

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado			
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. i(74)		

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JOAQUÍN HARLEY CASELLES IBAÑEZ
FACULTAD	INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	ESPECIALIZACION EN INTERVENTORIA DE OBRAS
DIRECTOR	LIDDE GUERRERO GALEANO
TÍTULO DE LA TESIS	DISEÑO DE MANUAL TÉCNICO DE INTERVENTORIA PARA CONTROL DE FALLAS FORMADAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE OCAÑA

### RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

ESTE PROYECTO DE GRADO CONSISTIÓ EN REALIZAR UN DIAGNÓSTICO A PARTIR DE LA INSPECCIÓN VISUAL DE LA ESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER), CON EL OBJETO DE IDENTIFICAR, LOS DETERIOROS SUPERFICIALES DE LOS PAVIMENTOS MEDIANTE UN REGISTRO VISUAL, DIFERENCIANDO LOS TIPOS DE FALLAS Y CLASIFICANDO SUS NIVELES DE SEVERIDAD Y LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO. PARA EL ANÁLISIS SE DIVIDIERON LOS TRAMOS POR CALLES, CARRERAS Y ESQUINAS.

### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:
----------	---------	----------------	---------



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

DISEÑO DE MANUAL TÉCNICO DE INTERVENTORIA PARA CONTROL DE FALLAS  
FORMADAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE OCAÑA

AUTOR:

JOAQUÍN HARLEY CASELLES IBAÑEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Especialista en  
interventoría de obras**

DIRECTOR:

LIDDE GUERRERO GALEANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESPECIALIZACION EN INTERVENTORIA DE OBRAS

OCAÑA, COLOMBIA

MARZO, 2018

## ***Dedicatoria***

### ***A Dios***

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos,  
además de su infinita bondad y amor.*

### ***A mi familia***

*Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la  
motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su  
amor.*

### ***Al barrio Villa Paraíso***

*Por permitir desarrollar este estudio y aplicar el resultado de la misma como una acción de  
mejora para los procesos de pavimentación realizados en sus calles.*

## *Agradecimientos*

*A la Universidad Francisco de Paula Santander, alma mater y escenario de debate, academia, calidad y amor por formar grandes profesionales.*

*A los profesores de la facultad de Ingenierías, por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.*

*A la directora de tesis, por su apoyo permanente, su recomendación acertada y la orientación rigurosa y especializada que permitieron la construcción teórica y metodológica del proyecto de grado.*

## Índice

<b>Introducción</b> .....	xii
<b>Capítulo 1. Diseño De Manual Técnico De Interventoría Para Control De Fallas Formadas En Pavimentos Rígidos En La Ciudad De Ocaña</b> .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Delimitación del Problema de Investigación.....	4
1.5.1. Geográfica.....	4
1.5.2. Temporal.....	4
1.5.3. Conceptual.....	4
1.5.4. Operativa.....	5
<b>Capítulo 2. Marco Referencial</b> .....	6
2.1. Marco Histórico.....	6
2.1.1. Antecedentes.....	6
2.2. Marco Conceptual.....	6
2.2.1. Fallas que se presentan en un pavimento rígido.....	6
2.2.2. Forma de Mitigación del deterioro de los pavimentos rígidos.....	7
2.2.3. Aspectos técnicos a considerar en la construcción de pavimentos.....	8
2.2.4. Glosario de Términos.....	9

2.3. Marco Teórico.....	11
2.3.1. Características que debe reunir un pavimento.....	11
2.3.2. Procedimiento para el registro de daños. ....	12
2.3.3. Formulación de programas teóricos de conservación. ....	12
2.4. Marco Legal.....	13
<b>Capítulo 3. Diseño Metodológico.....</b>	<b>16</b>
3.1. Tipo de Investigación.....	16
3.1.1 Fases de la Investigación.....	16
3.2. Población y Muestra.....	17
3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de la Información.....	17
3.3.1. Fuentes primarias.. ....	17
3.3.2. Fuentes secundarias.....	18
3.4. Análisis de la Información.....	18
<b>Capítulo 4. Resultados.....</b>	<b>19</b>
4.1. Describir las fallas que se generan comúnmente en los pavimentos rígidos.....	19
4.1.1. Categoría 1. Grietas.....	20
4.1.2. Categoría 2. Daños en Juntas. ....	23
4.2. Detectar las causas y fenómenos por los cuales se generan estas fallas en los pavimentos rígidos.....	24
4.3. Plantear soluciones y controles técnicos de interventoría para identificar y mitigar las fallas que se generan en un pavimento rígido.....	29

<b>Conclusiones.....</b>	<b>50</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>51</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>52</b>
<b>Apéndices.....</b>	<b>54</b>

## **Lista De Tablas**

Tabla 1. Fallas que ocurren en pavimentos rígidos.....	7
Tabla 2. Fases de la Investigación.....	17
Tabla 3. Tipo de daños en pavimento rígido y su grado de severidad.....	19
Tabla 4. Tipo de daños en pavimento rígido, causas y alternativas de soluciones.....	24
Tabla 5. Tipo de daños en pavimento rígido y controles de interventoría.....	30
Tabla 6. Características de que debe cumplir una subbase para pavimentos rígidos.....	34
Tabla 7. Características de que debe cumplir una base para pavimentos rígidos.....	36
Tabla 8. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.....	47
Tabla 9. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.....	48
Tabla 10. Valores de resistencias a la flexotracción del concreto (Módulo de rotura).....	49

## Lista De Figuras

Figura 1. Grietas de esquina (GE) .....	20
Figura 2. Grietas Longitudinales (GL) .....	21
Figura 3. Grieta en bloque o fracturación múltiple (GB) .....	22
Figura 4. Grieta en pozos y sumideros (GA) Fuente Autor 2018.....	22
Figura 5. Daño en juntas - Separación de juntas longitudinales (SJ) .....	23

## Introducción

Colombia es un país que cuenta con una gran diversidad de recursos, por tal motivo, la infraestructura vial es un factor determinante en la economía, está implicada directamente en la formación de un mercado amplio y en la vinculación de las regiones aisladas de la geografía nacional, lo que con lleva a realizar un esfuerzo por parte del estado para optimizar la relación que existe entre la disponibilidad de vías de comunicación terrestre y el nivel de desarrollo de la población. Colombia presenta un atraso en infraestructura vial, que le restan productividad y competitividad a la hora de enfrentar un mercado abierto a los grandes conglomerados (Zamora, 2012, p. 16)

Este proyecto de grado consistió en realizar un diagnóstico a partir de la inspección visual de la estructura vial del municipio de Ocaña (Norte de Santander), con el objeto de identificar, los deterioros superficiales de los pavimentos mediante un registro visual, diferenciando los tipos de fallas y clasificando sus niveles de severidad y las necesidades de mantenimiento.

Para el análisis se dividieron los tramos por calles, carreras y esquinas, teniendo como base el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles del INVIAS, adaptándolo específicamente al Municipio de Ocaña, el cual se toma para poner en práctica, permitiendo así tener datos para la elaboración del manual con la intención de mostrar al constructor cuales son las fallas que se presentan comúnmente en los pavimento rígido que conforman la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, dando a conocer algunas alternativas de

Solución para mitigar este fenómeno, y las consideraciones técnicas a tener en cuenta al realizar una Interventoría para garantizar una vida útil más prolongada al servicio de los interesados.

# **Capítulo 1. Diseño De Manual Técnico De Interventoría Para Control De Fallas Formadas En Pavimentos Rígidos En La Ciudad De Ocaña.**

## **1.1. Planteamiento del problema**

Un sin número de vías en la ciudad de Ocaña cuentan con pavimentación, pero muchas de ellas en un evidente deterioro ocasionado por múltiples factores tales como los causados por los cambios climáticos, las infiltraciones en las redes de agua potable y alcantarillado, la falta de mantenimiento por parte de las entidades competentes, el tránsito de vehículos pesados para lo cual no fueron construidas.

En general el estado actual de la red vial evaluada en estos barrios (Santa Clara, Dos de Octubre y Villa Paraíso) es deficiente, tanto en el aspecto funcional como en el estructural, por lo que es necesario actuar prontamente, para evitar que estas continúen deteriorándose, y en algunos casos sigan incomodando u afectando a conductores, transeúntes y vecinos del sector, y como consecuencia afecte la economía del área en mención y por ende la del municipio. (Manjarrez y Páez, 2014, p. 91)

En este sentido se seleccionó Villa Paraíso para llevar a cabo el presente estudio; cuya finalidad es el diseño de un manual técnico de interventoría para el control de las fallas formadas en los pavimentos rígidos de la ciudad, diagnosticando y clasificando las fallas que se generaron en cada uno de los pavimentos que lo conforman, y proponer alternativas de solución para mitigar estos fenómenos, al momento de su reparación o reconstrucción.

De acuerdo a lo anterior y tomando como referencia el manual De Inspección Visual Para Pavimentos Rígidos del INVIAS (2006), surge la inquietud de identificar los factores que ocasionan estas fallas en los pavimentos rígidos construidos en la ciudad de Ocaña y posteriormente proponer alternativas de solución a través de las cuales se pueda mitigar este fenómeno, acordes con la realidad local.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Qué factores causan fallas y deterioros a los pavimentos rígidos del Municipio de Ocaña y como mitigar sus fallas?

## **1.3. Objetivos**

**1.3.1. Objetivo General.** Diseñar un manual técnico de interventoría para control de fallas formadas en pavimentos rígidos en la ciudad de Ocaña (Norte de Santander).

### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Diagnosticar la diferentes fallas que se presentan en los pavimentos rígidos, mediante una inspección visual y la utilización del manual técnicos de INVIAS, para mantenimiento vial.
- Detectar las causas y fenómenos por los cuales se generan estas fallas en los pavimentos rígidos.

- Plantear soluciones y controles técnicos de interventoría para identificar y mitigar las fallas que se generan en un pavimento rígido.

