 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vignola, Mineducación	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(133)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANJI YULIANA PEÑARANDA RUEDA		
FACULTAD	INGENIERIAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL		
DIRECTOR	INGENIERO MAURICIO PINO		
TÍTULO DE LA TESIS	SEGUIMIENTO Y CONTROL TECNICO-ADMINISTRATIVO A PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL MARCO DE LAS ASOCIACIONES PUBLICO PRIVADAS Y SISTEMA DE CONSESIONES EN COLOMBIA.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PRESENTE TRABAJO CONTIENE EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE MONOGRAFIA EN EL CUAL SE ENCONTARA UN ANALISIS ENTRE LOS SECTORES PUBLICOS Y PRIVADOS, EN PARTICULAR PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, COMO LO SON LOS PROYECTOS VIALES. ASI MISMO LAS FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO EN CUANTO AL SEGUIMIENTO Y CONTROL TECNICO-ADMINISTRATIVO DE LAS OBRAS. FINALMENTE SE REALIZA UNA REVISION DE LAS FALLAS Y MALA INGENIERIA EN COLOMBIA.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PAGINAS: 128	PLANOS:0	ILUSTRACIONES:26	CD-ROM:1



SC-CER102673

SEGUIMIENTO Y CONTROL TÉCNICO - ADMINISTRATIVO A PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL MARCO DE LAS ASOCIACIONES PÚBLICO
PRIVADAS Y SISTEMAS DE CONCESIÓN EN COLOMBIA.

AUTOR

ANJI YULIANA PEÑARANDA RUEDA

Monografía presentada como requisito para optar el título de Ingeniero Civil.

Director

Ing. MAURICIO PINO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

agosto de 2020

Dedicatoria

A mis padres, Wilman Alonso Peñaranda Clavijo y Ledy Esperanza Rueda Rincón, a mi hermano Jhon Wilmar Peñaranda Rueda por ser la razón de mi existencia, mi todo, por ese amor tan grande que me han brindado durante estos años de vida, porque a pesar de las adversidades de la vida logre convertirme en una profesional gracias a ustedes.

Desde pequeña mi mayor anhelo era ser una Ingeniera Civil y hacer que mis padres y hermano se sintieran orgullosos de mí, me forje y me enfoque en lograr este proyecto de mi vida que hoy es un HECHO REALIDAD.

Agradecimientos

Primeramente, a nuestro Ser Supremo, a ti Papa Dios por ser mi guía, mi bendición, mi fortaleza, todo te lo debo a ti, me diste las fuerzas necesarias en cada uno de los momentos vividos para culminar esta etapa, una resiliencia enorme para llegar a la cima y hoy lo he logrado, ¡Gracias padre celestial!

A mis padres y hermano por ser los partícipes principales de este proceso, nunca lo hubiese podido lograr sin ustedes, son la razón por la cual me esforcé y hoy puedo decir con orgullo que soy ingeniera civil.

A mi grupo de estudio en especial a Anderson Bacca, Esteban Rizo y Aura Pacheco gracias muchachos, Dios los cruzo en mi camino y desde entonces han estado conmigo en cada circunstancia de mi formación académica y personal.

A una persona muy especial, aquella que estuvo en los momentos difíciles, esos momentos de angustia, incertidumbre, tristezas y alegrías; a ti Jonathan Rico Arteaga! gracias por todo el aprecio que me has brindado desde entonces, me has enseñado que cuando uno se lo propone los sueños se hacen realidad, sos un ejemplo a seguir, te admiro por tu don de responsabilidad y dedicación, orgullo es lo que generas en mí, así como a todas las personas que pusieron su granito de arena para lograr este sueño que hoy se hace realidad.

Índice

Capítulo 1. Generalidades de las concesiones viales y asociaciones Público Privadas	1
1.1 El sector privado y su intervención en los proyectos viales	1
1.2 Aspectos legales y normativos de las concesiones y las APP en Colombia.....	6
1.3 Normatividad en Colombia.	9
1.4 Evolución y particularidades de las diferentes generaciones viales.	12
1.4.1 Generalidades de las concesiones.	13
1.4.2 Antecedentes de las concesiones en Colombia.....	13
1.4.3 Tipo de concesiones.....	16
1.5 Las APPs en los proyectos viales	34
Capítulo 2. El ingeniero Civil como agente regulador en el papel de interventor o supervisor. Alcances y responsabilidades.	40
2.1 Aspectos legales y normativos	40
2.2 Funciones generales, técnicas y administrativas	41
2.3 Aspectos a controlar en proyectos de infraestructura vial.....	53
2.3.1 Análisis y revisión documental.....	56
2.3.2 Seguimiento y control de obras	57
2.3.3 Recibo y liquidación.....	57
Capítulo 3. Ruta del sol sector uno, retos de la ingeniería.	58
3.1 Alcance del proyecto ruta del sol	58
3.2 Aspectos de ingeniería, Obras, Estabilizaciones, Infraestructura.....	64
3.2.1 Ingeniería del proyecto	64

3.2.2 Aspectos inherentes al trazado	66
3.2.3 Software de diseño.....	66
3.2.4 Normas de referencia.....	67
3.3 Tramos de diseño.....	67
3.4 Ecuaciones de Empalme.....	71
3.5 Configuración de parámetros generales.	72
3.6 Recopilación de la información.....	73
3.7 Estudio de Topografía.	74
3.8 Características Geométricas.	75
3.8.1 Parámetros de diseño	75
3.9 Seguimientos técnicos y administrativos del proyecto.....	94
3.10 Recomendaciones de control en obra.....	95
Capítulo 4. Análisis de la ingeniería en Colombia, una perspectiva del seguimiento y control de obra.....	100
4.1 Malas prácticas de ingeniería	100
4.2 Factores que contribuyen a fallas de infraestructura	104
4.3 Consideraciones finales	107
Conclusiones	115
Referencias	117

Lista de figuras

Figura 1. Inversión en proyectos de infraestructura con participación privada por región	5
Figura 2. Red Nacional de Carreteras.....	33
Figura 3. Inventario de la red Nacional.	34
Figura 4. Rutas y tramos de la ruta del sol.....	60
Figura 5. Rutas y tramos de la ruta del sol.....	61
Figura 6. Periodos de construcción y mantenimiento por sectores - Ruta del Sol.....	63
Figura 7. Principales obstáculos del proyecto - Ruta del Sol.	63
Figura 8. Caracterización del relieve del proyecto.	69
Figura 9. Sección típica normal de dos carriles.	72
Figura 10. Sección típica con carril de ascenso para vehículos lentos.	73
Figura 11. Ancho de sección transversal.	77
Figura 12. Ancho de sección transversal.	78
Figura 13. Radios mínimos absolutos.....	80
Figura 14. Radios máximos para la utilización de curvas espirales de transición.....	81
Figura 15. Pendiente máxima del corredor de Ruta.....	82
Figura 16. Radios según velocidad y peraltes (e) para e máx = 8%.	83
Figura 17. Trayectoria en planta vehículo de diseño WB-20	84
Figura 18. Dimensiones vehículo de diseño WB-20	84
Figura 19. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes. ..	85
Figura 20. Coeficientes de fricción longitudinal para pavimentos húmedos.....	87
Figura 21. Cálculo distancia de visibilidad de parada..	87
Figura 22. Longitudes y parámetros curvas verticales convexas.....	88

Figura 23. Longitudes y parámetros curvas verticales concavas.....	89
Figura 24. Longitudes recomendables para carriles de cambio de velocidad.....	90
Figura 25. Anchos de calzada en ramales de salida o de entrada en función del radio interior..	91
Figura 26. Sección típica de doble galería circulación vehicular unidireccional	92

Lista de tablas

Tabla 1 Marco legal colombiano	3
Tabla 2 Concesiones de primera generación	22
Tabla 3 Concesiones de segunda generación.....	26
Tabla 4 Evolución de la asignación de riesgos	29
Tabla 5 Funciones del ingeniero interventor en obras concesionadas	41
Tabla 6 Rutas que conforman el proyecto	61
Tabla 7 Alcance del proyecto	62
Tabla 8 Empalmes del proyecto.....	71
Tabla 9 Características del proyecto	94
Tabla 10 Posturas de diversos autores respecto al seguimiento y control de obra	111

Introducción

Actualmente en Colombia y el mundo hay una creciente operatividad entre los sectores públicos y privados, en particular para el desarrollo de proyecto de infraestructura, como lo son los proyectos viales, ejemplo de ello son los sistemas de concesión y Asociaciones público privadas, las cuales han logrado sobre llevar la escases de recursos con los que cuenta el país para el desarrollo de nuevas infraestructuras que se acoplen a las necesidades existentes.

En este sentido y como parte del que hacer del ingeniero civil, el cual juega un papel fundamental en estos proyectos, desde diferentes enfoques que pueden ir desde la elaboración de diseños y presupuestos, hasta la construcción y puesta en funcionamiento de las obras. Y en forma transversal, el ingeniero civil también está facultado para realizar el seguimiento y control tanto técnico como administrativo de los diferentes proyectos. En este documento se habla en forma específica del proyecto Ruta del Sol sector 1, analizando las concesiones y las APP, así como el rol del ingeniero cuando este adquiere las facultades del interventor.

Por lo anterior, en los diferentes capítulos se realizara un análisis de las diferentes generaciones de concesiones, la influencia de las APP en el sector público. Así mismo se detallaran las funciones y responsabilidades del ingeniero en cuanto al seguimiento y control técnico-administrativo, posteriormente se analizará el proyecto ruta del sol sector uno, como uno de los principales proyectos desarrollados en el país mediante concesión, analizando también las obras y aspectos de ingeniería desarrollados. Finalmente el último capítulo realiza una revisión de la ingeniería en Colombia con una perspectiva al seguimiento y control de obras.

Capítulo 1. Generalidades de las concesiones viales y asociaciones Público Privadas

1.1 El sector privado y su intervención en los proyectos viales

Existe una gran demanda de infraestructura en Colombia a causa del aumento de las poblaciones en las ciudades y la industrialización lejos de los puertos donde ocurren las importaciones y exportaciones, lo que aumenta la necesidad de integración en las cadenas de suministro mundiales y afecta directamente la competitividad del país. Los costos de transporte de mover carga a través del país a veces son más altos que los costos de envíos internacionales para algunos viajes transatlánticos.

El país ha utilizado contratos de concesión de carreteras para el suministro de carreteras durante más de 20 años. Un análisis de este proceso a lo largo de los años muestra que las concesiones se caracterizan por sobrecostos persistentes, demoras en la construcción, déficits en el desempeño operativo y toma de decisiones politizadas, una tendencia a una renegociación excesiva y tasas altas de litigio (Bitian, Nieto-Parra y Robledo, 2013).

La preparación insuficiente del proyecto por parte del gobierno se identificó como la razón principal de una política pública fallida; Esto va en contra de las predicciones de la teoría económica de los problemas debido a lo incompletos de los contratos a largo plazo. En el "Informe de expertos en infraestructura" (Angulo, Benavides, Carrizosa et al, 2012), los especialistas contratados por el presidente Juan Manuel Santos para asesorarlo sobre cómo

iniciar una "locomotora de infraestructura" tardaron más de un año en proporcionar un análisis de brechas del sector y detectar sus principales problemas.

El informe desarrollado propuso varias soluciones que cerrarían los conocidos "cuellos de botella" y permitirían al Estado ejecutar proyectos de transporte de infraestructura: procedimientos de adquisición de tierras, transferencias de servicios públicos de redes públicas, consultas con comunidades indígenas y licencias ambientales. Todos los cuellos de botella vinculados a una falta de experiencia en el impacto de la planificación del proyecto sobre la implementación pre-operativa, la implementación temprana y las fases de operación maduras, así como el equilibrio financiero del contrato y el bienestar social óptimo del proyecto (Larrahondo, 2017).

Las renegociaciones en Colombia siguen un patrón cíclico, con picos en 1998, 2005 y 2014, y estos picos son consistentes con la reelección o los períodos electorales. Además, en el pasado los gobiernos no han cumplido los contratos y los proyectos han sido abandonados. Las condiciones institucionales adversas también son importantes (Lossa y Martimort, 2015). Los servidores públicos a menudo sufren de memoria selectiva y entre los cambios de gobierno se pierde mucho de una generación a otra, o ciertos detalles se omiten estratégicamente en el proceso. Dicha evidencia no solo cuestiona el valor de las APP sino que también exige una mejor comprensión de los incentivos presentes en APP, y el mecanismo de concesión en general.

El comportamiento de las partes podría explicar mejor las fallas evidentes durante 20 años de concesiones que han llevado a renegociaciones generalizadas y aún representan riesgos

potenciales. Tales comportamientos pueden incluso haber mejorado la presencia de errores de planificación o una falta de capacidad del lado del gobierno, sin importar la nueva tendencia de alentar el modelo de APP en Colombia que llegó con la Ley 1508 en 2012

Un contrato típico de concesión, da las facultades a una empresa privada para construir, rehabilitar, mantener, operar y financiar una carretera según sea el caso, por un periodo que generalmente oscila entre veinte y treinta años. El gobierno, ya sea local o central, otorga a las empresas privadas el privilegio de recibir pagos por concepto de peajes por parte de los usuarios de la carretera. En la mayoría de países latinoamericanos, los procesos de concesión están regulados por normas y leyes que en ocasiones se aplican a diferentes sectores (agua, electricidad, vías, etc.), en otros existen leyes específicas para cada uno (Larrahondo, 2017).

El proceso de concesión se ha implementado en muchos países de América Latina desde hace mucho tiempo, como se aprecia en la Tabla 1. Sin embargo en las últimas décadas han actualizado antiguas regulaciones en esta área, y aunque existe una profusión de legislación que regula las concesiones en la mayoría de países latinoamericanos, son unas pocas leyes y decretos las que definen el marco legal básico. Por mencionar algunos países latinoamericanos se tiene:

Tabla 1

Marco legal colombiano

País	Regulaciones
Argentina	El marco legal está incluido en la Ley 17.520 de 1967. Esta ley se modifica la Ley 23.696 de 1989 y el Decreto del Gobierno 1.105 /

	<p>89. El Decreto 2637/92 autoriza al gobierno a contratar con el sector privado las vías de acceso a Buenos Aires a través de los sistemas de peaje.</p>
Chile	<p>Los decretos del gobierno de 1984 y 1991 regularon inicialmente las concesiones. Sin embargo, la Ley 19.252 de 1993 especifica algunas reglas de proceso para garantizar las condiciones de concesión a los inversores privados. Esta ley fue modificada por la ley 19.460 de 1996.</p>
Colombia	<p>Dos leyes regulan las concesiones viales: la Ley 80 \ 1993 y la Ley 105 \ 1994. El primero regula todas las concesiones de obras públicas, mientras que el segundo se refiere específicamente a las concesiones viales.</p>
Uruguay	<p>Las concesiones viales en Uruguay están reguladas por el Decreto Ley 15637 de 1984. Regula la concesión de cualquier obra pública e incluye principios generales que luego deberían especificarse en los contratos de concesión.</p>

Dentro del panorama global la inversión privada se ha concentrado desproporcionadamente en ciertas regiones del mundo en desarrollo. No todas las regiones han tenido el mismo éxito en atraer financiación privada para infraestructura. De hecho, la mayor parte de la inversión en infraestructura con participación privada ha sido captada por América Latina (45%) y Asia Oriental (23%) Sin embargo, ajustando por niveles de población e ingresos, América Latina y

Europa y Asia Central emergen como las dos regiones con el mayor éxito en la atracción de financiación privada.

Estas diferencias entre regiones reflejan dos factores subyacentes. Por un lado, hubo una mayor apertura a la participación privada entre estos gobiernos, que se reflejó en políticas y legislación de apoyo. Por otro lado, los ingresos relativamente altos y las perspectivas positivas de crecimiento que ofrecieron estas regiones durante la década de los noventa las convirtieron en lugares de inversión más atractivos. Dentro de las regiones exitosas, un puñado de países ha captado la mayor parte de la financiación privada. No solo los flujos de capital privado se han concentrado en ciertas regiones, sino que algunos países dentro de cada región han tenido un éxito desproporcionado en la atracción de flujos de capital privado como se aprecia en la figura

1.

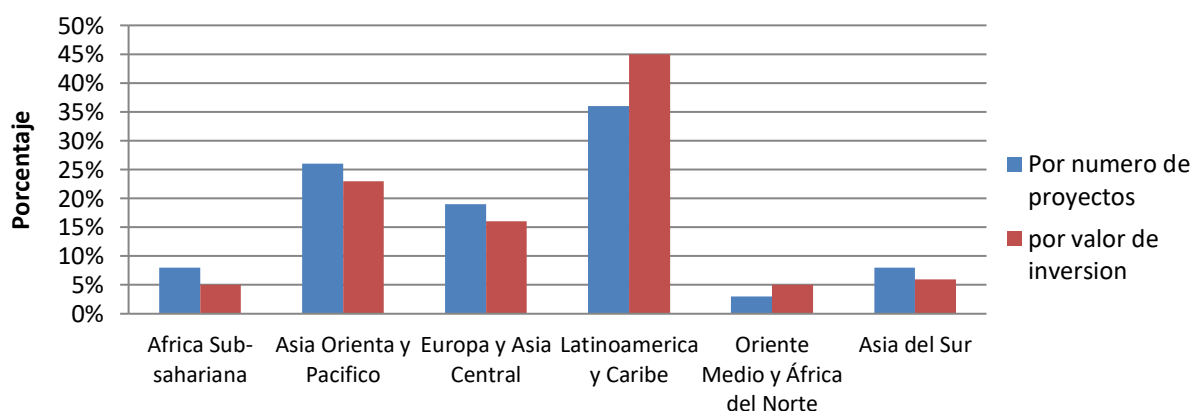


Figura 1. Inversión en proyectos de infraestructura con participación privada por región, 1990 – 2015.

Como se aprecia en la figura, los tres países más exitosos han captado entre el 47% y el 96% de la inversión. A nivel mundial, los cuatro países más exitosos (Brasil, Argentina, China y México, en ese orden) representaron el 43% de la inversión privada mundial en infraestructura

durante el período 1990-2015. Adicionalmente es importante resaltar que la inversión privada tiende a concentrarse en las ciudades más grandes y en las regiones económicamente más prósperas de los países, sin pasar en gran medida por las ciudades más pequeñas, las zonas rurales y las provincias deprimidas.

1.2 Aspectos legales y normativos de las concesiones y las APP en Colombia

En general los contratos de concesión y los contratos de APP se han tratado como sinónimos, pero en términos legales deben distinguirse entre ellos porque la nueva ley de APP ha introducido un nuevo modelo contractual y el gobierno ha lanzado un nuevo programa correspondiente. Es importante diferenciar qué nuevas características se han adoptado en la legislación y analizar si estas innovaciones legales realmente modifican o ajustan las fallas de las concesiones.

Un punto importante señalado en la literatura es que algunos países que afirman implementar APPs, de hecho, solo usan de forma limitada para cumplir ciertas funciones, y no como un programa estructurado (Abdel, 2007), como es el caso de Colombia.

Colombia está experimentando el poder retórico de un nuevo eslogan, es decir, el eslogan de la asociación público-privada (APP), pero los abogados, los servidores públicos y los Ingenieros civiles que actúen como contratistas, deben estar conscientes del hecho de que la idea en la que se basa está lejos de ser nueva (Wettenhall, 2003); de hecho, algunos lo han descrito como la reinención de una rueda vieja.

Desde principios de la década de 1990, Colombia ha utilizado infraestructura privada a través de acuerdos de licitación competitivos regulares para contratos de contratación pública o contratos de concesiones. Por lo tanto, el uso de empresas privadas, para proporcionar infraestructura pública no es nuevo (Hodge & Greve, 2007). Los contratos de concesión se basan en las tareas de construcción, operación y transferencia de una estructura de asignación de riesgos, tal como lo predice el modelo de APP.

Los marcos de concesión no son uniformes en todos los países. Sin embargo, la mayoría de las regulaciones incluyen específicamente algunos elementos clave de las concesiones. Estos elementos son los siguientes en los países del caso.

Autoridad. La autoridad que otorga las concesiones viales es a menudo el gobierno central. Sin embargo, en algunos países, los gobiernos locales y las agencias públicas autónomas también pueden otorgar concesiones. Las concesiones son otorgadas por el gobierno central en Argentina y Chile, mientras que en Colombia y Uruguay, la legislación pertinente autoriza a las autoridades locales, municipios y departamentos a otorgarlas (Larrahondo, 2017).

Alcance de las concesiones. Las concesiones viales generalmente incluyen las siguientes actividades: (1) la construcción de una nueva carretera o la rehabilitación de una existente. (2) la operación y mantenimiento de la carretera. (3) la administración del sistema de peaje. Y (4) la Financiación de inversiones. Esta práctica de agrupar las funciones de una concesión vial es común en América Latina, simplifica el proceso administrativo, Sin embargo puede tener efectos

negativos en términos de eficiencia y costo, principalmente porque el financiamiento y la operación de carreteras son actividades que requieren experiencia diferente, una sola selección puede obligar a las autoridades públicas a elegir un consorcio en el que la combinación de experiencia no sea la más adecuada. A pesar de que pueden aumentar el costo administrativo y de coordinación, pueden permitir una asignación más eficiente de funciones entre las empresas del sector privado. Las ventajas generales de las concesiones de carreteras desagregadas versus los esquemas agrupados deben evaluarse en cada caso (Larrañondo, 2017).

Plazo. La mayoría de las declaraciones establecen que las concesiones deben otorgarse por un plazo fijo que no se especifica en las reglamentaciones generales. Sin embargo, debe fijarse en el contrato o en los documentos de licitación; Algunas regulaciones permiten a las autoridades aumentar el plazo de concesión para compensar al concesionario por una caída inesperada de los ingresos por carretera. Por ejemplo, en Colombia y Chile, las autoridades pueden renegociar el plazo inicial, si las condiciones de concesión cambian, sin embargo las modificaciones del plazo de concesión son difíciles de negociar y pueden traer problemas (Larrañondo, 2017).

