

MONOGRAFÍA  
EL TÚNEL DE LA LÍNEA: ¿UN PROBLEMA O UNA SOLUCIÓN? REVISIÓN TEÓRICA  
DE LO EJECUTADO RESPECTO LO PROYECTADO



Por:  
GUSTAVO BARRAGÁN HERRERA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VILLAVICENCIO

2022

MONOGRAFÍA  
EL TÚNEL DE LA LÍNEA: ¿UN PROBLEMA O UNA SOLUCIÓN? REVISIÓN TEÓRICA  
DE LO EJECUTADO RESPECTO LO PROYECTADO



Por:  
GUSTAVO BARRAGÁN HERRERA

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de Ingeniero  
civil

Aprobado por:  
Ing. Mg. LUIS FERNANDO DÍAZ CRUZ  
Director

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VILLAVICENCIO  
2022

**Autoridades académicas**

**P. José Gabriel MESA ANGULO, O. P.**

Rector General

**P. Eduardo GONZÁLEZ GIL, O. P.**

Vicerrector Académico General

**P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.**

Rector Sede Villavicencio

**P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.**

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN**

secretaria de División Sede Villavicencio

**Ing. MANUEL EDUARDO HERRERA PABÓN.**

Decano Facultad de Ingeniería Civil

## Tabla de Contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción .....	9
1. Planteamiento del Problema.....	10
2. Objetivos .....	12
2.1. Objetivo General .....	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
3. Justificación.....	13
4. Metodología .....	14
5. Marco de Referencia .....	16
5.1. Túneles en Colombia.....	16
5.2. Antecedentes .....	17
5.3. Estado del Arte.....	19
5.4. Contexto inicial túnel de la línea.....	20
6. Etapa Precontractual.....	24
6.1. Localización .....	25
6.2. Etapas del proyecto - documento CONPES 3485.....	26
7. Etapa Contractual .....	28
7.1. Diseño.....	30
7.2. Obras anexas al túnel .....	32
7.4. Etapas del proyecto .....	35
8. Aspectos importantes adicionales .....	37
9. Falencias e imprevistos en el proyecto.....	38
9.1. Diferentes contratos .....	38
9.2. Imprevistos.....	40
10. Túnel de la línea en la actualidad.....	42
11. Resultados .....	44
11.1. Resultados para objetivo específico 1 .....	44
11.2. Resultados objetivo específico 2 .....	47
11.3. Resultados objetivo específico 3.....	48
Conclusiones.....	49
Referencias bibliográficas.....	51

**Lista de Figuras**

Figura 1. Fases de la metodología (2021).....	15
Figura 2. Desarrollo de túneles viales en Colombia. ....	16
Figura 3. Túneles viales en Colombia.....	17
Figura 4. Etapas definitivas de la obra.....	19
Figura 5. Estado del arte del túnel de la Línea 2004-2014. ....	21
Figura 6. Estado del arte del túnel de la Línea 2015-2016 .....	21
Figura 7. Estado del arte del túnel de la Línea 2017-2018 .....	22
Figura 8. Estado del arte del túnel de la Línea 2018-2019 .....	22
Figura 9. Estado del arte del túnel de la Línea 2019-2021 .....	23
Figura 10. Tramos proyecto vial. ....	24
Figura 11. Túnel de la línea (2020).....	25
Figura 12. Trayecto Túnel de la Línea (2018) .....	26
Figura 13. Etapas de Construcción. ....	26
Figura 14. Esquema inicial del proyecto.....	27
Figura 15. Esquema túnel. ....	32
Figura 16. Obras anexas.....	33
Figura 17. Ejecución de contratos Túnel de La Línea .....	43
Figura 18. Valores finales del proyecto.....	41
Figura 19. Diferencias en plazo y costos del proyecto.....	42

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Metodología (2021). .....	14
Tabla 2. Alternativas de Construcción.....	18
Tabla 3. Contrato de Construcción. ....	28
Tabla 4. Reconocimiento económico.....	29
Tabla 5. Etapas según contrato. ....	30
Tabla 6. Costos de soporte, impermeabilización, excavación pavimentos y drenaje .....	34
Tabla 7. Contrato de Construcción No.3460 de 2008.....	44

## Resumen

La monografía presenta el análisis y comprensión del proceso que ha llevado uno de los proyectos más visionarios a nivel de infraestructura vial en Colombia, el cual cuenta con diferentes reconocimientos para la ingeniería colombiana como lo es el Túnel de la Línea. En el presente documento se compara la fase de diseño respecto a la de construcción a partir de la revisión de la etapa precontractual, contractual y pos contractual desde un contexto técnico y económico de los aspectos para el diseño, construcción e interventoría, identificando los parámetros que afectaron la viabilidad del proyecto mediante un análisis comparativo; adicional a esto, la descripción de los imprevistos encontrados gracias a la revisión en los contratos y la consulta de fuentes secundarias con el fin de identificar la importancia en la planeación de los proyectos desde todas sus etapas.

De acuerdo a lo anterior, fue posible evidenciar los antecedentes del proyecto, los contratos pertinentes a la elaboración de los estudios, diseños y construcción para las diferentes etapas del proyecto, mostrando no solo retrasos en la ejecución de los contratos iniciales junto con sus adiciones y modificaciones, sino además los sobre costos generados por dichas acciones, una inadecuada gestión del riesgo, ausencia de análisis al detalle y algunas sanciones que fueron impuestas; esto permite enfatizar en la importancia que tiene la correcta planeación de un proyecto para su eficiente ejecución desde un contexto técnico y económico en cada una de las etapas (pre factibilidad, factibilidad, de detalle, ejecución, operación) sin precisar en cualquier tipo de hecho político para su correcta finalidad.

**Palabras clave:** viabilidad, técnico, económico, planeación, sobre costo.

### **Abstract**

The monograph presents the analysis and understanding of the process that has led one of the most visionary projects at the road infrastructure level in Colombia, which has different recognitions for Colombian engineering such as the Line Tunnel. This document compares the design phase with respect to construction from the review of the pre-contractual, contractual and post-contractual stages from a technical and economic context of the aspects for design, construction and auditing, identifying the parameters that affected the feasibility of the project through a comparative analysis; In addition to this, the description of the unforeseen events found thanks to the revision of the contracts and the consultation of secondary sources in order to identify the importance in the planning of the projects from all their stages.

According to the above, it was possible to evidence the background of the project, the relevant contracts for the preparation of the studies, designs and construction for the different stages of the project, showing not only delays in the execution of the initial contracts together with their additions and modifications, but also the over-costs generated by said actions, inadequate risk management, lack of detailed analysis and penalties that were imposed; This makes it possible to emphasize the importance of the correct planning of a project for its efficient execution from a technical and economic context in each of the stages ( pre-feasibility, feasibility, detail, execution, operation) without specifying in any kind of political fact for its proper purpose.

**Keywords** viability, technical, economic, planning, cost overrun.

## **Introducción**

Una construcción que ya se pensaba desde mediados del siglo XX, el proyecto que cruzara la cordillera central y que después, a sin fin de aprendizaje, es un hecho. El túnel de la línea es considerado no solo como una de las mega obras en Colombia y América latina si no un logro en la ingeniería civil. Es un complejo que contiene un corredor de 8.6 kilómetros que incluye túneles, puentes y mejoramiento en la calzada además de algunas obras anexas, donde los que la transiten se podrán ahorrar alrededor de una hora en el corredor vial de Bogotá- Buenaventura.

En el documento se evidencian diferentes puntos relevantes en el desarrollo del mismo, como lo fue identificar los antecedentes del mismo, un proceso de licitación por tres ocasiones con resultados desiertas, así mismo la localización y etapas del desarrollo del proyecto de acuerdo al contrato, el cual fue modificado en diferentes ocasiones, evidenciando los términos generales del diseño y del contrato resaltando los aspectos más relevantes de este.

Por otra parte, se abordaron las falencias e imprevistos observados en el desarrollo de la obra. Lo cual género no solo retrasos en las entregas de las obras por más de 4 años de diferencia, sino costos que superaron tres veces más lo presupuestado inicialmente. Garantizando la increíble mega obra además de algunas consideraciones que no se tuvieron en cuenta desde la planeación del mismo.