#### **1.4. Justificación**

Actualmente en el Municipio de Ocaña (Norte de Santander), se aprecia el mal estado de los pavimentos rígidos que la conforman, ya que son causados por varios factores, como son el aumento poblacional en el casco urbano, que generan sobrecargas para los cuales no fueron diseñados, y causa que falle, evidenciándose en el deterioro masivo de su arteria vial. También por los fenómenos climáticos, los cuales son variables causando fatiga a la estructura del pavimento por retracción y contracción provocando la aparición de fallas y desgastando la parte superficial de las losas de concreto que conforman la vía. (Manjarrez y Páez, 2014, p. 19)

Por lo tanto, el manual se elaborara con la intención de mostrar al constructor cuales son las fallas que se presentan comúnmente en los pavimento rígido que conforman la ciudad de Ocaña, en la cual se muestran algunas alternativas de solución para mitigar este fenómeno, y las consideraciones Técnicas a tener en cuenta al realizar una Interventoría para garantizar una vida útil más prolongada al servicio de los interesados.

Esta es una herramienta que ayuda a los ingenieros o supervisores a identificar las fallas y condiciones físicas de los pavimento rígido en el municipio de Ocaña, donde también se debe tener un buen criterio y experiencia para la buena intervención en un proyecto vial, y estar

actualizado en cuáles son las fallas más frecuentes que se generan en los pavimentos, porque se generan, y como contrarrestarlas.

Para la buena prestación del servicio como profesional se requiere que los ingenieros encargados de la obra se encuentre actualizados en cuáles son las normas legales vigentes y los conceptos técnicos a considerar para la buena ejecución de un proyecto vial en el casco urbano del municipio de Ocaña.

## **1.5. Delimitación del Problema de Investigación**

**1.5.1. Geográfica.** El estudio se centrará principalmente en dar a conocer las fallas del pavimento rígido por proceso constructivo y factores externos al municipio de Ocaña, Norte de Santander.

**1.5.2. Temporal.** Las actividades se desarrollarán en un tiempo estimado de 2 meses las cuales serán especificadas en el correspondiente cronograma.

**1.5.3. Conceptual.** Para el desarrollo del presente proyecto es necesario tener en cuenta el concepto de los siguientes términos: fallas que se presentan en un pavimento rígido, la forma de mitigación del deterioro de los pavimentos, los aspectos técnicos a considerar en la construcción de pavimentos

**1.5.4. Operativa.** Teniendo en cuenta el reducido periodo disponible para la realización del proyecto es posible que no se alcance a verificar la funcionalidad de las alternativas propuestas, de presentarse tal situación esta será informada a la directora y al comité curricular con fin de tomar decisiones frente a estas.

## Capítulo 2. Marco Referencial

### 2.1. Marco Histórico

#### 2.1.1. Antecedentes.

*Diagnóstico de la red vial de los barrios Santa Clara, dos de octubre y villa paraíso del municipio de Ocaña norte de Santander.* El objetivo principal de este proyecto de investigación es presentar el diagnóstico y las posibles alternativas de solución de algunas vías del barrio Dos de Octubre, Santa Clara y Villa Paraíso de la comuna 6 del Municipio de Ocaña, Norte de Santander. En el cual se pretende determinar las causas que provocan los deterioros presentes en la estructura del pavimento de cada una de éstas. La metodología empleada consistió en la ejecución de ensayos in situ de PDC, inspección visual, conteo vehicular (TPDs), extracción de núcleos de concreto y de laboratorios, clasificación de suelo, humedades, límites de consistencia y resistencia a la estructura del pavimento. (Paez, 2014)

### 2.2. Marco Conceptual

**2.2.1. Fallas que se presentan en un pavimento rígido.** Se presentan en esta sección 20 daños o fallas típicas que ocurren en los pavimentos rígidos, durante el proceso gradual de deterioro de lo mismo. Para ordenar su exposición se han agrupado en tres categorías según su incidencia en la integridad de las losas y juntas de estos pavimentos (Ver tabla 1).

Estos daños afectan de manera disímil la condición y comportamiento del pavimento. Más aún, un mismo daño puede evolucionar en forma distinta atendiendo al mecanismo específico que lo origina. (Irigoyen, 1996)

**Tabla 1.**

Fallas que ocurren en pavimentos rígidos

<b>DEFECTOS DE SUPERFICIE</b>	<b>DEFECTOS ESTRUCTURALES</b>	<b>DEFECTOS DE JUNTAS</b>	<b>OTROS</b>
Descascaramiento	Fisura longitudinal	Deficiencia de material	Bacheos/ Reparaciones
Desprendimientos/Peladuras	Fisura Transversal y/o diagonal	sellante	
Pulimento Superficial	Fisura en esquina	Desportillamiento	
Fisura Plástica	Fisura Múltiple	Fisuras por mal funcionamiento de juntas	
	Rotura o bache		
	Fisura errática o inducida		
	Bombeo		
	Escalonamiento		
	Hundimiento		
	Levantamiento		
	Estallidos por comprensión		
	Daños por reactividad de los agregados		

Fuente: Adaptación del manual; Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de Reparación

**2.2.2. Forma de Mitigación del deterioro de los pavimentos rígidos.** Se entenderá por conservación de pavimentos rígidos el conjunto de acciones que se llevan a cabo para que un pavimento, construido con anterioridad con losas de concreto hidráulico, continúe en condiciones adecuadas de operación, ofreciendo comodidad y seguridad al usuario.

El término "Estabilización de Losas", se define como la inyección bajo presión de un material debajo de la losa y/o en la sub-base para llenar los huecos y proveer una capa delgada que reducirá las deflexiones y resistirá la acción de bombeo. El propósito de la estabilización de

losas es restaurar el soporte de la losa rellinando con material los huecos existentes en la base sin levantarla. (Altamirano, 2007)

El término "Nivelación de Losas", se refiere al levantamiento de una losa en los puntos de depresión restaurándola a su posición y perfil original. El propósito es nivelar una depresión y restaurar la integridad del pavimento, sin reconstruirlo, mejorando notablemente su nivel de servicio al mínimo costo. (Altamirano, 2007)

La estabilización y la nivelación de losas de concreto hidráulico o de recarpeteado con asfalto se han llevado a cabo por muchos años; sin embargo, durante los últimos diez años se han ido perfeccionando estas técnicas y se han utilizado materiales más desarrollados, personal especialmente capacitado y equipo específicamente diseñado. (Altamirano, 2007)

**2.2.3. Aspectos técnicos a considerar en la construcción de pavimentos.** Los pavimentos se diseñan y construyen con el objetivo de prestar el servicio para el cual fue concebido, durante un periodo determinado, manteniendo unas condiciones de seguridad óptimas, con un costo apropiado.

En el diseño del pavimento es necesario tener en cuenta varios elementos, de los cuales los más importantes son la capacidad de soporte del suelo, el tránsito que circulará sobre la estructura durante todo su periodo de diseño, las condiciones climáticas y los materiales con que se construirá. (INVIAS , 2008)

A continuación, se enumeran las variables técnicas a considerar en la construcción de pavimentos.

**Calidad de los agregados.** Los pavimentos de concreto se pueden construir con agregados calizos blandos, siempre y cuando se utilicen arenas de origen silíceo o aplicando en la superficie del concreto, cuando está fresco aun, un recubrimiento delgado de un material con mayor resistencia, tales como los agregados silíceos, de cuarzo o en algunos casos especiales, aun las fibras metálicas. (INVIAS , 2008)

**Subrasante Clima.** Los pavimentos de concreto son menos sensibles a la capacidad de soporte del suelo y a las condiciones climáticas que otros tipos de pavimentos; donde son más competitivos los pavimentos de concreto es sobre los suelos con baja capacidad de soporte debido a que los esfuerzos los distribuye en áreas muy grandes con lo que las sollicitaciones que llegan al suelo son bajas. (INVIAS , 2008)

**2.2.4. Glosario de Términos.** Las definiciones del presente glosario son tomadas del Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS y de la Guía de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C. (INVIAS , 2008)

**Pavimento Rígido:** Es el conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

**Vías Locales:** Corredor vial que permiten la accesibilidad a escala local en las diferentes zonas de la ciudad en articulación con las otras mallas viales. (INVIAS , 2008)

**Tránsito Promedio Diario:** Cantidad de vehículos que transitan a través de un corredor vial a lo largo de un día.

**Periodo de Diseño:** Es el tiempo para el que se estima que la estructura de pavimento va a funcionar con un nivel de servicio adecuado, sin requerir actividades de rehabilitación. (INVIAS , 2008)

**Subrasante:** Suelo natural o antrópico que soporta las cargas transmitidas a través de las capas superiores de la estructura de pavimento.

**Sub - Base:** Capa principal de la estructura de pavimento ubicada entre la subrasante y la capa de rodadura. Tiene como propósito distribuir las fuerzas generadas por las cargas a través de la subrasante. (INVIAS , 2008)

**Módulo de Reacción de la Subrasante:** Reacción de los suelos de subrasante y las capas de las estructuras de pavimentos ante cargas estáticas no repetidas.

**Ensayo CBR:** Ensayo que permite la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado Relación de Soporte de California, conocido por su origen CBR (Californian Bearing Ratio). (INVIAS , 2008)

**Drenaje Superficial:** Estructura construida para transportar y evacuar las aguas que caen directamente sobre la capa de rodadura de la estructura de pavimento.

**Juntas:** Son parte importante de los pavimentos rígidos y se realizan con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el Concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación de material y a los cambios de temperatura y humedad.

**Sardinel:** Elemento de concreto, asfalto u otros materiales para delimitar la calzada de una vía. (INVIAS , 2008)

## 2.3. Marco Teórico

**2.3.1. Características que debe reunir un pavimento.** Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos: a) Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito y a los agentes de intemperismo. b) Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos. c) Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación. d) Debe ser durable. e) Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje. f) El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como

en el exterior, que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado. g) Debe ser económico. h) Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito. (Montejo, 2002)

**2.3.2. Procedimiento para el registro de daños.** El objetivo de la inspección visual es establecer el porcentaje de pavimento afectado señalando los tipos de daños superficiales que se presentan, magnitud y severidad, factores que lo afectan y posibles soluciones. Los daños se registrarán en un formato diseñado por el INVIAS que permite inspeccionar cada daño con su severidad y dimensiones. Posteriormente se encuentra el reporte de daños obteniendo los datos del levantamiento, se prosigue con el procesamiento y análisis de la información de campo, con el fin de generar el reporte de los resultados obtenidos y sus posibles soluciones. (INVIAS , 2006)

El manual contiene una serie de herramientas prácticas que pueden ser empleadas por los ingenieros, a fin de obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección visual, que permita identificar el tipo, la magnitud y severidad de los mismos, así como su localización y los sectores de vía, más afectados, de acuerdo con la intervención realizada por cada contrato. (INVIAS , 2006)

**2.3.3. Formulación de programas teóricos de conservación.** Algunos de los factores de mayor suceso que afectan la vida del pavimento son: Diseño, Calidad de materiales, Procesos constructivos, volumen de tráfico y carga de ejes, Geometría de la vía, Edad del pavimento, condiciones ambientales, políticas de mantenimiento. (Castillo, 2008)

## 2.4. Marco Legal

**Ley 388 de 1997 plan de ordenamiento territorial.** Esta ley, permite establecer mecanismos por medio del cual el municipio hace un uso equitativo y racional de sus suelos, en defensa del patrimonio ecológico. Por la prevención de desastres en asentamiento de alto riesgo, y la urbanización eficiente. La ejecución de zonas urbanas integrales que permitan la gestión municipal. Es también, garantía de que el suelo se ajuste como propiedad en función social, defendiendo el espacio público y defendiendo el medio ambiente para la calidad de sus habitantes.

