

**SEGUIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PLACA HUELLA
DE LA VIA LA CUMBRE EN EL MUNICIPIO DE CAJICÁ**

**FOLLOWING UP OF THE CONSTRUCTION OF FOOTPRINTS PLATE
LA CUMBRE'S PATH IN CAJICA'S MUNICIPALITY**

Héctor David Parada Sánchez
Ingeniero civil, Ingeniero supervisor-residente de contratos de obra.
Alcaldía de Cajicá, Cajicá, Cundinamarca.
davps88@gmail.com

RESUMEN

El municipio de Cajicá se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca y su zona rural conforma la gran mayoría de su territorio, por lo que aparte de su crecimiento poblacional y el incremento en las obras en la construcción de vivienda, continua siendo su principal actividad la agricultura. Este municipio cuenta con cuatro veredas que se denominan Canelón, Calahorra, Río grande y Chuntame, esta última posee una zona montañosa denominada la Cumbre. La cual tiene una variada altitud que se puede apreciar en la única vía de acceso que existe, debido a esto los habitantes y trabajadores de esta zona agrícola tienen constantes impedimentos para acceder en épocas de lluvias y realizar actividades cotidianas, lo que en repetidas ocasiones se convierte en impedimento para llegar a su hogar.

Así las cosas se creó por parte de la administración municipal un proyecto de pavimentación de la vía de acceso a la cumbre. Al contar con los diseños para la construcción de la vía se procedió a la búsqueda y gestión de recursos, por lo que posteriormente se obtuvieron \$ 2'100.000.000 millones de pesos gracias a la tarea realizada por el alcalde municipal ante el instituto nacional de vías - INVIAS. Lo que dio inicio a esta importante obra de pavimentación. Con respecto a todo lo anterior en este artículo se realizará una descripción de la obra de construcción de la placa huella tratando temas o etapas como el contrato, diseños, construcción, entre otros.

ABSTRACT

The Cajica town located in Cundinamarca has the majority of his territory rurally organized, apart from the growing in the population and the increasing residential dwellings. Their main activity stills agriculture. This town hast 4 localities called Canelón, Calahorra, Río grande y Chuntame, the last one has a mountain area named La Cumbre, This one has a diverse altitude that its seen in the unique access path that it has. People that works and lives there had constantly problems to get there in rainy season and they have to stop their activities in many occasions until the weather allows them to get back to work or back to their homes.

The town administration created a paving project for the access path to La Cumbre. Once they had the designs for the pathway construction they proceed to search for resources. As soon as they got funds \$ 2'100.000.000 million pesos thanks to the work that the town mayor did in the instituto nacional de vías – INVIAS. This important paving work began. Based on the research, in this article i will made a description of the work and construction of the pathway also and explanation of the steps like the contract, design, and others.

Palabras claves: Vía, Pavimentación, Placa Huella, Municipio de Cajicá.

Keywords: Path, Pavement, Footprint Plate, Cajica Town.

INTRODUCCIÓN

El camino de la cumbre es una vía ubicada en el sector la cumbre de la vereda de Chuntame en el municipio de Cajicá, departamento de Cundinamarca. Esta es una vía de carácter municipal y de tercer orden nacional este sector tiene habitantes dedicados a la agricultura, ganadería y demás labores del campo. Actualmente presenta un estado transitable para camperos (4x4), motocicletas y vehículos de tracción animal.

Las condiciones de la vía son óptimas cuando hay clima seco, cuando el clima es húmedo es prácticamente imposible para los habitantes de la zona llegar a sus hogares o lugares (fincas) de trabajo cotidiano; esto debido a que el tramo inicial de la obra tiene una altitud de 2584 msnm. y donde culmina la tiene 2805 msnm., por lo que la vía presenta grandes pendientes longitudinales entre el 0 y el 18% aproximadamente a lo largo de los diferentes tramos.