## 1. Planteamiento del Problema

El proyecto del túnel de la línea se propuso como uno de los megaproyectos que el gobierno de Colombia tenía destinado en la cordillera Central, entre el corredor vial: Bogotá –Buenaventura, el cual se constituye como los ejes más importantes del comercio exterior (INVIAS, 2013), dicho corredor contiene seis tramos (Buenaventura-Buga, Buga-La paila, La paila-armenia-Calarcá, Calarcá-Cajamarca, Cajamarca-Girardot, Girardot-Bogotá), el desarrollo del tramo 4 (Calarcá-Cajamarca) se diseñó para ser ejecutado en dos etapas, y está a su vez en diferentes fases. De acuerdo al INVIAS (Instituto Nacional de vías) El tramo Calarcá (Quindío) Cajamarca (Tolima) que conecta a Bogotá con Buenaventura, incluye el túnel de la línea y sus obras anexas, longitud propuesta de 33 km. Justamente el 01 de julio de 2009 se dio inicio a la etapa de construcción la cual tenía un tiempo esperado de 46 meses lo cual no ocurrió así (INVIAS, 2013).

De acuerdo con el comunicado de prensa 114 emitido en el 2020 por la Contraloría hasta el pasado 4 de septiembre del año 2020 fue entregado dicho tramo, el proyecto superó tres veces su valor estimado inicialmente, tardó un poco más de una década.

Tal como se afirmó anteriormente, más de una década se tardó la construcción del túnel de la línea, siendo algunas de las razones los cambios en los contratos, baja calidad en los materiales y falta de gestión son unos de los causales a sus demoras (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020), respecto al contrato inicial.

Adicional a las falencias descritas, este proyecto pudo haberse visto afectado en el momento que se interpuso la viabilidad económica, a la técnica y financiera, con sobrecostos que superan no solo lo presupuestado si no el 178% del valor promedio de la media mundial para construcción de túneles (García Sierra, 2020)

Además, se destaca y coincidiendo con la Escuela Colombiana de Ingenieros, es importante mencionar que otro de los problemas vistos es su limitada capacidad técnica, mala gestión entre los contratistas, interventores y asesores, profesionales y equipo no lo suficientemente calificado, problemas de calidad en exploración específica en el campo, y uso inadecuado de los recursos, específicamente en hidrogeología del proyecto (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020). Se considera pues, el hecho de la ausencia de estudios de ingeniería en temas de diseño y construcción de los túneles, la limitada gestión de evaluación de los escenarios y análisis de

riesgos, pero que sin estas no se daría una oportuna toma de decisiones para la magnitud de una mega obra como esta.

Lo anterior no resalta las problemáticas en temas de la gestión del gobierno, en el manejo de contratos y problemas cotidianos de corrupción como afirman medios de comunicación y columnistas además de los informes y estudios realizados (Guerrero Pacheco et al, 2005) que, aunque se presentan, no son punto enfático en el desarrollo de la monografía.

Por lo anteriormente descrito se propone la siguiente pregunta problema para el desarrollo de la monografía:

¿Cuáles fueron los aspectos que no se tuvieron en cuenta dentro de la viabilidad técnica y económica en el Túnel de la Línea, que afectaron e hicieron que este no se ejecutara en el periodo ni presupuesto previsto?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Analizar el proceso que ha llevado el Túnel de la línea desde un contexto técnico y económico, identificando qué aspectos afectaron la viabilidad del proyecto mediante un análisis comparativo de lo presentado en el contrato inicial respecto a lo entregado a partir de una revisión bibliográfica

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Comparar la etapa de diseño y construcción del túnel de la línea respecto a lo ejecutado frente a lo estipulado en el contrato inicial a nivel técnico y financiero
- Describir los imprevistos que intervinieron en el proyecto del túnel de la línea, a partir de fuentes secundarias
- Identificar la importancia en la planeación de los proyectos, desde componentes como los estudios de pre factibilidad y factibilidad, el uso adecuado de la gestión del Riesgo para el buen manejo del proyecto

### 3. Justificación

La importancia de recopilar información hace más fácil su análisis, esto permite emitir un concepto más claro de lo que ocurre en un tema específico (Ramírez de Alba, 2011). El túnel de la línea no es la excepción y desde un análisis de fuentes secundarias se pretende contextualizar de manera técnica y económica el proyecto.

El túnel de la línea es una de las mega obras que desarrolló el gobierno en materia de obras públicas, planeada casi alrededor de un siglo atrás por el gobierno de presidente Pedro Ospina desde 1913; sin embargo, el diseño fue contratado hasta 1929 por la compañía francesa "Regie Generale De Chemins de Fer et Tavaux Publics" (Suárez Peña, 2016).

La magnitud y exaltación que se le da a la obra ubicada en la cordillera central es producto de las dificultades que está presenta para su desarrollo, como lo es el clima y la topografía, principalmente lo que conllevó a la modificación del contrato inicial (Huertas Pineda, 2016). Incluyendo a su vez, los altos costos que esto pueda llegar a generar que en este caso triplicó su valor inicial, poniendo en prueba no solo la gestión del gobierno sino de entidades privadas y de la ingeniería nacional en general con su deseo de atravesar la cordillera mediante un túnel.

Ya en temas de ingeniería, esta mega obra presentó problemas de excavación y estabilización del terreno, lo que generó sobrecostos y retrasos en tiempos tan solo en su fase inicial de obra (Correa, 2020) y, adicional a esto, fue necesario la revisión de calidad de las obras ejecutadas ya que no se encontraban en el mejor estado (González Bell, 2020).

Esta monografía tiene como objetivo identificar la importancia y necesidad en la planeación de los proyectos de ingeniería, desde todos sus componentes como lo son los estudios de pre factibilidad y factibilidad, el uso adecuado de la gestión del riesgo, identificando las variables cualitativas y cuantitativas que se deben tener en cuenta en un proyecto. Adicional, describir el proceso que ha llevado el Túnel de la línea desde un contexto técnico y económico, sin sumarle la adecuada gestión en información y manejo que se les da a los proyectos en Colombia principalmente, desde la sistematización, estandarización y correcta documentación (Cue Brugueras & Oramas Díaz, 2008). Razón por la cual se le atribuye la importancia del desarrollo de documentos de este tipo con cual se pretende contextualizar y tener una memoria historia de lo acontecido de modo que contribuya a no incurran en sobre costos, retrasos y demás problemas en otros futuros proyectos de infraestructura vial.

#### 4. Metodología

La metodología para emplear en el desarrollo de la monografía es de carácter cualitativo enfocado a la recolección y análisis de información además de la síntesis y actualización de esta tal como se presenta en la Tabla 1, la cual define de manera explícita el desarrollo de la investigación.

Los objetivos que busca la metodología se realizaran a partir de las siguientes etapas:

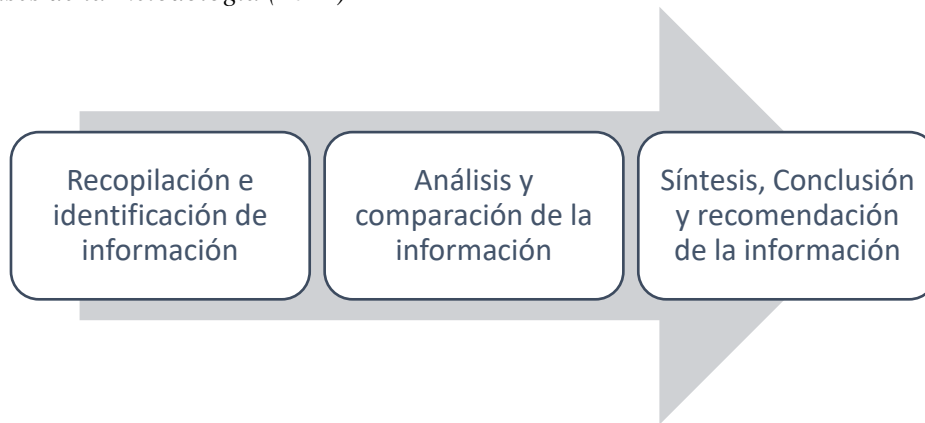
- a. Etapa precontractual
- b. Etapa contractual
- c. Estudios y diseños
- d. Construcción y aspectos importantes adicionales
- e. Falencias identificadas e imprevistos en el proyecto