**Ley 336 de 1996 estatuto nacional de transporte.** Este decreto, informa el reglamento al servicio público de transporte terrestre automotor de carga, regido por el Ministerio de Transporte de la República de Colombia. Este, decreta el reglamento de la habilitación de las empresas del transporte público terrestre automotor de carga y la prestación de sus servicios, en eficiencia, seguridad, y economía de los principios rectores del transporte.

**Ley 769 de 2002 código nacional del tránsito.** Regula la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, donde internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito.

**Ley 1383 de 2010 reforma al código nacional del tránsito.** Esta ley, ha sido dispuesta como parte de la modificación de la ley 769 de 2002 Código Nacional del Tránsito. Desde esta legalización, se establecen las autoridades de tránsito por orden jerárquico. De esta forma, les es

asignado a las entidades públicas o privadas la delegación por parte del Ministerio de Transporte, las funciones de tránsito constituidas como organismo.

**Norma Técnica Colombiana NTC 2122.** Comprende la determinación del valor de CBR (relación de soporte de California) de subrasante y subbase de pavimento, y materiales de base Afirmado sobre muestras compactadas en el laboratorio. El método de ensayo está previsto principalmente para la evaluación de la resistencia de los materiales cohesivos que tienen partículas de tamaños máximos menores de 19 mm, pero no se limita a ellos.

**Norma Técnica Colombiana NTC 673.** Contiene el método de ensayo que trata sobre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados. Se encuentra limitado al concreto que tiene un peso unitario mayor que 800 kg/m<sup>3</sup> [50 lb/ft<sup>3</sup>]. Los valores normativos se expresan de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades. Véase la NTC 1000 (ISO 1000). Los valores informativos se expresan entre paréntesis en el sistema libra-pulgada y pueden no ser equivalentes al sistema internacional.

**Norma Técnica Colombiana NTC 2871.** Define el método de ensayo se utiliza para determinar la resistencia del concreto a la flexión mediante el uso de una viga simple con carga en los tercios medios. Los valores indicados en SI se deben considerar como los normalizados.

Este método de ensayo se usa para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados de acuerdo con las normas ASTM C 42, o ASTM C 31 o ASTM C 192.

Los resultados se calculan y reportan como el módulo de rotura. La resistencia que se determina variará si existen diferencias en el tamaño del espécimen, su preparación, condiciones de humedad, curado, o si la viga ha sido fundida o cortada al tamaño requerido.

Según datos de la Secretaria de Vías, Infraestructura y Vivienda, el municipio de Ocaña tiene 25.23Km de vías construidas en el sector urbano y en el sector rural se abrieron 8 Km de vías. El 37% de las vías urbanas del municipio se encuentran en estado regular y malo.

Existe una muy elevada tasa de mortalidad por accidentes de tránsito que supera enormemente a las del departamento y el país; para el municipio de Ocaña la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito es de 26,48 por cada 100 mil habitantes (Lesiones en accidente de tránsito. Colombia, 2010). Según el reporte de la Secretaria de Movilidad y Tránsito se presentaron dieciséis (16) muertos en el 2010 y doce (12) muertos en el 2011, con relación a las lesiones presentadas en accidentes de tránsito fueron treinta y tres (33) lesionados en el 2010 y setenta República de Colombia Ocaña, Norte de Santander Concejo Municipal 42 y cinco (75) en el 2011, y con daños en el 2010 es de cincuenta y siete (57) y en el 2011 es de cincuenta y cinco (55).

## Capítulo 3. Diseño Metodológico

El diseño es el medio de aplicación donde después de formular la hipótesis y de definir los objetivos del estudio, el investigador selecciona el tipo de estudio idóneo para responder a la interrogante que motiva la investigación

### 3.1. Tipo de Investigación

El proyecto se fundamentó en una investigación de los conceptos Técnicos de la Interventoría aplicado a pavimentos rígidos en la Ciudad de Ocaña, tomando como base al barrio Villa Paraíso, de tipo descriptivo, con un esquema y cualitativo, donde se analizan por que aparece estos fenómenos y como aplicar una buena construcción para mitigarlo. Donde se darán a conocer las diferentes características y tipos de deterioros en pavimentos rígidos, sus causas y posibles soluciones.

De tipo y cualitativo, partiendo de una hipótesis se realizó una inspección visual superficial del sector, analizando el estado de los daños que se presenten. No obstante, los resultados que se obtuvieron fueron a través del análisis de la información recolectada en el campo.

**3.1.1 Fases de la Investigación.** De acuerdo con la naturaleza del proyecto en la tabla 2, se plantean las siguientes fases para su ejecución:

**Tabla 2.**

Fases de la Investigación

---

**DISEÑO DE MANUAL TÉCNICO DE INTERVENTORÍA**

---

1. Revisión bibliográfica
2. Diagnóstico de las fallas en los pavimentos
3. planteamiento de soluciones y controles técnicos

---

Fuente: Autor del proyecto

### **3.2. Población y Muestra**

Para el desarrollo del presente proyecto se requiere el diagnóstico y análisis de las condiciones del sistema vial de la ciudad de Ocaña, la cual comprende vías en concreto rígido, flexible y en afirmado

### **3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de la Información**

Para el desarrollo del presente trabajo de grado, se utilizaron los siguientes mecanismos e instrumentos para la recolección de información:

**3.3.1. Fuentes primarias.** Los instrumentos que se utilizaron para recolectar la información fueron la observación directa, revisiones de contratos de consultorías, conductores y transeúntes, ensayos de laboratorios y de campo practicados a construcciones existentes, considerando que son alternativas básicas para cumplir con los objetivos de la investigación.

**3.3.2. Fuentes secundarias.** Para la recolección de información secundaria se recurrió al uso de revistas, cartillas, normas, información por internet, oficina de infraestructura y planeación.

### **3.4. Análisis de la Información**

La información reunida se evaluó y se analizó de manera concisa, enfocado a la buena construcción de pavimentos rígidos, de tal forma que brinde a los profesionales diagnósticos de vías existentes en la ciudad de Ocaña, facilitándoles la información necesaria que le permita ejecutar una buena labor de la construcción en este sector.

## Capítulo 4. Resultados

### 4.1. Describir las fallas que se generan comúnmente en los pavimentos rígidos

Según el Manual Para la Inspección Visual de Pavimento Rígido del INVIAS se clasifican en cuatro (4) tipos: Grietas, Deterioro de las juntas, Deterioro superficial y Otros deterioros.

Los niveles de severidad se encuentran clasificados en: alta, media y baja; para distinguir la gravedad o deterioro del daño. Cuando en un mismo tipo de daño se encuentra varios niveles de severidad o tipos de daño, es necesario anotar el de mayor importancia y magnitud.

En la tabla 3, se clasifican los tipos de daños en un pavimento rígido.

**Tabla 3.**

Tipo de daños en pavimento rígido y su grado de severidad

No.	Tipo de Daño (unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
<b>GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS</b>					
1.	Grietas longitudinales (m)	GL	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
2.	Grietas transversales (m)	GT	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
3.	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
4.	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
5.	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB		Siempre altas	
6.	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	<3mm	3 - 10mm	>10mm
<b>JUNTAS</b>					
7.	Separación de juntas (m)	SJ	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
8.	Deficiencias de sellado (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
<b>DETERIORO SUPERFICIAL</b>					
9.	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
10.	Descascaramientos (m2)	DE		Sin severidad	
11.	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12.	Desintegración (m2)	DI		Sin severidad	
13.	Cabezas duras (m2)	CD		Sin severidad	

Continuación Tabla 3. Tipo de daños en pavimento rígido y su grado de severidad

14. Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	$h < 6 \text{ mm}$	6 - 13 mm	$>13\text{mm}$
15. Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	$h < 5\text{mm}$	5 - 10mm	$>10\text{mm}$
16. Parches (m <sup>2</sup> )	PCHA, PCHC	bueno	Daños leves y medios, asent $<5\text{mm}$	Daños severos, asent $>5\text{mm}$
17. Hundimientos o asentamientos (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor.	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
18. Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m <sup>2</sup> )	FR	Sin descascarar	desc $< 10\%$	desc $> 10\%$
19. Fisuras ligeras de aparición temprana (m <sup>2</sup> )	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20. Fisuración por durabilidad (m <sup>2</sup> )	FD			
21. Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
22. Ondulaciones (m <sup>2</sup> )	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
23. Descenso de la berma (m)	DB	$h < 10\text{mm}$	10 - 30mm	$>30\text{mm}$
24. Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura $< 3\text{mm}$ .	Entre 3mm y 10mm.	$> 10\text{mm}$ .

Fuente: Manual para inspección visual de pavimentos rígidos Invias.

#### 4.1.1. Categoría 1. Grietas.

##### De esquina (GE).



Figura 1. Grietas de esquina (GE). Fuente Autor del proyecto.