Conflictos. Las regulaciones otorgan a la entidad pública la autoridad para modificar y rescindir los contratos de concesión y generalmente no especifican los procedimientos y procesos para resolver conflictos entre las autoridades públicas y el concesionario. La mayoría de las renuncias dan a las autoridades públicas la capacidad de modificar las condiciones del contrato en situaciones excepcionales que no están bien definidas en las regulaciones generales. Por lo tanto, en el momento de la inversión, la capacidad del concesionario para defender las normas que rigen la inversión es limitada, la posición dominante del sector público es evidente incluso

en países en los que las regulaciones promueven mecanismos equilibrados. Por ejemplo, en Colombia, la Ley 80/1993 alienta a los contratos a incluir esquemas justos para resolver conflictos y la Ley 105/94 limita la capacidad de modificar los contratos al período durante el cual el concesionario realiza los trabajos de construcción o rehabilitación (Larrahondo, 2017).

Proceso de selección. La mayoría de las regulaciones establecen explícita o implícitamente que las concesiones deben otorgarse mediante una oferta pública. Si bien las regulaciones argentinas no requieren una oferta pública cuando el concesionario es una entidad pública, el Decreto 2637 de 1992, que establece las reglas para la concesión de vías de acceso a Buenos Aires, estableció las ofertas públicas como un requisito para las concesiones privadas. Las regulaciones colombianas requieren una licitación pública para las carreteras de concesión. Sin embargo, si la autoridad pública declara la oferta vacante porque las propuestas no cumplen con los requisitos de la oferta, puede contratar directamente con un proveedor (Larrahondo, 2017).

1.3 Normatividad en Colombia.

Con el fin de dar cumplimiento a los fines del estado, la administración pública con frecuencia recurre a sujetos particulares para lograr llevar a cabo obras publicas de gran envergadura. Y es preciso diferenciar una obra pública de un contrato de obra pública, en la media que el contrato de obra pública solo representa uno de los medios para realizar dicha obra.

Dentro de los modos de ejecución de obras considerados tradicionalmente, se consideran la concesión de obra pública y la ejecución directa por parte de la administración. Al respecto el Dromi (1997) diferencia entre el *método directo*, el cual es ejecutado por la administración propia y el *método indirecto*, el cual consiste en la celebración de un contrato de obra pública una concesión propiamente dicha.

Respecto a Colombia el panorama de la infraestructura vial y la forma en la cual se ha desarrollado apunta claramente a que la gran parte de la red vial de país se ha desarrollado principalmente por medio de concesiones de obra pública. En este caso las concesiones viales, constituyen un esquema de contratación el cual es utilizado por el estado para poder financiar el desarrollo de las diferentes obras viales del país, con un papel fundamental de la inversión privada, esto lograría explicar el gran déficit en la infraestructura vial del país y los bajos indicadores de calidad de la infraestructura en general. Esto evidentemente lo reflejan los reportes de competitividad que se realizan en el orden mundial, lo que sumado a las dificultades que los entes territoriales afrontan a la hora de obtener financiamiento para cubrir sus necesidades de inversión, los requerimientos fiscales, los problemas para lograr el balance de los presupuestos operativos, niveles de deuda altos y bajos ingresos corrientes (DNP, 2016). Estos factores constituyen un escenario complejo lleno de limitaciones de orden jurídico, técnico y económico.

En este contexto también es importante resaltar la gran cantidad de transformaciones legislativas que se han efectuado en los últimos 10 en materia de contratación estatal (Matallana, 2009) el cual constituye otro aspecto de inestabilidad normativa, razón por la cual Pedroza

(2016) menciona que Colombia, da origen a las concesiones viales como recurso para el desarrollo en 1994. En estos primeros contratos las concesiones generaron resultados que diferían de los esperados, por lo cual el Estado implementó varias modificaciones normativas y ajustes en el sistema de concesiones viales, con el objetivo de corregir las deficiencias percibidas y así lograr atraer mayor inversión privada, con el fin de lograr mejora de la calidad, la eficiencia y cobertura de la infraestructura vial del país.

A partir de la ley 1508 de 2012, se autorizó la modalidad de APP, como nueva modalidad contractual y se estableció como “el instrumento para la incorporación de capital privado en la ejecución de proyectos en beneficio del estado” (Benavides, 2014, p.12). En dicha ley se determinan los esquemas de cooperación entre el sector privado y público, que puede ser mediante APP de iniciativa privada, y con lo cual el sector privado asume todas las etapas y fases, con algunas ayudas del estado para el financiamiento; o de otra forma también puede ser por iniciativa del sector público, con lo cual el Estado se encarga de la estructuración y parte del funcionamiento, y la parte privada se encarga de la construcción y el restante de financiamiento. En todo caso el proceso de concesión para el desarrollo de proyectos de obra pública, debe existir una rigurosa planeación y maduración del proyecto traducido en pre-inversión, inversión y operación (CCI, 2010).

Desde la expedición del decreto Ley 150 de 1976 y el Decreto Ley 222 de 1983, se puede decir que la contratación estatal tomó forma. Así mismo, es posible afirmar que los decretos antes mencionados son los primeros en contener el sistema evolutivo de contratación administrativa en Colombia. Luego del decreto Ley 150 de 1976, se pasa al decreto Ley 222 de

1983, en un intento de conformar un estatuto moderno de contratación, en el cual se realizaron notables innovaciones normativas, sin embargo desde su fecha de expedición fue duramente cuestionado, aun así durante muchos se mantuvo vigente en Colombia para todo lo referente a la contratación administrativa (Palacio, 2014).

Posteriormente se crea la Ley 80 de 1993, la cual en el artículo 32 define el contrato de concesión como: Aquellos contratos celebrados por las entidades estatales brindando a un sujeto llamado concesionario la facultad de operación, explotación, gestión u organización sobre un servicio público o de igual forma se concede la construcción de alguna obra o servicio con el respetivo control y vigilancia por parte del estado. En retorno se recibe una remuneración según los aspectos contemplados en la ley.

La anterior definición está conforme a lo que expresa la Ley 143 de 1994 (artículo 65); Ley 286 de 1996; Decreto 1604 de 1966 (artículo 9); Decreto 1394 de 1970 (artículo 6); y la Ley 643 de 2001. En una concepción unitaria sobre los contratos de concesión que se compagina con el significado de obra pública.

1.4 Evolución y particularidades de las diferentes generaciones viales.

Desde 1991, en Colombia se inicia el proceso de concesiones, principalmente a causa de la modernización de instituciones del país esta se trasladó al sector vial. En este sentido, el sector privado empieza tomar fuerza, llevando al surgimiento de mecanismos de concesión como el medio para el desarrollo de diferentes obras que hasta entonces se ejecutaban con capital de

Estado (Lara, 2003). Desde entonces las concesiones se consideran un medio fundamental para aumentar las vías, reduciendo costos e incrementando la productividad (Cárdenas, Gaviria y Meléndez, 2005).

1.4.1 Generalidades de las concesiones.

El sistema de concesiones consisten en un acuerdo entre una parte privada y el Estado, por un lado el contratista (parte privada) se compromete a realizar cierta inversión, en pro de adquirir flujos futuros entendidos como ingresos, ya sea por medio de peajes establecidos en la concesión o aportes realizados por el estado (Beato, 2007).

En este sentido, este tipo de contratos presenta importantes beneficios, principalmente la para fomentar el desarrollo y crecimiento del país, principalmente en los periodos en que la economía del país no permitía grandes inversiones. Por otro lado, mediante los contratos de concesión, el gobierno cede de manera voluntaria ciertos riesgos al concesionario (Cárdenas, Gaviria y Meléndez, 2005).

1.4.2 Antecedentes de las concesiones en Colombia.

Mediante la incorporación del capital privado al sector vial mediante las concesiones, se ha desarrollado a través de varias etapas, las cuales se denominan como las cuatro generaciones de concesión, las cuales se diferencian principalmente por la distribución de riesgos entre otros aspectos relevantes (Prieto, 2002).

El marco legal para las concesiones en Colombia, hasta el año 2011, estaba constituido indirectamente por un conjunto disjunto de leyes y decretos que se ocupaban de la contratación por parte del Estado en general o con un sector o industria específicos. La Ley 80 de 1993, que regula todas las adquisiciones gubernamentales, estableció el derecho de concesionar la provisión de servicios públicos.

Específicamente para el sector del transporte, la Ley 105 de 1993 permitió a los gobiernos nacionales y subnacionales usar y asignar fondos para contratos de concesión como un medio para desarrollar y proporcionar servicios. Además, la Ley 448 de 1998 estableció políticas de gestión de riesgos en la contratación pública. Además, se introdujeron cambios considerables en la Ley 1150 de 2007, que exigía que todos los riesgos se midieran y asignaran explícitamente en los contratos de concesión. En general, las resoluciones producidas por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) con frecuencia cambiaron todo el marco (Benavides, 2010).

La falta de legislación específica para los contratos de concesión dio como resultado un marco legal poco claro, inestable e incompleto que estableció incentivos perversos. Por ejemplo, la Ley 80 limitó contratos adicionales u obras complementarias al 50% del valor del contrato. Sin embargo, debido a la vaguedad acerca de cómo hacer cumplir este límite, la mayoría de las concesiones lo habían superado en 2007. Además, la ley 1150 de 2007 eliminó este límite, limitando solo los aumentos en el plazo de concesión al 60% de su plazo inicial. También permitió que las obras fuera de las especificaciones iniciales del contrato se incluyeran como

"componentes progresivos" que podrían agregarse a través de la renegociación una vez que la demanda justificara la inversión adicional.

Dichas negociaciones directas, combinadas con la opción de ampliar las obras utilizando el "Esquema de Iniciativa Privada" bajo las regulaciones de 2008 emitidas por el Ministerio de Transporte (MOT), permitieron un escenario por el cual las concesiones podrían expandirse significativamente sin una competencia adecuada en el mercado. Estos cambios regulatorios y el documento CONPES No 3535 de 2008, que indica varios caminos de importancia estratégica nacional, permitieron renegociaciones mucho más grandes. Estas adiciones fueron en muchas ocasiones mayores que el contrato inicial y se pagaron en gran medida con futuros fondos fiscales. Finalmente, la Ley 80 obliga al estado a restablecer el equilibrio de la ecuación económica de un proyecto, tal como se define en el contrato de un proyecto, cuando surgen factores imprevistos que lo alteran o que no se pueden culpar al concesionario.

El marco regulatorio para las APP se ha mejorado recientemente. En diciembre de 2011 se aprobó una nueva ley que se ocupa exclusivamente de las APP, que establece limitaciones claras tanto en el valor como en el plazo de las renegociaciones y requiere un análisis de valor por dinero para justificar la ejecución de proyectos a través de una APP en lugar de la contratación pública regular.

Con el fin de diseñar, evaluar, subastar, administrar y supervisar proyectos de concesión en Colombia, se creó en 2003, el Instituto Nacional de Concesiones (INCO), reemplazando al Instituto Nacional de Carreteras (INVIAS) en estos roles. La creación de INCO marcó una

mejora en el músculo institucional dado que INVIAS también estaba a cargo de las obras públicas. Sin embargo, existe evidencia de que INCO no poseía los recursos humanos, técnicos y económicos para realizar correctamente todas sus tareas (Benavides, 2010; Rufián, 2002).

Además, dado que INCO era la única agencia responsable para todos los propósitos relacionados con los contratos de concesión, planteaba serios conflictos de intereses. Dado que INCO informó al MOT, simultáneamente actuó como la institución responsable de supervisar las concesiones y como la agencia del poder ejecutivo interesada en su éxito. Además, la falta de supervisión que enfrentó el instituto dejó la puerta abierta para la mala administración de fondos e incluso la corrupción.

1.4.3 Tipo de concesiones.

El diseño de los contratos de concesión ha cambiado mucho desde su concepción, se pueden dividir cronológicamente en cuatro generaciones. El primero incluyó 11 proyectos adjudicados entre 1994 y 1997. En virtud de estos contratos, la empresa privada realizó toda la inversión inicial y el gobierno garantizó ingresos mínimos de peaje a partir de entonces.

La segunda generación representó solo dos proyectos, y presentó una mejora en el diseño del contrato con respecto a la primera generación. Por ejemplo, se introdujo el concepto de tasa de rendimiento (y también se mantuvieron las garantías mínimas anuales de ingresos por peajes) (Larrahondo, 2017).

La tercera generación de contratos, un grupo de 10 concesiones otorgadas entre 2001 y 2007, se basó en una tasa de rendimiento esperada que se logrará variando el plazo de la concesión. Por parte del estado se hicieron algunas contribuciones en la inversión inicial y Se transfirieron más riesgos al concesionario (en particular, los riesgos de construcción) (Larrahondo, 2017).

La cuarta generación de contratos comenzó en 2010, y bajo este marco diseñó y subastó la Ruta del Sol con la asistencia técnica de la Corporación Financiera Internacional (CFI). Deja toda la inversión inicial y el financiamiento al sector privado, lo que implico una gran transferencia fiscal anual por cuenta del estado, previamente asignadas por el CONFIS para ese propósito. Además, una promoción más activa de proyectos lleva a la participación de licitadores internacionales (Larrahondo, 2017).

Respecto a los contratos de concesión de la primera generación , estos tenían numerosos defectos. Las garantías de ingresos mínimos se calcularon con estimaciones de tráfico de estudios preliminares y fueron sesgadas positivamente, lo que condujo a garantías excesivas.¹³ Los procesos de subasta no fueron competitivos y no incluyeron exhibiciones internacionales. Como resultado, siete de las subastas fueron finalmente declaradas desiertas y los contratos se negociaron bilateralmente. No hubo una definición y planificación completas de los proyectos, incluidas las rutas exactas, antes de firmar los contratos. No se obtuvieron permisos ambientales y la expropiación de tierras no se completó antes de que se adjudicaran los contratos. Además, hubo una negligencia general para medir y compartir riesgos. Por ejemplo, La fórmula utilizada para elegir a los ganadores de las subastas fue fácil de manipular y el Estado apoyó la mayoría de

los riesgos, incluidos los riesgos de la construcción. Finalmente, no hubo una evaluación financiera de los licitantes y los contratos carecían de algunas cláusulas importantes como mecanismos de resolución y reglas para el pago de garantías (Engel et al., 2007; Benavides, 2010).

A pesar de los cambios realizados en las generaciones posteriores, los contratos de concesión continuaron teniendo muchas debilidades. La segunda generación de concesiones introdujo una fórmula más simple para elegir las ofertas ganadoras, pero su manipulación fue sencilla y condujo a ofertas depredadoras. Por ejemplo, una de las dos concesiones se canceló poco después del proceso de subasta, ya que se hizo evidente que la empresa ganadora no podría cumplir con sus obligaciones según los términos de la oferta. En el caso de la tercera generación, la oferta ganadora se eligió únicamente con la menor tasa de retorno y el riesgo de demanda se manejó variando el término del contrato.

Aunque esta metodología es propuesta por varios expertos (Engel et al., 2007), el uso de una tasa de descuento apropiada es crucial para que tenga éxito. En Colombia, los flujos futuros no se descontaron adecuadamente (Benavides, 2010). Finalmente, en la generación actual de concesiones, las evaluaciones ambientales y sociales, incluidos los procesos de consulta con grupos indígenas, no se realizan de manera rigurosa y eficiente. En particular, estas evaluaciones no se establecen antes de otorgar contratos. En ese contexto, la adquisición de permisos ambientales y de expropiación de tierras después de firmar contratos puede causar demoras prolongadas y costos excesivos para las concesiones viales.

1.4.3.1 Primera generación.

De 1994 a 1997, un total de 11 proyectos fueron contratados por entidades gubernamentales. Estos contratos se caracterizaron por las siguientes características:

Las empresas privadas hicieron todas las inversiones iniciales; el gobierno garantizó un ingreso mínimo de peaje de semillas; y cada contrato abarcó una duración promedio de 17 años. Además, se adquirieron siete proyectos y se evitó el proceso de licitación, antes de adjudicarse sin competencia. Las vías públicas estaban desconectadas, dispersas (no formaban parte de una red) y carecían de delimitaciones claras (Larrahondo, 2017).

Con respecto a la asignación de riesgos, se observó una negligencia general en términos de medir y compartir el riesgo, y las partes públicas retuvieron la mayoría de los riesgos del proyecto: demanda de tráfico, peajes, tarifas, construcción (excepto sobrecostos), adquisición de tierras y licencias ambientales

De hecho, una observación crítica de este período de contrato podría comenzar diciendo que las garantías de ingresos mínimos se calcularon utilizando estimaciones de tráfico de estudios preliminares y se sesgaron positivamente, lo que condujo a garantías excesivas para los concesionarios. Además, los procesos de subasta no fueron competitivos. La ausencia de una definición completa y la planificación de los proyectos, incluidas las rutas exactas, antes de firmar los contratos fue un error repetido (Larrahondo, 2017).

Adicionalmente, no se obtuvieron permisos ambientales y la expropiación de la tierra no se completó antes de que se adjudicaran los contratos: un problema importante que incluso hoy causa enormes demoras en la entrega de infraestructura

Los contratos también carecían de cláusulas importantes como mecanismos de resolución y reglas para el pago de garantías, mientras que la falta de evaluación financiera de los licitadores dejó en riesgo el presupuesto público. La crisis financiera de fines de la década de 1990 impidió que el gobierno cumpliera sus obligaciones contractuales en virtud del pago de la garantía. . Esto dio lugar a numerosas renegociaciones antes de que se pudiera restablecer el equilibrio económico del concesionario (Neves, 2012). El gobierno no exigió contratos llave en mano y pagó hasta un 30% más de lo planeado originalmente para gastos de capital (Neves, 2012)

Esta fue la generación que dio inicio a los proyectos concesionados, que permitió establecer los principios generales y lineamientos para la recuperación a largo plazo de la inversión, como se establece en el documento CONPES 2597 y la Ley 80 de 1993 para la titulación de flujos futuros. En esta generación se presentaron diversas fallas con respecto al sistema de concesiones, como las pérdidas por parte del Estado en algunos proyectos al cumplir con los ingresos mínimos, así como demoras y modificación sobre los diseños y licencias ambientales y la recurrente modificación en los contratos (CONPES, 1992).

Los 11 proyectos de carácter nacional comprendían la rehabilitación de un total de 1017 km de la existente red vial, y así mismo la construcción adicional de 230 km de vías. El valor de la inversión inicial rodaba los 1,8 billones de pesos.

Otros dos proyectos entregaron a inversionistas 122 km a inversionistas con capital inicial de 0,3 billones de pesos., estos comprendían obras de ampliación de calzadas, rehabilitación, y ampliación de accesos a algunos centros poblados importantes. (López, 2006).

Por ser la primera etapa de concesiones, existieron diferentes problemas, que en la práctica han requerido diferentes modificaciones, entre ellas, la modificación constante de los plazos de diseño y también construcción; la eliminación de estaciones de peajes por conflictos con el sindicato de transportadores; la contratación de obras complementarias; aprobación de anticipación de cobro de peajes; incremento de aporte del gobierno, etc. Es importante resaltar que de los primeros once contratos, siete de ellos se encuentran en tribunales de arbitramento para dar solución a conflictos, lo cual evidencio un desorden y falta de planeación en el seguimiento de los proyectos tanto en etapas preliminares como en etapas posteriores (Ruiz, 2010).

En general, esta primera etapa tuvo un balance positivo pues se superaron la mayoría de inconvenientes iniciales y se incrementó el desarrollo de la malla e infraestructura vial a nivel nacional, que superaron los resultados obtenidos por el país hasta ese momento mediante procesos tradicionales de licitación estatal, en términos de menores sobrecostos y una disminución en los tiempos de adjudicación. En la Tabla 2 se ilustran los diferentes contratos derivados de la primera generación de concesiones.

Tabla 2

Concesiones de primera generación

Contrato	Inversión Inicial	Compensación	Estado	Renegociación	Duración	Firma Contrato	Long
Armenia – Pereira - Manizales	\$ 469,967.00	2 %	Activa	Si	21.5	Abril-94	219
Bogotá – Caqueza – Villavicencio	\$ 252,728.00	27 %	Activa	Si	17.3	Ago-94	90
El cortijo – Siberia – La Punta – El Vino	\$ 107,341.00	71 %	Activa	Si	16.2	Ago-94	31
Cartagena - Barranquilla	\$ 35,055.00	32 %	Activa	No	12.3	Ago-94	109
Desarrollo vial del Norte de Bogotá	\$ 225,530.00	51 %	Activa	No	15	Nov-94	48
Desarrollo vial del Oriente de Medellín y valle de Rio Negro	\$ 263,421.00	4 %	Activa	Si	17.1	May-96	349
Fontibón – Facatativá – Los Alpes	\$ 96,967.00	43 %	Activa	No		Jun-95	41
Girardot – Espinal - Neiva	\$ 101,605.00	10 %	Activa	Si	20.5	Jul-95	150
Los Patios – La Calera – Guasca	\$ 21,254.00	66 %	Activa	Si	14	Ago-94	50
Malla Vial del Meta	\$ 107,611.00	11 %	Activa	No	19.3	Ago-94	190
Santa Marta – Paraguachón	\$ 92,471.00	107 %	Activa	Si	16.8	Ago-94	209
TOTAL PRIMERA GENERACIÓN NACIONAL CONCESIONES REGIONALES	\$ 1,773,950.00						1486

Contrato	Inversión Inicial	Compensación	Estado	Renegociación	Duración	Firma Contrato	Long
Barranquilla- Cienaga	\$ 73,858.00		Activa	No			62
Buga – Tulua – La paila	\$ 229,320.00		activa	No			60
TOTAL PRIMERA	\$ 303,178.00						122
GENERACIÓN							

INCO y DNP cifras en millones de pesos de 2005

1.4.3.2 Segunda generación de concesiones.

Para los años 1997 a 1999, solo se pueden identificar 2 proyectos para esta generación de concesiones. Las principales características de este período de contratos se desarrollaron a lo largo de la idea de aprender de los errores de la primera generación, es decir, avanzar en la contratación pública y las concesiones. Se introdujo el concepto de tasa de rendimiento y se exigió a cada licitador que propusiera un nivel futuro esperado de ingresos por valor. Se ganó la oferta del valor más bajo y una vez que los ingresos alcanzaron la cantidad esperada, el contrato finalizaría. Se garantizó un ingreso anual mínimo de peaje y se implementó la provisión de documentación más detallada durante los procesos de licitación (Larrahondo, 2017).

Además, se estipuló la protección de los inversores mediante mecanismos contractuales y la inclusión de un paso para los prestamistas.

