

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS.  
SEMINARIO TRABAJO DE GRADO II

SEGUIMIENTO A LA APLICABILIDAD DEL DISEÑO DE PLACA HUELLA  
SUGERIDO POR EL INVIAS PARA VIAS Terciarias.



HENRY BACCA ARCINIEGAS.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ D.C.  
2015.

**SEGUIMIENTO A LA APLICABILIDAD DEL DISEÑO DE PLACA HUELLA  
SUGERIDO POR EL INVIAS PARA VIAS TERCIARIAS.**

Henry Armando Bacca Arciniegas  
Ingeniero Civil, Evaluador técnico de la Interventoría Administrativa y Financiera de Regalías de la  
Dirección Nacional de Planeación, Bogotá D.C, Colombia.  
Henryb78@hotmail.com

**RESUMEN**

El presente artículo incluye un seguimiento a la aplicabilidad del diseño de placa huella sugerido por el Instituto Nacional de Vías- INVIAS mediante especificación 500-1P para vías terciarias, para ello se requirió identificar en el Municipio de la Calera un proyecto en donde se implementó este tipo de pavimento. Durante el seguimiento, se identificaron las variables de diseño con las que se construyó dicha estructura, se compararon estas variables con la propuestas por el INVIAS, se determinó la edad del pavimento, se identificaron, clasificaron y evaluaron las diferentes fallas que presentaron las losas de concreto de placa huella, siendo las patologías más representativas en su orden, la ausencia de sellamiento de juntas tanto longitudinales como transversales y falla por pulimento de las losas de concreto, de allí que se dio a conocer actividades encaminadas a corregir dichas deficiencias a fin de prologar la vida útil de la estructura de placa huella

**Palabras clave:** Placa huella, concreto, variables de diseño, fallas, especificación, vida útil.

## ABSTRACT

This article includes the follow-up of the tread plate design applicability suggested by the National Institute of Roads (INVIAS) in order to the specification 500-1P for tertiary roads, for it was required to identify in the Calera town a project which was implemented this type of pavement. During follow-up, the design variables with which this structure was built were identified, these variables with the proposals by the INVIAS were compared, the old pavement was determined. The different faults that presented slabs Specifically tread plate were identified, classified and evaluated, being the most representative in their pathologies order. the lack of sealing of both longitudinal and transverse joints and fault polish concrete slabs, hence it was announced efforts to correct such deficiencies to prolong the life of the structure footprint bale.

**Keywords:** Tread plate, concrete, desing variables, fauls, specification, useful life.

## INTRODUCCIÓN

Es necesario plantear un cambio en las organizaciones, en la manera de operar y de mantener la responsabilidad en el tiempo, para ello se propuso la creación de un estamento técnico autónomo que permitió aglutinar, proponer y direccionar las actividades alrededor de los pavimentos, liderado su nacimiento por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS y las agremiaciones. Cardona et al [1].

El Ministerio de Transporte clasificó las carreteras en Colombia de acuerdo con su importancia así: primarias, secundarias y terciarias, siendo estas últimas las localizadas en las zonas rurales que comunican veredas y centros poblados con el casco urbano de un determinado Municipio. Teniendo en cuenta dicha clasificación, el Instituto Nacional de Vías, INVIAS es el responsable de la operación, mantenimiento y conservación de las vías primarias y en algunos casos de las vías terciarias.

Las placas huellas conocidas también con el nombre de rieles y/o cintas de concreto para la circulación de vehículos, generalmente se construyen en vías terciarias o caminos rurales cuya topografía corresponde a un terreno escarpado o montañoso, este tipo de pavimento se usa para atender el tránsito generado a los accesos a veredas, centros poblados y a zonas agrícolas.

Es así que el Instituto Nacional de Vías- INVIAS formuló, implementó y sugirió para todo el territorio nacional las especificaciones 500-1P, las cuales están relacionadas con la construcción en concreto rígido de placas huellas para vías terciarias, este tipo de obras se recomendó especialmente para pendientes mayores del 10%. INVIAS [2].