*Tabla 1. Metodología (2021).*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actores</b>
<b>Objetivo específico 1</b>	Identificación y recopilación de información	Se recopila información a partir de fuentes secundarias con el fin de conceptualizar la evaluación técnica del túnel de la línea Se realiza a partir de Documentos de organizaciones oficiales, artículos de revistas, y tesis de grados referente al tema mediante una metodología descriptiva	Autor
<b>Objetivo específico 2</b>	Análisis de comparación	Posterior a la recopilación de información, se procede a un análisis de comparación de lo técnico y lo económico, ambas a partir de la comparación de lo planeado respecto a lo ejecutado identificando inconsistencias y posibles problemas que limitan el desarrollo de la ejecución del túnel de la línea Se realiza a partir de Documentos de organizaciones oficiales, artículos de revistas, y tesis de grados referente al tema	Autor
<b>Objetivo específico 3 y 4</b>	Conclusiones y recomendaciones, Síntesis de Información	Se sintetiza la información recolectada, analizada anteriormente lo que permite dar un concepto propio de lo ejecutado y realizado en el proyecto del túnel de la línea Se realiza a partir de Documentos de organizaciones oficiales, artículos de revistas, y tesis de grados referente al tema	Autor

*Nota. Tabla explicativa de objetivos y actividades desarrolladas por el autor para llevar a cabo la metodología. Realizado por Barragán (2021).*

**Figura 1.** Fases de la metodología (2021)



*Nota.* Seguimiento del proceso metodológico. Realizado por Barragán, (2021)

## 5. Marco de Referencia

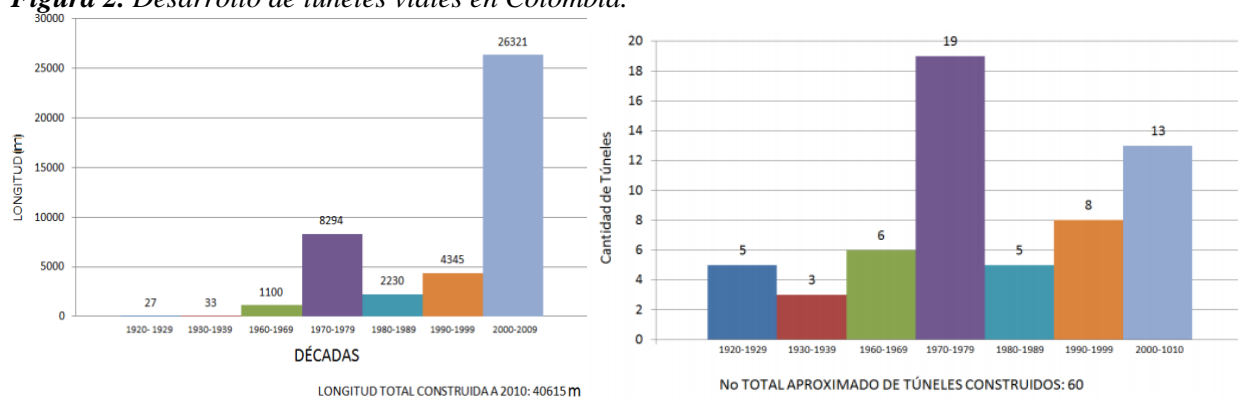
### 5.1. Túneles en Colombia

Inicialmente, se debe tener en cuenta que en las últimas décadas Colombia está realizando diferentes obras subterráneas, convirtiéndose en potencia de túneles carreteros en América Latina. Según el INVIAS y el INCO Colombia tenía 33 túneles sumaban 18 km de longitud (Huertas Pineda, 2016) en el 2002, dichas entidades también reportan túneles a partir del 2008.

Por su parte, el Ministerio de Transporte en el 2009 afirmó que en túneles carreteros se contaban con 25 km, y que antes del 2015 se contarían con alrededor de 100 túneles viales. Se destaca además el desarrollo aplicado en la construcción de túneles viales, donde en la actualidad se tienen mayores precauciones, menor riesgo, mayor rendimiento calidad en los materiales y maquinaria, además de contar con altas especificaciones.

La evolución en materia de túneles viales se representa en la siguiente figura:

**Figura 2.** Desarrollo de túneles viales en Colombia.



*Nota. Longitud total construida y total aproximado de túneles construidos. Tomado de la investigación "Procesos constructivos para túneles viales desarrollados en Colombia" Adaptado de (Huertas Pineda, 2016).*

De acuerdo con la Figura 2, se evidencia el desarrollo por década de la construcción de túneles desde el siglo pasado, identificando que en la primera década del presente siglo se contempla la mayor cantidad de distancia, sin embargo, es en la década de los 70 donde se construyeron más. Adicional en la Figura 3 se puede apreciar un contexto más detallado de la evolución de túneles viales:

**Figura 3.** Túneles viales en Colombia.

*Nota.* Construcción de túneles en Colombia por décadas. Tomado de la investigación “Procesos constructivos para túneles viales desarrollados en Colombia. Adaptado de (Huertas Pineda, 2016)

Colombia en la actualidad cuenta con gran cantidad de túneles viales, todos con el fin de reducir tiempos en trayectos y con esto incentivar y aumentar los ingresos de algunas economías municipales.

## 5.2. Antecedentes

De acuerdo a lo expresado en el 2020 por la Cámara Colombiana de la Infraestructura en un informe de visitas técnicas, en el año 1998, el INVIAS hizo su primer contrato para realizar los estudios de la fase III para la construcción de la doble calzada del “cruce de la cordillera central” y el diseño de la fase II avanzada del túnel de la línea al consorcio la Línea. Los resultados fueron presentados dos años después, donde se tenían diferentes etapas o alternativas en las cuales estuvieron:

- Construcción de un túnel principal unidireccional con una longitud de 8.8 km aproximadamente paralelo al túnel piloto en dirección Cajamarca- Calarcá
- Construcción de un túnel piloto por 8.6 km de longitud aproximadamente y 4.5 m de diámetro
- Construcción de la segunda calzada entre Calarcá (Quindío) y Cajamarca (Tolima) junto con las obras requeridas para la conexión al túnel

- Construcción del segundo túnel principal unidireccional de 8.6 km aproximadamente en dirección Calarcá – Cajamarca

Tal como se habló anteriormente, tal contrato y con el estudio realizado, se elaboró y aprobó el documento CONPES 3084 de 2000 (Camara Colombiana de la Infraestructura, 2011) donde se autorizó a la nación contratar US\$218.2 millones que serían destinados a financiar el proyecto del túnel de la línea. En este, se describen ambas alternativas para la selección del proyecto en definitivo y las cuales se presentan en la figura a continuación:

*Tabla 2. Alternativas de Construcción.*

<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
<b>Túnel principal para tránsito en dos direcciones</b>	Dos túneles gemelos paralelos cada uno para tránsito en una dirección
<b>Túnel de rescate paralelo al principal</b>	N.A.
<b>Sistema de ventilación transversal</b>	Sistema de ventilación longitudinal
<b>Dos cavernas de ventilación y dos pozos de ventilación</b>	Dos cavernas de ventilación y dos pozos de ventilación
<b>Relación B/C=1,33</b>	<b>Relación B/C=0,99</b>

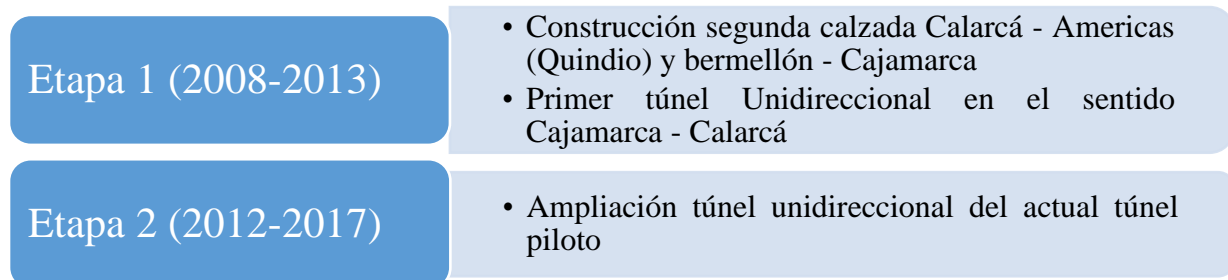
*Nota. Adaptado del documento CONPES 3084 (2000).*

En el documento se estimó que el costo para desarrollar la alternativa A, costaría cerca de US\$222 millones, lo que incluía las vías de acceso definitivas y provisionales adicional de los imprevistos (10%) IVA y los impuestos del contratista; adicional, se estimó que los costos de mantenimiento y operación rutinario llegarían a alcanzar los US\$4.4 millones al año.