Con respecto a la asignación de riesgos, se aplicó una consideración más detallada de la asignación de riesgos, y tanto el tráfico de demanda como los riesgos de construcción (excluyendo el riesgo geológico) se transfirieron a partes privadas. Sin embargo, la adquisición

de tierras y las licencias ambientales continuaron siendo un riesgo y una responsabilidad del gobierno, causando demoras.

Es posible afirmar que se introdujo una fórmula mucho más simple para elegir ofertas ganadoras, pero que su manipulación fue fácil y condujo a ofertas depredadoras. De hecho, solo un contrato completó la fase de construcción (Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca); el otro fue violado por la conciliación porque el operador económico entró en incumplimiento (Commsa) Aún peor, el Consejo Administrativo anuló la conciliación y un largo proceso de litigio seguido (Larrahondo, 2017).

La ausencia de una visión integrada se mantuvo, al igual que la falta de infraestructura construida en forma de red conectada. Cada proyecto se consideró de forma independiente, en lugar de ser parte de una red integrada. Finalmente, las carreteras se planificaron de acuerdo con un estudio de tráfico de 20 años y se construyeron en tres años, lo que rápidamente resultó en un exceso de capacidad

Esta generación se desarrolla con las directrices del documento CONPES 2775, en el cual se analizaron los inconvenientes surgidos en la primera generación y se planteó una mejor distribución de los riesgos para el sector privado. Como requisito previo a la construcción se pedía a las concesionarias contar fichas prediales y licencias, adicionalmente se introduce un nuevo concepto, el de *plazo variable* de la concesión, que da la posibilidad para que la concesión revierta al Estado en el momento que se obtenga el ingreso esperado, que se estableció en la propuesta de licitación. (CONPES, 1995)

Con la la segunda generación, se buscó corregir los errores presentados durante la primera generación. Enfatizando el mejoramiento de los contratos, desarrollando cláusulas con una asignación del riesgo eficientes y prosperas para las diferentes partes del contrato.

La segunda generación inicia en 1995, estructurando concesiones de acuerdo a periodos variables a partir de estudios de tráfico pronosticados, que permitirían desarrollar diseños con especificaciones conforme a las proyecciones hasta el final de la concesión. Por otro lado también se determinó que los concesionarios deberían mantener vigentes las licencias ambientales y fichas prediales antes de iniciar con la construcción. La estructuración de los proyectos contaba también con la ayuda de las bancas de inversión, las cuales ayudaban a establecer la viabilidad del proyecto (Cárdenas, Gaviria y Meléndez, 2005).

Con respecto a la mitigación del riesgo, se previeron garantías para cubrir el riesgo de tráfico y el cambiario de la deuda en caso de presentarse fluctuaciones de la moneda. Sin embargo, en la práctica estos riesgos fueron asumidos por los inversionistas, los cuales no solicitaron participar en la cobertura de riesgos por parte del Estado, a cambio de una mayor calificación en la adjudicación de las concesiones; este hecho represento una de las principales debilidades en los contratos de la segunda generación.

En total hizo la rehabilitación de 353 km de la malla vial existente, y se realizó la construcción de 178,3 m de vías adicionales, y se entregaron 974,8 km de carretera a concesionarios privados para un posterior mantenimiento; estos proyectos se adjudicaron con

una inversión inicial de 1.6 billones de pesos (Cárdenas, Gaviria y Meléndez, 2005), (DPN, CONPES 3107, 2001) (DPN, CONPES 3045, 1999). En la Tabla 3, se ilustran los contratos derivados de la segunda generación de concesiones.

Tabla 3

Concesiones de segunda generación

Contrato	Inversión Inicial	Estado	Renegociación	Longitud
El Vino – Tobia Grande – Puerto	\$ 906,746.00	Inactiva	Si	571
Salgar – San Alberto				
Malla vial del Valle del Cauca y Cauca	\$ 705,920.00	Activa	Si	470
TOTAL SEGUNDA GENERACIÓN	\$ 1,162,666.00			1041

INCO y DNP cifras en millones de pesos de 2004

1.4.3.3 Tercera generación de concesiones.

Un nuevo gobierno y una economía que finalmente salieron de años de recesión proporcionaron espacio para una nueva ola de concesiones de 2001 a 2007 con 10 proyectos. Se introdujeron nuevos conceptos, como la tasa de rendimiento esperada, y al variar la duración de la concesión e introducir el concepto de un "corredor vial" (para conectar los centros de consumo y producción, conectando entre cada uno, así como a los puertos) cambios importantes fueron introducidos (Larrahondo, 2017).

Un movimiento hacia contratos impulsados por el desempeño, con la introducción del desempeño clave en dictadores y un monto de ingreso mínimo proyectado propuesto por cada

licitante como el único criterio de la licitación, y una duración máxima del contrato comprendió las características principales de los contratos.

Con referencia a la asignación de riesgos, a pesar del debate académico y público en curso, este sigue siendo un aspecto fundamental de las renegociaciones y litigios de contratos de APP hoy. Para esta tercera generación, todos los riesgos de construcción se transfirieron al sector privado, y tanto las licencias ambientales como la adquisición de tierras los riesgos de gestión fueron transferidas a particulares (Larraondo, 2017).

Como resultado, la oferta ganadora se eligió únicamente en función de la tasa de rendimiento y el riesgo de demanda se manejó variando la duración de los contratos, que se extendieron con el tiempo. En otras palabras, los incentivos para entregar y finalizar la construcción estaban ausentes, resultando en demoras.

Además, las evaluaciones ambientales y sociales, incluidos los procesos de consulta con los grupos indígenas, no se realizaron de manera rigurosa y eficiente ni se establecieron antes de otorgar los contratos, lo que provocó retrasos importantes. Adicionalmente, la adquisición de tierras y las licencias ambientales causaron largas interrupciones y excesos en las concesiones viales (Larraondo, 2017).

La evaluación de licitación de un criterio condujo a ofertas excepcionalmente agresivas, y la idea de reabrir la negociación del contrato más adelante para permitir la adición de más

trabajos de construcción condujo a la renegociación masiva de los contratos de concesión durante este período (Larrahondo, 2017).

Algunos académicos identifican una generación de concesiones de 3.5, a la que pertenecen los conocidos proyectos de la Ruta del Sol, partes I, II y III. Este proyecto general que conectó la capital con el mar se considera la base de la cuarta y actual generación de APPs viales colombianas.

De hecho, la Ruta del Sol introdujo las mejores prácticas internacionales y se financió a través del mercado financiero de Colombia, por lo que se puede decir que la Ruta del Sol fue un piloto para la cuarta generación de concesiones, también contiene una mezcla de otras características de las 3 y 4 generaciones de concesiones

Con esta generación se incorpora el concepto de *corredor vial*, mejorando así la competitividad y productividad de la malla vial nacional y los índices de exportación. Con respecto a las licencias ambientales todos los proyectos podían llevarlas en trámite y adelantadas las fichas prediales previa a la construcción. Así mismo este modelo se fortalece la gestión de valorización y compra de predios, destacando la amplia gestión y regulación contractual para realizar una mejor asignación de riesgos y garantías. (CONPES, 1999)

Las concesiones que componen la tercera generación tienen como objetivo fortalecer las fallas presentadas en las generaciones anteriores y mejorar la malla vial que conecta los grandes centros productivos con los puertos a nivel nacional. La gran particularidad con esta generación

es que se dio una evaluación y estructuración de proyectos que permitiría una evolución dinámica de las obras, considerando ciertos parámetros de niveles de operación y servicio.

Igual que en la segunda generación, en la tercera los plazos continúan siendo variables, y se trasladó a los inversionistas la gestión de compra de los predios. En general planteó una reestructuración de la asignación de los riesgos como se aprecia en la siguiente Tabla:

Tabla 4

Evolución de la asignación de riesgos

Tipo de Riesgo	Primera Generación		Segunda Generación		Tercera Generación		Cuarta Generación	
	Concesionari o	INVIA S	Concesionari o	INVIA S	Concesionari o	INVIA S	Concesionari o	INVIA S
Constructiv o	X	X	X		X		X	
Trafico		X	X		X		X	X
Tarifa de peajes		X		X		X		X
Predios		X		X	Gestión	X	Gestión	X
Lic. Ambiental		X		X	Gestión	X	Gestión	X
Tributario	X		X		X		X	
Cambiario	X		X		X		X	
Fuerza mayor (No asegurable)		X		X		X		X
Fuerza mayor	X		X		X		X	

Tipo de	Primera Generación		Segunda Generación		Tercera Generación		Cuarta Generación	
Riesgo	Concesionari	INVIA	Concesionari	INVIA	Concesionari	INVIA	Concesionari	INVIA
	o	S	o	S	o	S	o	S
(Asegurable								
)								
Financiación	X		X		X		X	
n								
Documento COMPES								

Las principales características de las concesiones de tercera generación parten, inicialmente en identificar el cronograma base según el cual se estructuran las concesiones; segundo, el fortalecimiento a la gestión de valorización de los proyectos; tercero, un mayor seguimiento a las concesiones, identificando problemas que puedan surgir en el desarrollo del contrato y así emplear mecanismos que permitan solucionarlos. Finalmente, que se realice una contratación de estudios que especifique los criterios de contratación (DPN, COMPES 3045, 1990).

1.4.3.4 Cuarta generación de concesiones.

En 2014, el gobierno lanzó oficialmente la cuarta y actual generación de concesiones, que incluye el procedimiento de adjudicación de APP y está programado para durar de 25 a 30 años. Está claro aquí que el proceso de planificación del gobierno comenzó casi 3 años antes y que el ambicioso plan revela casi 30 proyectos en esta generación (Larrahondo, 2017).

La nueva ley de APP (Ley 1508) describe esta generación y, de hecho, la distingue fuertemente de sus predecesoras. Los cambios clave son evidentes ya que la ley limita las

adiciones de hasta el 20% del valor total del contrato de concesiones, así como la introducción de una etapa de precalificación y un contrato estandarizado. Además, los pagos se realizan según un índice de calidad de servicio.

El concepto de asignación de riesgos ha evolucionado y los actores privados tendrán que asumir una parte importante en la adquisición de tierras, los riesgos ambientales y sociales, y se exige que los riesgos de tráfico se compartan con el gobierno.

Dejando atrás la descripción y el análisis de las cuatro generaciones de concesiones, otro hallazgo importante para los contratos de concesión es que la selección de proyectos y la asignación de presupuesto para carreteras en Colombia son tareas altamente políticas, en lugar de tareas técnicas que preserven la conectividad dentro de la red de transporte y estimulan la competitividad dentro de El país (Nieto-Parra, Olivera y Tibocho, 2013).

Del mismo modo, los problemas de información afectan el monitoreo y la evaluación de las concesiones. Los proyectos diseñados sin objetivos físicos específicos dificultan el monitoreo de la ejecución física de un proyecto (Nieto-Parra, Olivera & Tibocho, 2013).

A pesar de esta difícil historia de concesiones, el gobierno colombiano lanzó la Cuarta Generación de Concesiones, utilizando la nueva ley de APP, un nuevo marco regulatorio y transformaciones institucionales por primera vez.

Esta cuarta generación tiene como objetivo lograr: 8000 km de nuevas carreteras de alta calidad, 40 nuevas concesiones viales, especificaciones de alta calidad y carreteras adaptadas al cambio climático, un ahorro del 20% en costos de transporte y un ahorro del 30% en el tiempo dedicado a viajar en carreteras como resultado de la intervención de infraestructura. Pero con una inversión de 47 mil millones de pesos colombianos (24 mil millones de dólares USA) en obras públicas, se espera que el desarrollo se incorpore a 24 de los 32 departamentos totales, generando directamente 180,000 empleos. A largo plazo, se verá un crecimiento potencial del PIB del 4,6% al 5,3%, mientras que la tasa de desempleo disminuirá en un 1% y se producirá un eventual aumento de la competitividad (Larrahondo, 2017).

Con el desarrollo histórico de las concesiones y los ambiciosos objetivos del Programa 4G en mente, en este punto es necesario revisar el patrón cíclico de las renegociaciones para comprender completamente los errores anteriores cometidos en los planes gubernamentales. Con el modelo de cuarta generación se logró reducir las insuficiencias de infraestructura, bajo los lineamientos del documento CONPES 3760 este modelo de concesión busca una estructuración eficaz de la inversión en infraestructura, de igual forma llevar procesos de selección con transparencia y una gestión contractual enfocada en resultados y distribución de riesgos. (CONPES, 2013).

Las concesiones en Colombia representan una alternativa de gran relevancia en la medida que el Estado se vale de esta estrategia para poder mejorar la infraestructura vial existente; según el DPN la red vial en Colombia tiene una extensión de 140.539 Km, de estos 16.753 Km son responsabilidad de la nación, el restante que corresponde a redes secundarias y terciarias están a

cargo de los departamentos, municipios y las concesionarias. Esta información se puede apreciar en la figura 2.

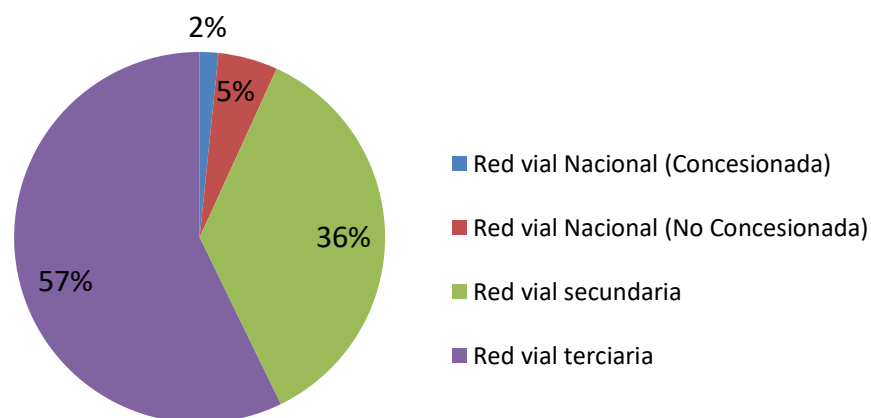


Figura 2. Red Nacional de Carreteras. Autor 2020.

Como se indica en la figura, Colombia cuenta con 140.539 Km de red nacional de carretera, de estas un 2% que corresponde a 4.009 Km están bajo concesión, luego un 5% que equivalen a 12.744 Km, están a cargo del estado y finalmente un 93% equivalentes a 228.887 Km corresponde a Redes secundarias y terciarias.

Ahora bien, las concesiones y las APP respectivamente son un mecanismo para fomentar el desarrollo de la infraestructura vial, la cual es necesaria para el desarrollo del país, considerando que un 80% del transporte de carga se hace por tierra. En la figura 3 se puede apreciar el estado de las vías en algunas ciudades y departamentos donde el INVIAS tiene seccionales a cargo.

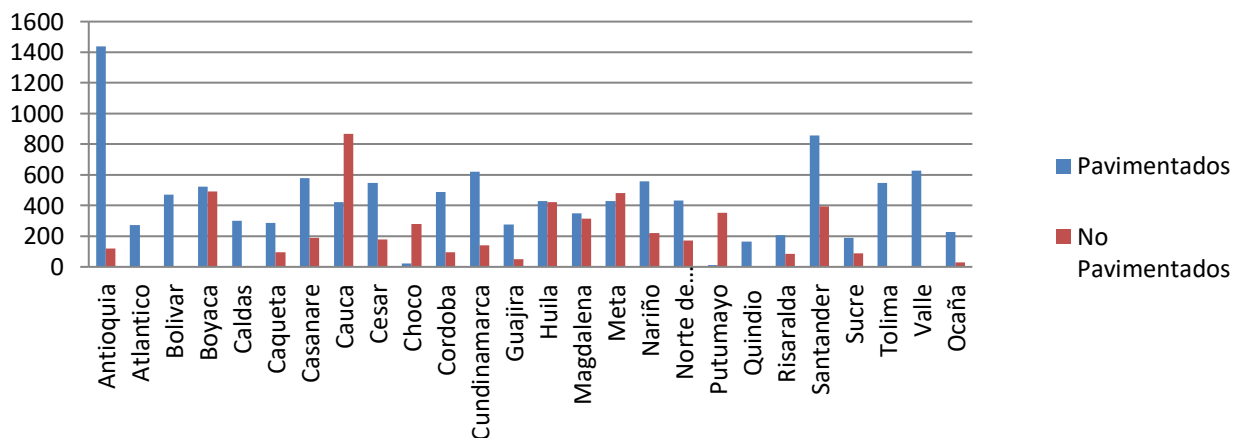


Figura 3. Inventario de la red Nacional. Autor, 2020.

Como se aprecia en la figura, cerca de un 30% del total de red nacional se encuentran sin pavimentar, y la mayor concentración de estas se dan en los lugares más vulnerables y apartados, representando un gran problema para las regiones, puesto que por estas vías conectan las zonas rurales con los cascos urbanos.

1.5 Las APPs en los proyectos viales

El fenómeno internacional de las APP se ajustó a las políticas públicas y los planes comerciales dentro del sector privado antes de que los legisladores pudieran definirlo y regularlo. De hecho, existe una tendencia a la convergencia y la armonización en las mejores prácticas de APP, pero un concepto unificado permanece ausente de cualquier acuerdo internacional, o documento internacional y legalmente vinculante. La regla general sigue que cada país debe crear su propio modelo de APP (Larrahondo, 2017).

La mayoría de los autores reconocen que el fenómeno APP comenzó en el Reino Unido en 1992 bajo la Iniciativa de Financiación Privada. Las APP aparecieron como una herramienta de gestión pública utilizada para financiar obras públicas cuando el déficit del presupuesto público significaba que no se podía invertir más dinero en la construcción de infraestructuras públicas. La insuficiencia de fondos públicos motivó la entrada del sector privado en la provisión de servicios y obras públicas, aportando nuevas acciones y capital a las inversiones, junto con la experiencia privada en materia de gestión de riesgos para tiempos de entrega y eficiencia de costos.

Como consecuencia, la accesibilidad de la financiación privada para grandes proyectos de infraestructura ha proporcionado a los gobiernos una enorme tarjeta de crédito. Las APP son simplemente un esquema de "compre ahora, pague después" (Hodge y Greve, 2010), y de hecho la gestión responsable de que una tarjeta de crédito debería ser una preocupación de primer orden. Además, este nuevo flujo de capital hacia proyectos públicos representa nuevas oportunidades para nuevos negocios y un esquema de apoyo renovado para impulsar los negocios en tiempos difíciles, por lo tanto, los incentivos políticos para el gobierno pueden ser altos: la aceptación de los votantes, entrega prometida más rápida de infraestructura y relaciones más positivas con negocios de finanzas y construcción" (Hodge y Greve, 2010).

Como lo señala Lichère (2011), las APP se encuentran a medio camino entre la privatización y las disposiciones públicas clásicas: las APP se consideran el punto medio entre el intervencionismo y el liberalismo. De hecho, el concepto de APP trae consigo nuevas ideas para la gestión pública: ampliar la participación del sector privado en deberes públicos tradicionales,

más participación del sector privado en el diseño de proyectos públicos y mayores beneficios debido al financiamiento parcialmente privado de obras y servicios públicos. Lichère también sostiene que, dada la dificultad de encontrar una definición precisa de APPs en la literatura, en su lugar, debe identificarse un conjunto de características. La mayoría de los autores reconocen cuatro características principales: (i) agrupamiento de tareas (construir y operar), (ii) transferencia de riesgos, (iii) contratos a largo plazo y (iv) uso preferencial de financiamiento privado preparativos.

El Libro Verde (EUC, 2004) 327 de la Comisión Europea, sobre asociaciones público-privadas y derecho comunitario sobre contratos públicos y concesiones, confirma las características bien conocidas de APPs. Después de que la Comisión lanzó el Libro Verde en 2004, otros documentos sobre el mismo tema siguieron en 2005 (Comisión de la UE, 2005a), (Comisión de la UE, 2005b), junto con Comunicaciones interpretativas sobre el tema de APPs institucionales, concesiones y contratación pública (UE Comisión, 2008) una Comunicación sobre asociaciones público-privadas en noviembre de 2009 (Comisión de la UE, 2009b), y así sucesivamente. Sin embargo, los Estados miembros de la UE son esencialmente responsables de determinar su propio enfoque y regulación de APP, siempre que cumpla con las normas básicas de adquisición de la UE y no infrinja otras funciones del mercado interno (Colverson y Perera, 2012).

Algunas de las conclusiones sobre el concepto de APP formuladas en el Informe General deben mencionarse antes de detallar el concepto específico adoptado por el sistema legal colombiano:

Primero, los contratos APP no son una innovación legal para los sistemas legales. De hecho, se han presentado diferentes formas de colaboración público-privada durante décadas y han evolucionado con diversas denominaciones, como las concesiones. La verdadera novedad de las APP es el peso otorgado a la función de financiación privada en el contrato de APP. Peajes arancelarios y el presupuesto público pagará el proyecto a largo plazo y la parte privada invertirá y financiará la totalidad de las obras.

En segundo lugar, se puede decir que los contratos de APP son una renovación de los contratos de concesiones pero con más similitudes que diferencias con los procesos tradicionales de adquisición o los contratos de obras públicas. No es posible hacer una distinción total.

En tercer lugar, no es factible distinguir entre concesiones, obras públicas y contratos de APP a la luz de un elemento económico, es decir, preguntando "¿quién paga?", Porque tanto para la respuesta son los usuarios como el presupuesto público (impuestos). La pregunta es más bien "¿quién proporciona el financiamiento?"

Finalmente, gran parte de la literatura sostiene que un elemento diferenciador entre los sistemas de adquisición estándar es la distribución de riesgos. Si bien la parte privada debe asumir riesgos internos, como la construcción, las operaciones, las finanzas y los riesgos económicos del trabajo o servicio, la parte pública debe retener los riesgos externos, como estabilidad del marco regulatorio, fuerza mayor y regulación tarifaria

En Colombia, las APP se han regulado recientemente bajo una estructura de pago de disponibilidad, respaldada por el cumplimiento de los indicadores de nivel de servicio y la penalización de ingresos cuando se detectan fallas de operación. El objetivo de este modelo es incentivar una finalización acelerada de la fase de construcción bajo estándares de calidad regidos por el cumplimiento de las métricas de servicio. La estructura financiera se basa en subdivisiones de activos llamadas "unidades funcionales". Cada unidad funcional soporta bonos con garantías de crédito parciales del gobierno colombiano; además, los pagos a la parte privada y la emisión de bonos solo son posibles cuando cada unidad se vuelve completamente operativa (Fitch Ratings, 2012). Siguiendo estas regulaciones, la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) inició un nuevo programa de concesiones viales de Cuarta Generación en 2013 con un costo estimado de USD 24.3 mil millones (Departamento Nacional de Planeación, 2013).