En la Figura 1 se muestra una grieta de esquina, la cual se identifica por “la formación de un bloque en forma triangular en la losa de concreto”, presenciada generalmente por una fisura que intercepta la junta transversal con la longitudinal, “demarcando un ángulo mayor que  $45^\circ$ , con respecto a la dirección del tránsito La longitud de los lados del triángulo sobre la junta de la losa varía entre 0,3m y la mitad del ancho de la losa”. (Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Rígidos, 2006, Pág. 6)

### **Longitudinales (GL)**



**Figura 2.** Grietas Longitudinales (GL) Fuente Autor 2018

En la Figura 2 se evidencia una grieta longitudinal, la cual se forma en una fisura “paralela al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la falla se extiende a una distancia (L) mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa” o en su defecto en la totalidad de su longitud. (Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Rígidos, 2006, Pág. 7)

### **En bloque o fracturación múltiple (GB)**



**Figura 3.** Grieta en bloque o fracturación múltiple (GB) Fuente Autor 2018.

En la Figura 3 se aprecia una grieta en bloque o facturación múltiple, esta falla “aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la losa en concreto. Este grupo también comprende las grietas en Y”. “Aunque se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos, es más frecuente que se presente en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado”. (Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Rígidos, 2006, Pág. 11).

### **En pozos y sumideros (GA)**



**Figura 4.** Grieta en pozos y sumideros (GA) Fuente Autor 2018.

En la Figura 4 se aprecia una grieta en pozo, la cual “se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo” y ocurre lo mismo con los sumideros construidos en los pavimentos. Este tipo de falla se presenta en todos los tipos de pavimento rígido. (Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Rígidos, 2006, Pág. 12)

#### **4.1.2. Categoría 2. Daños en Juntas.**

##### **Separación de juntas longitudinales (SJ)**



**Figura 5.** Daño en juntas - Separación de juntas longitudinales (SJ) Fuente Autor 2018.

En la Figura 5 se evidencia la “separación de juntas longitudinales, las cuales se identifican en una abertura en la junta longitudinal del pavimento rígido”, generado por el desplazamiento de las losas de concreto, por el mal confinamiento de la vía. “Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido”. (Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Rígidos, 2006, Pág. 13)

## 4.2. Detectar las causas y fenómenos por los cuales se generan estas fallas en los pavimentos rígidos

**Tabla 4.**

Tipo de daños en pavimento rígido, causas y alternativas de soluciones.

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
<b>GRIETAS</b>	De esquina (GE)	Asentamiento de la base y/o la subrasante.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto.
		Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.	2) mejorar la base y/o subrasante.
		Alabeo térmico. Sobrecarga en las esquinas.	3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo.
	Longitudinales (GL)	Asentamiento de la base y/o la subrasante.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto.
		Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.	2) mejorar la base y/o subrasante.
		Alabeo térmico. Losa de ancho excesivo Carencia de una junta longitudinal Aserrado tardío de la junta	3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo.
En los extremos de los pasadores (GP)	Mala ubicación de los pasadores Corrosión o desalineamiento de los pasadores.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto, junto con los pasadores.	
	Diámetro de barras muy pequeños y cargas de tráfico muy altas.	2) mejorar la base y/o subrasante. 3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo, sin instalar pasadores.	

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>	
<b>DAÑOS EN JUNTAS</b>	En bloque o fracturación múltiple (GB)	Puede ser causada por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto)	1) cortar el área afectada o losa completa retirando el material de concreto. 2) mejorar la base y/o subrasante. 3) reconstruir la losa o área afectada dejando las juntas de litación para el correcto fraguado de la mezcla.	
	En pozos y sumideros (GA)	Se atribuye a la variación en la distribución de esfuerzos debida a la presencia de pozos o sumideros, estos se convierten en una zona vulnerable a la aparición de grietas derivadas de la geometría irregular de la zona adyacente.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto. 2) mejorar la base y/o subrasante. 3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo.	
	Separación de juntas longitudinales (SJ)	Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclaje entre carriles adyacentes. Ausencia de bermas Asentamiento diferencial de la subrasante.	1) mejorar la base y/o subrasante descubierta por la separación de las losas. 2) aplicar un llenante o concreto nuevo.	
	Deterioro del sello (DST – DSL)	Endurecimiento del sello: Producto de mala calidad, envejecimiento. Extrusión del material del sello.	1) realizar una limpieza de la junta de dilatación 2) Aplicar un sello nuevo dentro de la junta de dilatación.	
	Desportillamiento de juntas (DPT – DPL)	Incrustación de material incomprensible. Crecimiento de la vegetación	Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos. Desintegrado del concreto, por mala calidad del material.	Aplicar un aditivo llénate para mejorar las juntas y mitigar el Desportillamiento.
		Presencia de material incomprensible en la junta. Mal procedimiento de corte de la junta. Aplicación de cargas antes de conseguir la resistencia mínima recomendada del concreto.		
<b>DETERIOROS SUPERFICIALES</b>				

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
	Descascaramiento (DE)	Exceso de acabado del concreto fresco colocado. Fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen la Descascaramiento de la superficie.	Mejoramiento de la superficie con la aplicación de un aditivo.
	Desintegración (DI)	Es causado por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre. Mortero poco homogéneo Deficiente calidad de los materiales.	Mejoramiento de la superficie con la aplicación de un aditivo.
	Baches (BCH)	Fundiciones y capas inferiores inestables Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes. Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto. 2) mejorar la base y/o subrasante. 3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo.

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
	Pulimento (PU)	Esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la mezcla de concreto y/o agregados son de mala calidad.	Mejoramiento de la superficie con la aplicación de un aditivo.
	Escalonamiento Juntas longitudinales (EJL)	Deficiencia en el traspaso de cargas entre las losas o trozos de losas. Asentamiento diferencial de la subbase o subrasante.	Realizar una perforación de la losa afectada y aplicar un aditivo para subir y alinear las losas del pavimento.
	Parches (PCHA. PCHC)	En parches de concreto de pequeñas dimensiones, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza un epoxico como material de adhesión.	Aplicar un epóxido como material de adhesión antes de realizar el parche.
	Hundimiento o asentamiento (HO)	Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se produce asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto. 2) localizar y mejorar la base y/o subrasante afectada u otro factor que cause el hundimiento. 3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo.
<b>OTROS TIPOS DE DETERIORO</b>	Fisuración por retracción o tipo de malla (FR)	Curado inapropiado del concreto Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie. Malla de refuerzo muy cerca de la superficie.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto. 2) mejorar la base y/o subrasante. 3) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para adherirlo con el viejo.

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
		Acción del clima o de productos químicos.	
	Fisuras ligeras de aparición temprana (FT)	Aparecen por contracción plástica del concreto, que aparece antes del fraguado final, por secado prematuro.	Aplicar un aditivo para controlar la falla y no permitir su prolongación.
		Presencia de agua superficial que penetra entre la base y la losa de concreto.	Mejoramiento de los sellos de las juntas nivelándolo con las losas de concreto.
	Bombeo sobre la junta transversal (BOT)	Material erodable en la base.	
		Tráfico de vehículos pesados frecuente.	
		Trasmisión inadecuada de cargas entre losas.	
	Ondulaciones (ON)	Deficiente proceso constructivo de las losas de concreto que permitió la pérdida de nivel de referencia de la vía.	1) Realizar un corte del área afectada retirando el material de concreto. 2) aplicar el concreto nuevo con un aditivo para unificarlo con el viejo.
	Separación en el berma y el pavimento (SB)	Asentamiento con desplazamiento por compactación insuficiente o falta de compactación en la cara lateral del pavimento.	1) realizar una limpieza del área descubierta por la separación de los elementos.
		Escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento.	2) Aplicar un sello, aditivo o concreto nuevo dentro del área descubierta por la separación.

Fuente: Manual para inspección visual de pavimentos rígidos Invias.

### **4.3. Plantear soluciones y controles técnicos de interventoría para identificar y mitigar las fallas que se generan en un pavimento rígido**

Esta guía tiene por objetivo establecer los procedimientos y criterios que debe tener el interventor para implementar los controles técnicos en la elaboración de un pavimento rígido, de tal manera que permita un adecuado seguimiento a las actividades ejecutadas.

**Condiciones generales.** Los datos obtenidos en una rigurosa inspección, después serán evaluados y estudiados con las informaciones contenidas en el registro documental de una carretera, posibilitando la determinación de la condición estructural y del comportamiento del pavimento rígido, también para el establecimiento de prioridades y para establecer criterios para su mantenimiento y recuperación. Las siguientes fases de inspección de pavimento rígido constan de: Definición de los sectores de la carretera, determinación del tipo de inspección, levantamiento de los defectos visibles, catalogación de los datos recolectados en la inspección.

#### **Condiciones específicas**

*Definición de los sectores de la carretera*

*Atribución.* La definición de los sectores de la carretera a ser inspeccionados es de competencia del Ingeniero responsable para la inspección.

*Criterios.* La elección de los sectores deberá estar basada en:

Datos básicos de campo, informaciones de gabinete o del registro documental e indicios que demuestren la necesidad de inspección en determinados sectores

*Preparación del sector para inspección.* Un sector elegido para la inspección deberá ser dividido en partes denominadas muestras.

**Tabla 5.**

Tipo de daños en pavimento rígido y controles de interventoría.