De acuerdo con lo anterior, el INVIAS realizó tres procesos licitatorios con el fin licitar “Diseño, construcción, operación y mantenimiento del Túnel de la Línea y obras Anexas” las cuales fueron desiertas, ya que se argumentaban problemas en la financiación, concepción del riesgo geológico del proyecto, con esto, fue necesario minimizar dichos riesgos. Por esto, fue necesario considerar la alternativa B y realizar la construcción en dos fases: el primero el túnel de rescate y el segundo el túnel principal junto con las obras anexas, datos que fueron recopilados para el documento CONPES 3396 de 2005 con el fin de revisar los estudios por el consorcio de la Línea y recopilar información detallada con un conocimiento más real y acertado de la zona y sus diseños. Sin embargo, fue hasta en agosto de 2007 en la expedición del documento CONPES 3485 en el cual se declara la “Importancia Estratégica del Proyecto Cruce de la Cordillera Central – Túnel Segundo Centenario (La Línea)”

En el cual se establecen las etapas y se demuestran en la siguiente figura:

**Figura 4.** Etapas definitivas de la obra.



*Nota.* Base informativa adaptado de (Camara Colombiana de la Infraestructura, 2011) e ilustrado por Barragán (2021)

Es importante mencionar que, el costo de la primera etapa es de un estimado de \$ 570 mil millones de pesos de 2007 y la etapa 2 tiene un valor estimado de 250 mil millones de pesos de 2007.

A pesar de que ya se encontraba listo para la licitación, el nuevo proceso abierto SGT-GGO 092 de 2007 nuevamente se declara desierto, por presupuesto deficiente, es por esto que el INVIAS junto con el ministerio de transporte realizan una revisión y ajustan los costos directos modificados en el documento CONPES 3511 de 2008 (Departamento Nacional de Planeación, 2008), donde se ajusta el costo para la etapa 1 por un valor de 671 mil millones de pesos de 2008 (Camara Colombiana de la Infraestructura, 2011).

### 5.3. Estado del Arte

El estado del arte, presenta una revisión de la información existente inicialmente de algunos túneles y de ciertas complicaciones en los mismos, de igual manera se muestran los antecedentes que ha presentado el Túnel de la Línea.

El Túnel de la Línea estaba a cargo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), con él la dirección y subdirección para el desarrollo de la gerencia del túnel incluyendo la supervisión no solo del proyecto en sí no de la supervisión del contrato de desarrollo y de interventoría.

Por su parte, el cruce de la cordillera central entre los departamentos del Quindío y el Tolima tiene por objeto el mejoramiento de la comunicación terrestre entre la costa pacífica y el centro del país (INVIAS,2007). El INVIAS, realizó el proceso adjudicatario en el 2001 para

contratar “El diseño, construcción, operación y mantenimiento del túnel de la Línea y obras anexas” el cual desde un comienzo se sugirió modificaciones en el aspecto técnico en los pliegos de la licitación para lo cual fue declarada desierta (Huertas Pineda, 2016) para el 2002 se abre de nuevo el proceso licitatorio y nuevamente queda desierta es hasta en 2004 después de una nueva apertura del proceso quien se adjudica el contrato al consorcio Conlinea.

El diseño del proyecto vial fue basado en los términos de referencia emitidos por el INVIAS, así mismo por la ley 105 de 1993.

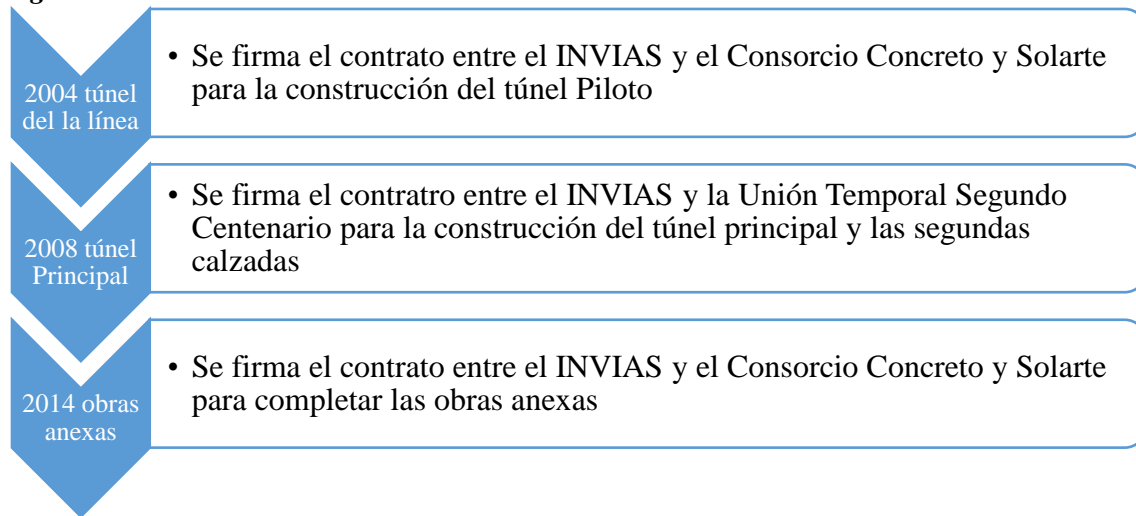
#### **5.4. Contexto inicial túnel de la línea**

Desde siempre en Colombia se ha tenido la necesidad de construir una carretera desde la capital colombiana que conecte con el Pacífico colombiano, por las distintas cuestiones de transporte de productos desde el puerto del país hasta su interior; es así como el gobierno pensó en el hoy llamado túnel de la línea a pesar de sus riesgos geológicos, vulcanológicos e hidrológicos. (Ortiz Olmeara, 2015)

De acuerdo con lo expresado en el 2020 por el periódico El Espectador, la idea del túnel de la línea se remonta a 1902 cuando el ingeniero Luciano Battle consignó en un informe la posibilidad de conectar el sur occidente y el centro del país, atravesando la cordillera central (Diario El Espectador, 2020). La idea fue adoptada por el gobierno de 1913, quien a partir de la ley 129 del mismo año ordenó el trazado del túnel. Nueve años más tarde se ordenó su construcción, sin embargo, aunque se intentó, las condiciones topográficas de la montaña y tecnológicas del proyecto no permitieron llevar a cabo el objetivo. Iniciativas que se repitieron en 1940 y 1950 obteniendo los mismos resultados, esto ocasionó que se optara por una vía que rodeara la montaña.