En temas de concesiones viales, Colombia inicia este trayecto a mediados de los 90. La vinculación del sector privado en la provisión de infraestructura evolucionó entre las terceras generaciones con una asignación incremental de riesgo a la parte privada. Si bien los modelos contractuales anteriores incluían indicadores de monitoreo de operaciones y mantenimiento (O&M), los controles demostraron ser flexibles y las cláusulas de penalización establecieron reglas onerosas para la demostración de incumplimiento. Además, las estructuras de pago se asociaron con hitos de construcción, lo que enfatizó aún más la fase de construcción. Como consecuencia, la información en concesiones anteriores sobre fallas durante las fases operativas es escasa (Pineda y Arboleda, 2014).

Los riesgos, y respectivamente la evaluación de los mismos, son un aspectos importante de la estructuración de las APP (Irwin T., 2003). El objetivo de la asignación óptima del riesgo es minimizar el costo total de un proyecto y no necesariamente los costos de cada parte por separado (Molenaar, Anderson y Schexnayder, 2010). No obstante, los riesgos asociados a la operación frecuentemente es sobrevalorada y no se realiza un análisis tan profundo como aquellos presentes en la etapa de construcción (Doloi, 2012).

Capítulo 2. El ingeniero Civil como agente regulador en el papel de interventor o supervisor. Alcances y responsabilidades.

El ejercicio de la ingeniería civil posee un amplio campo de acción, el cual permite a los profesionales en este área desempeñarse en diferentes etapas y procesos del sector de la construcción, ya sea en la planeación, programación y diseño de los proyectos o en la ejecución y construcción de los mismo. En forma paralela el ingeniero civil también está facultado para realizar labores de seguimiento y control de los proyectos ejecutados, esto con el fin de garantizar que las actividades desarrolladas cumplen con los requisitos mínimos exigidos.

En este sentido, los ingenieros civiles con frecuencia se desempeñan como interventores de obra, a los cuales se les brindan las facultades por parte de la empresa contratante para realizar un seguimiento, técnico y administrativo, aunque también se suelen controlar los aspectos legales, ambientales y financieros. En este capítulo se analizarán los principales aspectos legales relacionados al control de obra, entendido como aquel realizado por los ingenieros interventores, así mismo, se detallan las principales funciones que debe desarrollar y algunos aspectos principales que se deben controlar.

2.1 Aspectos legales y normativos

Las funciones de seguimiento y control, las cuales pueden ser realizadas por un ingeniero civil, en funciones de interventor, están concebidas principalmente como una expresión del control que se debe ejercer sobre los bienes o recursos del estado. En este sentido el ingeniero

interventor es considerado un sujeto disciplinable, interviniente en la contratación pública, y sobre el cual aplican los principios que rigen a los servidores públicos, tanto en aspectos sustantivos como en los procedimentales.

2.2 Funciones generales, técnicas y administrativas

No existe un marco legal que contemple en forma específica las funciones que debe ejercer el ingeniero a cargo de la interventoría, estas se definen en general según el alcance de los pliego de condiciones en las licitaciones o concursos de méritos. En la Tabla 5 se describen en forma general las principales y más usuales funciones que debe desarrollar el interventor en una obra concesionada:

Tabla 5

Funciones del ingeniero interventor en obras concesionadas

Funciones	Descripción
FUNCIONES GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer del recurso humano necesario con conocimiento técnico y científico para el desarrollo de las funciones que requiera el desarrollo del proyecto, siempre basados en los principios de moralidad y ética profesional. • Revisión al proyecto, y sobre el control del personal • Manejo de la información generada en cada una de las etapas que contempla el proyecto,

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y cumplimiento de las directrices planteada por la entidad, con respecto al área socio – ambiental y predial. • Realizar informes periódicos que permitan evidenciar los indicadores de gestión y el avance y desarrollo del proyecto. • Control en la ejecución de las obras en relación a las actividades ejecutadas por los subcontratistas y los resultados de laboratorio, puesto que el control y responsabilidad sobre estos resultados dependen directamente del concesionario • Ser representante de la entidad a lo largo del proyecto, y le corresponde el apoyarla en los diferentes asuntos jurídicos propios de las obras que constituyen el objeto del contrato.
<p data-bbox="277 1184 472 1213">FUNCIONES</p> <p data-bbox="277 1257 488 1287">FINANCIERAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la respectiva supervisión del cumplimiento en el programa de obtención de recursos y las diferentes actividades que se requieran para la financiación del proyecto por parte del concesionario • Llevar un control exhaustivo y detallado de los recursos de peaje de acuerdo al tipo de vehículo y el ingreso que genera cada uno. • Revisar el estado financiero de las cuentas del fideicomiso y cuentas especiales, para la financiación del proyecto,

Funciones	Descripción
	<p>dictaminando conceptos y estimados de cálculo para reportar a la entidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las inversiones objeto del contrato así como las inversiones permanentes o temporales que reposen en el fondo de la fiduciaria, en particular aquellos recursos que provienen de la Nación, y llevar seguimiento a dicho recursos verificando su rendimiento y deberá reportarlos a la entidad para ser registrados en la contabilidad. • Realizar una vigilancia y control para que el concesionario cumpla con sus obligaciones, además debe revisar los estados financieros, tanto básicos como complementarios de los informes del fideicomiso, analizando en forma detallada la situación financiera y el avance del proyecto. • Llevar un control y seguimiento del aspecto financiero, sobre el manejo económico llevado por la concesión, analizando y evaluando a su vez el ingreso por concepto de peaje, de inversión de obra e incluso el pago referente a obligaciones tributarias por parte del concesionario.
<p>FUNCIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la respectiva actualización del Inventario vial concesionado, que relacione entre otros aspectos las obras de arte, señales de tránsito, puentes, demarcación vial,

Funciones	Descripción
	<p data-bbox="639 268 1357 373">geometría y características de la vía además de la identificación de puntos críticos y estado del pavimento.</p> <ul data-bbox="591 422 1422 1843" style="list-style-type: none"><li data-bbox="591 422 1422 961">• Realizar mediciones correspondiente al índice de rugosidad internacional (I.R.I) y el coeficiente de resistencia al deslizamiento (C.R,D), adicionalmente medir el ahullamiento para establecer el estado del pavimento. Así mismo se debe medir la retro-reflectividad de los tableros verticales como de la señalización horizontal. También si la entidad lo requiere se deben medir las cantidades de obra ejecutadas por el concesionario.<li data-bbox="591 1010 1422 1329">• Realizar un análisis y dar un concepto sobre la memoria Técnica del Proyecto que presente el concesionario, además también debe realizar un inventario socio-económico sobre la pequeña industria, la industria, agroindustria y el comercio que se encuentra asentado en el derecho de la vía.<li data-bbox="591 1377 1422 1696">• Revisar los estudios y diseños efectuados por el concesionario, y dar su concepto conforme a lo estipulado en el contrato, además debe hacer una revisión de los cambios que pudieran surgir en los diseños o las adiciones de tramos si fuera el caso.<li data-bbox="591 1745 1422 1843">• Verificar, vigilar, controlar y asegurar que el concesionario conforme a sus obligaciones contractuales cumpla con todas

Funciones	Descripción
	<p>ellas en materia de operación de la vía y de servicio a los usuarios de la vía.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velar porque el concesionario ejecute el proyecto de acuerdo con la normatividad vigente, y con las especificaciones que se acordaron dentro del pliego de condiciones, y deberá analizar, revisar y conceptuar los precios unitarios correspondientes a los ítems de obras no previstas. • Llevar a cabo aforos de tráfico.
<p>FUNCIONES PREDIALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar una revisión y verificación tanto jurídica como social del proceso de gestión predial que adelanta el concesionario. • Analizar la información técnica de los predios en adquisición, con respecto a las topografías y aspectos de infraestructura, y desarrollar un concepto técnico para la entidad. • Apoyar el desarrollo de conceptos jurídicos para la gestión predial, verificando toda la información pertinente al proceso de adquisición, como planos, fichas prediales e información técnica relacionada, considerando a su vez la clasificación del terreno de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial para así verificar los avalúos asignados.

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="592 273 1404 378">• Verificar los títulos traslaticios de dominio a 20 años para establecer la correcta titularidad sobre los bienes inmuebles.<li data-bbox="592 420 1404 672">• Verificar que el área entregada al concesionario corresponda a la negociada, y que las intervenciones realizadas por el desarrollo del proyecto no afecten aquellas áreas que no fueron adquiridas.<li data-bbox="592 714 1404 892">• Analizar el impacto a nivel económico y social, y conceptuar si considera pertinente algún tipo de compensación socioeconómica.<li data-bbox="592 934 1404 1270">• Suscribir en conjunto con el concesionario las diferentes actas de restitución de accesos, tuberías de riego, canales, etc. Verificando además que las obras ejecutadas por el concesionario para los servicios públicos y accesos a los predios funcionen en condiciones óptimas.<li data-bbox="592 1312 1404 1711">• En los procesos de adquisición de predios y en caso de expropiación el interventor deberá apoyar, revisar, complementar los actos administrativos que sean necesarios, proyectar y presentar las demandas judiciales para solicitar la entrega anticipada de aquellos predios con expropiación judicial.<li data-bbox="592 1753 1404 1858">• Apoyar a la entidad en la ejecución e implementación de estrategias de vigilancia y control durante la etapa de

Funciones	Descripción
	<p>enajenación voluntaria y la expropiación judicial o administrativa en los términos que establece la ley.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controlar los cobros realizados por el concesionario a causa de la gestión predial, refiriendo con esto a la elaboración de fichas prediales, adquisición de predios y avalúos comerciales.
<p>FUNCIONES SOCIALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar informes sociales mensuales que evidencien el avance de las actividades de carácter social y la respectiva aplicación del plan del manejo ambiental. • Realizar un seguimiento del cumplimiento de los acuerdos pactados con las comunidades étnicas. • Verificar que el concesionario cumpla con las diferentes obligaciones contractuales respecto a la Gestión Social, y que los frentes de trabajo cumplan con la ley en la atención del ciudadano. • Realizar seguimiento a la gestión que adelanta el concesionario con el municipio para el ordenamiento del espacio público, corredores viales y la preservación de la seguridad.

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los diferentes indicadores sociales contenidos en los informes presentados por el concesionario y evaluar su eficiencia, • Revisar y analizar el esquema operativo contenidos en el cronograma social que relaciona los compromisos sociales pactados. • Brindar un concepto sobre las medidas de manejo, mitigación y compensación que acordó ejecutar el concesionario en caso de que se presentara alguna afectación social a las comunidades.
<p data-bbox="269 1037 496 1138">FUNCIONES AMBIENTALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la verificación del trámite de licencias ambientales antes del inicio de obras, así mismo, • Garantizar que el concesionario cumpla con las normas ambientales condicionantes, procesos y actividades mencionados en el Plan de Manejo Ambiental, con los respectivos permisos para el uso y aprovechamiento de recursos naturales. • Verificar que se pongan en marcha los planes de contingencia

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none">• Revisar y analizar que los estudios ambientales realizados por el concesionario correspondan a la realidad de la zona de influencia• Conceptuar los diseños e ingeniería de detalle contenida en las medidas ambientales.• Elaborar tomas de muestras y ensayos de laboratorio sobre la calidad del aire, del agua, y de ruido cuando la entidad lo requiera• Verificar y vigilar el cumplimiento por parte del concesionario de las disposiciones legales en materia de seguridad industrial respecto a los sistemas de calidad ambiental, programa de higiene y salud ocupacional establecida para cada uno de las actividades de obra.• Realizar al concesionario los requerimientos y conminaciones cuando incumpla con sus obligaciones ambientales, es decir con el plan de manejo ambiental, licencias y permisos, en cuyo caso el interventor deberá aplicar lo establecido en las cláusulas del contrato.• Asesorar a la entidad en los diferentes asuntos jurídicos y técnicos de carácter ambiental y despejar las consultas e inquietudes de las comunidades.

Funciones	Descripción
FUNCIONES JURÍDICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar y conceptuar en forma oportuna las diferentes sugerencias y consultas jurídicas realizadas por la entidad y asesorarla en los diferentes aspectos jurídicos de carácter ambiental, o social con la ayuda de especialistas de las diferentes áreas. • Velar por la correcta expedición de las garantías, considerando la validez jurídica, plazos y términos, conforme a lo establecido en el contrato de concesión, anexos y sus modificaciones relacionadas a la ejecución de las obras objeto de interventoría. • Asesorar y apoyar a la entidad, en todos los asuntos jurídicos que se susciten en desarrollo de las obras objeto del Contrato de Concesión y de esta interventoría.
FUNCIONES DE AFORO Y AUDITORIA	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar conteos, mediciones, además de caracterizar el tráfico y evaluar el nivel de servicio de los trayectos proyectados durante la vigencia del contrato. • Elaborar informes semestrales de los aforos realizados. • Verificar y corroborar los conteos de vehículos realizados por el Concesionario y evidenciar que dicha información sea lo más precisa posible

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="594 264 1425 457">• Auditar el correcto funcionamiento de los equipos de control de tráfico instalados en las casetas de peaje, y deberá notificarlo en el informe mensual.<li data-bbox="594 491 1425 751">• Evaluar los diferentes riesgos asociados con el sistema de información de los peajes y verificar que el software y procedimientos ejecutados logran satisfacer los requerimientos de seguridad, efectividad y eficiencia.<li data-bbox="594 785 1425 1121">• Llevar el conteo de vehículos para cada una de las casetas de peaje, por un periodo consecutivo mínimo de 3 días durante 24 horas, y de esta manera establecer el Trafico Promedio Diario (T.P.D.) y llevar la revisión de las estadísticas diarias de tránsito, recaudos de peaje y evasión.<li data-bbox="594 1155 1425 1486">• Verificar el proceso de diseño, desarrollo y prueba en el cambio de software aplicativo, y además evaluar las rutinas de cálculo ejecutadas por dichas aplicaciones y que estas se consignen correctamente en los archivos y registros reportados a la entidad. <p data-bbox="639 1520 1425 1806">Realizar recomendaciones para fortalecer las debilidades de control percibidas en los sistemas de información de peajes y de esta manera incrementar las condiciones de calidad, seguridad y confiabilidad del sistema.</p>

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="594 264 1419 527">• Validar los informes emitidos por el concesionario, verificando los registros de recaudo, y demás estadísticas presentadas, supervisando la calidad, el contenido y la periodicidad.<li data-bbox="594 569 1419 894">• Supervisar las operaciones de recaudo y niveles de tránsito a través de la implementación de herramientas tecnológicas que determinen el grado de confiabilidad, verificando el cumplimiento del reglamento de operación, particularmente el manejo de carriles exteriores, colas y atención al usuario.<li data-bbox="594 936 1419 1262">• Llevar a cabo operativos de control a través de visitas a las casetas de peaje, dichas visitas deben incluir, la revisión de libros de asistencia, arqueo en las casetas de recolección y administrativos, conteos, revisión de boletería, caja menor, recambio, planillas y registros.<li data-bbox="594 1304 1419 1566">• Presentar a la entidad un cronograma con las actividades que se desarrollaran en forma mensual con la supervisión y control de los recaudos de peaje, indicando la periodicidad con la que se realizaran.<li data-bbox="594 1608 1419 1850">• Verificar y analizar los reportes de recaudo e información de tránsito emitida por el concesionario, para constatar que las entradas de dinero al fideicomiso correspondan con el recaudo reportados por las diferentes casetas de peaje.

Funciones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una proyección estadística cada seis meses del tráfico, y en forma periódica hacer una auditoria de los sistemas procurando lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de riesgos e implementación de controles. - Aplicación de técnicas y herramientas de verificación de controles manuales y Automatizados en las aplicaciones. - Evaluación de seguridad física en centro de procesamientos de datos. - Elaboración de software y Hardware. - Elaboración y presentación de informes de auditoría. - Control interno del área de informática.
OTRAS FUNCIONES	<p>Se debe propender por un adecuado y oportuno desarrollo del proyecto, a fin de mejorar la eficiencia de la administración, no solo en términos de la gestión técnica, financiera, operativa, predial, socio-ambiental y legal del contrato, también deberá a la entidad en temas de orden técnico, financiero, operativo, predial, social – ambiental y legal que se susciten en el desarrollo de los trabajos efectuados, brindando información oportuna sobre los mismos, desarrollando documentos requeridos y rindiendo conceptos y evaluaciones al respecto.</p>

2.3 Aspectos a controlar en proyectos de infraestructura vial

Las asociaciones publico privadas y en general los sistemas de concesión, suelen emplearse en proyectos relacionados a infraestructura vial, en este sentido, es pertinente profundizar en los principales aspectos relacionados a proyectos de este tipo, en el cual el ingeniero civil es el llamado a realzar el seguimiento y control.

Antes de dar inicio al proyecto es fundamental conocer los diferentes requerimientos normativos, a fin de asegurar que el contratista y la entidad territorial cumplan con los requisitos propios del tipo de obra (Construcción, mantenimiento o adecuación), para posteriormente poder suscribir el acta de inicio. Así mismo, se debe realizar una verificación de la documentación precontractual y el proceso adelantado por la entidad para la selección del contratista, para verificar que dicho proceso se adelantó en forma correcta.

Asumiendo que no se presentó ningún tipo de irregularidad en el proceso, previamente a la suscripción del acta de inicio se deberá disponer de la siguiente documentación como mínimo:

Respecto a la entidad:

- Estudios previos
- Pliego de condiciones o términos de referencia y adendas
- Planos y diseños de la vía
- Especificaciones de construcción
- CDP y RP
- Contrato de obra firmado y los anexos que contenga

- Presupuesto aprobado
- Acta con la aprobación de la garantía única del contrato de obra que relacione la fecha de suscripción del contrato
- Propuesta económica presentada por la contratista firmada
- Permisos y autorizaciones vigentes establecidos en los estudios previos. Así mismo, verificar la existencia de permisos no relacionados pero aplicables a las características de la obra.

Respecto al contratista:

- Si se solicita anticipo, se debe pedir la constitución del patrimonio autónomo mediante contrato de fiducia mercantil, además del plan de inversión.
- Garantía única del contrato (con la fecha de firma del contrato) y con la actualización a la fecha tentativa para la suscripción del acta de inicio.
- APU's con las respectivas firmas.
- Programación de obra, además del flujo de inversión y el flujo de caja.
- Plan integral de gestión de obra, y en el caso de que no se solicite en el contrato, como mínimo se debe solicitar el plan de aseguramiento de la calidad.
- Registro minero y licencia ambiental.
- Otras disposiciones mencionadas en el pliego de condiciones definitivo.

Otros requerimientos importantes que se deben solicitar, aunque no constituyen explícitamente parte de la gestión administrativa que adelanta el interventor de la que trata esta guía consiste en:

- Estudios topográficos
- Estudios de suelos
- Estudios de tránsito,
- Diseño geométrico
- Elementos de contención – taludes y terraplenes
- Estudios hidrológicos y diseño hidráulico para diseño de drenajes
- Gestión predial
- Plan de manejo Ambiental
- Memorias de cálculo y cantidades de obra

2.3.1 Análisis y revisión documental.

Una actividad previa a la construcción de las obras correspondiente a la estructura vial, corresponde a la revisión de la documentación correspondiente del contrato, que incluye: Pliego de condiciones y minutas, Estudios y diseños, Pólizas, Pago de prestaciones, plan de prevención de accidentes, actas de vecindad, procedimientos constructivos, presupuestos, así mismo otras consideraciones como la hoja de vida del personal profesional. Equipo mínimo obligatorio, programa de inversión, instalaciones provisionales, plan de calidad, plan de manejo de tránsito, y otros que puedan relacionarse en el pliego de condiciones.

La revisión de los estudios y diseños, posibilitan la estructuración del proyecto, y son los que brindan el soporte para las cantidades de obras, el presupuesto, las especificaciones técnicas,

y la duración de la obra. Por su parte en la revisión de pólizas se debe verificar que estén actualizadas para evitar posteriores inconvenientes en caso tal de originarse un incumplimiento por parte del contratista al declararse en quiebra, o algún caso fortuito o accidente del personal.

2.3.2 Seguimiento y control de obras

Adicionalmente a las funciones ya mencionadas, durante la ejecución del contrato se debe llevar un control continuo de las obras, llevando un registro de las diferentes reuniones que se realicen consignando los temas tratados en un acta, así mismo, se debe llevar una bitácora donde se consigne las novedades de la obra, sus modificaciones, e inconvenientes presentados con la mano de obra, esto puede evitar futuras reclamaciones injustificadas.

2.3.3 Recibo y liquidación

Finalizada la etapa de construcción, se da paso a la suscripción de actas de recibo y actas de liquidación, para poder suscribir dichas actas el ingeniero que haga las veces de interventor deberá garantizar que las obras ejecutadas se encuentren finalizadas, que se hayan ejecutado todas las actividades propuestas y que las mismas se encuentren a satisfacción. Además se debe asegurar que el contratista haya realizado la respectiva liquidación del personal contratado.

Capítulo 3. Ruta del sol sector uno, retos de la ingeniería.

El proyecto vial Ruta del Sol es considerado uno de los proyectos de mayor envergadura en el país, con la construcción y puesta en funcionamiento de 1.071 km de vías que conectara el centro del país con la costa atlántica. En este capítulo se analizarán el alcance general del proyecto, y posteriormente las principales obras de ingeniería y aspectos relacionados a la ingeniería del proyecto. De igual forma se mencionarán los controles y seguimientos a cargo del ingeniero interventor.

3.1 Alcance del proyecto ruta del sol

Según el Plan de Desarrollo del gobierno nacional: “Prosperidad para todos” durante el periodo 2010-2014 se determinó impulsar el mejoramiento de la red vial nacional, con el fin de fortalecer la competitividad del país, lo anterior mediante el desarrollo de proyectos viales ejecutados por concesiones de tercera, cuarta generación, APP (Asociaciones público-privadas), entre otras contribuyendo así a mejorar el comercio exterior y la conectividad regional entre los principales centros de producción y los puertos de comercio.