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CONTROLES DE INTERVENTORIA</b>
<b>GRIETAS</b>	De esquina (GE)	<p>Verificar, en el proceso constructivo, la conformación de la base y/o la subrasante y el porcentaje de compactación mediante los ensayos de CBR, comprobando si se está cumpliendo con las especificaciones estipuladas.</p> <p>Una vez terminado el pavimento, verificar periódicamente el estado de los sellos de las juntas de dilatación, para aplicar un nuevo sello donde se requiera, para evitar la infiltración de agua a las capas internas del pavimento por las juntas de dilatación Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.</p>
	Longitudinales (GL)	<p>Verificar que se cumplan los anchos de diseño de las Losa, para evitar este tipo de grieta, ya que son ocasionados por los ancho excesivo</p> <p>Verificar el aserrado rápido cuando se realizan pavimentos monolíticos, para proyectarle las juntas de dilatación, evitando este tipo de lesión.</p>
	En los extremos de los pasadores (GP)	<p>Verificar la ubicación de los pasadores, según la norma, para evitar la mala distribución de las cargas y que afloren en la superficie, para evitar la Corrosión o desalineamiento de los pasadores.</p> <p>Controlar que los diámetros de las barras sean los adecuados según la norma, ya que en ocasiones se instalan pasadores muy pequeños para cargas de tráfico muy altas.</p>
	En bloque o fracturación	<p>Controlar que la dosificación del concreto sea la estipulada según el diseño y los materiales utilizados, verificando a través</p>

<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>CONTROLES DE INTERVENTORIA</b>
<b>DAÑOS EN JUNTAS</b>	múltiple (GB)	de ensayos por muestreo la resistencia del concreto utilizado.
	En pozos y sumideros (GA)	Controlar que la dosificación del concreto para los posos y sumideros sean los adecuados según el diseño del pavimento para evitar que este se fracture por las cargas a las que son sometidas
	Separación de juntas longitudinales (SJ)	Verificar y recomendar la utilización de barras de anclaje según la norma, para evitar la separación de juntas longitudinales, por la contracción o expansión diferencial de losas.
	Deterioro del sello (DST – DSL)	Verificar que el producto de sello de juntas sea de buena calidad para garantizar su durabilidad evitando el endurecimiento prematuro del sello.  Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos.
	Desportillamiento de juntas (DPT – DPL)	Vigilar y controlar que se utilice las especificaciones térmicas recomendadas garantizar la calidad del producto entregado material.  Verificar el buen procedimiento de corte de la junta para evitar Desportillamiento
<b>DETERIOROS SUPERFICIALES</b>		Vigilar que se habilite la vía en el tiempo recomendado (28 días), garantizando la resistencia esperada del material.
	Descascaramiento (DE)	Controlar el exceso de acabado del concreto fresco colocado con el curado de la superficie del pavimento (anti sol, agua constante), para evitar la fisuración capilar, que pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al Descascaramiento de la superficie.
	Desintegración (DI)	Controlar la calidad del pavimento, exigiendo material de buena calidad y la dosificación estipulada según el diseño del pavimento.
	Baches (BCH)	Verificar los espesores de las capas que conforman el pavimento (subrasante, sub base, base, pavimento), según diseños, garantizando el buen funcionamiento de la vía.  De igual forma garantizar el bombeo y peraltado indicado según norma para evitar el empoza miento de las aguas lluvias y generen baches en el pavimento.

---

**PAVIMENTO RIGIDO**


---

CATEGORIA	DETERIORO	CONTROLES DE INTERVENTORIA
	Pulimento (PU)	Controlar el buen uso de los materiales y que sean de buena calidad, exigiendo y vigilando las cosificaciones adecuadas para garantizar la resistencia requerida del pavimento rígido.
	Escalonamiento Juntas longitudinales (EJL)	Verificar la correcta instalación de las barras de anclaje según la norma para la buena funcionalidad de las losas que conforman el pavimento rígido, evitando este tipo de falla y revisar el sello de las juntas de dilatación para evitar la infiltración de aguas lluvias a las capas internas del pavimento.
	Parches (PCHA. PCHC)	Al requerir realizar parchado del pavimento, verificar la aplicación de algún aditivo de adhesión (epoxica) para unir el concreto nuevo con el concreto viejo y así evitar que por retracción del fraguado se pueda separar el parche.
	Hundimiento o asentamiento (HO)	Se debe verificar y controlar la correcta compactación de las capas (subrasante, subbase y base) que conforman la estabilidad de un pavimento, midiéndolos con los ensayo de CBR para garantizar el buen funcionamiento de la estructura.
	Fisuración por retracción o tipo de malla (FR)	Verificar el correcto curado que se le debe hacer al concreto una vez este fraguado para evitar al máximo la aparición de fallas en la superficie del pavimento.
		Controlar la dosificación implementada en el concreto para evitar exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.
		Controlar la colocación de la malla de refuerzo, para evitar que quede muy cerca de la superficie.
<b>OTROS TIPOS DE DETERIORO</b>	Fisuras ligeras de aparición temprana (FT)	Se debe controlar el secado del concreto para evitar la aparición de fisuras en la superficie del pavimento por contracción plástica, que aparece antes del fraguado final, por secado prematuro.
	Bombeo sobre la junta transversal (BOT)	Controlar que las capas del pavimento sean con material de buena calidad para garantizar la estabilidad de la estructura.
		De igual forma Controlar y verificar el correcto acabado para evitar presencia de agua superficial que pueda penetrar entre la base y la losa de concreto.
		Verificar que las condiciones de diseño fueron la

---

**PAVIMENTO RIGIDO**


---

CATEGORIA	DETERIORO	CONTROLES DE INTERVENTORIA
		adecuadas para el volumen de trafica que transitara en el pavimento en construcción.
	Ondulaciones (ON)	Inspeccionar y controlar la correcta, cada uno de los procesos de ejecución del pavimento para evitar fallas y ondulaciones futuras en la superficie de la vía.
	Separación en la berma y el pavimento (SB)	En el proceso constructivo inspeccionar y controlar los soportes (bordillos) o sardineles que se deban construir lateralmente para garantizar la contención del pavimento evitando desplazamiento de las losas.
		Controlar los niveles de la berma con el pavimento, para evitar Escurrimiento de agua sobre ella.

---

Fuente: Manual para inspección visual de pavimentos rígidos Invtas.

**Proceso constructivo que debe tener en cuenta el interventor para un pavimento rígido.**

*Perfilado y preparación de la subrasante.* En los trabajos previos a la formación de la capa de la sub rasante de cualquier obra vial, se realiza la limpieza, trazo y nivelación. Se realizará la limpieza de material orgánico y basura en toda la longitud y ancho de las calles propuestas en este proyecto. Después la comisión topográfica fija los niveles y hacen el trazo horizontal mediante la colocación de estacas de madera que determina el eje del proyecto. Para la construcción de la capa subrasante se fijan niveles en el tramo a construir en cada jornada de trabajo.

Comprende todas las operaciones necesarias para obtener una superficie de apoyo de la estructura del pavimento (sub base, base granular y losa) lisa, compacta y homogénea, que responda a los perfiles y cotas de los planos del proyecto. Posteriormente se hace el cajón en el

terreno con motoniveladora cortando, relleno o compensando según sea el caso, hasta llegar al nivel de la subrasante.

*Construcción de la base y sub-base.* Las bases y sub-bases son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la subrasante (Infraestructura).

*Sub-base.* Es la capa granular localizada entre la sub-rasante y la base en pavimentos flexibles o rígidos.

*Materiales.* Los materiales para sub-base suelen ser materiales granulares, que pueden ser naturales o triturados. Estos materiales se usan generalmente como capas de protección de la sub-rasante y/o proporcionan drenaje por encima de la sub-rasante. Se podrá usar partículas limpias, con suelos tipo grava arenosa o suelos similares, que cumplan los siguientes requisitos: · Inorgánicos. · Libres de materia vegetal. · Libres de escombros. · Libres de basuras. · Sin presencia de terrones. · Sin presencia de trozos degradables.

Además, se debe cumplir las siguientes características:

**Tabla 6.**

Características de que debe cumplir una subbase para pavimentos rígidos.

Limite Líquido (LL)	25%	Máx.
Índice de Plasticidad (IP)	6%	Máx.
Poder de Soporte (CBR)	40%	Min.
Desgaste de los Ángeles	60%	Máx.
Finos que pasa malla N° 200	15%	Máx.

Fuente: Autor del proyecto.

*Construcción de la base.* La construcción de la base deberá ajustarse a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto y cubriendo un ancho mayor al que la calzada de a lo menos 10 cm a ambos costados. Se depositarán y se esparcirán los materiales, en una capa uniforme, de manera que la capa tenga el espesor requerido al ser compactada. La colocación del material de base granular sólo se iniciará una vez que se haya dado cumplimiento a los requerimientos establecidos para la subrasante. La capa de base granular no deberá extenderse sobre superficies que presenten capas blandas, barrosas. Los procedimientos de instalación y colocación del material de base deberán asegurar que al perfilarse y compactarse según lo especificado, la base granular se ajustará a los perfiles del proyecto.

La base granular debidamente preparada se extenderá sobre la plataforma de camino, debiendo quedar el material listo para ser compactado sin necesidad de mayor manipulación para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado. Alternativamente, el material podrá transportarse y depositarse sobre la plataforma del camino, formando pilas que den un volumen adecuado para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado. En este último caso, los materiales apilados deberán mezclarse por medios mecánicos hasta obtener la homogeneidad y humedad necesaria, tras lo cual se extenderán uniformemente. Durante el tendido, deberá cuidarse de evitar cortes en la capa subyacente. La base granular deberá construirse por capas, de espesor compactado no superior a 30 centímetros ni inferior a 15 centímetros. El material extendido deberá tener la granulometría especificada.

*Materiales.* Los materiales a utilizar en la base deberán estar libres de residuos orgánicos, suelo vegetal, arcillas u otro material perjudicial. Además, debe cumplir los siguientes requisitos:

**Tabla 7.**

Características de que debe cumplir una base para pavimentos rígidos.

Pavimento Hormigón	40%	Máx.
Limite Liquido (LL)	25%	Máx.
Índice de Plasticidad (IP)	6%	Máx.
Poder de Soporte (CBR)		
Pavimento Asfalto	80%	Min.
Pavimento Hormigón	60%	Min.

Fuente: Autor del proyecto

*Construcción de las losas.* Sobre la base granular especificada, se colocará el concreto de 3000 psi inmediatamente elaborado en la obra, en descargas sucesivas distribuyéndolo y con un espesor tal que al compactarlo resulte el indicado para el firme en los planos del proyecto. El concreto de 3000 psi se colocará firmemente contra la formaleta, de manera de lograr un contacto total con los mismos, compactándolo adecuadamente, mediante el vibrado portátil. El concreto de 3000 psi deberá presentar la consistencia requerida de acuerdo con el tipo de compactación, quedando absolutamente prohibida la adición de agua al mismo. Toda mezcla que presente signos evidentes de fragüe será desechada y no se permitirá su ablandamiento mediante la adición de agua y cemento. El concreto de 3000 psi deberá estar libre de sustancias extrañas, especialmente de suelo. La distribución del concreto de 3000 psi la realizará el Constructor, coordinándola con las restantes tareas relativas a la construcción del firme, de manera que todas ellas se sucedan dentro de los tiempos admisibles y produzcan un avance continuo y regular de todo el conjunto.