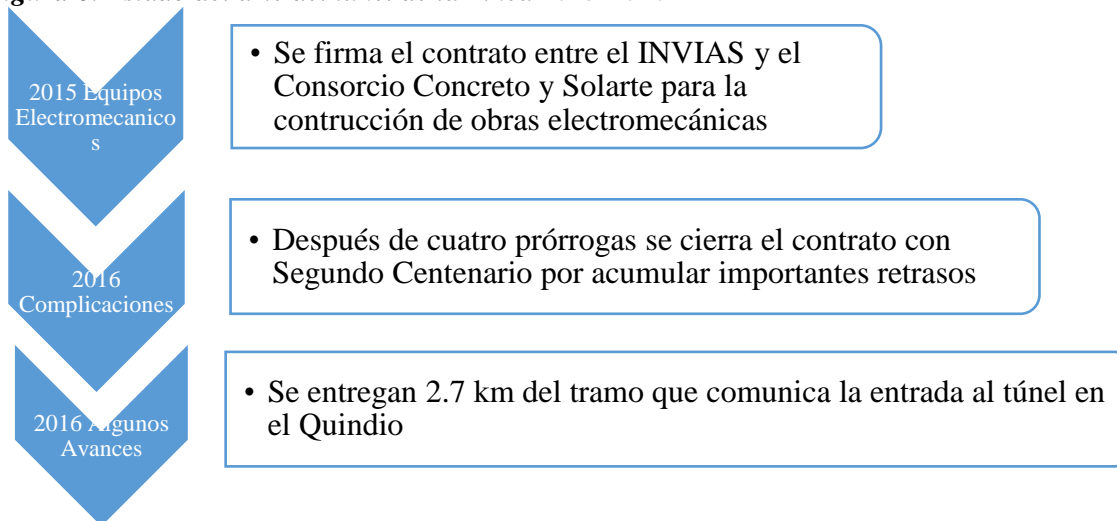
En 1985 el gobierno ordena la realización de estudios y diseños para la etapa de factibilidad de construir un túnel que atravesara la cordillera central. Para 1992 y 2000 se realizan fase II y III para la construcción del túnel junto con la licitación la cual no se concretó por falta de garantías y pólizas

**Figura 5.** Estado del arte del túnel de la Línea 2004-2014.



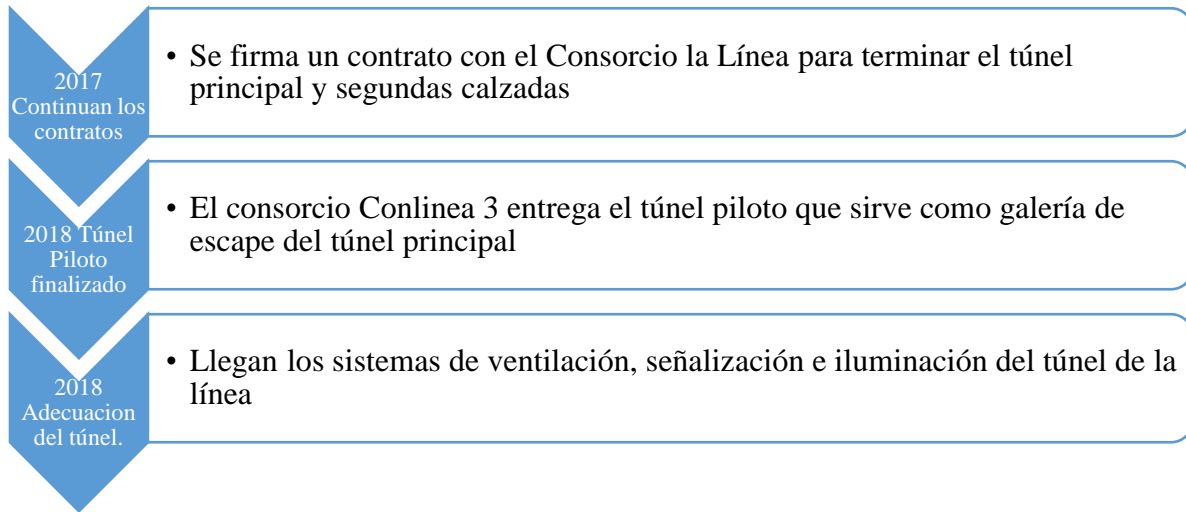
*Nota. Historia del túnel de la línea desde 2004 hasta 2014. Adaptado de Periódico El Espectador, artículo “Año a año: así se gestó el túnel de La Línea” (2020). Realizado por: Barragán (2021)*

**Figura 6.** Estado del arte del túnel de la Línea 2015-2016



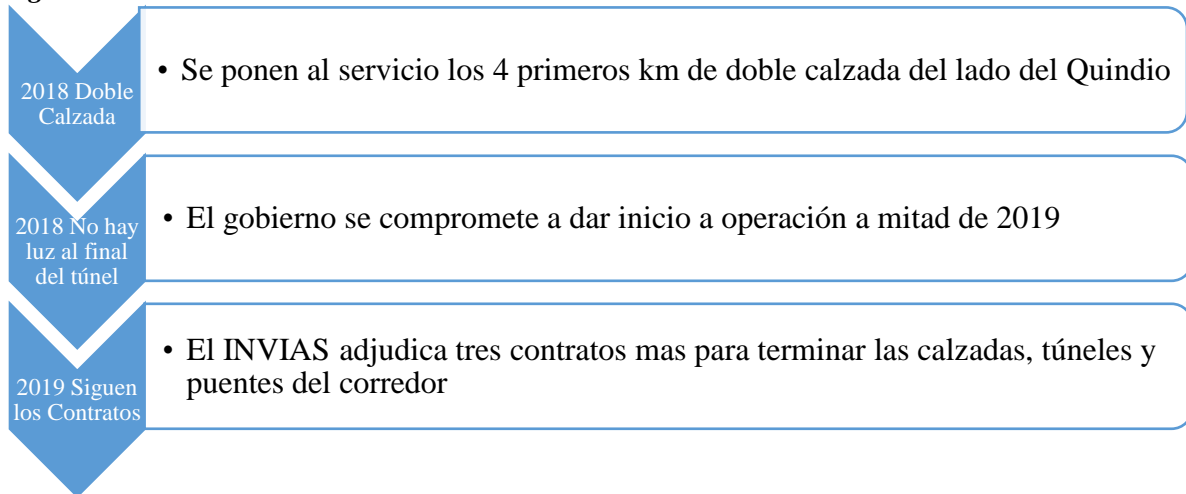
*Nota. Historia del túnel de la línea desde 2015 hasta 2016. Adaptado de Periódico El Espectador, artículo “Año a año: así se gestó el túnel de La Línea” (2020). Realizado por: Barragán (2021)*

**Figura 7.** Estado del arte del túnel de la Línea 2017-2018

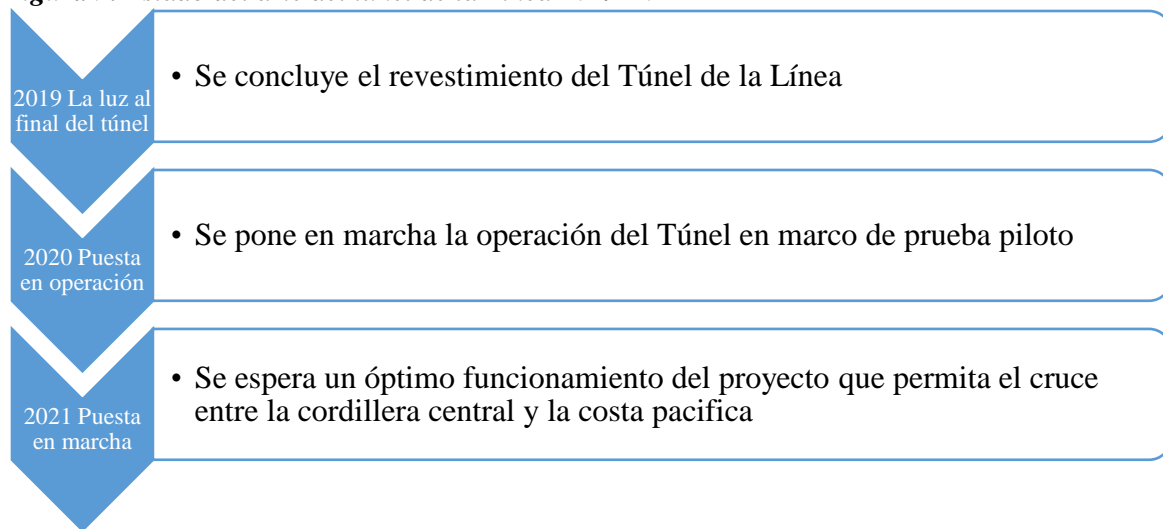


*Nota. Historia del túnel de la línea desde 2017 hasta 2018. Adaptado de Periódico El Espectador, artículo “Año a año: así se gestó el túnel de La Línea” (2020). Realizado por: Barragán (2021)*

**Figura 8.** Estado del arte del túnel de la Línea 2018-2019



*Nota. Historia del túnel de la línea desde 2018 hasta 2019. Adaptado de Periódico El Espectador, artículo “Año a año: así se gestó el túnel de La Línea” (2020). Realizado por: Barragán (2021)*