Este sistema implicó de mayor inversión económica para su construcción, si se compara con un mejoramiento o mantenimiento tradicional en material de afirmado, sin embargo la ventaja radica en que el pavimento en placa huella proporciona mayor resistencia, durabilidad y confort en la vía, parámetros que conllevan a reducir los tiempos de recorrido además de garantizar una mayor seguridad vial.

En el presente artículo se realizó un seguimiento a la aplicabilidad del diseño de placa huella propuesto por el INVIAS, para una vía terciaria ubicada en la vereda el Triunfo del Municipio de la Calera del departamento de Cundinamarca, mediante una evaluación cuantitativa, la cual permitió determinar las variables de diseño con que se construyó dicho pavimento, así como el comportamiento de esta una vez fue puesta al servicio del tránsito.

## **1. METODOLOGÍA.**

A continuación, se describen las actividades y metodología utilizadas en el presente artículo, las cuales permitieron realizar un seguimiento a la aplicabilidad del diseño de placa huella sugerido mediante especificación técnica por el INVIAS para vías terciarias, así como se logró determinar mediante un análisis cuantitativo la composición de la estructura de pavimento y el comportamiento de éste una vez el pavimento se puso al servicio del tránsito.

### **1.1. INFORMACION DOCUMENTAL**

- Teniendo en cuenta la especificación del INVIAS para la construcción de una placa huella 500 1P, se identificó un diseño estándar de una estructura de este tipo de pavimento, el cual es aplicable para una vía terciaria cualquiera.
- Se recopiló, analizó y procesó la información documental obtenida respecto al proyecto de construcción de placa huella en la vía terciaria de la vereda el Triunfo - San José, perteneciente al municipio de la Calera, departamento de Cundinamarca.
- Se buscó asesoría y apoyo técnico al Instituto Nacional de Vías–INVIAS a fin de profundizar los conocimientos en la aplicabilidad y funcionamiento de las especificaciones para placa huella 500-1P.
- Se documentó experiencias de expertos en diseño, construcción y mantenimiento de un pavimento rígido y placa huella, con el fin de identificar algunas variables y aspectos relevantes que incidieron de manera directa o indirecta en el comportamiento que presentó la estructura de pavimento de placa huella.

### **1.2 VERIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FALLAS.**

- Mediante inspección visual y con la ayuda de elementos de medición, se obtuvo las secciones de las losas de concreto de las placas huellas así como su longitud total.
- Utilizando como guía el manual de identificación de fallas para pavimentos rígidos del INVIAS, se realizó una inspección visual y cuantitativa de las diferentes fallas encontradas en la placa huella en estudio, en donde se identificó el tipo de falla, la severidad y las posibles causas que dieron origen a estas, además se dio a conocer algunas acciones que se pueden llevar a cabo a fin de prolongar la vida útil de la estructura de pavimento de placa huella.

## **2. DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE VARIABLES DE DISEÑO DEL PROYECTO.**

La especificación del Instituto Nacional de Vías 500 - 1P se refirió a la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico reforzado, dispuesto en dos placas separadas por piedra pegada, de acuerdo con los lineamientos, cotas, secciones y espesores indicados o determinados por el interventor. Cuando el ancho de la vía y las condiciones geométricas de la misma lo requieran, se deberá construir cunetas las cuales podrían ser en concreto o en piedra pegada. INVIAS [2].