La construcción de las placa huellas de la vía de la cumbre es de vital importancia para que los habitantes de la zona desarrollen cotidianamente sus labores. Por lo que se va mostrar cada uno de los aspectos que incluyen la obra, como son: diseño, construcción, componente social y ambiental e interventoría. Para esto se debe realizar el seguimiento cada uno de los temas específicos que conlleve cada una de las etapas principales de la obra. Además de resaltar que se estén ejecutando de manera adecuada los procesos que implican las labores diarias desde el inicio hasta la culminación en la obra. En este caso se profundizará en los aspectos que son relevantes para la construcción de las placa huella de la vía de la cumbre.

Principalmente se tiene como objetivo realizar el seguimiento de la pavimentación con placa huella de la vía de la cumbre ubicada en la vereda Chuntame del municipio de Cajicá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se revisaron los aspectos generales del contrato de obra y los aspectos técnicos de la construcción de esta placa huella.

1. Información General

1.1. Ubicación y localización

El proyecto se ubica en el departamento de Cundinamarca en Colombia como se puede observar en la Figura 1 y se localiza en el sector la cumbre de la vereda Chuntame en el municipio de Cajicá como se observa en la Figura 2 y.



Figura 1 Ubicación Cajicá
Fuente: Locator maps, 2012

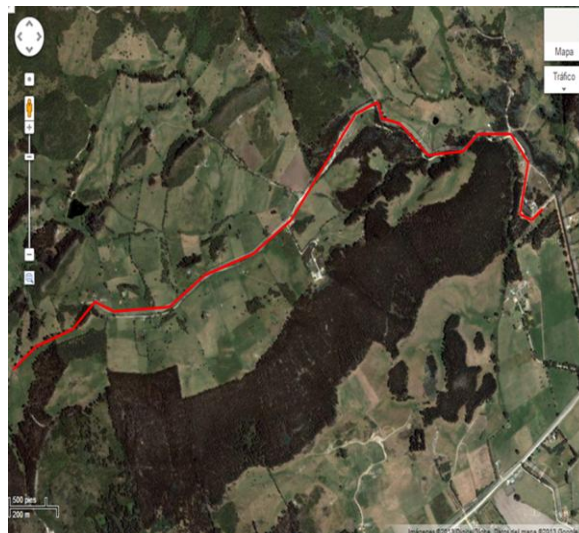


Figura 2 Localización proyecto
Fuente: Google earth, 2013

1.2. Contrato

El contrato de obra se derivó de un convenio interadministrativo celebrado con el INVIAS y tuvo por objeto 'Mantenimiento y mejoramiento de la vía la cumbre en el municipio de Cajicá departamento de Cundinamarca de convenio con INVIAS no. 1686 de 2012'. Este tuvo un plazo de ejecución de doce (12) meses y quince (15) días y un valor de tres mil trescientos un millones ochocientos diecisiete mil setecientos ochenta y un pesos 3'301.817.781 pesos.

Este contrato de obra pública se adjudicó mediante licitación pública debido al monto y todos los documentos de están debidamente publicados en la página de contratación estatal. [1]

1.3. Diseño

1.3.1. Suelos (geotecnia)

Para el desarrollo de este proyecto fue necesaria la caracterización del subsuelo de la zona con el fin de estimar los parámetros de diseño adecuados para la construcción del proyecto. Se llevó a cabo una exploración por medio de nueve (9) apiques de aproximadamente 1.5 metros de profundidad cada uno a lo largo del corredor de 2.8 km. Con las muestras obtenidas se realizaron ensayos de campo (cono dinámico) y laboratorio (granulometría, límites de Atterberg y CBR). De lo anterior el estudio de suelos arrojó como conclusiones: Se encontró en su mayoría un perfil de suelos homogéneo con un primer estrato de un material granular tipo afirmado de espesor que oscila entre 0.10 a 0.35 metros y un segundo estrato de arcillas limosas de alta y baja compresibilidad de colores habano, café y gris con un espesor que varía entre 1.0 a 1.3 metros. En la Tabla 1 se muestra el cálculo el CBR teniendo en cuenta el mejoramiento de material tipo afirmado.