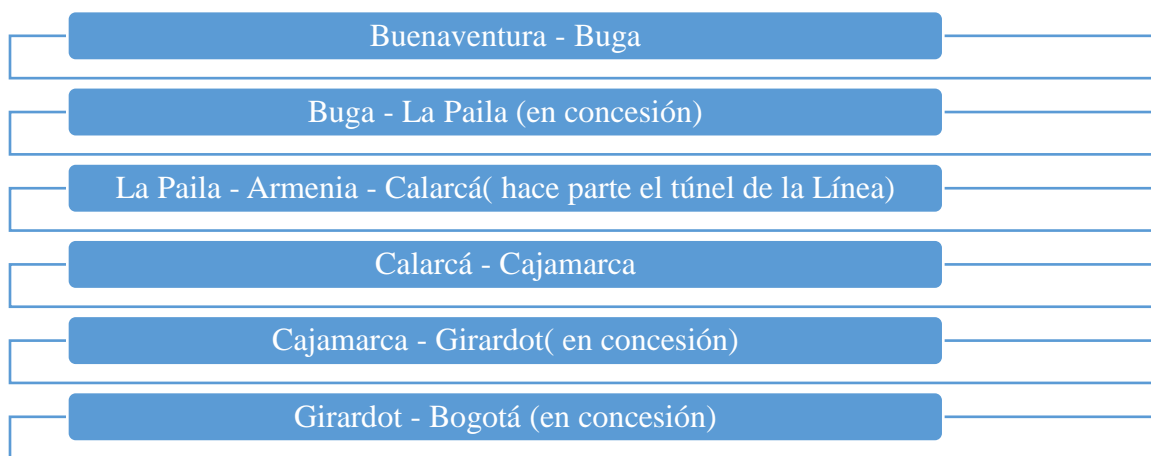
**Figura 9.** Estado del arte del túnel de la Línea 2019-2021

*Nota. Historia del túnel de la línea desde 2019 hasta 2021 Adaptado de Periódico El Espectador, artículo “Año a año: así se gestó el túnel de La Línea” (2020). Realizado por: Barragán (2021)*

## 6. Etapa Precontractual

El proyecto pertenece al corredor vial Bogotá - Buenaventura y se constituye como uno de los ejes más importantes del comercio, por su conexión con el puerto (INVIAS, 2013). El proyecto se diseña con una longitud de 503 km en doble calzada en 6 tramos que se representan en la figura a continuación:

**Figura 10.** Tramos proyecto vial.



*Nota. Tomado de la publicación: “Túnel de la Línea” por el Instituto Nacional de Vías (2013). Realizado por Barragán, 2021*

La Etapa I incluye dos Fases:

- Fase I.
  - Construcción del Túnel Piloto
  - Construcción Acceso al Portal del Quindío

La fase I buscó atravesar la cordillera central por medio de un túnel de exploración de 8.6 km a la altura de Calarcá y Cajamarca, adicional, esta fase incluyó la vía de acceso al túnel con una longitud de 3 km aproximadamente de acuerdo a los estudios.

- Fase II.
  - Construcción del Túnel Principal unidireccional sentido Bogotá - Buenaventura (Túnel II Centenario)

- Construcción de Doble Calzada Calarcá - Américas y Bermellón - Cajamarca

De acuerdo a la fase II que inicio en el 2008 y de acuerdo a los contratos se contaba con un periodo para esta etapa de 8 meses de fase de diseños y 46 meses para la construcción

La Etapa II incluye sólo una Fase

- Ampliación del Túnel Piloto a Túnel definitivo unidireccional sentido Buenaventura - Bogotá

## 6.1. Localización

El proyecto conecta la región del Quindío y el Tolima en la cordillera central por el alto de la línea haciendo parte del corredor vial Bogotá - Buenaventura en el tramo de Armenia – Ibagué.

*Figura 11. Túnel de la línea (2020)*



**Figura 12.** Trayecto Túnel de la Línea (2018)



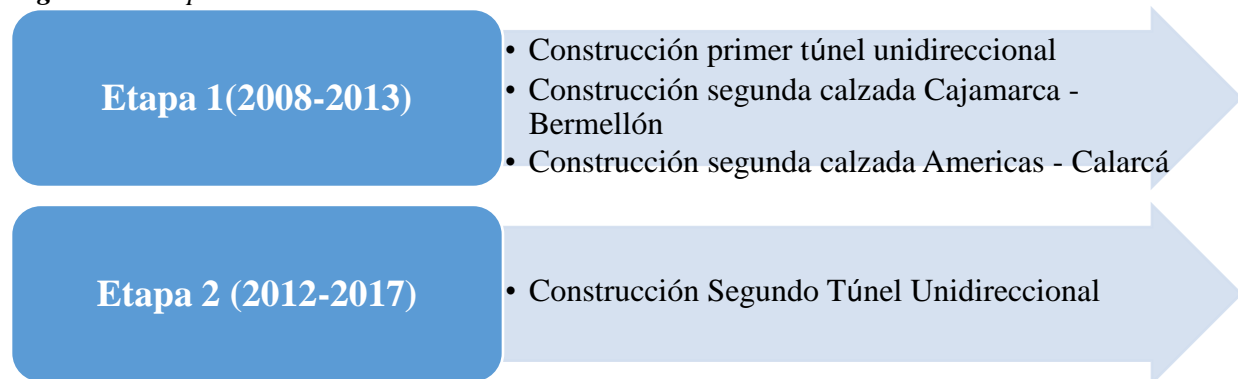
Nota. Tomado del artículo: “Vea el mapa y la ruta que seguirá el túnel de la Línea” Vanguardia (2020).

Nota. Tomado del artículo: “¿Qué tan ‘colgadas’ van las obras del túnel de la Línea? Adaptado de EL PAÍS (2018).

### 6.2. Etapas del proyecto - documento CONPES 3485

Tal como se comentó anteriormente, este cuenta con dos etapas que se evidencian en la figura a continuación de manera detallada

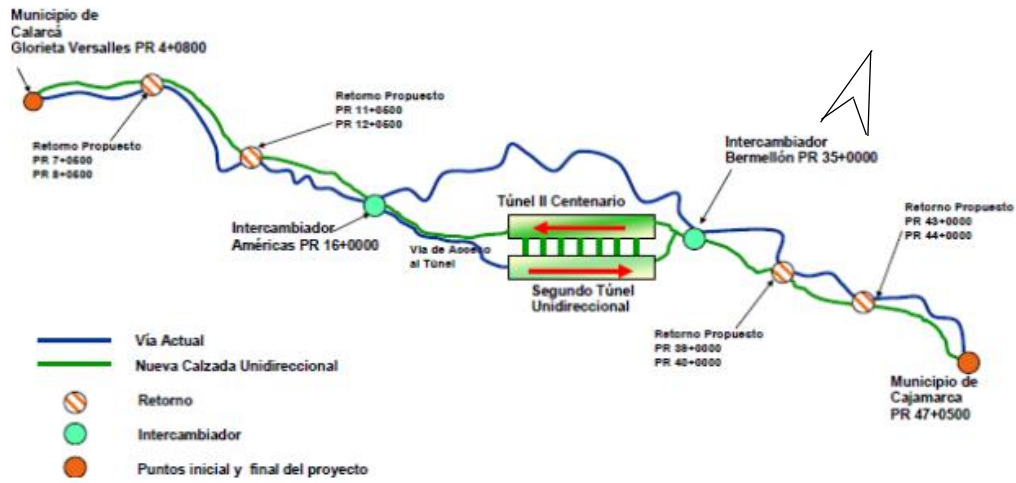
**Figura 13.** Etapas de Construcción.



Nota. Tomado de “Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura” por la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011). Realizado por Barragán (2021).

Del mismo modo, se evidencia el esquema inicial del proyecto que se presentó en entonces por el INVIAS mostrado a continuación:

**Figura 14.** Esquema inicial del proyecto.



*Nota.* Tomado de “Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura” por la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011).