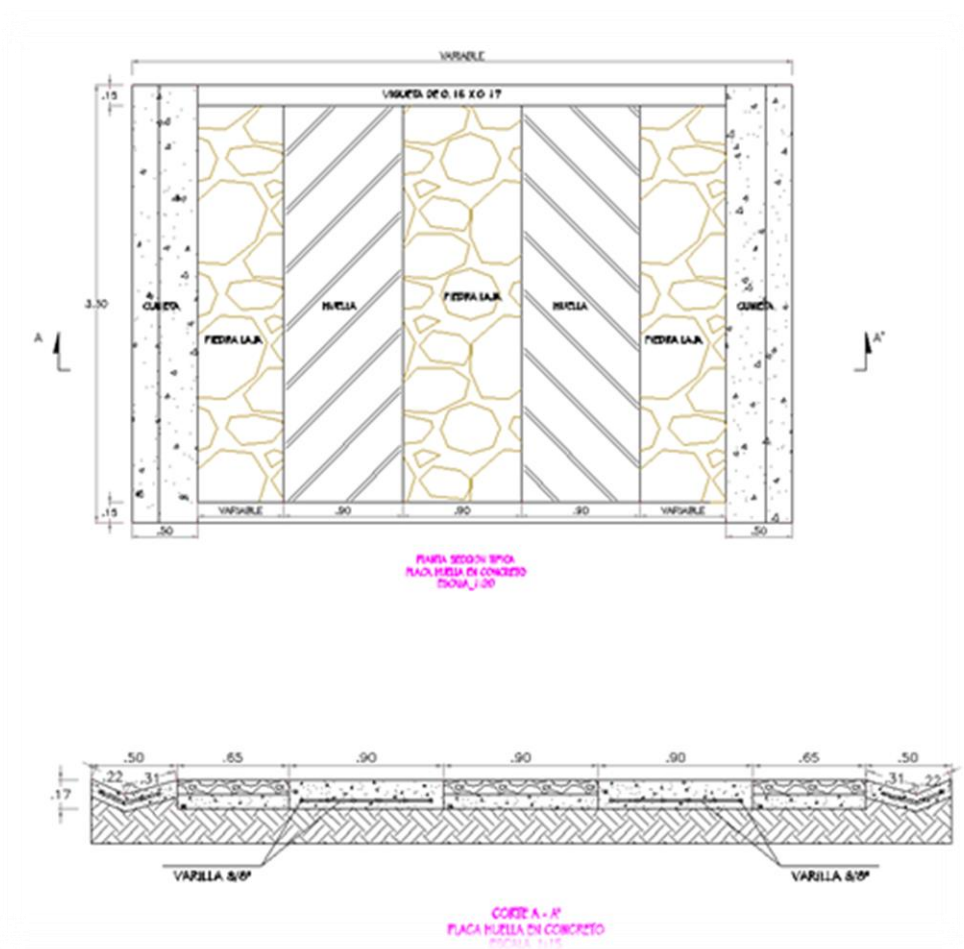
Las placas o rieles están contruidos por dos fajas de concreto paralelas, de tal forma que las llantas de los vehículos vayan siempre sobre estas. Como los terrenos son ondulados, escarpados y montañosos, es necesario observar por donde se debe construir los rieles, procurando que la vía sea lo más recta posible. Zapata [3].

Esta especificación es recomendada por el INVIAS para pendientes mayores del 10% y consiste en la ejecución en concreto de la placa huella de las siguientes dimensiones: noventa centímetros de ancho, quince centímetros de espesor y una longitud máxima de cinco metros, separadas entre sí por piedra pegada en una longitud de noventa centímetros, las placas de concreto están arriostradas por unas viguetas de trece centímetros de ancho por veinticinco de alto, localizadas en los extremos y en medio de las placas.

Si bien es cierto la especificación 500 1P sugiere un espesor mínimo de placa de 0.15 metros, no obstante este se encuentra supeditado a la calidad del terreno y al tipo de vehículos que transitan por el sector y que para este caso específico los

vehículos más comunes que transitan por esta vía corresponde a automóviles y camionetas menores de 5 toneladas.

En el proyecto que se estudió y cuyo objeto correspondió a la construcción de placas huella en una longitud de 130 metros en el tramo vial el Triunfo – San José, de la vereda el Triunfo del Municipio de la Calera, se terminó de construir en el mes de abril del presente año, allí se implementó un diseño de estructura de pavimento de placa huella con las siguientes dimensiones: 0.90 metros de ancho por 2.40 metros de longitud y 0.17 metros de espesor, separadas entre sí por piedra pegada en una longitud de noventa centímetros, cabe resaltar que las placas de concreto están arriostradas por unas viguetas de 0.16 metros de ancho por 3.90 metros de longitud y 0.17 metros de espesor, localizadas en medio de las placas. (Figura 1).



**Figura 1.** Planta y cortes típicos de una placa huella  
**Fuente:** INVIAS.

Realizada la visita técnica al sitio de ejecución del proyecto, se logró evidenciar que la estructura de pavimento de placa huella se construyó de acuerdo al diseño de la figura 1 y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas en cuanto a materiales se refiere así: el concreto utilizado fue de clase D (3000 PSI), según lo manifestado en la especificación INVIAS 630-07 “Concretos”, el cual se colocó en las placas huellas y viguetas riostras.