*Control de perfilado y espesores.* El Ingeniero Interventor controlará, a medida que adelanten los trabajos, el cumplimiento de los perfiles y espesores de proyecto. No se admitirán en este control espesores menores que los especificados, para lo cual el contratista procederá a

los ajustes respectivos repasando la sub base y base granular eliminando los excedentes de material en aquellas zonas en que provoquen una disminución del espesor del firme. El constructor verificará que no se hayan producido asentamientos en la formaleta y en caso de que ello haya ocurrido, procederá a la reparación inmediata de esa situación.

*Construcción de juntas.* Las juntas a construir serán del tipo y dimensiones indicadas en los planos y demás documentos del proyecto. La junta longitudinal se construirá sobre el eje del pavimento, las juntas transversales formarán ángulos rectos con dicho eje. Las juntas terminadas y controladas en la superficie del pavimento, deben ser rectas no admitiéndose desviaciones mayores de 3 mm, en 3 m de longitud. La ubicación de las juntas será la que se indica en los planos, o bien la que surja de aplicar los criterios y especificaciones de este proyecto a las superficies especiales que se pavimenten.

*Pasadores en acero de refuerzo.* Los pasadores se dispondrán de manera que queden paralelos entre sí. Previa a la colocación del concreto de 3000 psi, la longitud total del pasador será posteriormente engrasada con una película delgada de modo tal que se impida la adherencia entre el concreto y el acero para permitir el libre movimiento de las losas contiguas, en los casos de dilatación o contracción. El engrasado de los pasadores, precedentemente exigido, será especialmente cuidado por el Constructor, que utilizará para ello material de características adecuadas capaz de formar alrededor de la barra de acero una película consistente y de una resistencia suficiente que impida su eliminación por compactación del concreto fresco.

*Las muestras y testigos.* Las determinaciones en que se fundamentarán los estudios de recepción de los trabajos, se realizarán sobre muestras obtenidas del hormigón fresco y sobre testigos extraídos del firme. Las muestras obedecerán al plan general de control de hormigones, tomando como base la resistencia a la tracción por flexión y su correlación con probetas ensayadas a tracción por hendimiento (tracción indirecta).

*Extracción de los testigos para el control del pavimento.* Las muestras o testigos se extraerán a distancia aproximadamente iguales entre sí, y tratando de cubrir el ancho total de la calzada.

Antes de la extracción deben estar definidas las zonas de los elementos estructurales, de forma tal que sea representativo del hormigón que se investiga. Además, deberá estar identificada la posición de las armaduras de acero, para evitar el corte de estas, no se afecte la estructura objeto de estudio y no sea dañada la broca de la máquina extractora.

Se debe verificar que la superficie del elemento este sana y que el hormigón haya endurecido lo suficiente para que permita su extracción sin perjudicar la adherencia entre el mortero y el árido grueso.

*Forma y dimensiones de los testigos.* El testigo que se va a obtener para determinar la resistencia a compresión del hormigón deberá tener un diámetro de por lo menos 3 veces el tamaño máximo del árido grueso utilizado en la confección del hormigón, y en ningún caso deberá ser menor que el doble de la dimensión del tamaño nominal del árido grueso. Siempre

que sea posible los testigos cilíndricos deben tener una longitud tal que garanticen después de su preparación para el ensayo, una relación altura diámetro ( $h/d$ ) igual a dos. En caso de no poderse cumplir esta condición se admitirán probetas de altura mínima igual al diámetro, aplicando a los resultados de ensayos los coeficientes de corrección.

*Características de los testigos.* Los testigos para poder ser ensayados deberán presentar aspecto compacto, y sin grietas ni fractura, producidos aparentemente por el equipo de extracción. Los testigos defectuosos serán desestimados y reemplazados con otros de características aceptables.

*Extracción de las muestras de hormigón fresco.* Se considera la elaboración de probetas prismáticas para ensayos de tracción por flexión y probetas cilíndricas para ensayos de tracción por hendimiento (tracción indirecta). Por cada jornada de trabajo se tomarán como mínimo las siguientes muestras:

- Se tomarán seis probetas prismáticas gemelas, para ensayos de tracción por flexión.
- Se tomarán seis probetas cilíndricas gemelas, para ensayos de tracción por Hendimiento

*Forma y dimensiones de las muestras.* Los moldes de las probetas para ensayos serán de acero, plásticos o de otro material rígido no absorbente y que no reaccione con los álcalis del cemento. Conservaran su estanqueidad y sus dimensiones con el uso, dentro de los límites especificados para cada tipo de molde.

Los moldes cilíndricos serán verticales y el plano del borde será perpendicular al eje, estos moldes serán de diámetro  $d$  y altura  $2d$ . Los diámetros de los moldes no diferirán en más de 1.5 mm, ni sus alturas en más de 6.5 mm con relación a las dimensiones nominales.

Los moldes prismáticos serán rectangulares. Las superficies interiores estarán exentas de irregularidades. Las caras laterales, las externas y el fondo serán planas y perpendiculares entre sí. La variación máxima con respecto a la sección transversal nominal no excederá de 3 mm.

Para la toma de muestras para los ensayos de compresión, tracción indirecta y permeabilidad se utilizarán moldes cilíndricos preferiblemente de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura nominal.

Para los ensayos de flexión se utilizarán moldes prismáticos, preferiblemente de dimensiones nominales internas de 150x150x500 mm (dimensiones internas), siempre que el tamaño máximo del árido grueso no sea superior a 40 mm. Cuando la fracción del árido grueso es superior a 40 mm, se realiza un tamizado con una malla con aberturas de 40 mm, retirando las partículas que queden retenidas en la misma y tomando la muestra con el material tamizado.

### **Determinación del tipo de inspección**

Inspección en todo el sector; inspección técnica, control de calidad del pavimento.

*Inspección en todo el sector.* Es la inspección realizada en todas las muestras de un sector.

Por ser muy costosas en términos de personal y de tiempo, este tipo de inspección solo deberá ser

ejecutado en caso de una carretera de pequeña extensión o cuando se trate del establecer contratos de mantenimiento o de reparación, pues, existe la necesidad, en este último caso, del levantamiento exacto de la cantidad, de los tipos y de la extensión de los defectos existentes en el sector.

*Inspección por muestreo.* Es la inspección en apenas un determinado número de muestras de un sector; presenta mayor economía de personal y recursos, por tanto, se realiza con mayor rapidez.

*Determinación del número mínimo de muestras.* Para que el Ingeniero responsable de la inspección obtenga un elevado grado de confianza en el resultado de la inspección por muestreo, es necesario establecer un número mínimo de muestras a ser inspeccionadas. Estadísticamente, se determina a este número (n) por medio de la ecuación que se presenta abajo. En función del número total de muestras (N) del sector con un error admisible ( $\pm e$ ) y de la desviación estándar (S) de la media de los resultados individuales del índice de condición del pavimento:

$$n = \frac{NS^2}{\frac{e^2}{4}(n-1) + S^2}$$

Esta ecuación garantiza el 95% de confianza de no cometer errores en la evaluación basada en los datos recolectados en la inspección y estará dentro de la banda admisible ( $\pm e$ ).

Se recomienda para una buena estimación, adoptar inicialmente valores de (S) entre 8 y 14 considerando a  $S=10$ .

Es aconsejable también que sea efectuado el cálculo de la desviación estándar (S) para las primeras muestras inspeccionadas, con el objetivo de verificar el valor inicialmente adoptado.

El número mínimo de las muestras (n) a ser inspeccionados en un sector nunca deberá ser menor que 5 (cinco).

*Selección de las muestras.* La selección de las muestras para inspección debe ser aleatoria. El Ingeniero responsable debe determinar el método que garantice esa aleatoriedad.

Para obtener una mayor representatividad de la muestra escogida aleatoriamente, se recomienda que, cuando el número (N) de muestras de un sector fuese igual o mayor que 10, sea utilizado el método de “muestreo sistemático

### **Levantamiento de defectos visibles**

*Actividades Preliminares.* Antes de proceder al levantamiento de los defectos, deben ser tomadas las siguientes medidas:

Realización de un reconocimiento in situ, de modo de identificar el sector y las muestras seleccionadas para la inspección; planificación de la ejecución de inspección, debiendo constar el cronograma de trabajo, el número necesario de equipos para la inspección y la distribución de

muestras a los equipos; contactos con las autoridades responsables de la operación de la carretera, para que será garantizada la seguridad de los equipos de inspección y la menor interferencia posible con el flujo de tráfico; inspección del material necesario para el manejo de los servicios

*Ejecución.* Las muestras que componen el sector seleccionado, serán identificadas y demarcadas con tinta, deben ser cuidadosamente inspeccionadas, de modo que se permita obtener las siguientes informaciones.

*Tipos de Defectos.* Cada defecto debe ser identificado o descrito.

*Grado de Severidad.* Cada defecto debe ser clasificado de acuerdo con su grado de severidad c. Número de losas afectadas por un determinado tipo de defecto en la muestra.

Para que estos datos sean precisos es necesario que antes de evaluar un defecto, el área que lo contiene quede completamente limpia. De ese modo, serán más confiables las medidas y las evaluaciones que se hicieren necesarias. Para la identificación de las losas que presentan el defecto definido como “losa suelta o placa bailarina” es necesario observarlas bajo la acción del tráfico, siendo que la evaluación de este tipo de defecto solamente deberá ser efectuada en estas condiciones.

En el caso que no haya disponibilidad de tiempo al término de la inspección de cada muestra, el equipo hará que un vehículo simulador de tráfico recorra toda la muestra aplicando

carga directamente sobre cada una de las losas.

*Levantamiento de los defectos atípicos.* Se considera un defecto atípico cuando aquel fuese poco común en el sector y ocurre generalmente en los pasos de nivel, canales de drenaje, cajas de inspección, alcantarillas o en cualquier otra interrupción del pavimento.

Cuando el defecto atípico ocurre en una muestra seleccionada ésta pasará a ser clasificada como “adicional”. Para cada muestra adicional será escogida en el sector, aleatoriamente, una nueva muestra para ser inspeccionada.

Si fuesen detectados defectos atípicos en las muestras no seleccionadas, esos defectos serán levantados y las muestras que los convierten serán clasificadas como adicionales.

### **Catalogación de los datos colectados en la inspección.**

Los datos recolectados en la inspección deberán ser puestos en consideración del jefe del equipo de la inspección

#### *Medios Necesarios*

##### *Personal*

Para cada sector a ser inspeccionado es necesario formar un grupo de inspección que deberá ser liderado por un ingeniero.