Tabla 1 Resultado del cálculo de CBR

Tipo de Material	CBR promedio del material (%)	Esr (kg/cm ²)	CBR material de mejoramiento	Ege (kg/cm ²)	Hge (cm)	Eeq (kg/cm ²)	CBR (%)
CH	1,90	192	10	1000	5	233,1	2,33
	1,90	192	10	1000	10	284,3	2,84
	1,90	192	10	1000	15	340,9	3,41
	1,90	192	10	1000	16	358,2	3,58
	1,90	192	10	1000	25	455,7	4,56
	1,90	192	10	1000	30	500,2	5,00
	1,90	192	10	1000	35	540,3	5,40

Fuente: Diseño de pavimentos de placa huella, Geoterra consultores geotécnicos SAS 2013.

[1] Alcaldía Municipal de Cajicá, secretaría general, oficina de contratación; (2013). Contrato de obra pública 006 de 2013.

1.3.2. Tránsito

Debido a las condiciones del proyecto no se contaba con valores o aforos del tránsito de la vía, por lo que se tomaron como tránsito estimado los valores consignados en la Tabla 2 de la guía de diseño de pavimentos de bajos volúmenes de tránsito del INVIAS [2], con un tránsito promedio diario de 180 vehículos.

Tabla 2 Composición vehicular típica

TPD	A	B	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
180	74,4	9,1	12,2	4,1	0,1	0	0
300	61,7	8,4	13	14,3	2,2	0,3	0,1
410	56	12	14,1	16,6	1,2	0,1	0

Fuente: Manual de diseño bajos volúmenes de tránsito, INVIAS 2007.

Entonces según esta composición vehicular se empleó para el diseño de la placa huella la Tabla 3 que se observa a continuación:

Tabla 3 Ejes de diseño

Tipo de eje	Número de repeticiones en el periodo de diseño (10 años)
Ejes simples de 6 Toneladas	102,930
Ejes simples de 11 Toneladas	102,527
Ejes simples de 22 Toneladas	404

Fuente: Manual de diseño bajos volúmenes de tránsito, INVIAS 2007.

1.3.3. Diseño del pavimento [3] [4]

Al tener definidos los parámetros se procedió a determinar la estructura a utilizar, como primer paso se evalúa el módulo de reacción de la subrasante en donde el CBR es de 4%, lo que resulta un K combinado de 40.5 MPa/m con un espesor de 0.10 m de granular (afirmado) para el tipo de tránsito, en la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de espesor de la placa con el método de la PCA-1984:

[2] Instituto nacional de vías INVIAS; (2007) Manual de diseño de pavimentos para vías con bajos volúmenes de tránsito.

[3] Universidad Javeriana y Secretaría de tránsito y transporte. (2004). Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria.

[4] INVIAS Instituto nacional de vías y la secretaría de tránsito y transporte, (2008). Manual de diseño geométrico de carreteras.

Tabla 4 Espesor de diseño de las losas que hacen parte de la placa huella de concreto del proyecto

Alternativa	I
Módulo de rotura (MPa)	3,6
Módulo de Elasticidad del concreto (MPa)	22000
Factor de seguridad de carga	1,0
Uso de barras de transferencia	NO
Consideración del efecto berma	SI
CBR de la subrasante (%)	4,00
Módulo de Reacción combinado (Mpa/m)	40,50
Consumo por erosión (%)	99,87
Consumo por fatiga (%)	10,71
Espesor de la losa (cm)	20
Subbase granular SBG-A (cm)	10

Fuente: Diseño de pavimentos de placa huella, Geoterra consultores geotécnicos SAS 2013.