La Ruta del Sol es uno de los principales proyectos de infraestructura vial en Colombia, a ser realizado a través de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, vinculada al Ministerio de Transporte. Conectará Bogotá con el Caribe Central a través de un recorrido de más de 1.070 km y consiste en uno de los mayores proyectos en América Latina en la actualidad.

El documento CONPES 3571 de marzo del 2009 declaró la importancia estratégica del proyecto Autopista Ruta del Sol, el cual pretende mejorar y ampliar la infraestructura vial en Colombia de acuerdo con lo establecido en la Ley 810 de 2003, lo anterior con el propósito de promover la competitividad y potenciar los beneficios derivados de la suscripción de acuerdos comerciales por parte del Gobierno Nacional y de la importancia de 11 proyectos viales bajo la figura de concesión establecida en el documento CONPES 3413 de marzo de 2006, entre los cuales se encuentra la Autopista Ruta del Sol.

Dentro de las once concesiones que contempla este programa se identificaron tres (3) proyectos que el Gobierno pretende desarrollar bajo la figura de concesión:

1. Concesión Vial Ruta del Sol 1-A: Bogotá (El Cortijo) – Villeta.
2. Concesión Vial Ruta del Sol 1-B: Villeta – Honda – Mariquita – La Dorada - Puerto Salgar – San Alberto o Tobia Grande
3. Concesión Vial Ruta del Sol 2: San Alberto – La Loma – Bosconia – Y de ciénaga – Santa Marta.

El INCO por tanto empezó la consecución de recursos para la ejecución del proyecto y firmó Convenio de Cooperación Técnica con la Corporación Financiera Internacional – IFC- Banco Mundial, para desarrollar el modelo de concesión y promover la participación de inversionistas y preparar las licitaciones correspondientes. El 18 de octubre de 2007 del Convenio IFC resultó la estructuración del proyecto Autopista Ruta del Sol, aprobado por el Consejo Directivo del INCO el 9 de marzo de 2009, definiendo los objetivos del proyecto.

Dentro de este proyecto, y después de los estudios realizados por IFC, se estructuraron lo diferentes sectores de la Autopista Ruta del Sol (ver Figura 4): Sector I: Corredor nuevo con una longitud aproximada de 78,3 km, entre Villeta – El Korán (4 km al Norte de Puerto Salgar). Sector II: Construcción de segunda calzada del corredor existente en una longitud de 528 km, entre Puerto Salgar – San Roque. Sector III: Rehabilitación y mejoramiento del sector existente en un longitud de 465 km, entre San Roque – Ye de Ciénaga y Carmen de Bolívar – Bosconia – Valledupar.



Figura 4. Rutas y tramos de la ruta del sol. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/nuevas-obras-en-la-ruta-del-sol-ii-costarian-hasta-4-billones-2863667>

Como se aprecia en la figura 4, Las Rutas que conforman el proyecto, sus tramos y longitudes, según la denominación del INVIAS, así mismo, en la figura 5, se aprecian las longitudes de cada uno de los sectores o tramos del proyecto, siendo el sector 1 el más corto con una extensión de 78.3 Km, y el sector 2 el más largo con una extensión de 528 Km . Así mismo en las tablas 6 y 7 se especifican las rutas y el alcance general del proyecto.

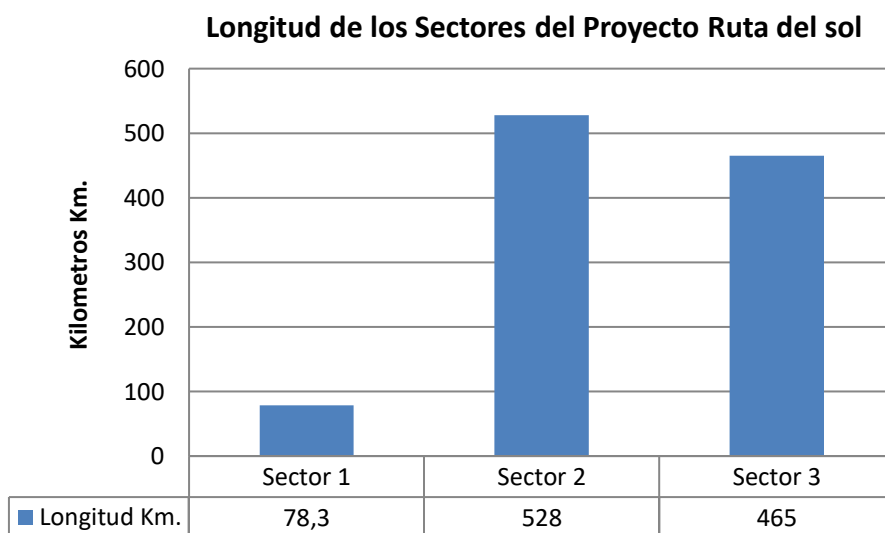


Figura 5. Rutas y tramos de la ruta del sol. Autor, 2020.

Tabla 6

Rutas que conforman el proyecto

Tramo	No. De Ruta	PR. Inicio	PR. Final	Long (km)
Puerto Salgar – Caño Alegre	4510	PR 34	PR 81	47
Caño Alegre – Puerto Araujo	4510	PR 81	PR 134	114
Caño Alegre – Puerto Serviéz	4511	PR 00	PR 61	
Puerto Serviéz – Puerto Araujo				
Puerto Araujo – La Lizama	4511	PR 61	PR 149	88

La Lizama – San Alberto	4513	PR 00	PR 91	91
San Alberto – Aguachica	4514	PR 00	PR 65	65
Aguachica – La Mata	4514	PR 65	PR 100	35
La Mata – San Roque	4515	PR 00	PR 88	88
TOTAL APROXIMADO				528

Tabla 7

Alcance del proyecto

Tramo	Longitud	Calzada	Nivel de Intervención
Puerto Salgar – Bosconia – Carmen de Bolívar – Bosconia - Valledupar	862.5 km	Sencilla	Rehabilitación y Mejoramiento de vía existente
Puerto Salgar – Ye de Ciénaga de Bolívar – Bosconia - Valledupar	Hasta 993 km	Segunda	Expansion de capacidad (Sujeto a niveles de tráfico)
Villeta – Puerto Salgar	78.3 km	Doble Calzada	Construcción de Nueva Vía
Dindal – Caparrapí	18 km	Sencilla	Pavimentación
Carretera Actual y Obras nuevas	1,071 km		Operación y mantenimiento

CONPES 3571 de 2009

Adicionalmente, en la figura 6 se muestra los periodos de construcción y de mantenimiento que se tiene proyectados para cada uno de los tramos, para el primer tramo se proyectaron 3 años para la construcción y posterior mantenimiento, en el caso del sector 2 se proyectó construir en 4 años, con un mantenimiento a 15 años, y finalmente en el sector tres se proyectó a 5 años la etapa de construcción y 19 años para el periodo de mantenimiento.

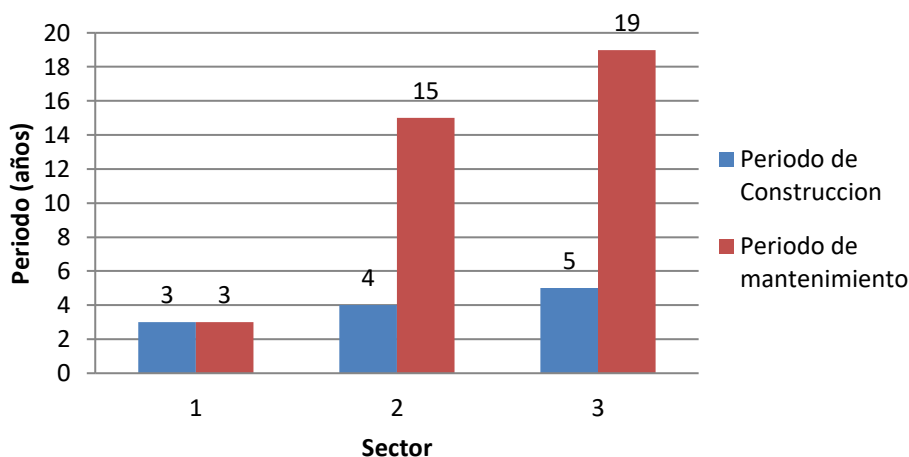


Figura 6. Periodos de construcción y mantenimiento por sectores - Ruta del Sol. Autor, 2020.

Como parte del análisis realizado al proyecto de ruta del sol, se buscó los principales inconvenientes y obstáculos que se han presentado en el desarrollo del proyecto, en la figura 7 se resume la información recabada, se puede observar que en un mayoría, un 44%, de las dificultades se deben al proceso de adquisición de predios, un 12% se debe a la consulta con comunidades, las cuales son las principales afectadas con el desarrollo de las obras, un 13% corresponde al traslado de redes y servicios y finalmente un 31% se debe al trámite de licencias ambientales.

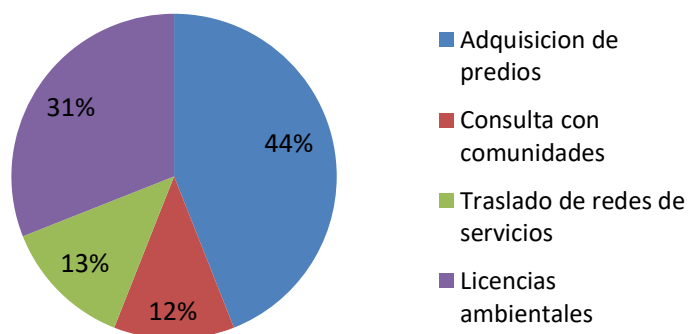


Figura 7. Principales obstáculos del proyecto - Ruta del Sol. Autor, 2020.

3.2 Aspectos de ingeniería, Obras, Estabilizaciones, Infraestructura.

Como parte del objeto contractual de la Ruta del Sol Sector 1, se consideró la construcción y puesta en servicio de 60 kilómetros en doble calzada entre Guaduas y Puerto Salgar (Korán), la cual implicó una inversión que superó los 700.000 millones de pesos. Con las diferentes obras proyectadas se logró un ahorro de hasta dos horas para camiones y de una hora para vehículos particulares.

La velocidad de diseño de la vía alcanza 90 km/h, con pendientes inferiores al 7%. Adicionalmente dentro de las demás obras proyectadas estaba, la construcción de 72 puentes con diferentes sistemas de construcción, también 2 túneles con una longitud de 700 metros, esto representó la excavación de cerca de 18 millones de metros cúbicos. Y adicionalmente se utilizaron 570.000 toneladas de pavimento y 330.000 m³ de concreto.

3.2.1 Ingeniería del proyecto

El proyecto contempla la construcción de 78,3 kilómetros, en doble calzada con tres túneles y un número considerable de puentes; el proyecto incluye además la construcción de la variante a Guaduas de 3,3 km de longitud y la pavimentación de la vía que conduce al casco urbano del municipio de Caparrapí (en una extensión de 16,3 km aproximadamente). A partir de la información del Proyecto de Pre ingeniería, se desarrolló el diseño Geométrico tomando como base el análisis realizado al corredor presentado en la Etapa de Prefactibilidad, el cual cuenta con cada una de las directrices establecidas en los Términos de Referencia.

En el desarrollo del trazado geométrico se siguieron los siguientes pasos para la obtención de un corredor óptimo desde el punto de vista técnico, económico, social, ambiental y de seguridad vial:

- Revisión y aceptación del Proyecto de Pre ingeniería.
- Visitas de campo para el reconocimiento del terreno y sus zonas adyacentes.
- Determinación de Tramos de Diseño — Para el Proyecto se consideran 3:
 - Tramo 1 — KO+000 a K21+594.82
 - Tramo 2— K21+600 a K51+735.38
 - Tramo 3— K51+680 a K78+550
- Ubicación y análisis de intercambiadores viales
- Intercambiador Villeta — K1+700
- Intercambiador San Miguel — K22+200
- Intercambiador El Korán — K78+300
- Diseño de variantes.
- Diseño de pasos inferiores.
- Determinación de la Velocidad de Diseño para cada uno de los tramos (según Términos de Referencia) e intercambiadores.
- Obtención a partir de las normas vigentes y documentos contractuales de los parámetros de diseño
- Revisión, discusión y toma de decisiones con cada una de las especialidades del proyecto, para obtención del trazo horizontal, vertical y transversal definitivo.

3.2.2 Aspectos inherentes al trazado

Se diseñó un eje para cada una de las calzadas del diseño: Calzada Derecha CD y Calzada izquierda CI. Adicionalmente para las calzadas sencillas e intersecciones se contó con la siguiente información:

- Eje Planta
- Rasante
- Peraltes
- Secciones Transversales:
- Los planos de secciones transversales del corredor se presentan en escala 1:250 dado que debido a la configuración del terreno, altos cortes y altos terraplenes en un gran porcentaje no es posible apreciar ni siquiera una sola sección en plano formato
- Listado de cantidades de obra: Movimientos de tierra y pavimentos
- Carteras de replanteo para cada una de las calzadas diseñadas
- Listado de replanteo de subrasante y taludes referidos
- Memoria de cálculos

3.2.3 Software de diseño

Se emplearon para el diseño las siguientes herramientas informáticas:

- AutoCad V.2010
- Eagle Point V.2010 con sus módulos: Road Calc, Drafting, Profiles, Data Transfer, Site Desing.
- Autoturn V.5.1
- Microsoft Office
- Ayudas LIPS y VLX

3.2.4 Normas de referencia

Las normas que se tomaron como referencia para la ejecución de los diseños geométricos del proyecto consistieron en:

- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Instituto Nacional de Vías INVIAS, (1998)
- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Instituto Nacional de Vías INVIAS, (2008)
- A policy on Geometric Design of Highways and Streets - AASHTO 2004

3.3 Tramos de diseño.

El trazado de la vía se inicia sobre un relieve montañoso básicamente entre el K0+000 y el K19+000; el cual puede dividirse en 2 tipos de relieve: uno montañoso ondulado y otro montañoso escarpado.

Posteriormente la vía transcurre por un relieve ondulado a partir de la abscisa K1 9+000 hasta el K55+000 cuyas rocas subyacentes son rocas arcillosas blandas de la Formación San Juan de Río Seco: también se encuentra este tipo de relieve en la ladera oriental del río Cambrás que corresponden esencialmente a limolitas calcáreas de la Formación Córdoba.

En la parte baja de estos sectores cerca de las corrientes fluviales se hallan terrenos planos que son del tipo gradacionales por la actividad propia de las corrientes, como se describen a continuación.

Posteriormente, la vía transita paralelo al río Negro casi en su totalidad debido a que sus laderas en gran porcentaje son estables, sin que exista mayor riesgo de desestabilización de suelos y sobre un relieve plano. El proyecto vuelve a encontrar un relieve montañoso entre el desvío a la población de Córdoba y el río Cambrás así como entre la localidad de Cambrás y el puente sobre el caño La Perrera, en jurisdicción de Puerto Salgar.

Finalmente, su trazado termina sobre un relieve plano en los alrededores del sitio denominado El Korán: correspondiente a terrazas modeladas por el río Magdalena en periodos geológicos recientes. De acuerdo con lo anterior, el presente proyecto presenta las siguientes divisiones a lo largo del trazado:

En la figura 8 se han representado los porcentajes de la extensión del proyecto que se encuentran en cada una de los relieves presentes, es así como un 6% de la vía tiene un relieve montañoso, un 17% relieve ondulado y un 77% tiene un relieve plano. Dependiendo de las

características del relieve y sumado a las condiciones geológicas presentes en la zona, se plantea el diseño geométrico adecuado para el trazado de la vía.

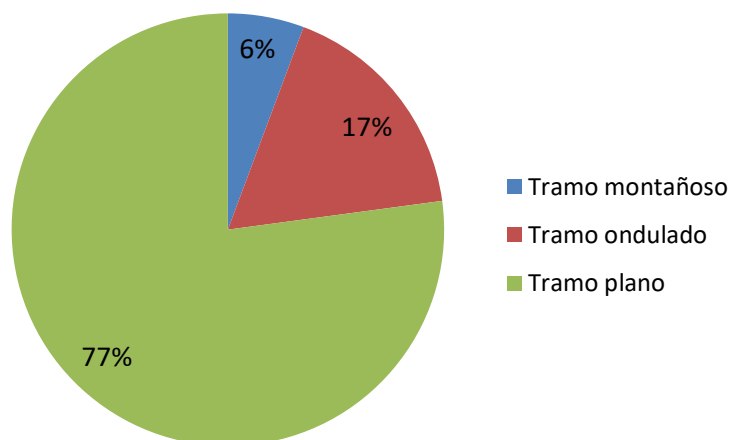


Figura 8. Caracterización del relieve del proyecto. Autor, 2020.

Doble calzada

Tramo 1 – K0+000 a K21+594.82

Tramo 2 – K21+600 a K51+735.38

Tramo 3 – K51+680 a K78+550

Para efectos del diseño del mismo acorde con los elementos dados, especialmente de tipo socioeconómico (veredas del área de influencia del proyecto), el proyecto se subdividió en tres tramos:

Intercambiadores

Intercambiador Villeta – K1+700

Intercambiador San Miguel – K22+200

Intercambiador El Korán – K78+300

Variantes

Variante Guaduas 3.3 km – Inicio en el Intercambiador San Miguel finaliza en la intersección tipo glorieta a nivel de la vía nacional Guaduas – Honda.

Acceso a Caparrapí 16.2 km – Pavimentación de la vía existente desde el puente metálico del municipio de Dindal hasta el municipio de Caparrapí

Pasos inferiores

K3+470 tramo 1

K25+200 tramo 2

K27+070 tramo 2 (peatonal)

K33+900 tramo 2

K71+500 tramo 3

Cruces con la línea férrea

K33+900 Paso inferior

K44+290 Paso inferior

K75+950 Paso superior

3.4 Ecuaciones de Empalme.

Dado que el proyecto tuvo continuos ajustes en el trazado, debido al trabajo interdisciplinario, el corredor final cuenta con ecuaciones de empalme, las cuales se establecieron para no afectar la totalidad de áreas que participan en el diseño.

Tabla 8

Empalmes del proyecto

Calzada		Abscisas	Localización
Derecha	Atrás	K21+580,72	Tramo 1
	Adelante	K21+600,00	Tramo 2
Izquierda	Atrás	K21+626,28	Tramo 1
	Adelante	K21+600,00	Tramo 2
Derecha	Atrás	K51+741,16	Tramo 1
	Adelante	K51+680,00	Tramo 2
Izquierda	Atrás	K51+727,76	Tramo 1
	Adelante	K51+680,00	Tramo 2
Derecha	Atrás	K17+655,70	Tramo 1
	Adelante	K17+700,00	Tramo 2

Calzada		Abscisas	Localización
Izquierda	Atrás	K17+655,70	Tramo 1
	Adelante	K17+770,00	Tramo 2
Derecha	Atrás	K34+565,71	Tramo 1
	Adelante	K35+200,00	Tramo 2
Izquierda	Atrás	K34+532,30	Tramo 1
	Adelante	K34+200,00	Tramo 2

3.5 Configuración de parámetros generales.

A continuación, en las figuras 9 y 10 se presentan las secciones contractuales establecidas en los términos de referencia, y que corresponden a las principales características geométricas que deberá cumplir la nueva carretera.

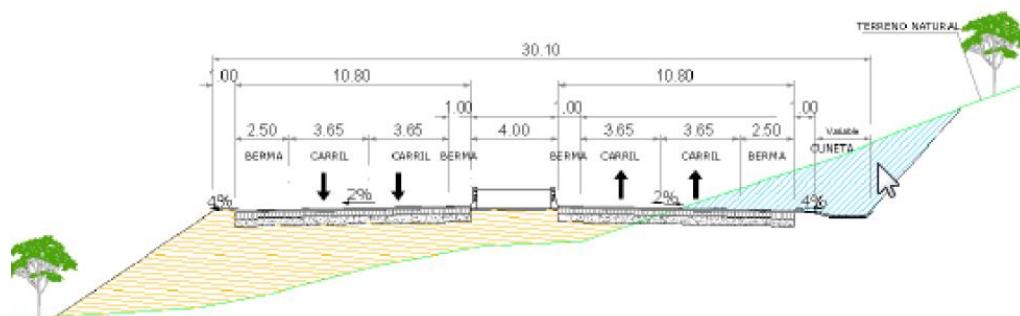


Figura 9. Sección típica normal de dos carriles. HELIOS Consorcio Vial.

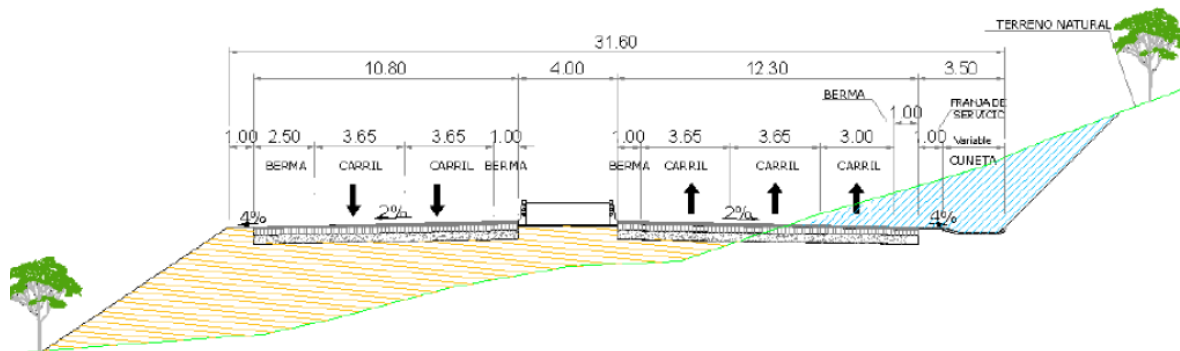


Figura 10. Sección típica con carril de ascenso para vehículos lentos. HELIOS Consorcio Vial.