Cada grupo de inspección será compuesto por equipos, que estarán bajo la supervisión de un auxiliar directo del ingeniero, designado como “auxiliar de grupo”.

Cuando sea necesario existirá en el grupo controladores de tráfico.

Cada equipo de inspección deberá tener un jefe y dos auxiliares.

Los auxiliares de grupo y los jefes de equipo deberán estar familiarizados con los procedimientos y criterios definidos en esta guía, también deben estar capacitados para identificar y clasificar los diversos tipos de defectos.

El jefe de equipo de inspección deberá estar apto para conducir la inspección de la muestra, levantando y registrando en los modelos propios todos los datos necesarios para la evaluación.

### *Materiales*

Cada equipo deberá disponer de:

Material de limpieza (escoba de acero, cepillos, solventes, etc); material de identificación (tinta, tiza, crayón, etc.); instrumentos de medida (regla, escuadra milimétrica, nivel, cinta métrica).

Cuando haya controladores de tráfico, el grupo deberá disponer de equipos apropiados de señalización y de bloqueo o desvío de tráfico.

Cada grupo deberá disponer de un automóvil y de máquinas fotográficas, pues los defectos que merezcan una evaluación más precisa a ser hecha en gabinete, deben ser fotografiados.

Los defectos que fuesen fotografiados deben ser marcados y realzados con la utilización de colorantes para mejor definición de sus características.

#### *Registro documental.*

Siempre que fuese posible se debe observar lo dispuesto en el registro documental del sector en inspección, para lo cual se planea un formato que contenga una lista de chequeo o verificación de fallas para documentar las condiciones actuales de las vías en estudio y la severidad del daño (Ver Anexo).

#### *Disposiciones Finales.*

Las inspecciones deberán ser ejecutadas durante el período diurno, para aprovechar la luz solar, y realizar los controles pertinentes en los materiales utilizados para conformar la estructura del pavimento.

Para realizar una buena supervisión por parte de los ingenieros encargados de la interventoría, debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Evaluar las condiciones indicadas dentro del contrato, antes de empezar actividades con el objeto de evaluar y comparar las especificaciones técnicas pactadas con respecto a las

estipuladas por el INVIAS, para garantizar la correcta ejecución del pavimento y mitigar la aparición de fallas futuras una vez terminada la obra.

Verificar y evaluar los resultados de los ensayos practicados a cada uno de los materiales utilizados para la conformación de la estructura del pavimento, y las condiciones actuales del terreno a intervenir e identificar si se requiere realizarle un mejoramiento para garantizar la estabilidad y compactación de la subrasante, ya que se tienen cinco clases de suelo tal y como se indica en la Tabla 4, en la cual, la clasificación se hace con base en la Relación de Soporte de California del suelo -CBR- evaluada según la Norma INVE-148-07, estos valores se correlacionaron con el Módulo de Reacción de la subrasante -k- que es el parámetro usado en las ecuaciones de diseño.

**Tabla 8.**

Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia

Clases o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm <sup>2</sup> )
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 - 500
S3	5 - 10	500 - 1.000
S4	10 - 20	1.000 - 2.000
S5	> 20	> 2.000

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto.

Para subrasantes con CBR menores que 2, en la mayoría de los casos y cuando el diseñador lo considere conveniente, se requieren tratamientos especiales, como la sustitución de los materiales inadecuados (remoción parcial o total del material inaceptable) o la modificación de sus características con base en mejoramientos mecánicos o con la adición de productos como la

cal, el cemento u otros que doten a la subrasante de mejores características mecánicas. (Artículo INV-230-07).

El ingeniero interventor deberá tener en cuenta que existen tres tipos de soporte para el pavimento, como se indica en la Tabla 5, el suelo natural, las bases granulares (Artículo INV-330-07) y las bases estabilizadas con cemento (Artículo INV-341-07), de 150 mm de espesor. Su efecto en el espesor de la estructura se tendrá en cuenta elevando el valor de la capacidad de soporte del terreno natural o suelo de subrasante para verificar si el material seleccionado cumple con su funcionalidad de soporte garantizando la estabilidad de la vía.

**Tabla 9.**

Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.

<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>
SN	<b>Subrasante Natural</b>
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto.

El profesional para los diseños de los pavimentos, debe considerar 4 calidades de concreto según lo indicado en la Tabla 6, las resistencias a la flexotracción se evalúan a los 28 días y se miden con base en el ensayo Resistencia a la flexión del concreto. Método de la viga simple cargada en los tercios de la luz (Norma INV E414-07), de esta forma comprobar la resistencia y verificar si se cumple con las especificaciones estipuladas.

**Tabla 10.**

Valores de resistencias a la flexotracción del concreto (Módulo de rotura).

<b>Descripción</b>	<b>Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto.

Exigir un plan de inspección y ensayos vasado en lo estipulado por el INVIAS, y realizar el seguimiento y control de ese formato, verificando el cumplimiento de lo estipulado.

Realizar un seguimiento y control diario de los procesos y especificaciones utilizadas para darle cumplimiento a lo pactado en el contrato y exigiendo el cumplimiento de las normas del INVIAS.

Una vez terminada la construcción del pavimento rígido, exigir al contratista el manual de mantenimiento vial, luego programar con la entidad contratante una inspección periódica para verificar el cumplimiento del manual de mantenimiento. Por último, inspeccionar las fallas que se pueden generar y analizar los motivos por los cuales se generan, para intervenirlas y mitigar su crecimiento, manteniendo la vía en óptimas condiciones y prolongar su durabilidad.

## Conclusiones

Las vías en estudio que conforman el Barrio “Villa Paraíso”, se encuentran en muy mal estado, por la falta de control y mantenimiento, y actualmente requieren de una rápida intervención para mitigar los fallos que presenta para brindar unas mejores condiciones de transitabilidad a los usuarios que hacen uso de ellas.

Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.

La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema, es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.

Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.

## **Recomendaciones**

Hacer mantenimientos periódicamente con la intención de evitar la aparición o el agravamiento de deterioros de mayor severidad, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

Implementar un proceso de planificación y gestión vial que involucre actividades de identificación de necesidades en la red vial, priorización y optimización de actividades, análisis y establecimiento de estrategias de financiamiento, programación de actividades y utilización de recursos.

Considerar las especificaciones y ensayos del INVIAS al momento de realizar las respectivas reparaciones al pavimento.

Implementar el uso de herramientas tecnológicas de manera que facilite la inspección visual; basándose en las técnicas que se utilizan en países como México y España.

## Referencias

- Altamirano, L. (2007). *Deterioro de Pavimentos Rigidos* . Obtenido de Metodologia de medicion, posibles causas de deterioro y reparaciones :  
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>
- Castillo, C. (2008). *FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELECCIÓN DE PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS VIALES Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MAGALLANES* . Obtenido de  
[http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/castillo\\_cc/sources/castillo\\_cc.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/castillo_cc/sources/castillo_cc.pdf)
- INVIAS . (2006). *Manual para la inspeccion visual de pavimentos flexibles* . Obtenido de  
<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/file>
- INVIAS . (2008). Obtenido de manual de diseño de pavimentos de concreto para vias con bajos medios y altos volúmenes de tránsito: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>
- Irigoyen, J. (1996). *Identificacion de fallas en pavimentos y tecnicas de reparacion* . Obtenido de  
<http://mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>

Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Obtenido de

[http://www.academia.edu/7880272/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_Pavimentos\\_para\\_Carreteras](http://www.academia.edu/7880272/Ingenier%C3%ADa_de_Pavimentos_para_Carreteras)  
\_ALFONSO\_MONTEJO\_FONSECA

Paez, E. A. (2014). *DIAGNOSTICO DE LA RED VIAL DE LOS BARRIOS SANTA CLARA, DOS DE OCTUBRE Y VILLA PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER* . Obtenido de

[repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/372/1/25822.pdf](http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/372/1/25822.pdf)

# Apéndices

A continuación, se presenta el formato para verificar las condiciones actuales de los pavimentos rígidos en estudio:

LISTA DE CHEQUEO DE VERIFICACIÓN DE FALLAS						
DIRECCION DE LA VIA						
COORDENADAS INICIAL:						
COORDENADAS FINAL:						
LONITUD DE LA VÍA						
N° DE LOSAS						
ANCHO PROMEDIO DE LA VÍA						
AREA TOTAL DE LA VÍA						
DESCRIPCION DEL DAÑO	MEDIDAS DE LA FALLA		AREA DE LA FALLA	% DEL DAÑO	N/A	OBSERVACIONES
	ANCHO	LARGO				
<b>1. Grietas</b>						
a. Grieta de Esquina.						
b. Grietas Longitudinales						
c. Grietas Transversales						
d. Grietas en los Extremos de los pasadores						
e. Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple						
f. Grietas en pozos y sumideros						
<b>2. Deterioro de juntas</b>						
a. Separación de Juntas Longitudinales.						
b. Deterioro del sello						
<b>3. Deterioro superficial</b>						
a. Desportillamiento de juntas.						
b. Descascaramiento:						
c. Desintegración						
d. Baches						
e. Pulimento						
% TOTAL DE DETERIORO DEL PAVIMENTO RIGIDO						
<b>OBSERVACION GENERAL:</b>						
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO:</b>						
<p style="text-align: center;">Firma</p> <p style="text-align: center;">Ingeniero Inspector y/o Interventor</p>						

Para comprobar los resultados que ofrece el manual se implementó el formato en 6 vía que conforman el barrio Villa Paraíso de la ciudad de Ocaña (Norte de Santander), arrojando los siguientes resultados.