Como material de relleno para el acondicionamiento de la superficie de la Placa huella se tuvo en cuenta una fuente de materiales que se ajustó a la especificación INVIAS 311 y cuyo espesor de capa fue de 10 cm, por otra parte se colocó en las placas de concreto una armadura de hierro No 3 (3/8”) con separación de treinta (30) centímetros en ambos sentidos; en las viguetas riostras, el refuerzo fue de cuatro hierros No 4 (1/2”), con flejes en hierro de 3/8” colocados cada 20 centímetros.

Así mismo se instaló losas en concreto ciclópeo clase G (2500 PSI) de acuerdo a la especificación INVIAS 630, el cual recubre la piedra o rajón que va contiguo a la placa huella, finalmente sobre cada una de las placas de concreto se dejó un estriado, con el fin de proporcionar una buena adherencia a los vehículos y con el bombeo necesario que permita una rápida evacuación del agua que pueda circular sobre la placa huella.

Con el fin de evitar la socavación de los dos costados laterales de los rieles o placa huella, por acción de aguas superficiales o de lluvia y a demás de garantizar la durabilidad de la estructura de pavimento, se construyó cunetas revestidas en concreto en forma de “V”. (Figura 2).

Este pavimento en placa huella, se puso al servicio del tráfico vehicular una vez transcurrieron los 21 días a su terminación en la construcción, esto teniendo en cuenta la guía de rieles de concreto para vehículos del Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC [3].





**Figura 2.** Foto del 15-11-2014, panorámica del pavimento en placa huella de la Vereda el Triunfo, Municipio de la Calera.





### **3. IDENTIFICACION DE TIPOS DE FALLAS.**

Uno de los aspectos más importantes de los pavimentos es la falla existente en ellos, de allí que se reconoce dos tipos o familias de fallas, siendo estas las fallas funcionales y estructurales. Moncayo [4]. Las funcionales son leves relativamente, localizadas generalmente en la capa superficial del pavimento, pueden ser progresivas o no, sin embargo no imposibilitan a éste para su uso.

Las fallas estructurales se pueden originar en una o varias capas, por ello requieren de la atención del especialista, ya que se manifiestan con el rompimiento del pavimento por falla estructural de la sub rasante, sub base o base, dichas fallas restringen la funcionalidad del pavimento cuando el estado de deterioro este muy avanzado.

Mediante el presente artículo se pretendió realizar una evaluación cuantitativa del estado de conservación de la placa huella o cinta en concreto ubicada en la vereda el Triunfo del municipio de la Calera, para ello se identificó los diferentes tipos de fallas presentes a lo largo del pavimento de esta vía, así mismo se

plantearon posibles soluciones ante las patologías encontradas, para la realización de esta caracterización se utilizó como guía, el manual de inspección visual para pavimentos rígidos propuesto por el Instituto Nacional de Vías- INVIAS. (Figura 3)

	
<p><b>Pulimento - PU</b></p>	<p><b>Deterioro sello de junta longitudinal-DSL</b></p>
	
<p><b>Grieta de Esquina – GE</b></p>	<p><b>Deterioro sello de junta transversal - DST</b></p>

**Figura 3.** Fotos del 15-11-14, Identificación de fallas en placas

**Tabla 1.** Definición de tipos de daño y severidad en pavimentos rígidos.

No.	Tipo de Daño(Unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta(A)
<b>GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS</b>					
1	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
<b>JUNTAS</b>					
2	Deficiencia de Sellado(m)	DTS,DSL	L <0.5m	0.5 - 2.0m	> 2.0m
<b>DETERIORO SUPERFICIAL</b>					
3	Pulimento ( $m^2$ )	PU	Sin severidad		

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos INVIAS, 2006.