3.6 Recopilación de la información.

Fuentes Primarias

- Los siguientes documentos se utilizaron como base en el desarrollo del proyecto
- Estudio de prefactibilidad del corredor
- Topografía elaborada mediante sistema LIDAR
- Topografía detallada para las zonas especiales (viaductos, túneles, zonas inestables)
- Diseño de taludes
- Diseño de pavimentos
- Diseño y lineamientos para viaductos
- Diseño y lineamientos para túneles
- Geología
- Estudio de impacto ambiental.

Fuentes secundaria

- Estudios del trazado realizado por la firma EUROESTUDIOS COLOMBIA
- Cartografía en escala 1:2000 (Restitución en gran Escala de acuerdo con la Resolución 064 de 1994 del instituto Geográfico Agustín Codazzi).
- Aerofotografías blanco y negro escala 1:10.000 sector Villeta – Guadero – Puerto Salgar.

3.7 Estudio de Topografía.

Los levantamientos topográficos iniciales de materialización del eje preliminar fueron realizados por La empresa Aseing Ltda. Estos trabajos iniciales fueron desarrollados de forma simultánea con la complementación de la restitución aerofotogrametría escala 1:2000 (realizado por la empresa FAL en el año de 2009 para el INCO) durante la fase 2. HVM-PCA a sus propias expensas y a fin de contar con herramientas de diseño mejores y más confiables contrató con la misma empresa FAL el proceso de ortoreferenciación de estos trabajos, los cuales dadas las limitaciones propias de la topografía escarpada y vegetación exhaustivamente densa y exuberante en varios sectores del corredor, fueron de gran utilidad en la fase del diseño geométrico.

Una vez afianzado el corredor y estando el mismo ajustado por las limitaciones hidráulicas, geológicas, geotécnicas, y las expectativas de construcción del propio CVH, entre otros, el Consorcio HVM-PCA, procedió a la contratación de topografías detalladas con las Firmas ICADEL Ingeniería Ltda y Cruz diseño y construcción Limitada, con énfasis en las zonas de

puentes, zonas inestables y cauces de ríos principales. Es de resaltar que la primera de estas empresas de topografía (ICADEL) estuvo encargada de la materialización y referenciación de todo el sistema de parejas de mojones, mismas que serán implementadas, en el proceso de materialización del proyecto durante su fase de construcción.

Finalmente a fin de tener una topografía plenamente detallada, se incorporó al proyecto tecnología de última generación mediante el Sistema LIDAR, contratada con la empresa Atlas Ingeniería, quienes a su vez valida con la red geodésica final del proyecto. Recientemente terminada y validada la red geodésica final para el proyecto, con sus coordenadas se calcularán nuevamente las poligonales bases, mientras que a su vez se valida la cota geométrica para replanteos.

3.8 Características Geométricas.

De acuerdo con la normatividad citada en el presente documento y la totalidad de información recopilada, a continuación se indican los valores y elementos implementados en el diseño geométrico del proyecto Ruta del Sol Sector 1.

3.8.1 Parámetros de diseño

Velocidad de diseño

Como prioridad para la asignación de la velocidad de diseño a utilizar en el corredor, se debe brindar la máxima seguridad posible a los usuarios, para ello el trazado considera con anterioridad al diseño definitivo, aspectos como categoría de la carretera y tipo de terreno.

Para la definición de la velocidad de diseño del proyecto se tuvieron en cuenta las recomendaciones consignadas en el Manual de Diseño Geométrico del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS -1998). Así, la velocidad de diseño establecida para cada uno de los tramos es la siguiente:

- Tramo 1 — K0+000 a K21 +59482 — Vd = 80 km/h
- Tramo 2— K21 +600 a K34+500.00 — Vd 80 km/h
- Tramo 2— K35+200 a K51 +735.38 — Vd = 90 km/h
- Tramo 3— K51 +680 a K78+550 — Vd = 90 km/h

Calzada

Los anchos elegidos serán consecuentes con la Ley 105 de 1993 la cual reglamenta la planeación en el sector transporte.

Tipo de Carretera	Tipo de Terreno	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera Principal de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
Carretera Principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Montañoso	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
Carretera Secundaria	Plano	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-	-
	Ondulado	-	7.00	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-	-
	Montañoso	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-	-
Carretera Terciaria	Plano	-	5.00	6.00	6.60	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	5.00	5.00	6.00	6.60	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	5.00	5.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	5.00	5.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-

Figura 11. Ancho de sección transversal. HELIOS Consorcio Vial. Manual Geométrico INVIAS

En el sector comprendido entre el K1 +650 (Intercambiador Villeta) y el K11+960 (Inicio Túnel El Trigo) por la calzada derecha CD se dispuso un tercer carril con un ancho de 3,00 m debido a las pendientes longitudinales (7%) en aras de no interferir en la capacidad de la vía; adicionalmente entre el K32+200 y el K16+325 sentido hacia Villeta por la calzada izquierda también se cuenta con el tercer carril o carril de ascenso para satisfacer las necesidades de capacidad de la vía.

Bermas

“Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera” Considerando las condiciones de velocidad, tipo de vía y tipo de terreno, se adoptarán los anchos de bermas recomendados por el manual de Diseño Geométrico del INVIAS.

Tipo de Carretera	Tipo de Terreno	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera Principal de Dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/1.0	1.8/1.0	-
Carretera Principal de Una calzada	Plano	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.80	1.80	2.00	2.00	2.50	-	-
	Montañoso	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-	-
Carretera Secundaria	Plano	-	-	1.00	1.50	1.50	1.80	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-	-
	Montañoso	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-	-
Carretera Terciana ²	Plano	-	0.50	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	0.50	0.50	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

¹Berma derecha / Berma izquierda

²Indicativa para calzadas pavimentadas

Figura 12. Ancho de sección transversal. Manual Geométrico INVIAS

Si bien el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS establece anchos para el tipo de vía, el Proyecto y de acuerdo con los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia se tomó el máximo valor de bermas establecido para la máxima velocidad de diseño del Proyecto, el cual es 2,50 m para la berma externa y 1,0 m para la berma interna.

Es necesario acotar que en las zonas donde se cuenta con carril de ascenso o tercer carril el valor de la berma externa se estableció en 1,0 m.

Separadores

El separador central de un vía doble calzada es un elemento muy importante en el desempeño de la vía desde el punto técnico, paisajístico y de seguridad vial dado que genera una separación física entre dos flujos viales de velocidades de operación altas y de sentido contrario.

El ancho de los separadores es un factor de alto impacto dentro del proceso de determinación del costo total del proyecto, ya que influye en el área de los predios a adquirir, es una zona que requiere de tratamiento ambiental y paisajístico especial y da espacio para la implantación de redes de servicios públicos que utilizan el derecho de vía.

La implementación de separador en el presente proyecto cuenta con un ancho mínimo de 4 m y variable en las zonas donde se han dispuesto los sitios para retornos. En las zonas de peajes se eliminó el separador con el fin de obtener una sola plataforma para la implantación de las zonas de pago y así permitir en cualquier evento de congestión la utilización de los flujos en cualquiera de los sentidos de la doble calzada.

Radios mínimos de curvatura

La tabla 3.3.3 del manual de Diseño Geométrico del INVIAS que se muestra en la figura 6, condensa los radios mínimos absolutos para las velocidades específicas indicadas; y solo podrán ser usadas en situaciones extremas.

Velocidad específica (km/h)	Peralte recomendado (e máx) %	Fricción lateral (f_l máx)	Factor $e + f_l$	Radio mínimo	
				Calculado (m)	Redondeado (m)
30	8.0	0.180	0.260	27.26	30.00
40	8.0	0.172	0.2522	49.95	50.00
50	8.0	0.164	0.244	80.68	80.00
60	8.0	0.157	0.237	119.61	120.00
70	8.0	0.149	0.229	168.48	170.00
80	7.5	0.141	0.216	233.30	235.00
90	7.0	0.133	0.203	314.18	315.00
100	6.5	0.126	0.191	413.25	415.00
110	6.0	0.118	0.178	535.26	535.00
120	5.5	0.110	0.170	687.19	690.00
130	5.0	0.100	0.150	887.14	890.00
140	4.5	0.094	0.139	1110.29	1100.00
150	4.0	0.087	0.127	1395.00	1400.00

Figura 13. Radios mínimos absolutos. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

Longitudes Curvas de transición

Con el fin de evitar cambios bruscos en la aceleración lateral durante el paso de un vehículo de una recta a una curva circular, se incluyen en el diseño en planta espirales de transición en algunas Curvas.

Para la utilización de espirales de transición se utilizará el criterio expuesto en la norma AASHTO sobre radios máximos para la utilización de espirales de transición. El concepto consiste en prescindir de la espiral de transición en curvas cuyo radio en función de la velocidad de diseño no representa valores de tasa de aceleración lateral superiores a 1.4 m/s^2 , en estos casos se considera que los efectos físicos de la implantación de espirales de transición no son

apreciables. Con la utilización de este criterio se busca generar un diseño geométrico en planta más sencillo pero igual de efectivo y seguro.

En la siguiente figura se presenta los radios máximos para la utilización de curvas de transición en función de la velocidad.

Metric	
Design speed (km/h)	Maximum radius (m)
20	24
30	54
40	95
50	148
60	213
70	290
80	379
90	480
100	592
110	716
120	852
130	1000

Figura 14. Radios máximos para la utilización de curvas espirales de transición. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

En cuanto a la selección de la longitud de las espirales de transición, se utilizaron los criterios expuestos en la sección 3.3 del manual de Diseño Geométrico del INVIAS de 1998 para la definición de la longitud mínima y máxima de espirales de transición. Adicional a estos criterios se tuvo en cuenta la longitud de la transición de peraltes con una pendiente relativa dentro de los límites establecidos para determinar la longitud de las espirales de transición en el proyecto

Pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal de la vía determina condiciones de operación y de drenaje de la vía, así como las características geométricas de las curvas verticales. En sectores donde las pendientes longitudinales sean muy bajas se implementará un valor de pendiente longitudinal mínima hasta del 0,50% dado que las condiciones de drenaje se ven dominadas por la pendiente transversal de la vía.

Por otro lado, la pendiente longitudinal máxima se regirá de acuerdo con lo recomendado en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS — 1998.

Tipo de Carretera	Tipo de Terreno	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera Principal de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	4	3	3	3
	Ondulado	-	-	-	-	-	5	5	4	4	4
	Montañoso	-	-	-	-	-	6	6	5	5	5
	Escarpado	-	-	-	-	-	7	6	6	6	-
Carretera Principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	5	4	4	3	-	-
	Ondulado	-	-	-	6	6	5	5	4	-	-
	Montañoso	-	-	-	8	7	7	6	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	8	8	7	-	-	-	-
Carretera Secundaria	Plano	-	-	7	7	7	6	-	-	-	-
	Ondulado	-	11	10	10	9	8	-	-	-	-
	Montañoso	-	12	11	11	10	-	-	-	-	-
	Escarpado	15	14	13	12	-	-	-	-	-	-
Carretera Terciaria	Plano	-	7	7	7	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	11	11	10	10	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	14	13	13	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	16	15	14	-	-	-	-	-	-	-

Figura 15. Pendiente máxima del corredor de Ruta. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

En el proyecto en ninguna condición, se superó los valores de pendiente longitudinal máxima permitida para cada una de las velocidades de diseño seleccionadas, exceptuando en algunos sitios en los que se hizo imprescindible utilizar el criterio expuesto en el Manual de Diseño Geométrico del 2008 numeral 4.1.2 Pendiente Máxima.

Peraltes

La pendiente transversal de la vía, denominada peralte, se aplica para compensar con una componente del peso de los vehículos la fuerza centrífuga generada en las curvas de la vía. El peralte máximo utilizado para el diseño geométrico en zona rural es del 8%. Para la asignación de peraltes y basados en el Método 5 de la AASHTO se utilizó la tabla 3.27 de dicha norma, como se muestra en la figura 9.

METRIC

e (%)	$V_d=20$ km/h	$V_d=30$ km/h	$V_d=40$ km/h	$V_d=50$ km/h	$V_d=60$ km/h	$V_d=70$ km/h	$V_d=80$ km/h	$V_d=90$ km/h	$V_d=100$ km/h	$V_d=110$ km/h	$V_d=120$ km/h	$V_d=130$ km/h
	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)	R(m)
1.5	184	443	784	1090	1490	1970	2440	2970	3630	4190	4900	5360
2.0	133	322	571	791	1090	1450	1790	2190	2690	3090	3640	4000
2.2	119	286	512	711	976	1300	1620	1980	2420	2790	3290	3620
2.4	107	261	463	644	885	1190	1470	1800	2200	2550	3010	3310
2.6	97	237	421	587	808	1080	1350	1650	2020	2340	2760	3050
2.8	88	216	385	539	742	992	1240	1520	1860	2160	2550	2830
3.0	81	199	354	496	684	916	1150	1410	1730	2000	2370	2630
3.2	74	183	326	458	633	849	1060	1310	1610	1870	2220	2460
3.4	68	169	302	425	588	790	988	1220	1500	1740	2080	2310
3.6	62	156	279	395	548	738	924	1140	1410	1640	1950	2180
3.8	57	144	259	368	512	690	866	1070	1320	1540	1840	2060
4.0	52	134	241	344	479	648	813	1010	1240	1450	1740	1950
4.2	48	124	224	321	449	608	766	948	1180	1380	1650	1850
4.4	43	115	208	301	421	573	722	895	1110	1300	1570	1760
4.6	38	106	192	281	395	540	682	847	1050	1240	1490	1660
4.8	33	96	178	263	371	509	645	803	996	1180	1420	1610
5.0	30	87	163	246	349	480	611	762	947	1120	1360	1540
5.2	27	78	148	229	328	454	579	724	901	1070	1300	1480
5.4	24	71	136	213	307	429	549	689	859	1020	1250	1420
5.6	22	65	125	198	288	405	521	656	819	975	1200	1360
5.8	20	59	115	185	270	382	494	625	781	933	1150	1310
6.0	19	55	106	172	253	360	469	595	746	894	1100	1260
6.2	17	50	98	161	238	340	445	567	713	857	1060	1220
6.4	16	46	91	151	224	322	422	540	681	823	1020	1180
6.6	15	43	85	141	210	304	400	514	651	789	982	1140
6.8	14	40	79	132	198	287	379	489	620	757	948	1100
7.0	13	37	73	123	185	270	358	464	591	724	914	1070
7.2	12	34	68	115	174	254	338	440	561	691	879	1040
7.4	11	31	62	107	162	237	318	415	531	657	842	998
7.6	10	29	57	99	150	221	296	389	499	621	803	962
7.8	9	26	52	90	137	202	273	359	462	579	757	919
8.0	7	20	41	73	113	168	229	304	394	501	667	832

Figura 16. Radios según velocidad y peraltes (e) para e máx = 8%. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

En los retornos e intersecciones se implementa un valor del 6% y su diseño se fundamenta en el empalme de rasantes (proyección de la pendiente transversal y longitudinal de las calzadas derechas e izquierdas) y secciones transversales de las dos calzadas que lo rigen (Calzada derecha y calzada izquierda).

Adicionalmente, en las zonas de retomo se implementó como vehículo de diseño el WB-20, dadas Las condiciones de mejoramiento continuo del parque automotor nacional.

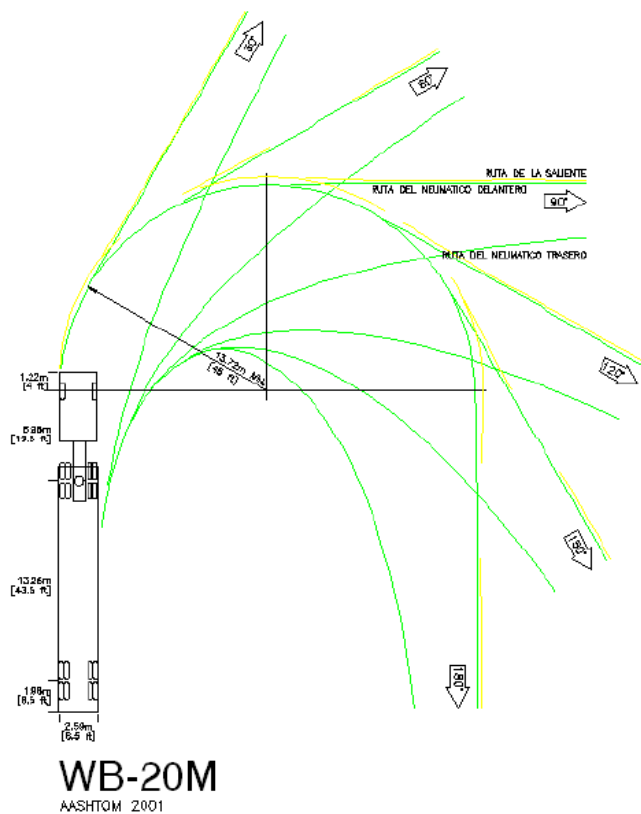
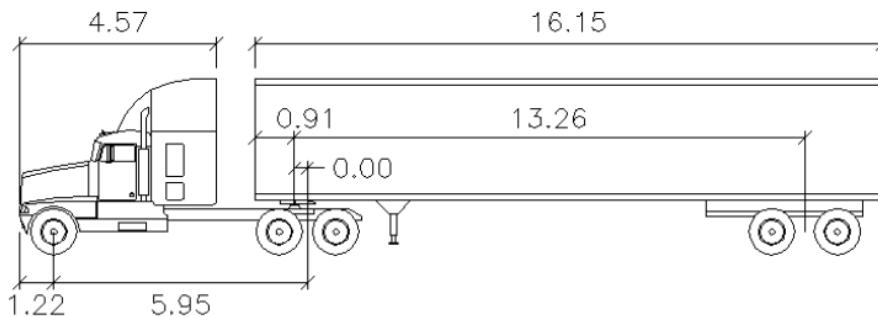


Figura 17. Trayectoria en planta vehículo de diseño WB-20



WB-20M	metros		
Ancho de tractor	: 2.44	Recorrido dirección	: 6.00
Ancho del remolque	: 2.59	Ángulo de giro	: 28.40
Rastro de tractor	: 2.44	Ángulo articulado	: 70.00
Rastro de remolque	: 2.59		

Figura 18. Dimensiones vehículo de diseño WB-20

Bombeo transversal

Para las calzadas de la doble calzada objeto del diseño el bombeo del 2%, se dispuso en un solo sentido, permitiendo la evacuación de las aguas hacia el exterior de la vía. Así el bombeo se tiene de la siguiente manera:

- Calzada Derecha: Bombeo hacia el costado derecho en sentido del abscisado.
- Calzada Izquierda: Bombeo hacia el costado izquierdo en sentido del abscisado.

Pendiente relativa de la rampa de peraltes

Se define la rampa de peraltes, como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma.

Velocidad específica (km/h)	pendiente relativa de rampa de peraltes	
	Máxima (%)	Mínima (%)
30	1.28	0.1 x a
40	0.96	
50	0.77	
60	0.64	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.48	
100	0.45	
110	0.42	
120	0.40	
130	0.40	
140	0.40	
150	0.40	

Figura 19. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

Distancia de visibilidad de parada

Esta es la distancia necesaria para que un vehículo que circula a la velocidad de diseño pueda detenerse antes de llegar a un punto determinado u obstáculo. Su cálculo se realiza mediante la ecuación 1:

$$Dp = 0.556 V_d + \frac{V_d^2}{254 (f_l \pm p)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde

Dp = distancia de visibilidad de parada (m)

Vd = Velocidad de diseño (km/h)

Fl = coeficiente de fricción longitudinal llanta – pavimento

P = pendiente de la rasante (tanto por uno), + ascenso, - descenso

El coeficiente de fricción longitudinal en pavimentos húmedos para diferentes velocidades de diseño se obtendrá de la tabla 3.2.1 del manual de diseño geométrico INVIA 1998, como se muestra en la figura 13.

Velocidad de diseño <i>V_d</i> (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Coeficiente de fricción longitudinal (<i>f_l</i>)	0.440	0.400	0.370	0.350	0.330	0.320	0.315	0.310	0.305	0.300

Figura 20. Coeficientes de fricción longitudinal para pavimentos húmedos. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

De acuerdo con la expresión de cálculo para la distancia de velocidad de parada, se obtuvieron los siguientes datos para el proyecto:

Velocidad	Pendiente	Fricción	Distancia Parada (m)
80	0.00%	0.320	123
	1.00%	0.320	121
	1.50%	0.320	120
	2.00%	0.320	119
	2.50%	0.320	118
	3.00%	0.320	116
	3.50%	0.320	115
	4.00%	0.320	114
	4.50%	0.320	114
	5.00%	0.320	113
	5.50%	0.320	112
	6.00%	0.320	111
	6.50%	0.320	110
7.00%	0.320	109	
90	0.00%	0.315	151
	1.00%	0.315	148
	1.50%	0.315	147
	2.00%	0.315	145
	2.50%	0.315	144
	3.00%	0.315	142
	3.50%	0.315	141
	4.00%	0.315	140
	4.50%	0.315	139
	5.00%	0.315	137
	5.50%	0.315	136
6.00%	0.315	135	

Figura 21. Cálculo distancia de visibilidad de parada. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

Distancia de Visibilidad de adelantamiento

Dado que el presente proyecto desarrolla calzadas unidireccionales, el concepto de distancia de visibilidad de adelantamiento no aplica.

Longitud de curvas verticales

La determinación de la longitud de curvas verticales se estableció de acuerdo con los criterios expuestos en el numeral 3.4.4 del manual de diseño geométrico del INVIAS, la cual se indica en las figuras 15 y 16.