Luego de determinar el espesor de la estructura y siguiendo las recomendaciones constructivas según la norma técnica E-500 INV-2007 1P y 2P [5], propusieron y adoptaron la siguiente modulación que se puede observar la vista en planta en la Figura 3, el perfil longitudinal en la Figura 4 y la sección transversal en la Figura 5:

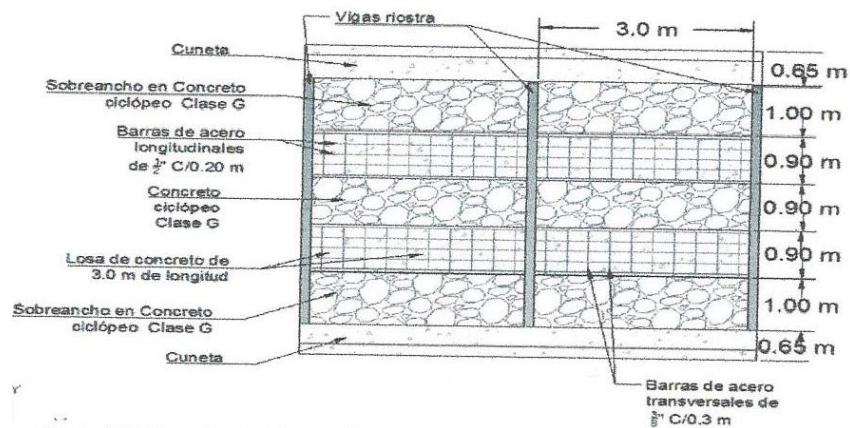


Figura 3 Vista en planta de la modulación propuesta para la placa huella del proyecto
Fuente: Diseño de pavimentos de placa huella, Geoterra consultores geotécnicos SAS 2013.[6]

[5] Instituto nacional de vías INVIAS; (2007). Norma E-500 INV-2007 1P y 2P, especificaciones de placas en concreto reforzado del instituto nacional de vías.

[6] Instituto nacional de vías INVIAS y la secretaría de tránsito y transporte; (2007). Especificaciones para construcción de placa huella.

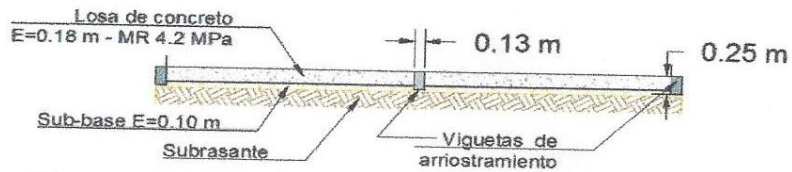


Figura 4 Vista en perfil longitudinal de los espesores de la estructura del pavimento del proyecto
Fuente: Diseño de pavimentos de placa huella, Geoterra consultores geotécnicos SAS 2013.

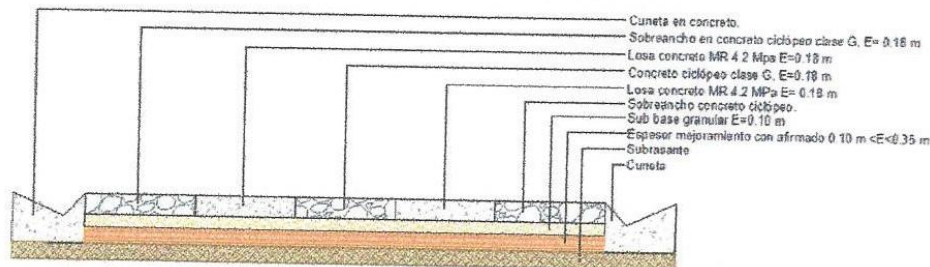


Figura 5 Vista de la sección transversal de la vía del proyecto
Fuente: Diseño de pavimentos de placa huella, Geoterra consultores geotécnicos SAS 2013.