Realizado la inspección visual de las placas huellas construidas, se evidenció que estas carecen del sellamiento de juntas tanto transversales como longitudinales, de allí que se catalogó como una falla generalizada en todo el pavimento. Por otra parte se identificó otro tipo de falla que corresponde al pulimento de algunas placas, en las cuales se observó la pérdida de mortero superficial de las losas de concreto exponiendo los agregados, finalmente se evidenció en tan solo una losa una grieta de esquina, la cual corresponde a una fisura diagonal de una longitud de 30 cm y une la junta transversal con la longitudinal de la losa.

En la tabla No.1 se relacionan los tipos de daños más comunes encontrados en el pavimento en estudio, a demás de su clasificación de severidad de acuerdo a la magnitud del daño.

### 3.1 CALCULO DE AFECTACIÓN POR NÚMERO DE LOSAS.

Para determinar el área de la vía se procedió a dividir esta en dos tramos, así: tramo 1 que hace referencia a la longitud total de la huella No. 1(lado derecho) y tramo 2 relacionado con la longitud total de la huella No.2 (lado izquierdo), este procedimiento se realizó con el fin de calcular la respectiva área por cada uno de los tramos. En la tabla No.2 se reflejan las áreas calculadas por cada tramo de la vía en estudio.

**Tabla 2.** Área por tramo.

Tramo	Ancho Calzada(m)	Longitud tramo(m)	Área( $m^2$ )
1	0.90	130	117
2	0.90	130	117

**Fuente:** Propia.

El Manual de identificación de falla recomienda que para el análisis de las fisuras longitudinales, fisuras transversales, la longitud registrada debe multiplicarse por un ancho de referencia de 0.6 metros, con el fin de manejar unidades consistentes en cuanto al área de daño. Universidad Nacional et al [5].

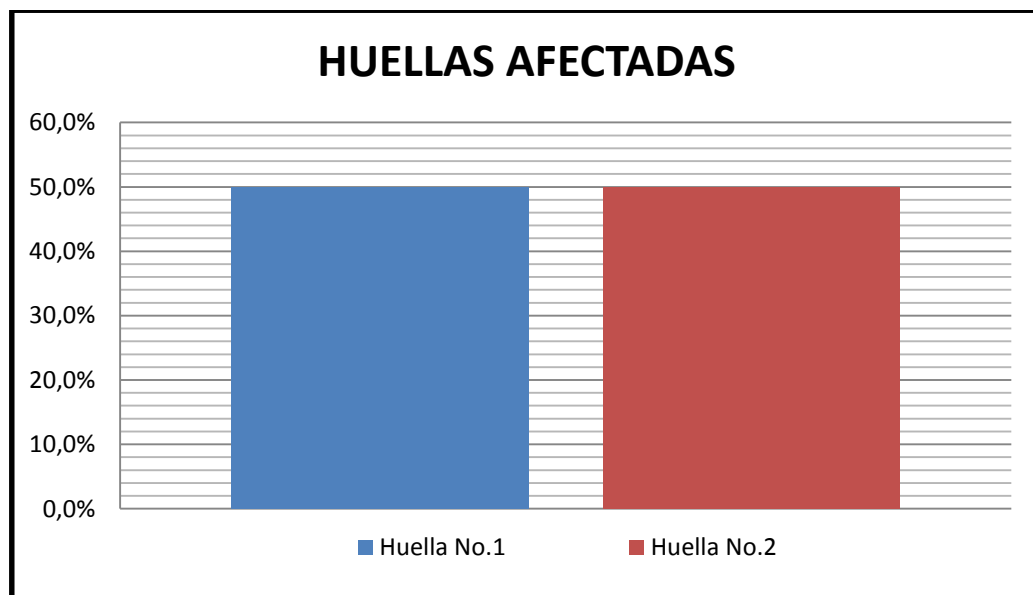
**Tabla 3.** Afectación por número de losas

TRAMO	PR INICIAL	PR FINAL	No. PLACAS CONSTRUIDAS	TOTAL PLACA AFECTADAS	%RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	%RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS EN EL TRAMO
No.1	0+00	0+130	54	54	50,0%	100,0%
No.2	0+00	0+130	54	54	50,0%	100,0%
<b>TOTAL</b>			<b>108</b>	<b>108</b>	<b>100,0%</b>	

Fuente: Propia.