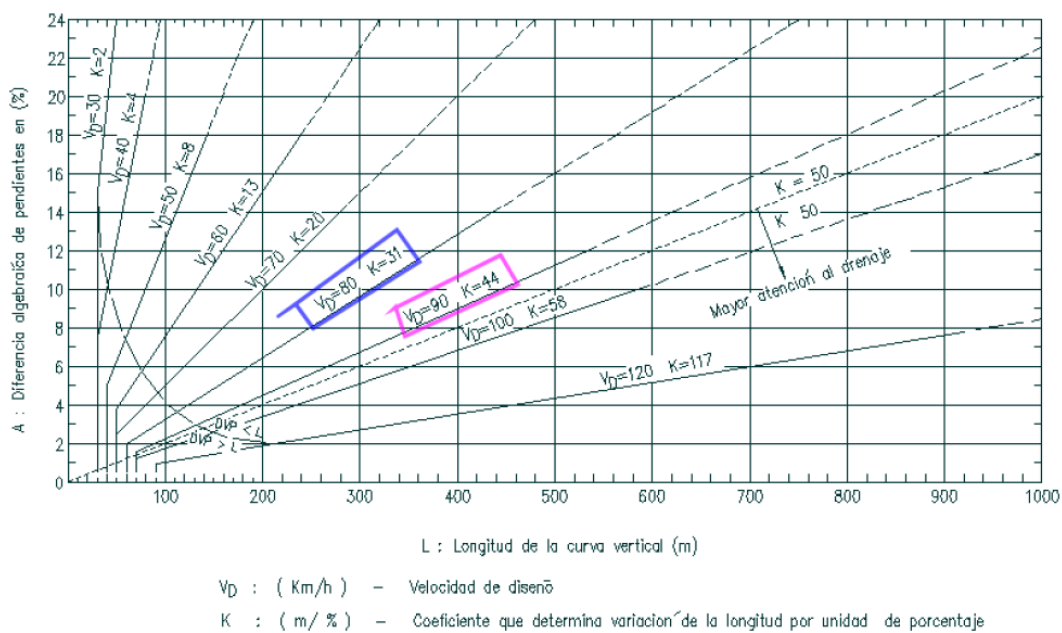


Figura 22. Longitudes y parámetros curvas verticales convexas. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

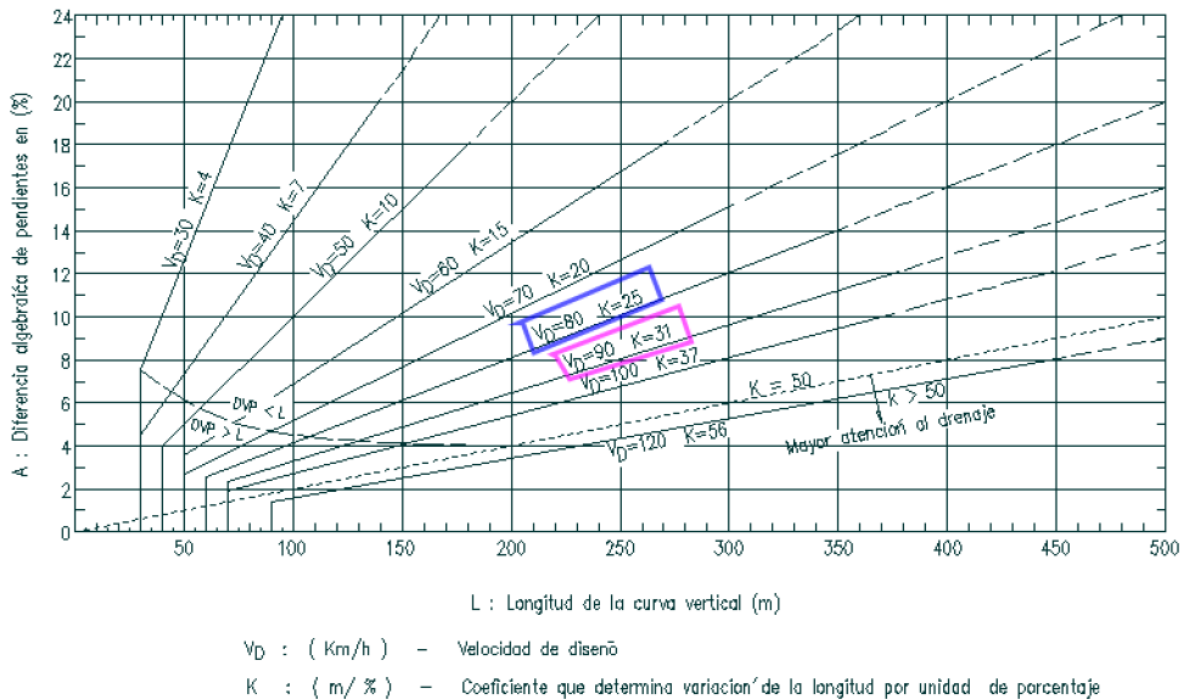


Figura 23. Longitudes y parámetros curvas verticales concavas. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

Utilización de puntos de quiebre horizontales

Se utilizarán puntos de quiebre horizontales en los casos en los cuales se presenten PI's con ángulos de deflexión menores a 1%.

Utilización de puntos de quiebre verticales

Se utilizarán puntos de quiebre verticales en los casos en los cuales se presenten PIV's con diferencia algebraica de pendientes menores al 1%.

Carriles Especiales

Para la definición de la longitud de carriles se implementó la tabla 3.5.6 Longitudes recomendables para carriles de cambio de velocidad del Manual INVÍAS, como se muestra en la figura 24.

Carriles de Desaceleración								
Velocidad específica del ramal de giro (km/h)	PARE	25	30	40	50	60	80	
Radio mínimo de la curva (m)	-	15	25	45	75	120	250	
Velocidad de diseño de la carretera (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	70	50	45	45	-	-	-
60	55	90	70	70	55	55	-	-
70	60	105	90	90	75	60	60	-
80	65	120	105	105	90	75	65	-
100	75	140	125	125	110	95	80	75
120	90	160	145	145	130	130	110	90
Carriles de Aceleración								
I- Vías con gran intensidad de tránsito								
Velocidad de diseño de la carretera (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de aceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	90	70	55	45	-	-	-
60	55	140	120	105	90	55	-	-
70	60	185	165	150	135	100	60	-
80	65	235	215	200	185	150	105	-
100	75	340	320	305	290	255	210	105
120	90	435	425	410	390	360	300	210

Figura 24. Longitudes recomendables para carriles de cambio de velocidad. Manual de diseño Geométrico INVÍAS.

Anchos de sección en intercambiadores

El manual de diseño geométrico del INVÍAS 2008 en el capítulo 6 intersecciones a nivel y desnivel establece los anchos de calzada para los ramales de un intercambiador. Los intercambiadores diseñados cumplen con lo establecido en la tabla 6.3 de dicho manual, como se muestra en la figura 25.

RADIO INTERIOR (m)	ANCHO DE UN CARRIL SENCILLO, W (m)	ANCHO DE CALZADA CON UN ÚNICO CARRIL CON ESPACIO PARA SOBREPASAR UN VEHÍCULO ESTACIONADO, W (m)
15	6,20	9,50
20	5,70	8,90
25	5,30	8,40
30	5,00	8,00
40	4,60	7,40
50	4,50	7,00
75	4,50	6,50
100	4,50	6,20
150	4,50	6,10
Derecho	4,50	6,00

Figura 25. Anchos de calzada en ramales de salida o de entrada en función del radio interior. Manual de diseño Geométrico INVIAS.

Túneles

De acuerdo con la normatividad, se tuvieron en cuenta cada uno de los elementos citados en el numeral 3.10.4.2 del manual referentes a túneles de doble galería, para los cuales se establece una circulación en un solo sentido con dos o tres carriles.

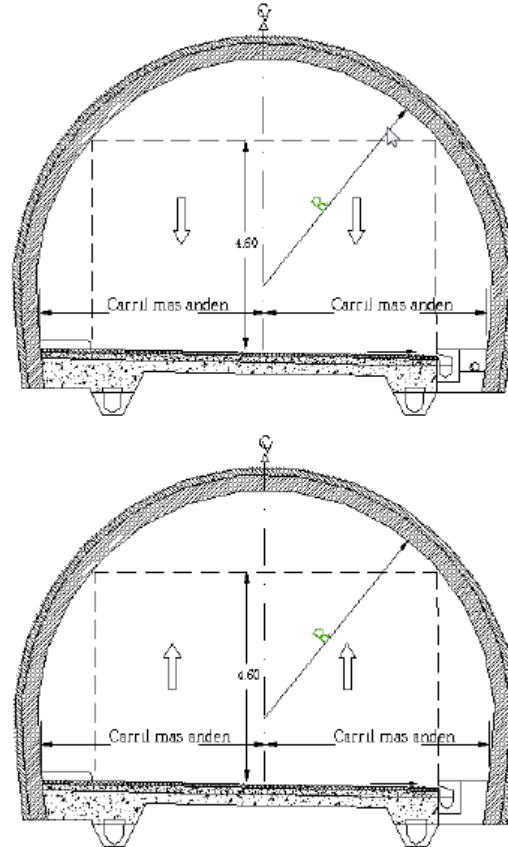


Figura 26. Sección típica de doble galería circulación vehicular unidireccional Manual de diseño Geométrico INVIAS.

Velocidad de operación

Para el caso del proyecto se tienen valores de 80 km/h para los túneles 1 y 2 y de 90 km/h para el túnel 3.

Alineamiento vertical

Se tienen pendientes longitudinales inferiores al 3%, valor citado en el manual de diseño geométrico.

Túnel 1: 1.09%

Túnel 2: 0.92%

Túnel 3: 1.00%

Peajes

De acuerdo con el estudio de capacidad y niveles de servicio y los Términos de Referencia, el presente Proyecto cuenta con dos zonas de peaje, cada una con 4 puntos de pago por sentido y sus respectivas zonas de operación y servicios. Los peajes se encuentran ubicados en:

Tramo 1 — K4+500

Tramo 3— K75+000

Características propias del proyecto

De acuerdo con lo expuesto en el presente documento a continuación se resumen los parámetros de diseño propios del sector 1 Ruta del Sol.

Tabla 9

Características del proyecto

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Clasificación de la carretera	Carretera principal de dos calzadas
Velocidad de proyecto (Vp)	80 km/h y 90 km/h
Anchura de carril	3.65 m
Número de carriles	2
Anchura de carril de ascenso	3.0 m
Calzada	7.3 m
Calzada con carril de ascenso	10.3 m
Anchura de Berma exterior	2.5 m
Anchura de Berma interior	1.0 m
Anchura de Berma exterior en tercer carril	1.0 m
Anchura de zona de servicio	1.0 m
Radios mínimos para Vd 80 km/h	235 m
Radios mínimos para Vd 90 km/h	315 m
Kv min curvas verticales convexas Vd 80 km/h	31
Kv min curvas verticales cóncavas Vd 80 km/h	25
Kv min curvas verticales convexas Vd 90 km/h	44
Kv min curvas verticales cóncavas Vd 90 km/h	31

3.9 Seguimientos técnicos y administrativos del proyecto.

El ingeniero encargado de la interventoría tendrá frente al Concesionario los atributos, facultades y potestades que le concede el Contrato. El Interventor está autorizado para impartir instrucciones y órdenes al Concesionario sobre aspectos regulados en el contrato.

3.10 Recomendaciones de control en obra

Obras preliminares: Son aquellas actividades necesarias para dar inicio a la ejecución de la obra y consisten principalmente en la localización y replanteo, conformación de la calzada existente y la demolición de las obras existentes (si es el caso).

Localización y replanteo: previo al inicio de la obra se debe efectuar el replanteo del eje de la infraestructura, a partir de los puntos de referencia. Esta actividad corresponde a las actividades de la administración de la ejecución, por lo cual se incluye como un conto directo del proyecto. (DPN, 2018).

También como parte de las obras preliminares se consideran la conformación de la calzada existente, la excavación mecánica y el mejoramiento de la subrasante

Excavación mecánica a nivel de subrasante: Comprende el retiro de material como residuos o escombros de la zona que se quiere intervenir y que se encuentra demarcada. Va hasta la cota de diseño de la capa que se empleara como subrasante.

Conformación de la subrasante: Se debe verificar la calidad de los materiales, que funcionaran como fundación de las obras, por lo cual se debe revisar la capacidad de soporte de la subrasante, para determinar su calidad, con resultados mayores del 3% se debe hacer una conformación previa de la superficie para uniformizarla, esto se logra con el escarificado, extensión, conformación y posterior compactación simple del material. Esta actividad puede incluir excavación, cargue, transporte y disposición de los materiales no utilizables, y suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno. (DPN, 2018).

Subbase Granular: Suministro, colocación y compactación de material de subbase granular sobre una adecuada superficie, en una o más capas dependiendo de las recomendaciones del estudio de suelos y las dimensiones especificadas en los planos generales del proyecto. Esto conforme al capítulo 2 y 3 de las especificaciones de INVIAS

Base estabilizada con materiales bituminosos: La estabilización con material bituminoso puede dividirse en dos métodos, recomendado para vías terciarias: (1). Mezcla en vía con elementos comunes. (2). Mezcla en vía con plantas mezcladoras en tránsito. Dicha clasificación depende del equipo o sistema empleado para realizar la mezcla del árido con el material bituminoso. Inicial con la preparación de la mezcla del suelo con la arena, posteriormente se incorpora la emulsion, se airea la mezcla y finalmente se compacta. (DPN, 2018).

Base estabilizada con cemento: esta estabilización inicia con la preparación del terreno con la limpieza y retirado de sobre tamaños, se realiza un distribución del cemento y se mezcla con un tracto rotativo hasta tener un material homogéneo con un espesor correcto a la sección de la

vía, luego con la ayuda de una motoniveladora y vibro compactador se llegar a las cotas y espesores requeridos, y finalmente se hace el curado del suelo cemento.

Base estabilizada mecánicamente: para esta alternativa la base y la subbase se deben extender en capas con espesor uniforme, que permita una compactación máxima del material de 0.15 m por capa, La compactación se debe realizar siguiendo el plan y equipo propuesto por el contratista, y aprobado previamente por el interventor.

Excavación manual: Esta actividad se refiere a las diferentes clases de excavaciones manuales que sean necesarias para construir cajas de recolección conforme a las pendientes, líneas y profundidades establecidas en los planos o que se requieran durante su construcción. Por norma general, se realizan excavaciones de este tipo cuando no es posible realizarlo en forma mecánica, esta actividad puede requerir también de cargue y retiro de sobrantes.

Concreto hidráulico para estructuras: Cuando se construyan las cunetas será necesario construir también las obras hidráulicas para la recolección del agua, dicho elementos debe ser del mismo concreto de las placas, y se debe verificar que cumplan con los criterios de calidad definidos en las especificaciones.

Adicionales: En el caso de que existan estructuras que no vayan a formar parte del proyecto, se deben demoler, además de las normas de seguridad para esta actividad también se deben tomar medidas preventivas necesarias para evitar accidentes del personal directo de la obra.

Estructuras de contención: La construcción de las obras de contención como muros de contención, muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto y gaviones deberán seguir los procesos constructivos adecuados, que garanticen una adecuada estabilidad y drenaje. (DPN, 2018).

A continuación se realizan una serie de sugerencias que el ingeniero interventor debería tomar en consideración durante la etapa previa a la ejecución de obras y durante la ejecución de las mismas:

Verificar el costo directo indicado en el APU con relación al establecido en el contrato y/o presupuesto oficial.

Rectificar que los nombres y formas de pago de los ítem de construcción sea el mismo tanto en las especificaciones técnicas generales como en el contrato y los APUs.

Verificar la coherencia de la programación planteada por el contratista, y que sea viable a nivel técnico y constructivo, además que correspondan a la lógica programática, con una duración y unidad de medida adecuada.

Si el contrato contempla el anticipo, solicitar a la fiduciaria el procedimiento de desembolso, los requisitos que establece la entidad bancaria deberán solicitarse al contratista y se debe verificar su cumplimiento.

Rectificar la concordancia entre la garantía única del contrato con lo solicitado en el contrato de obra, referente al monto asegurado, la cobertura del tiempo, el tomador y el beneficiario. Se debe verificar que la compañía de seguros cuente con el aval de la Superintendencia Financiera de Colombia. De igual forma se debe contactar directamente a la aseguradora para verificar la legitimidad de la garantía.

Exigir y corroborar que el personal profesional cumpla con los requisitos definidos en la propuesta técnica presentada en la fase precontractual.

Se debe elaborar un plan de inspección y control de procesos a partir del plan de calidad propuesto por el contratista, las especificaciones de la obra y la normativa vigente.

Se debe hacer una lectura detallada de los estudios precios, los términos de referencia, y el contrato firmado, así como las especificaciones del objeto contractual y demás documentación relacionada al contrato.

Llevar un control del pago de aportes legales y seguridad social, tanto para el personal de obra, como del personal técnico.

Llevar un oportuno seguimiento de las garantías y seguros del contrato de obra.

Finalmente mantener una comunicación constante con la entidad, para informar los avances de obra, y demás sucesos de relevancia durante la ejecución del contrato.

Capítulo 4. Análisis de la ingeniería en Colombia, una perspectiva del seguimiento y control de obra.

Debido a las malas prácticas de ingeniería civil, la corrupción, los desastres naturales, el sabotaje de la infraestructura asociada con el conflicto armado de Colombia y la politización de grandes proyectos de infraestructura, Colombia está gastando una cantidad significativa anualmente en mejorar y reconstruir infraestructura relativamente nueva. A medida que la población y la economía del país continúan creciendo, también lo hacen sus pérdidas económicas. Esta revisión de la literatura sintetiza los hallazgos de la literatura académica, profesional y de políticas publicadas en los últimos cinco años que discuten los factores que influyen en la recurrencia de fallas de proyectos de infraestructura en Colombia y los controles y equilibrios de adquisiciones públicas que se adoptaron para reducir su probabilidad (Daheshpour y Herbert, 2018).

4.1 Malas prácticas de ingeniería

La mala ingeniería civil se asocia con un diseño inicial y cambios de diseños inadecuados, un presupuesto inicial insuficiente, falta de supervisión, eventos inesperados, falta de experiencia profesional y competencia, calidad de trabajo inadecuada, presupuesto y gestión de recursos deficientes y falta de conocimiento de la construcción. y política de planificación (Forcada, et al., 2017). En algunos casos, las políticas de inclusión social han resultado en el empleo de contratistas y trabajadores locales sin experiencia. Estas características definitorias principales

conducen a una alta tasa de reconstrucción y a un esfuerzo innecesario en la repetición de trabajos mal completados o incompletos, lo que resulta en excesos en el presupuesto.

La corrupción es un obstáculo serio para el gobierno y las empresas que operan o invierten en la infraestructura de Colombia. Varios factores contribuyen a la corrupción, incluyendo el crimen organizado, el tráfico de drogas, la falta de transparencia del gobierno y las regulaciones débiles para asegurar las inversiones y su monitoreo. Para abordar esto, el Gobierno de Colombia está tratando de mejorar la transparencia y el acceso a la información y fortalecer el marco legal y las estructuras gubernamentales (Fondo Monetario Internacional, 2018).

El sabotaje de infraestructura perpetrado principalmente por las fuerzas guerrilleras y grupos criminales, durante el conflicto armado colombiano de más de 50 años, ha resultado en ataques frecuentes a la infraestructura de petróleo y electricidad.

La politización de grandes proyectos de infraestructura, también es un factor relevante, Una serie de documentos en curso sobre megaproyectos en América Latina destaca cómo los megaproyectos de infraestructura tienden a ser politizados, por lo que las críticas políticas y las elecciones a menudo dominan la toma de decisiones

Mientras tanto, los estudios de prefactibilidad, los estudios de viabilidad y las evaluaciones a menudo están dominados por actores y procesos políticos, y por las empresas constructoras o los financiadores de los proyectos. El producto interno bruto de Colombia se ha triplicado en la última década, sin embargo, la infraestructura inadecuada e insuficiente es una amenaza

importante para su economía, y se necesita mejorar su infraestructura para impulsar la competitividad del país. Si bien se han realizado importantes inversiones en infraestructura en Colombia, las fallas en los proyectos de infraestructura están limitando severamente los impactos de estos inversionistas.

La literatura sugiere que la corrupción es la razón principal de la ineficacia de los controles y equilibrios de la contratación pública. Los esfuerzos para mejorar la organización del sector público por parte de las agencias / actividades de mercado históricamente propensas a la corrupción han sido liderados por una serie de iniciativas gubernamentales anticorrupción, incluidas las establecimiento de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI).

Muchos proyectos de infraestructura en Colombia sufren retrasos en la construcción y el mantenimiento, lo que lleva a la renegociación o terminación de contratos (Banco Mundial, 2011). La falta de supervisión, los cambios de diseño, los eventos inesperados, la falta de experiencia y la calidad inadecuada de la ejecución, la gestión deficiente del presupuesto y la gestión de recursos, los errores y la falta de conocimiento valioso de la política de construcción y planificación, hacen que el gasto en infraestructura en la mayoría de los casos supere los presupuestos del proyecto (Forcada, et al., 2017).

La renovación y la reelaboración de proyectos de infraestructura fallidos aumentan los costos de construcción y la duración para completar los proyectos (Forcada, et al, 2017). Un ejemplo reciente fue la falla del puente colgante de Chirajara, que se derrumbó durante su fase de

construcción debido a la falta de refuerzo en la viga transversal. El puente es parte de la vía principal que conecta Bogotá con la ciudad de Villavicencio, al sudeste.

Por lo tanto, Colombia enfrenta escasez de infraestructura; Se necesitan mejoras en las estrategias y políticas para mantener, desarrollar y operar su sistema de infraestructura para gestionar la demanda y mitigar eventos inesperados. A pesar del sólido desempeño económico, hay una brecha en las necesidades de provisión de infraestructura y una falta de disponibilidad de recursos de capital para financiar estos requisitos.

El Gobierno de Colombia ha implementado una serie de reformas a su sistema institucional y regulatorio para mejorar el nivel de inversión y mejorar el papel de las Asociaciones Público Privadas (APP). Por ejemplo, la Agencia de Infraestructura (ANI) fue creado para supervisar la estructuración y gestión de las concesiones viales, y la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) fue creada para proporcionar al sector de infraestructura financiamiento a largo plazo y productos financieros innovadores (Banco Mundial, 2014). A varias agencias públicas se les dio el mandato de proporcionar servicios de estructuración de proyectos para desarrollar una cartera de proyectos y la Ley de Infraestructura de 2013 fue diseñada para abordar algunos de los cuellos de botella de transporte más apremiantes que históricamente han llevado a sobrecostos y demoras en proyectos de transporte (Banco Mundial, 2014).

A pesar de estos logros, aún persiste una brecha de infraestructura, arraigada en un marco institucional y regulatorio fragmentado y bajos niveles de inversión que carecen de una visión estratégica. La infraestructura de transporte de Colombia va a la zaga de otros países,

particularmente sus carreteras, donde tiene un 26% menos de kilómetros de carreteras que un país con características similares (Yepes Ramírez y Villar, 2013, p.1; Deloitte, 2017). La infraestructura vial de Colombia tiene 214,400 kms de largo, pero solo el 12% está pavimentado (Wettling, et al., 2015) y una gran parte de su camino secundario y terciario están en condiciones promedio o deficientes.

