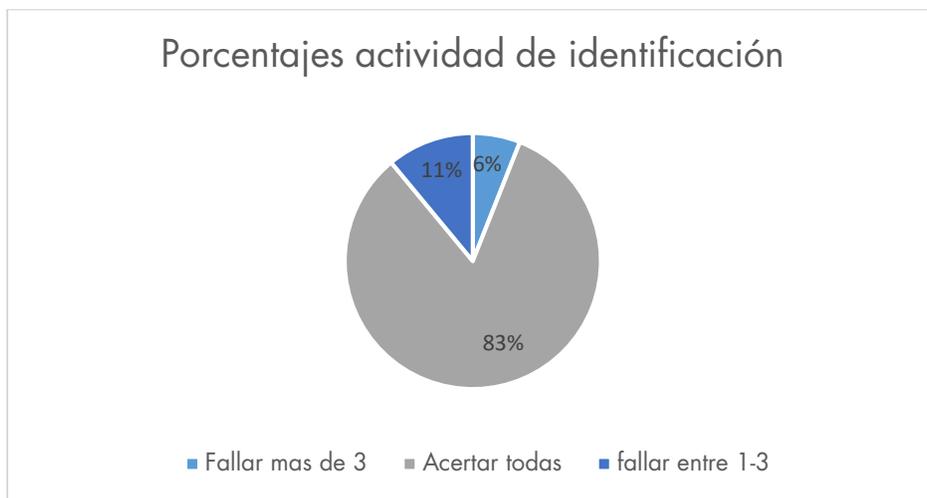


Figura 7. Resultados actividad de identificación de fallas en pavimentos.

6.2 Resultados visita guiada

Inmediatamente después de realizar la identificación teórica y la presentación de los tipos de fallas en el aula de clases se organizaron equipos de cuatro integrantes cada uno. Se explicó la actividad, que consistió en la identificación de fallas durante la visita guiada. Para ello se hizo un recorrido en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, y se reconocieron las fallas encontradas en el parqueadero del área de Almendros (Figura 8).



Figura 8. Participantes durante la visita guiada.



Figura 9. Participantes que recibieron premio por el número de respuestas acertadas.

Al grupo ganador se le otorgó un premio. En esta visita, se aclararon dudas con cada equipo, de manera más específica lo que ayudó en la comprensión del tema y que la identificación fuera más sencilla.

7. Conclusiones

De este trabajo se puede concluir que, al dinamizar la transferencia de conocimiento entre pares, por medio de una presentación teórica y posterior identificación de los tipos de fallas encontrados en los pavimentos rígidos y flexibles mediante una visita guiada, se logró el objetivo de familiarizar e innovar en cuanto a la forma en la que los futuros ingenieros civiles aprenden.

Por otro lado, y a manera de conclusión se puede deducir mediante la identificación de las fallas alrededor del Parque del Cholado que, pese a la importancia de este sitio representativo del municipio de Jamundí, el mantenimiento y la reparación de las vías contiguas es un constante tormento

para la comunidad y los visitantes, que además dificulta y no cumple con la función de proporcionar una superficie idónea para el transporte.

8. Agradecimientos

Se reconoce y agradece el apoyo de la Dirección de Programa de Ingeniería Civil, de la Decanatura de Ingeniería y Ciencias, de la Dirección de Departamento de Ingeniería Civil e Industrial y de la Oficina de Investigaciones de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. También el apoyo de la Ing. María Fernanda Serrano Guzmán, líder del semillero Gestión de Obras.

9. Referencias bibliográficas

- Higuera, C. H. y Pacheco, O. F. (2010). "Patología de pavimentos articulados." Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 9, núm.17, pp.75-94.
- Ministerio de obras públicas y comunicaciones. (1990). Catálogo de fallas: Departamento de administración y evaluación de pavimentos. Consultado el 15 de mayo de 2022 en <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010) Tesis Final para optar el título de Ingeniero Constructor. Universidad Austral de Chile. (2010). Consultado el 11 de mayo de 2022 en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>.
- Pradena, M. y Valenzuela, M. y Molina, P. (2009), "Diseño estructural de pavimentos asfálticos industriales utilizando el software HIPAVE." Revista de la Construcción, Vol. 8, núm.2, pp.85-94.
- Solarte Vanegas, N. C. (2022). "Efecto en el módulo dinámico de la mezcla asfáltica modificada con añadido de residuos triturados de la industria cerámica". Tesis doctoral: Universidad Politécnica de Valencia, dirigida por el Dr. Alfredo García y la Dra. María Fernanda Serrano Guzmán.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