Cada tramo está conformado por 54 placas de concreto, cuya sección de cada una de estas corresponde a 0.90 metros de ancho por 2.40 metros de longitud, sin embargo todas estas se ven afectadas ya que no se realizó el sellamiento de las respectivas juntas, situación que está permitiendo la filtración de agua hacia la base de las placas huellas, de allí que en la tabla No.3 se esté catalogando que el 100% del pavimento se encuentra afectado, ya que esta falla es general en toda la estructura.

En la figura No.4 se da a conocer una representación gráfica de la afectación del pavimento en placa huella construido en el tramo de la vía el Triunfo – San José.



**Figura 4.** Placas afectadas.

### 3.2 RESUMEN DE DAÑOS ENCONTRADOS.

Por medio de una inspección visual, se identificó los diferentes tipos de daños o deterioros encontrados por cada una de las huellas construidas (derecha e izquierda), los cuales se los discriminó de acuerdo a su severidad que para este caso se clasificaron en bajo y alto, no se presentaron casos con severidad media. Dicha clasificación se resume a continuación en la tabla No.4.

**Tabla 4.** Clasificación severidad

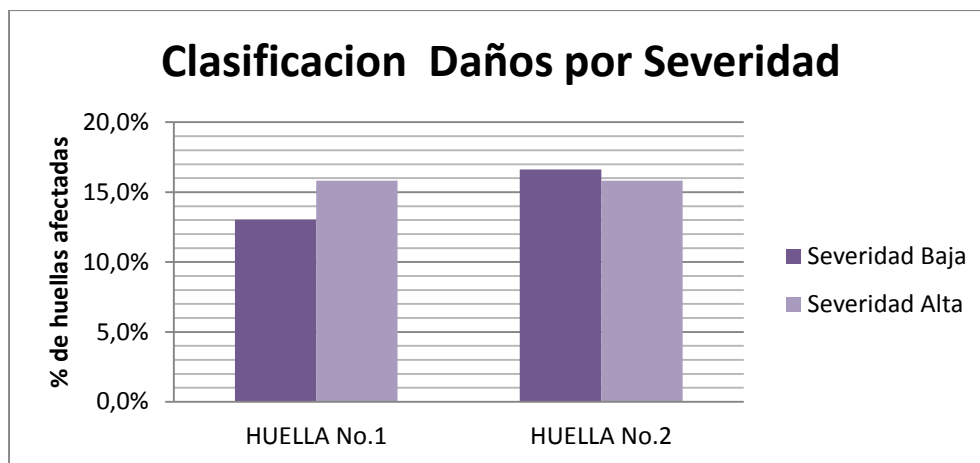
<b>HUELLA No.1</b>			<b>HUELLA No.2</b>		
<b>PATOLOGIAS DE SEVERIDAD BAJA</b>			<b>PATOLOGIAS DE SEVERIDAD BAJA</b>		
<b>DETERIORO</b>	<b>AREA AFECTADA</b>	<b>% FRENTE AL TOTAL</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>AREA AFECTADA</b>	<b>% FRENTE AL TOTAL</b>
PU	15,12	12,92%	PU	19,44	16,62%
GE	0,12	0,10%	<b>TOTAL</b>	<b>19,44</b>	<b>16,6%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15,24</b>	<b>13,0%</b>			

<b>PATOLOGIAS DE SEVERIDAD ALTA</b>			<b>PATOLOGIAS DE SEVERIDAD ALTA</b>		
<b>DETERIORO</b>	<b>AREA AFECTADA</b>	<b>% FRENTE AL TOTAL</b>	<b>DETERIORO</b>	<b>AREA AFECTADA</b>	<b>% FRENTE AL TOTAL</b>
DST	2,916	2,49%	DST	2,916	2,49%
DSL	15,6	13,33%	DSL	15,6	13,33%
<b>TOTAL</b>	<b>18,516</b>	<b>15,8%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>18,516</b>	<b>15,8%</b>

Fuente: Propia.

En la figura No.5 se realiza la representación gráfica de los resultados obtenidos en la anterior tabla, en los cuales se observa que la huella No.2 que corresponde al riel derecho sentido el Triunfo – San José es el más afectado con respecto a la huella No. 1 y corresponde a una severidad baja, no obstante en la huella 1, se evidencia con un porcentaje muy cercano al del carril 2 con una afectación de severidad alta.