Los bajos niveles de inversión en infraestructura de transporte de Colombia se ven agravados por problemas con la mala calidad de su infraestructura, como lo demuestra su bajo ranking. en el Informe de Competitividad Global del FEM (Yepes Ramírez & Villar, 2013, p2) Esto se debe a que el sector del transporte se ha caracterizado por una política inadecuada y capacidad de planificación, la falta de una política multimodal, gestión a corto plazo y reactiva, y una escasez de personal técnico en agencias y asignaciones presupuestarias volátiles (Banco Mundial, 2014) Esto ha impedido una estrategia de mantenimiento a largo plazo que implica que se necesitan mayores requisitos financieros para superar la acumulación de mantenimiento diferido resultante.

4.2 Factores que contribuyen a fallas de infraestructura

Los principales factores asociados con las malas prácticas de ingeniería civil que resultan en el fracaso de los proyectos de infraestructura incluyen un diseño inicial inadecuado y cambios de diseño, un presupuesto inicial insuficiente, falta de supervisión, eventos inesperados, falta de experiencia profesional y competencia, calidad de trabajo inadecuada, mala presupuesto y gestión de recursos y falta de conocimiento de la construcción y la política de planificación,

encontrar Forcada, et al. (2017) En muchos de estos casos, la repetición del trabajo de construcción no se mide ni reconoce formalmente, ya que existe una percepción negativa de que la admisión dañaría la reputación corporativa del contratista (Forcada, et al., 2017). Los hallazgos de este estudio incluyen (Forcada, et al., 2017):

Inadecuado diseño inicial y cambios de diseño: documentación pobre y diseños técnicos / especificaciones, particularmente cuando hay una falta de inspección técnica y validación en el sitio, pueden resultar en el alcance y las modificaciones presupuestarias asociadas. Estos aumentan significativamente los costos de construcción y pueden retrasar el programa de hitos del proyecto. El efecto secundario de un diseño inicial inadecuado es una mayor presión sobre los consultores para completar la revisión en un corto período de tiempo que conduce a errores y problemas de diseño adicionales.

Presupuesto inicial insuficiente: las consecuencias de un presupuesto impreciso son la incertidumbre debido a cambios frecuentes, un aumento significativo del trabajo con los recursos disponibles y la confusión general sobre la terminación de los trabajos.

Falta de supervisión: se requiere la supervisión del proyecto para garantizar que los proyectos se construyan de acuerdo con los requisitos en la documentación del contrato, las especificaciones y las normas. Esto a menudo falta debido a la falta de experiencia específica requerida. La falta de visitas técnicas por parte de la municipalidad al definir el alcance del proyecto y la inexperiencia de los usuarios finales (comunidad) para definir las necesidades del proyecto también contribuye al trabajo adicional durante

Eventos inesperados: la poca comprensión y conocimiento de la naturaleza de los eventos inesperados conduce a la subestimación de los riesgos. Llevar a cabo revisiones y verificaciones de diseño es el primer paso para minimizar el impacto potencial de las incertidumbres, aunque no evitarán que ocurran errores.

Falta de experiencia y competencia: la inexperiencia e incompetencia de los contratistas da como resultado un trabajo deficiente. La falta de experiencia profesional y competencia dificulta el desarrollo del alcance, aumenta la carga de trabajo y, posteriormente, reduce el tiempo disponible para que los consultores completen su trabajo a tiempo, causando errores de diseño y omisiones en la documentación del contrato. Esto se debe principalmente a que no se realizan visitas técnicas, revisiones y verificaciones. Si dichos errores y omisiones no se identifican hasta que se emprenda la construcción, surgirán una cantidad significativa de modificaciones de diseño.

Calidad de trabajo inadecuada: el trabajo inviable aparece cuando un proyecto o una actividad no se puede realizar de acuerdo con el contenido del contrato debido a errores en la documentación del diseño o la falta de recursos asignados a esa actividad o proyecto. Esto se ve exacerbado por la falta de supervisión adecuada.

Gestión presupuestaria y de recursos: la mala situación financiera de muchos contratistas puede verse agravada por una gestión presupuestaria inadecuada al asignar recursos

de materiales y equipos entre los diversos proyectos. Por lo tanto, puede ocurrir una escasez de recursos, lo que resulta en demoras y el trabajo tiene que rehacerse aumentando los costos.

Falta de conocimiento de la política de construcción y planificación: la falta de experiencia profesional en la construcción impone presión sobre los trabajadores para completar el trabajo y causa inconsistencias entre el trabajo real y las especificaciones estipuladas en la documentación de contacto.

4.3 Consideraciones finales

Mejorar la descentralización para mejorar la infraestructura vial

Yepes y col. (2013) recomiendan centrarse en mejorar la descentralización en Colombia para apoyar la estructuración de proyectos a nivel local en la construcción y mantenimiento de carreteras secundarias y terciarias. Argumentan que el proceso de descentralización de la infraestructura vial de Colombia, iniciado adecuadamente en 1991 y 1993, ha sido incompleto y mal diseñado, y no ha funcionado bien. Si bien la división de competencias es en teoría clara, en la práctica es ambigua. No existe un flujo estable de recursos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las carreteras secundarias y terciarias. Por esta razón, el mantenimiento se realiza de forma reactiva, no preventiva. Y a veces hay una falta de conexión entre la forma en que se genera el financiamiento (por ejemplo, un impuesto al diesel y la gasolina) y la forma en que se gasta el financiamiento (en este caso, en el mantenimiento de carreteras). (Yepes et al., 2013).

La mayoría de las entidades locales no tienen la capacidad de planificar y gestionar proyectos de inversión en infraestructura. Esto afecta particularmente las capacidades de las entidades locales para identificar y estructurar planes a mediano y largo plazo y que aprovechan las economías de escala en mantenimiento (Yepes et al., 2013, p.53) y los incentivos problemáticos son generados por falta de inventarios precisos y la falta de pautas claras sobre el tipo de carretera (nacional, departamental o municipal) (Yepes et al., 2013, p.53).

Reglas de contratación

Yepes, et al., (2013) sugieren varios aspectos para mejorar las reglas de contratación, destacando que las reglas de contratación para grandes proyectos a largo plazo deberían ser diferentes a las que rigen las compras de suministros estatales. Debe centrarse en generar los incentivos adecuados para que los contratistas mejoren la calidad de su trabajo y contribuyan a su mantenimiento. Esto podría ser mediante el establecimiento de contratos que unen la construcción con las responsabilidades de mantenimiento. Esto mitigaría la tendencia de que los contratistas participen en negociaciones continuas con la expectativa de que incluso una vez que ganen un contrato, puedan renegociarlo.

Deloitte (2017, p.43) considera que la ley de APP de 2012 ha mejorado los contratos concesionales al limitar la capacidad de renegociación y al establecer procesos obligatorios para incluir APP en los planes regionales y nacionales. Forcada y col. (2017) sugieren que se debe aplicar una congelación de diseño lo antes posible para minimizar la ocurrencia de retrabajo

durante la construcción. Sin embargo, una congelación de diseño es efectiva solo si los profesionales altamente calificados desarrollan el resumen del proyecto del cliente según sus requisitos y lo comunican eficazmente a todos los participantes contractuales involucrados. El tiempo para rectificar cualquier error puede afectar el hito del proyecto, requerir cambios de diseño costosos (especialmente durante la fase de construcción), puede conducir a desbordamientos no programados del programa y causar inconsistencias entre el trabajo de construcción real y las especificaciones estipuladas en la documentación del contrato (Forcada, et al., 2017)

Para concluir, el Banco Mundial, argumenta que es necesario revisar las capacidades técnicas para fortalecer las funciones de formulación de políticas y alejarse de las soluciones y la gestión a corto plazo y reactivas, y se necesita un plan de inversión en infraestructura a largo plazo. Además, las funciones de gestión de contratos deben complementarse implementando lo siguiente (Banco Mundial, 2016):

- Especialización institucional en el manejo de tipos predefinidos de obligaciones que están presentes en todos los acuerdos de concesión (requisitos de seguro, bonos de desempeño, supervisión de la calidad del servicio)
- Certificación de calidad para políticas y procedimientos que brinden una sensación de seguridad a los participantes del sector privado y a los usuarios de infraestructura.
- Uso inteligente de las posibilidades de outsourcing para tareas que podrían ser mejor manejadas por terceros

- Programas de capacitación y desarrollo profesional para formar un equipo de gerentes de contratos con experiencia.
- Una estructura de gobierno que protege la función de posibles interferencias externas.

En términos de mejorar las capacidades de planificación y estructuración de las APP de transporte, el gobierno podría considerar diseñar e implementar un programa de desarrollo de capacidades en las APP para las agencias de estructuración pública (Banco Mundial, 2014a). Dicho programa proporcionaría capacitación estructurada a los funcionarios del sector público responsables de la preparación y evaluación de proyectos de inversión. También es útil refinar el ciclo del proyecto de APP y establecer pautas y procedimientos más detallados (Banco Mundial, 2014a).

Si la creación de empleo es la razón de contratar personal no calificado, se debe proporcionar capacitación para mejorar las prácticas laborales. Si los municipios no comienzan a reexaminar sus cláusulas y procedimientos contractuales, existe el peligro de que los errores se vuelvan más frecuentes y afecten negativamente la rentabilidad general y el desempeño de los proyectos (Forcada, et al., 2017) Elegir contratistas en función de La experiencia y la solvencia y garantizar que los recursos estén disponibles para realizar el trabajo requerido son otras recomendaciones para minimizar los errores y las modificaciones.

Financiamiento público-privado

Si bien la falta de financiación privada a menudo se destaca como un problema, Deloitte (2017) destaca los desafíos de demasiada financiación privada. Explican cómo en 1991 el gobierno "delegó prácticamente el desarrollo del sector portuario nacional al sector privado", por lo que todos de los puertos desarrollados después de 1991 fueron el resultado de iniciativas del sector privado (Deloitte, 2017, p.162). Esto significaba que los puertos reflejaban los intereses específicos de esos actores, pero no del interés nacional, ni del mercado, y había una falta de planificación y supervisión general (Deloitte, 2017, p.162).

Análisis de la situación de la interventoría respecto al seguimiento de obra

El seguimiento y control de obras es un aspecto fundamental para lograr el éxito de los proyectos que se desarrollan, en esta medida la interventoría es la responsable de realizar dicha función, al respecto son diversos los autores que han tratado este tema, y cuyo análisis se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Posturas de diversos autores respecto al seguimiento y control de obra

Posturas sobre el seguimiento de Obra	Consideraciones
Gorbanerr et al (2011), sugieren que el desarrollo de la interventoría en obra no es garantía para que las obras se ejecuten con estándares de calidad, ni que se logren	Como lo menciona el autor, la presencia del interventor no es garantía de que los procesos y el desarrollo de la obra se de en forma adecuada, aun cuando el interventor sea el encargado de dicha función. Esto se debe

solucionar las controversias con las alternativas más viables y económicas.

Arias y Sandoval (2002) mencionan que aun cuando la interventoría fue concebida como una estrategia para blindar al Estado, representa actualmente una de las fisuras por las cuales se presentan actos de corrupción.

Saussier (2000) Plantea que el ambiente institucional y el sistema legal del estado ha propiciado que se lleven a cabo contratos típicos de contratación publica los cuales son

principalmente a que en la practica el ejercicio de interventoría se ve afectado por diversos factores, que conllevan a una mala gestión en el seguimiento y control de obras.

En Colombia, la corrupción ha sido un aspecto que ha permeado diferentes instituciones y procesos y la interventoría no es la excepción. Irónicamente dicha figura se creó en Colombia con la intención de controlar y hacer un exhaustivo seguimiento a los contratos, evitando así la malversación de fondo del estado, sin embargo, los diferentes fracasos en ingeniería del país, no ha demostrado que incluso la figura del interventor se ha visto envuelto en irregularidades que ven comprometido sus obligaciones, aun cuando existen mecanismos legales que lo llaman a responder incluso de forma penal.

Pues que los interventores son los llamados a realizar el seguimiento y control de las obras que se derivan del contrato, sus obligaciones y responsabilidades se establecen por lo tanto a

incompletos, y por ende dificultan su seguimiento, control y cumplimiento.

Yepes, et al., (2013) ha evidenciado debido a diferentes fracasos en proyectos de infraestructura que las entidades estatales no toman en serio la figura del interventor, y los auditores han detectado falta de seguimiento y rigor en el proceso de interventoría de obra.

partir de dichos contratos. No obstante, cuando desde las mismas instituciones no se establecen cláusulas y parámetros claros en los contratos de obra, esto da lugar a ambigüedades que entorpecen el proceso de interventoría, al no brindar las herramientas ni recursos suficientes al interventor para hacer el seguimiento.

Una práctica común que existe en Colombia es que se abandonen las obras, esto ha ocasionado diversos problemas y fallas en la ingeniería del país. Luego de que se presentan los problemas es cuando se realizan las indagaciones para determinar las responsabilidades de las diferentes partes, en el caso de las auditorías municipales o departamentales, se han reportado en diversos casos que los interventores no realizaban un correcto seguimiento y control del proyecto, y esto se deriva desde la misma institución estatal, la cual no exige que la interventoría realice a cabalidad su función.

Otros autores como Silva, (2014) han mencionado que el proceso de construcción normativa en Colombia no ha sido un proceso estático, en este sentido son diversos los actos legislativos que han demostrado el avance para definir un marco legal para la vigilancia y control de proyectos. No obstante, en materia de interventoría aun en la actualidad no se establecen claramente herramientas, instrumentos y mecanismos que orienten a las entidades para definir y establecer parámetros y normas para adelantar el adecuado seguimiento a los contratos.	En el marco legal colombiano, aun cuando se ha realizado diferentes modificaciones en cuanto a la legislación que circunda el proceso de interventoría, aún persisten ciertos vacíos y falta de especificidad en cuanto a la figura del interventor. Esto limite evidentemente el alcance que tiene esta figura, puesto que los vacíos legales existentes dan pie para que las funciones y obligaciones del interventor sean cuestionables.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Conclusiones

El fortalecimiento de la infraestructura vial en el país y en general el proceso de modernización se ha logrado mediante la intervención del sector privado, a través de los sistemas de concesión. Así mismo, las obras que se desarrollan están sujetas a una supervisión y seguimiento por parte de las entidades que adjudican dichos contratos, y en general los ingenieros interventores son los encargados de desarrollar dichas labores.

Dentro del campo de acción de la ingeniería civil, la interventoría representa la aplicación de práctica y la teoría, puesto que el desempeño de dicho papel con lleva una exhaustiva aplicación de conocimientos a nivel técnico y practico, siendo necesario para lograr controlar los aspectos técnicos y administrativos del proyecto, en caso contrario los vacíos a nivel técnico pueden afectar la eficiencia y la integridad de las obras.

Mediante el análisis desarrollado en el presente documentos, se logró identificar las labores del ingeniero interventor, siendo este el más adecuado para efectuar las funciones de seguimiento y control de las obras, en este caso referidas a aquellas obras de infraestructura vial. Y como caso práctico se analizó el sector 1 del proyecto Ruta del Sol, a partir de lo cual se puede mencionar que con el fin de mejorar el proceso el seguimiento y control el ingeniero interventor debería poder contrat con un propio equipo de control de calidad para la ejecución de las obras.

Respecto a las concesiones y los sistemas de APP, se ha observado que la distribución y la asignación de riesgos ha sido un tema que ha motivado las diferentes generaciones de

concesiones en el país, logrando con las últimas generaciones que los riesgos sean más equilibrados, y que dicha asignación corresponda realmente a un análisis consiente del impacto que generan.

Finalmente, el proceso de seguimiento y control enmarcado en un contrato de interventoría, debería concebirse fuera del contrato de concesión, independientes tanto en recursos como en obligaciones, así mismo, el control sobre el ingeniero interventor debería ser realizado por una entidad ajena al ente contratante, a fin de que se descentralicen los intereses y con ello buscar la integridad y correcto control y seguimiento del proyecto.

Referencias

- Abdel Aziz, A. M. (2007). Successful delivery of public-private partnerships for infrastructure development. *Journal of construction engineering and management*, 133(12), 918-931.
- Angulo, C., Benavidez, J. Carrizosa, M. Et al. (2012). *Comision de infraestructura. Informe*. Bogota, Colombia.
- Arias, A., & Sandoval, L. (2002). La nación demandada: un estudio sobre el pago de sentencias, conciliaciones y laudos arbitrales. *Economía Colombiana y Coyuntura Política. Revista de la Contraloría General de la Nación*, 291, 66-77.
- Beato, P. (2007). *Road Concessions: Lessons Learned from the Experience of Four Countries*. USA: Sustainable Development Department
- Benavides J. (2010), *Reformas Para Atraer La Inversión Privada En Infraestructura Vial en Colombia 2010- 2014: Propuestas De Política Pública. Fedesarrollo*, 1, 279-320.
- Benavides J. (2014). *Estudios sobre el régimen jurídico de las asociaciones público privadas*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Bitran, E., Nieto-Parra, S., & Robledo, J. S. (2013). Opening the black box of contract renegotiations. *OECD Development Centre Working Papers*, 1(317), 2-45
<https://doi.org/10.1787/18151949>
- Cámara Colombiana de la Infraestructura (2010). *Una Política Pública: Maduración de Proyectos, Matriz de Riesgos, Buenas Prácticas Contractuales*. Bogotá, Colombia: CCI.
- Cárdenas, M. Gaviria, A. y Meléndez, M. (2005). *La infraestructura de transporte en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo Centro de investigación Económica y social. Obtenido de <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1913>

- Colverson, S., & Perera, O. (2012). *Harnessing the Power of Public-Private Partnerships: The role of hybrid financing strategies in sustainable development*. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development.
- Commission of the European Communities, EUC. (2004). *Green paper on public-private partnerships and community law on public contracts and concessions*. Office for Official Publications of the European Communities. Pp 1 -22
- Congreso de Colombia. (11 de Julio de 1994). Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, trasmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. [Ley 143 de 1994]. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4631>
- Congreso de Colombia. (12 de julio de 2011). Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública. [Ley 1474 de 2011]. Recuperado de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1474_2011.html
- Congreso de Colombia. (28 de octubre de 1993). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. [Ley 80 de 2011]. Recuperado de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html
- Congreso de Colombia. (9 de octubre de 2003). Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones. [Ley 842 de 2003]. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0842_2003.html
- Daheshpour, K., & Herbert, S. (2018). *Infrastructure project failures in Colombia*.

- Departamento Nacional de Planeacion, (20 de agosto de 2013). Proyectos viales bajo el esquema de asociaciones publico privadas: Cuarta generacion de concesiones viales.. [CONPES 3760] Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3760.pdf>
- Doloi, H. (2012). Understanding impacts of time and cost related construction risks on operational performance of PPP projects. *International Journal of Strategic Property Management*, 16(3), 316-337.
- Dromi, R. (1997). Empresas públicas de estatales a privadas.
- Engel E., Fischer R. y Galetovic A. (2007). The Basic Public Finance of Public-Private Partnerships, *NBER Working Papers National Bureau of Economic Research*.
- Fitch Ratings. (2012). *Colombia's Infrastructure: Connecting the Dots*. New York: Fitch Ratings Ltd.
- Forcada, N., Alvarez, A. P., Love, P. E., & Edwards, D. J. (2017). Rework in urban renewal projects in Colombia. *Journal of Infrastructure Systems*, 23(2), 04016034.
- Gorbaneff, Y., González, J. M., & Barón, L. (2011). ¿ Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia?. *Revista de economía institucional*, 13(24), 413-428.
- Hodge, G. A., & Greve, C. (2007). Public-private partnerships: an international performance review. *Public administration review*, 67(3), 545-558.
- Iossa, E., & Martimort, D. (2015). The simple microeconomics of public-private partnerships. *Journal of Public Economic Theory*, 17(1), 4-48.
- Irwin, T. (2003). *Public Money for Private Infrastructure*. World Bank, *Public Private Infrastructure Advisory Facility*. Washington: World Bank.

- Larrahondo, P. A. (2017). The fourth generation of road concessions in Colombia and the new ppp legal model: The fourth generation of road concessions in Colombia and the new ppp legal model. *Derecho Público*, (38), 9.
- López, L. (2006). *Valoración de garantías en proyectos tipo BOT Aplicación a concesiones viales en Colombia* (Tesis de maestría), Universidad de los Andes, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/9261/u276750.pdf?sequence=1>
- Matallana Camacho, E. (2009). *Manual de Contratación de la Administración Pública, Reforma de la Ley 80*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Molenaar, K. R., Anderson, S., & Schexnayder, C. (2010). Guidebook on Risk Analysis Tools and Management Practices to Control Transportation Project Costs. *Transportation Research Board*. 7(1) 37-43. <https://doi.org/10.17226/14391>
- Nieto-Parra, S., Olivera, M., & Tibocha, A. (2013). The politics of transport infrastructure policies in Colombia.
- Palacio Hincapié, J. A. (2014). *Contratación de la Entidades Estatales*. Bogota: Editorial Jurídica Sánchez R. Ltda.
- Pedroza Villegas, Katherinne (2016). *Caracterización financiera de los contratos de concesiones viales en Colombia. Estudio de caso* (Tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia.
- Prieto, W. M. (2002). Concesiones viales en Colombia. *Historia y desarrollo*. *Tecnura*, 5(10), 18-26.
- Rufián M. D. (2002), Políticas de concesión vial: análisis de las experiencias de Chile, Colombia y Perú, *Serie Gestión Pública ECLAC*, 1(16), 25-70

- Ruiz, J. D. (2010). Valoración y análisis de riesgos para concesiones viales en Colombia Marco teórico y Desarrollo (Tesis de pregrado), Unievrnsidad de los Andes, Bogota. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14362/u402070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saussier, S. (2000). Transaction costs and contractual incompleteness: the case of Électricité de France. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 42(2), 189-206.
- Wettenhall, R. (2003). The rhetoric and reality of public-private partnerships. *Public organization review*, 3(1), 77-107.
- Yepes, T., Ramírez, J. M., Villar, L., & Aguilar, J. (2013). Infraestructura del transporte en Colombia.