1.3.4. Redes de servicios públicos

En cuanto a las redes que se tenían previo al inicio de las obras de pavimentación, se encontró una red de acueducto en PVC de 2" que suministraba agua potable por gravedad gracias a las grandes pendientes que presenta el terreno desde un tanque ubicado en la parte más alta del sector. Con la obra se cambió de PVC de 2" a polietileno de 3" y se reubicó a los costados de la vía. Esta zona aún no cuenta con alcantarillado de ningún tipo ni de gas natural. Con respecto a otras redes el sector cuenta con energía eléctrica de baja tensión y alumbrado público.

2. Construcción

2.1. Topografía

Se realizó el replanteo con apoyo de un levantamiento topográfico (con estación total) y obtuvieron evidencia con las carteras de campo. Conformaron los tramos requeridos con motoniveladora y material de afirmado. Luego se identificaron y señalaron el eje de la vía y la cuadrilla de topografía realizó las carteras correspondientes. Igualmente marcaron con un abcisado a lo largo del tramo a intervenir.

2.2. Construcción y etapas constructivas [7]

La pavimentación de la vía de la cumbre la llevaron a cabo por medio de placa huella en concreto reforzado y ciclópeo, la sección vial como se puede apreciar en la Figura 3, cuenta con las dos huellas un concreto ciclópeo central y algunos sobre anchos también en concreto ciclópeo donde el ancho de vía lo permite y una cuneta lateral con bordillo de confinamiento. El concreto empleado en la obra fue mezclado en sitio, bajo la aprobación del diseño de mezcla por parte de la interventoría. Igualmente utilizaron formaleta de madera y metálica en algunos sitios. Como se observa en la Figura 3 el concreto de las huellas esta reforzado con barras de acero de 1/2" transversalmente y de 3/8" longitudinalmente. [8]

A continuación se puede observar las etapas constructivas que se han llevado a cabo durante el desarrollo de la obra:

- Preliminares: topografía



Figura 6 Trabajos de topografía en la vía

[7] UPTC universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. (2007). Carreteras destapadas. Nociones de diseño, construcción y mantenimiento. Obras de drenaje.

[8] Instituto nacional de vías INVIAS y la secretaría de tránsito y transporte, (2007). Especificaciones generales para construcción de carreteras.

- Construcción de cruces del canal abierto de conducción de aguas lluvias de la vía.



Figura 7 Tubería en concreto reforzado para cruces para manejo de aguas lluvias

- Construcción del cabezote de descarga de la red de aguas lluvias en concreto reforzado.



Figura 8 Cabezal reforzado en concreto con aletas para manejo de aguas lluvias

- Construcción del filtro de drenaje tipo francés como elemento aislante de las aguas subterráneas de la zona.



Figura 9 Tubería para cruces con cabezal reforzado en concreto para manejo de aguas lluvias

- Conformación de vía con material granular tipo afirmado.



Figura 10 Limpieza y conformación de la vía con material de afirmado

- Instalación de la tubería de acueducto de Polietileno para suministro de agua potable a los habitantes del sector.



Figura 11 Instalación de la nueva tubería de acueducto en 3''

- Instalación del hierro de refuerzo corrugado de la placa huella, longitudinal de 1/2'' y transversal de 3/8''. También se puede observar la formaleta en madera.



Figura 12 armado de la formaleta en madera y del reforzamiento con hierro corrugado

- Fundida de la huella en concreto reforzado y vibrado de concreto para que abarque todo el volumen que delimita la formaleta.



Figura 13 fundida la huella en concreto reforzado

- Aplicación del producto denominado anti-sol que evita la exudación temprana del concreto, ayuda al proceso de curado y por ende previene fisuras a corta edad de la huella.



Figura 14 Aplicación anti-sol para curado de concreto

- Instalación del placa central en concreto ciclópeo para complementar la sección vial diseñada.