LISTA DE CHEQUEO DE VERIFICACIÓN DE FALLAS						
NUNERO DE VIA EN ESTUDIO	1					
DIRECCION DE LA VIA	Carrera 47					
COORENADAS INICIAL:	8°16'4.62"; 73°21'50.82"					
COORENADAS FINAL:	8°16'8.37"; 73°21'42.09"					
LONITUD DE LA VÍA (m)	341,96					
N° DE LOSAS	100					
ANCHO PROMEDIO DE LA VÍA (m)	8,4					
AREA TOTAL DE LA VÍA (m2)	2872,464					
DESCRIPCION DEL DAÑO	MEDIDAS DE LA FALLA		AREA DE LA FALLA	% DEL DAÑO	N/A	OBSERVACIONES
	ANCHO	LARGO				
<b>1. Grietas</b>			<b>7.03</b>	<b>0.245%</b>		
a. Grieta de Esquina.	2.25	0.76	0.86	0.030%		
	0.32	0.8	0.13	0.004%		
	0.23	1.56	0.18	0.006%		
	1.86	1.03	0.96	0.033%		
	0.50	0.87	0.22	0.008%		
	0.60	0.60	0.18	0.006%		
	0.42	0.46	0.10	0.003%		
b. Grietas Longitudinales	0.75	4.00	3.00	0.104%		
	0.26	0.35	0.09	0.003%		
	1.38	0.96	1.32	0.046%		
c. Grietas Transversales	0	0	0	0.000%	X	
d. Grietas en los Extremos de los pasadores	0	0	0	0.000%	X	
e. Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	0	0	0	0.000%	X	
f. Grietas en pozos y sumideros	0	0	0	0.000%	X	
<b>2. Deterioro de juntas</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.000</b>	<b>X</b>	
a. Separación de Juntas Longitudinales.	0	0	0	0.000	X	
b. Deterioro del sello	0	0	0	0.000	X	
<b>3. Deterioro superficial</b>			<b>422.797</b>	<b>14.719%</b>		
a. Desportillamiento de juntas.	0.15	3.98	0.597	0.021%		
	0.35	4	1.4	0.049%		
b. Descascaramiento:	8.4	34	285.6	9.943%	X	
c. Desintegración	0	0	0	0.000%	X	
d. Baches	0	0	0	0.000%	X	
e. Pulimento	5.2	26	135.2	4.707%	X	
<b>4. Otros tipos de deterioro</b>			<b>0</b>	<b>0.000%</b>		
Fisuración por retracción o tipo malla						
Fisuras ligeras de aparición temprana						
Fisuración por Durabilidad						

Bombeo sobre la junta Transversal						
Bombeo sobre la junta longitudinal						
Ondulaciones						
Descenso de la berma						
Separación en el berma y el pavimento						
<b>% TOTAL DE DETERIORO DEL PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>14.964%</b>		

**OBSERVACION GENERAL:** La Carrera 47, Villa Paraíso está construida en pavimento en concreto rígido, el cual inicia en las coordenadas 8°16'4.62"; 73°21'50.82" y termina en las coordenadas 8°16'8.37"; 73°21'42.09", abarcando una longitud de 341.96 m, con un ancho de calzada promedio de 8,40 m, dando un área total 2872.46 m<sup>2</sup>, y un espesor de losa de 15,00 cm. El pavimento cuenta con condiciones regulares, presenta un deterioro de la superficie, abarcando un área de 978.23 m<sup>2</sup> de condición de deterioro baja. El restante de la vía se encuentra en buena condiciones, con una longitud de 211.53 m, dando un área de 1787.43 m<sup>2</sup> comprendida en 100 losas identificadas, de las cuales 26 se encuentran afectadas, abarcando un 14.964% del total de la vía.

El 12,40% del área afectada corresponde a una severidad media, comprendida en grieta de esquina (GE), grietas longitudinal (GL), y el 2.56% a la severidad baja, conformadas por deterioro superficial (DS), y desportillamiento (DES).

**NOTA:** El tramo en intervención se encuentra en condiciones aceptables, las fallas presentadas en el pavimento rígido son mínima, y los costos estipulados en reparación no acarrear inversiones económicas considerables.

**REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Firma

Ingeniero Inspector y/o Interventor

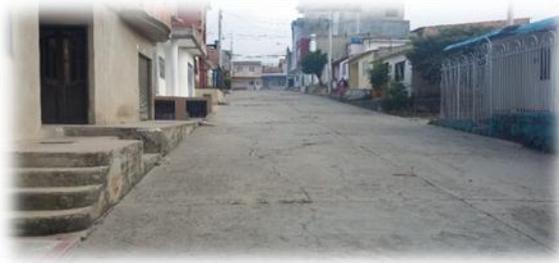
LISTA DE CHEQUEO DE VERIFICACIÓN DE FALLAS	
NUNERO DE VIA EN ESTUDIO	2
DIRECCION DE LA VIA	Carrera 47
COORENADAS INICIAL:	8°16'2.8"; 73°21'43.3"
COORENADAS FINAL:	8°16'6.0"; 73°21'41.98"
LONITUD DE LA VÍA(m)	124.3
N° DE LOSAS (unid)	62
ANCHO PROMEDIO DE LA VÍA(m)	8.1
AREA TOTAL DE LA VÍA(m2)	1006.83
ESPESOR (cm)	15

DESCRIPCION DEL DAÑO	MEDIDAS DE LA FALLA		AREA DE LA FALLA	% DEL DAÑO	N/A	OBSERVACIONES
	ANCHO	LARGO				
<b>1. Grietas</b>			<b>16.20</b>	<b>1.61</b>		
a. Grieta de Esquina.	0	0	0	0	X	
b. Grietas Longitudinales	0	0	0	0	X	
c. Grietas Transversales	0	0	0	0	X	
d. Grietas en los Extremos de los pasadores	0	0	0	0	X	
e. Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	4.05	4	16.2	1.609		
f. Grietas en pozos y sumideros	0	0	0	0	X	
<b>2. Deterioro de juntas</b>			<b>0</b>	<b>0.000</b>		
a. Separación de Juntas Longitudinales.	0	0	0	0	X	
b. Deterioro del sello	0	0	0	0	X	
<b>3. Deterioro superficial</b>			<b>690.9</b>	<b>68.6213</b>		
a. Desportillamiento de juntas.	0.5	3.98	1.99	0.1977		
b. Descascaramiento:	4.06	70.1	688.91	68.4237		
c. Desintegración	0	0	0	0	X	
d. Baches	0	0	0	0	X	
e. Pulimento					X	
<b>% TOTAL DE DETERIORO DEL PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>70.23</b>		

**OBSERVACION GENERAL:** La Calle 7ª-1, está conformada por una pavimento en concreto rígido inicia en las coordenadas 8°16'2.8"; 73°21'43.3" y termina en las coordenadas 8°16'6.0"; 73°21'41.98", abarcando una longitud de 124.3 m, con una ancho de calzada promedio de 8,10 m, dando un área total 1006,83 m2, y un espesor de losa de 15,00 cm. El pavimento cuenta con 62 losas identificadas, de las cuales 56 se encuentran afectadas y un área de 112 m2, abarcando un 70.23% del total de la vía. El 40,53% del área afectada corresponde a una severidad media y el 29.70% a la severidad baja, conformadas por grietas en bloques (GB), baches (BCH), deterioro superficial (DS), desportillamiento (DES), y hundimiento (HU), como se evidencia en las imágenes a continuación.

**NOTA:** El tramo en intervención se encuentra en muy malas condiciones, las fallas presentadas en el pavimento rígido son de consideración ya que se encuentra actualmente muy deteriorado, y los costos estipulados en reparación son considerables, ya que se recomienda reconstruir todo el pavimento.

REGISTRO FOTOGRAFICO:



Firma  
Ingeniero Inspector y/o Interventor

LISTA DE CHEQUEO DE VERIFICACIÓN DE FALLAS						
NUNERO DE VIA EN ESTUDIO			3			
DIRECCION DE LA VIA			Calle 8			
COORENADAS INICIAL:			8°16'6.74"; 73°21'46.23"			
COORENADAS FINAL:			8°15'58.64"; 73°21'41.15"			
LONITUD DE LA VÍA(m)			324.3			
N° DE LOSAS (unid)			153			
ANCHO PROMEDIO DE LA VÍA(m)			8.5			
AREA TOTAL DE LA VÍA(m2)			2756.55			
ESPESOR (cm)			15			
DESCRIPCION DEL DAÑO	MEDIDAS DE LA FALLA		AREA DE LA FALLA	% DEL DAÑO	N/A	OBSERVACIONES
	ANCHO	LARGO				
<b>1. Grietas</b>			<b>16.20</b>	<b>0.59</b>		
a. Grieta de Esquina.	0	0	0	0	X	
b. Grietas Longitudinales	0	0	0	0	X	
c. Grietas Transversales	0	0	0	0	X	
d. Grietas en los Extremos de los pasadores	0	0	0	0	X	
e. Grietas en Bloque o Fracturación Múltiple	4.05	4	16.2	0.588		
f. Grietas en pozos y sumideros	0	0	0	0	X	
<b>2. Deterioro de juntas</b>			<b>0</b>	<b>0.000</b>		
a. Separación de Juntas Longitudinales.	0	0	0	0	X	
b. Deterioro del sello	0	0	0	0	X	
<b>3. Deterioro superficial</b>			<b>690.9</b>	<b>25.0639</b>		
a. Desportillamiento de juntas.	0.5	3.98	1.99	0.0722		
b. Descascaramiento:	4.06	70.1	688.91	24.9917		
c. Desintegración	0	0	0	0	X	
d. Baches	0	0	0	0	X	
e. Pulimento					X	
<b>% TOTAL DE DETERIORO DEL PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>25.65</b>		
<b>OBSERVACION GENERAL:</b> El pavimento en concreto rígido de la Calle 8, Villa Paraíso inicia en las coordenadas 8°16'6.74"; 73°21'46.23" y termina en las coordenadas 8°15'58.64"; 73°21'41.15", abarcando una longitud de 324.3 m, con una ancho de calzada promedio de 8.5 m, dando un área total 2756,55 m2, y un espesor de losa de 15 cm. El pavimento cuenta con 153 losas identificadas, de las cuales 18 se encuentran en buenas condiciones que da un área de 294,4 m2, abarcando un 25.65% del total de la vía. El 16,61% del área afectada corresponde a una severidad alta, 5,43% a una severidad media y el 3,61% a la severidad baja, conformadas por grietas en bloques (GB), grietas de esquina (GE), baches (BCH), deterioro superficial (DS), desportillamiento (DES), y hundimiento (HU).						
<b>NOTA:</b> El tramo en intervención se encuentra en condiciones aceptables, las fallas presentadas en el pavimento rígido son mínima, y los costos estipulados en reparación no acarrear inversiones económicas considerables.						

**REGISTRO FOTOGRAFICO:**



\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Ingeniero Inspector y/o Interventor**