**Figura 5.** Clasificación de severidad.

En la siguiente tabla se presenta un resumen en donde se da a conocer el inventario de todos los daños o fallas encontrados por cada uno de los tramos del pavimento en placa huella, cabe aclarar que cada tramo corresponde a una de las dos huellas, dichas patologías se agrupan de acuerdo a su severidad y al número de placas afectadas por este tipo, tal y como se ve reflejado a continuación en la tabla No.5.

**Tabla 5.** Resumen de patologías.

TRAMO	PR inicial	PATOLOGIA	SEVERIDAD	No DE PLACAS AFECTADAS
Huella No. 1	0+00	PU	B	7
		GE	B	1
		DST	A	54
		DSL	A	54
Huella No.2	0+00	PU	B	9
		DST	A	54
		DSL	A	54

**Fuente:** Propia.

#### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

El pavimento en estudio, se construyó en dos huellas o rieles cada uno conformado por 54 losas en concreto, sin embargo todas las losas tanto de la huella uno como de la dos, se ven afectadas a raíz de que no se realizó la actividad de sellamiento de juntas tanto longitudinales como transversales.

La aplicabilidad del manual de identificación visual de fallas de pavimentos rígidos propuesto por INVIAS, condujo a identificar cuatro tipos de fallas representativas para el pavimento de placa huella del tramo el Triunfo - San José, siendo la más representativa para la huella uno, el deterioro de sellos en las juntas transversales y longitudinales las cuales corresponden al 15.8% del total del tramo para esa huella con una severidad alta y en segundo orden esta la falla por pulimento con un 12.9% con severidad baja, mientras que para la huella dos el deterioro más relevante corresponde al pulimento que representa el 16.6% del total del tramo de la huella 2 con una severidad baja y en segundo orden el sellamiento de juntas transversales y longitudinales con el 15.8 con una severidad alta.

Teniendo en cuenta el anterior análisis y con el ánimo de conservar y/o prolongar la vida útil del pavimento se ve necesario ejecutar actividades de rehabilitación consistente en el sello de todas las juntas longitudinales y transversales de la placa huella así como un fresado superficial de las losas afectadas por pulimento, con el fin de lograr adherencia con una nueva capa mortero de nivelación de alta resistencia.

## **5. CONCLUSIONES**

- El tramo de pavimento con placa huella construido sobre la vía el Triunfo – San José del Municipio de la Calera, se ejecutó teniendo en cuenta y dando cumplimiento a la especificación 500-1P que fue propuesta por el Instituto Nacional de Vías-INVIAS.
- La obra ejecutada se ha puesto al servicio del tránsito hace 6 meses, el tipo de vehículos que transitan por dicho pavimento corresponde a automóviles y camionetas de 5 toneladas, no obstante se evidenció la presencia de fallas funcionales más no de tipo estructural, razón por la cual no restringe la puesta al servicio del pavimento.
- Por medio del seguimiento de la aplicabilidad del diseño de placas huellas, se pudo identificar 4 tipos de fallas o patologías presentes en el pavimento que se estudió, de las cuales la más representativa y con severidad alta corresponde a la ausencia del sellamiento de juntas tanto transversales como longitudinales seguido de la falla por pulimento, sin embargo se propone desarrollar actividades de rehabilitación a fin de corregir estos daños y así conservar y/o prolongar la vida útil del pavimento de placa huella de este tramo de vía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Cárdenas James, Hernández Francisco (1996). Manual de prácticas de vías. Santiago de Cali. Universidad del Valle, 111p.
- [2] INVIAS. (2007). Especificación 500-1P. Bogotá D.C: Ministerio de Transporte
- [3] Zapata Blanca (1991) Rieles de concreto para vehículos. Medellín. Instituto Colombiano de Productores de Cemento, 15p.
- [4] Moncayo V Jesús. (1980). Manual de Pavimentos. México: Universidad de Guadalajara, 172p.
- [5] Universidad Nacional; INVIAS. (2006). Manual de inspección visual para pavimentos rígidos. INVIAS, 65p.