Figura 15 Fundida de placa de concreto ciclópeo



Figura 16 Fundida de placa de concreto ciclópeo



Figura 17 Fundida de sobre-anchos para completar la sección vial

- Instalación del concreto reforzado de las cunetas de drenaje superficial [9] con sistema de ajedrez monolítico.



Figura 18 Fundida de las cunetas laterales – método I

[9] INVIAS Instituto nacional de vías y la secretaría de tránsito y transporte, (2009). Manual de drenaje para carreteras.

- Instalación del concreto reforzado de las cunetas de drenaje superficial [10] con sistema de continuo.



Figura 19 Fundida de las cunetas laterales – método II

- Construcción de la malla de gavión con gran tamaño de agregado grueso en los puntos con los taludes más inestables, lo anterior determinado con los antecedentes de la zona.



Figura 20 Construcción de gaviones como medida de mitigación en zonas de taludes inestables

[10] INVIAS Instituto nacional de vías y la secretaría de tránsito y transporte, (2006). Manual para la inspección visual de las estructuras de drenaje.

2.3. Control de Calidad

El control de calidad se realizó bajo la supervisión de la interventoría que diligenció registros e inspeccionó permanentemente la calidad de la obra, equipos, materiales, bienes, insumos y productos. Por lo anterior el interventor exigió constantemente al contratista efectuar ensayos de materiales en laboratorio con su respectiva certificación, presentar certificados de calibración de los equipos empleados en obra y las demás pruebas necesarias para el control de calidad, igualmente con estos se comprobó que la obra cumplía con las normas y especificaciones técnicas que fueron estipuladas en el contrato.

2.4. Componente Social

De acuerdo con la normatividad de la administración municipal de Cajicá y según lo estipulado en los documentos previos que hacen parte del Pliego de Condiciones, por parte del contratista se realizó la socialización del proyecto con la comunidad del sector antes del inicio de las obras y teniendo en cuenta la presencia de las veedurías ciudadanas. Por ende la interventoría le solicitó al contratista respetar las fechas de ejecución informadas a la comunidad, así como completar el levantamiento de las actas de vecindad.

2.5. Componente Ambiental

Se llevó a cabo el seguimiento permanente por parte de la interventoría para todo tipo de obra o actividad que requirió de permiso, concesión o autorización ante autoridades ambientales, por el uso o aprovechamiento de los recursos naturales y que apliquen para el buen desarrollo del proyecto (aprovechamiento forestal, intervención de cauce, concesión de aguas superficiales y/o subterráneas, permiso de vertimientos, instalación de campamentos, permiso de disposición de residuos sólidos, permiso de emisiones atmosféricas, permiso de explotación de fuentes de material e instalación y funcionamiento de plantas de concretos entre otros). Debido a lo anterior el contratista presentó los soportes técnicos necesarios para adelantar la gestión ante las autoridades ambientales regionales y obtuvo la aprobación e implementación del Plan de Manejo Ambiental con medidas como la restauración morfológica y paisajística de las fuentes de materiales, una vez se culminará la explotación.

2.6. Componente Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Se realizó el seguimiento diario por medio de una persona encargada en los temas de seguridad industrial y salud ocupacional del personal de la obra, con apoyo de un programa de revisión permanente que garantizaba que cada uno de los trabajadores y exceptuando situaciones extraordinarias, contara con los todos elementos de seguridad industrial y con las herramientas y espacios de trabajo adecuados para el desarrollo de las labores cotidianas.

2.7. Interventoría

La interventoría ejerció como lo dice el objeto de su contrato celebrado con el municipio de Cajicá “realizar el seguimiento, técnico, administrativo, financiero, jurídico y ambiental del contrato de obra pública...”, las cuales son sus funciones.

En la parte técnica como funciones específicas la interventoría realizó la verificación y aprobación de cada una de las actividades que llevó a cabo el constructor para el desarrollo de la obra, por ejemplo, si el constructor se encontraba realizando nivelación topográfica para darle cotas a la vía, la interventoría realizaba con su propia comisión topográfica estas mismas labores para corroborar y aprobar esta actividad. Igualmente con la toma de ensayos o pruebas de laboratorio de materiales y equipos, así como se mencionó inicialmente para cada una de las actividades.

En lo que concierne a los aspectos administrativos, jurídicos y financieros cada solicitud de modificación o desarrollo de un proceso administrativo o contable de parte del contratista fue recibida, evaluada y aprobada o denegada por la interventoría, para que se pudiera ser llevado a cabo en la obra. Por ejemplo si se querían adicionar nuevos ítems o prorrogar el termino de ejecución o adicionar el contrato, debían ser avalados previamente por la interventoría para que se pudiera dar trámite ante el municipio.

En cuanto la parte ambiental cada requerimiento que generó impacto al ambiente donde se desarrolla la obra fue consultado y avalado por la interventoría, para que esta emitiera un concepto y un veredicto con respecto a la aprobación del tema. Por ejemplo si se necesitaba talar un árbol que se encontraba obstruyendo el curso de la vía, se debía como primera medida consultar y obtener la aprobación de la interventoría para de esta manera poder solicitar la licencia u autorización de tala de árboles ante la entidad ambiental pertinente ya sea local o regional.

Era también obligación de la interventoría presentar informes semanales y mensuales a la entidad contratante mostrando el avance de obra (soportado con registro fotográfico y demás pruebas), aprobar los cortes de pago del contratista o constructor, verificar la seguridad social de los trabajadores en obra, entre otras.

CONCLUSIONES

- Se encontró que en la parte de contratación las modificaciones, adiciones y prorrogas solicitadas por el contratista aprobaron en debida forma por la interventoría.
- Se observó según la documentación consultada que en la mayoría de los tramos de la vía se contaba con sub rasante con buena capacidad portante, con excepción a de algunos que se conformó con material de afirmado.
- Con respecto al tránsito tomaron valores tipo establecidos en la guía de diseño de pavimentos de bajos volúmenes de transito del INVIAS.
- Se encontró que la interventoría revisó y aprobó el diseño geométrico y estructural de la placa huella.
- Se verificó en la documentación obtenida que la interventoría realizó el seguimiento permanente a cada una de las actividades desarrolladas durante todas etapas constructivas que comprendió la obra de pavimentación.
- Se observó que la interventoría llevó a cabo el control diario durante la ejecución de la obra de la calidad, de la parte social, de la parte ambiental, de la seguridad industrial y salud ocupacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alcaldía Municipal de Cajicá, secretaría general, oficina de contratación; (2013). Contrato de obra pública 006 de 2013.
- [2] Instituto nacional de vías INVIAS; (2007) Manual de diseño de pavimentos para vías con bajos volúmenes de tránsito.
- [3] Universidad Javeriana y Secretaría de tránsito y transporte. (2004). Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria.
- [4] INVIAS Instituto nacional de vías y la secretaría de tránsito y transporte, (2008). Manual de diseño geométrico de carreteras.
- [5] Instituto nacional de vías INVIAS; (2007). Norma E-500 INV-2007 1P y 2P, especificaciones de placas en concreto reforzado del instituto nacional de vías.
- [6] Instituto nacional de vías INVIAS y la secretaría de tránsito y transporte; (2007). Especificaciones de construcción para placa huella.
- [7] UPTC universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. (2007). Carreteras destapadas. Nociones de diseño, construcción y mantenimiento. Obras de drenaje.
- [8] Instituto nacional de vías INVIAS y la secretaría de tránsito y transporte, (2007). Especificaciones generales para construcción de carreteras.
- [9] INVIAS Instituto nacional de vías y la secretaría de tránsito y transporte, (2009). Manual de drenaje para carreteras.
- [10] INVIAS Instituto nacional de vías y la secretaría de tránsito y transporte, (2006). Manual para la inspección visual de las estructuras de drenaje.