## 7. Etapa Contractual

Según el documento CONPES 3511 de 2008 y de acuerdo al INVIAS los contratos ejecutados inicialmente, se evidencian en las siguientes tablas:

### *Contrato de construcción*

**Tabla 3.** *Contrato de Construcción.*

Contrato de construcción	
<b>Contrato No</b>	3460 de 2008
<b>Alcance</b>	Estudios y diseños, gestión social, predial y ambiental, construcción y operación del proyecto "CRUCE DE LA CORDILLERA CENTRAL: TÚNELES DEL II CENTENARIO - TÚNEL DE LA LÍNEA Y SEGUNDA CALZADA CALARCÁ - CAJAMARCA"
<b>Valor</b>	\$ 629.052'989.746.00 M/CTE
<b>Plazo</b>	70 meses (5,8 años)
<b>Contratista</b>	Unión Temporal Segundo Centenario
<b>Modalidad de contrato</b>	Llave en mano
<b>Fecha de inicio</b>	- 14 de abril 2009 - 13 de febrero 2015
<b>Finalización</b>	
<b>Modificación</b>	Se modifican 2009 Vigencia y plazo de ejecución 2009 etapa de ejecución se modifica las fechas de iniciación 2011 se modifica el programa de obra

*Nota. Tomado de "Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura" Adaptado de la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011). Realizado por Barragán (2021).*

De la tabla 4, es importante mencionar que de acuerdo con el contrato este debió ser culminado para el año 2015 evidenciando retrasos por más de cinco años adicionales a la fecha (entregado en 2020), sin contar que el año 2015 presentado en el contrato ya había sufrido diferentes modificaciones (2013 era el año inicial de culminación). En cuando a la modalidad del contrato (llave en mano) es importante mencionar que este establece la responsabilidad del contratista a realizar todas las actividades que sean necesarias para el cumplimiento del proyecto a diferencia de pago global que admite ajustes, el contrato llave en mano depende de la eficiencia en la planeación y previsión de riesgos. Donde el contratista tiene la autonomía para definir su metodología de planeación y construcción asumiendo dichas responsabilidades, donde se deben resaltar los siguientes aspectos:

El primero de ellos es la responsabilidad donde el contratista es el responsable único valga la redundancia, de la ejecución no solo completa sino oportuna de todas las actividades que se contemplen en el objeto y contrato además de los documentos anexos contractuales que este contenga.

Adicional a lo anterior, es importante mencionar que el reconocimiento económico se encuentra discriminado durante los primeros seis años que son el periodo inicial del proyecto y no en 7 años como se estipula en la modificación del contrato. Datos que se observan en la tabla a continuación:

**Tabla 4. Reconocimiento económico.**

VIGENCIA	DISPONIBILIDAD DE LA VIGENCIA
2008 <sup>5</sup>	\$ 57.684'159.160.00
2009	\$ 175.820'310.634.00
2010	\$ 176.260'647.727.00
2011	\$ 96.622'539.225.00
2012	\$ 206.058'334.071.00
2013	\$ 16.606'998.929.00
	<b>\$ 629.052'989.746.00</b>

*Nota. Tomado de "Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura" por la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011).*

Por otra parte, la indexación del contrato se considera únicamente para el valor de actas de recibo parcial de las metas, solo si estas tienen una variación del año corrido el IPC cuando supere el 6%, de lo contrario los valores son asumidos por el contratista. El riesgo geológico solo se tiene en cuenta si en este se encuentran nuevas fallas, en cuanto a las cantidades de obra el contrato no estableció la medición de cantidades y además no aceptaban modificación.

En consecuencia, a lo anterior la ejecución del proyecto por etapas tenía la siguiente información:

**Tabla 5. Etapas según contrato.**

	ETAPA DE INICIACIÓN	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
<b>Plazo</b>	8 meses	46 meses	24 meses
<b>Valor</b>	\$8.627'583.528.00	\$603.503'846.157.00	\$16.921'560.061.00
<b>Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios y diseños</li> <li>• Gestión predial</li> <li>• Gestión social</li> <li>• Gestión ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Gestión predial</li> <li>• Gestión social</li> <li>• Gestión ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento rutinario</li> <li>• Gestión social</li> <li>• Gestión ambiental</li> </ul>
<b>Fecha Iniciación</b>	14 de Abril-2009	01 de Julio-2009	Iniciará una vez entren en operación los tramos de segunda calzada y el túnel unidireccional de La Línea.
<b>Fecha Terminación</b>	13 de Diciembre-2009	30 de Abril-2013	

*Nota. Tomado de "Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura" Adaptado de la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011).*

Es importante mencionar desde este momento del documento, que los plazos y valores inicialmente estipulados no son los finales y los cuales se abordaran en el apartado del estado actual del proyecto.

## 7.1. Diseño

En términos generales y de acuerdo a (Guerrero Pacheco, et al, 2005) el diseño está compuesto en forma de herradura, con el fin de adecuarse a las condiciones geológicas del trazado, la solera es plana en función del macizo rocoso la pendiente longitudinal es de alrededor de 1%, con profundidades de hasta los 880 m, pero con profundidad media de 500 m. Esto como complemento a los datos anteriormente descritos.

El cuanto al desarrollo del proyecto fueron necesarios 393 predios los cuales estaban a cargo de la Subdirección de Medio ambiente del INVIAS los cuales pertenecían y debían la ser gestionados a los Consejos Comunitarios de Bajo Calima, San Cipriano, y Córdoba.

Para los trabajos de limpieza y desmonte se encuentran un área de alrededor de 5 Ha de explanación y además una tala de alrededor de 7000 tipos de árboles aproximadamente que tendrían su respectiva compensación. Se obtuvo además un volumen de alrededor de 900 m<sup>3</sup> con

una densidad promedio de 1.8 kg/cm<sup>3</sup> de biomasa vegetal. Por su parte la remoción de capa vegetal o descapote se tuvo una cantidad de volúmenes de los 23.130 m<sup>3</sup> que incluían el acceso al Bermellón, a Galicia y los botaderos según lo informo el plan de manejo ambiental presentado por el contratista. (Guerrero Pacheco, Pérez Castiblanco, & Forero Murillo, 2005)

En cuanto al primer túnel unidireccional que se encuentra paralelo al túnel piloto se muestran diferentes características de diseño inicialmente

- Altitud de inicio (Quindío): 2422 msnm
- Altitud Finalización (Tolima): 2505 msnm
- Longitud: 8.8 km
- Ancho de Calzada: 9.3 m incluyendo dos carriles y bermas en ambos costados
- Andenes laterales: 1m (min 0.75m)

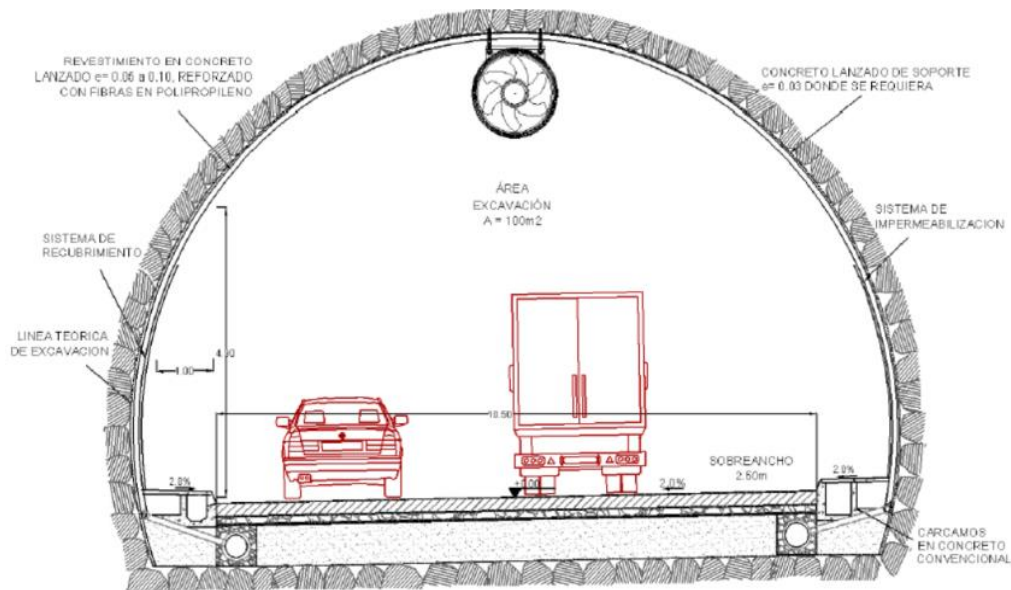
Sin embargo, los criterios finales de dicho túnel se muestran a continuación:

- Altitud de inicio (Quindío): 2417 msnm
- Altitud Finalización (Tolima): 2505 msnm
- Longitud: 8.8 km
- Ancho de Calzada: 10.5 m incluyendo dos carriles y bermas en ambos costados
- Andenes laterales: 1m
- Pendiente: 1% descendiendo al Quindío
- Pilar de roca: Max 80 m
- Galibo de operación vehicular: 4.9 m
- Revestimiento en hastiales y bóveda además de 100% impermeable
- Área de Excavación: 100 m<sup>2</sup>
- Velocidad de diseño: 60 km/h min
- Calzada en concreto hidráulico
- Franja de seguridad: 0.35 m en cada lado, concreto hidráulico
- Espacios para parqueo de emergencia: 10 nichos
- Espacios contra incendios: 60 Mínimo
- Galerías de emergencia: 9 peatonales y 8 vehiculares

El diseño además contempla un sistema de agua de drenaje superficial independiente, y uno para aguas subterránea, la contratista debía construir y diseñar un pretratamiento y disposición final de las aguas de infiltración, según como lo informa la normativa ambiental

A continuación, se presenta un esquema de la sección típica del túnel:

**Figura 15.** Esquema túnel.

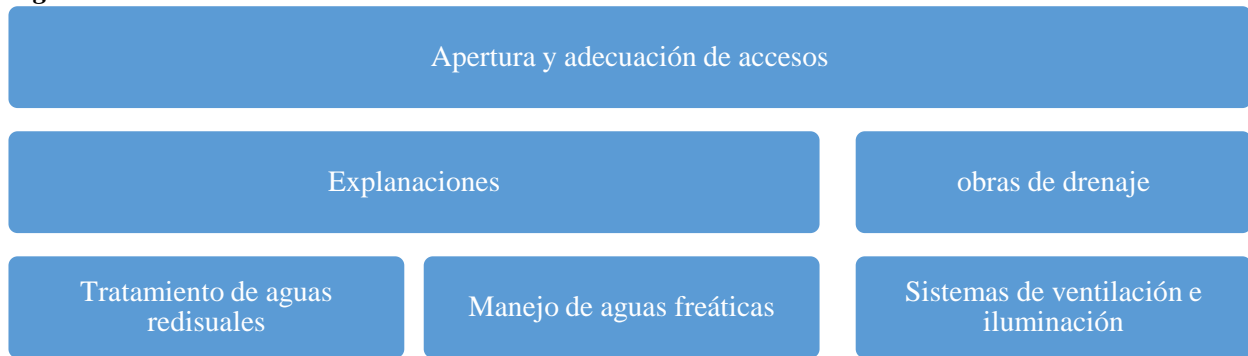


*Nota. Tomado de "Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura" Adaptado de la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011).*

El desarrollo del proceso constructivo está dado en cumplimiento al método tradicional Austriaco de túneles N.A.T.M. el cual integra la roca alrededor del túnel de manera circular de modo que este actúe como soporte y así mejorar las capacidades de auto soporte. Y con esto estabilizar y controlar la descompresión de la roca. La construcción se basa en dos procesos: Excavación y sostenimiento primario. El primero de ellos corresponde al retiro de material mediante la voladura del terreno y el sostenimiento corresponde a la colocación de los elementos de diseño (Bóveda, Banca y Solera.)

## 7.2. Obras anexas al túnel

Las obras anexas al túnel se encuentran en la tabla a continuación:

**Figura 16.** Obras anexas.

*Nota. Tomado del artículo “Programa de implementación del plan de manejo ambiental – Pipma del proyecto” “Túnel Piloto – Túnel de la Línea carretera Ibagué – Armenia” Adaptado de la Universidad Libre de Colombia (2005)*

### 7.3. Estudios y diseños

Para el análisis de estudios y diseños en el ámbito técnico es importante mencionar que el valor estipulado para la oferta en el pliego de condiciones, se da mediante un estudio realizado anteriormente y celebrado por el contrato INV-760 de 1998 los cuales mostraron el estudio respecto a geofísica de reflexión, refracción sísmica y tomografías eléctricas cuyo objeto era el “apoyo en los estudios técnicos, asesorías y acompañamiento técnico, administrativo y jurídico de la estructuración del programa de corredores arteriales complementarios para la competitividad” estudios entregados para finales del año 2000, dicho proyecto se dividió y finalmente se dio como túnel piloto de la línea, que en un inicio el riesgo geológico desde un principio lo asumiría la Nación y dar viabilidad al sistema de dos túneles unidireccionales, con la disponibilidad presupuestal de 703 mil millones. Lo que posteriormente se dio el proceso actual para 2007 y con resultados desiertos. Para el 2008 se ejecutó la modalidad llave en mano y con esto, se ajustaron los valores de los riesgos que tenía el contratista además de los altos costos asociados a la administración e imprevistos

Los estudios contemplaban requisitos tales como:

- Estudios y Diseños
- Gestión predial, social y ambiental
- Construcción
- Mantenimiento y obra civil
- Administración, utilidad y riesgos

De acuerdo con esto los estudios y diseños contemplaban 7.200'000.000 cotizado entre diseños y equipos electromecánicos para utilizar en la operación. En cuanto a la gestión predial social y ambiental se pretende un valor de 18.000'000.000.

En el caso de la construcción del túnel se representa a partir de los resultados encontrados en la excavación del túnel piloto, además del estudio contratado en 1998, para los estudios de geofísica de reflexión, refracción sísmica y de tomografías se da a partir del contrato 688 de 2004. Con base a la clasificación encontrada y proyectada. Se asume una sección transversal de 90 metros cuadrados y de acuerdo con estos se proyectan los costos de soporte, impermeabilización, excavación pavimento y drenaje.

**Tabla 6.** Costos de soporte, impermeabilización, excavación pavimentos y drenaje

TIPO DE TERRENO	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI	Falla
DESCRIPCION	Vr. \$	Vr. \$	Vr. \$	Vr. \$	Vr. \$	Vr. \$	Vr. \$
Excavación Subterránea	4,558,858	5,435,562	6,487,606	8,065,673	9,468,398	10,520,442	12,273,850
Soporte	1,753,407	2,630,111	6,136,925	18,410,774	23,670,996	40,328,363	73,643,097
Revestimiento	5,084,881	5,084,881	5,084,881	5,084,881	5,084,881	5,084,881	5,084,881
Trabajos Miscelaneos	2,980,792	2,980,792	2,980,792	2,980,792	2,980,792	2,980,792	2,980,792
<b>Subtotal</b>	<b>14,377,938</b>	<b>16,131,346</b>	<b>20,690,204</b>	<b>34,542,120</b>	<b>41,205,067</b>	<b>58,914,478</b>	<b>93,982,620</b>
Otros Items 10%	1,437,794	1,613,135	2,069,020	3,454,212	4,120,507	5,891,448	9,398,262
<b>Total</b>	<b>15,815,732</b>	<b>17,744,481</b>	<b>22,759,224</b>	<b>37,996,332</b>	<b>45,325,574</b>	<b>64,805,926</b>	<b>103,380,882</b>

TIPO DE TERRENO	Tipo I	Tipo IIA	Tipo IIB	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Falla	Total
\$/ml	\$ 15,815,732	\$ 17,744,480	\$ 22,759,224	\$ 37,996,331	\$ 45,325,573	\$ 64,805,926	\$ 103,380,881	
Longitud Túnel Piloto	429.61139	2165.0566	2108.55627	1109.87987	525.10006	347.7629	352.43291	7038.4
Longitud Geofísica	0	130.6	229.3	649.7	300	302	150	1761.6
Longitud Total	429.61139	2295.6566	2337.85627	1759.57987	825.10006	649.7629	502.43291	8800
VIR Parcial	\$ 6,794,618,608.39	\$ 40,735,232,625.57	\$ 53,207,794,528.73	\$ 66,857,579,161.46	\$ 37,398,133,001.83	\$ 42,108,486,414.95	\$ 51,941,956,879.19	\$ 299,043,801,220.12

Nota. Datos encontrados dentro del contrato 688 de 2004

De acuerdo con la información presentada el costo de la obra civil del túnel es de \$ 299.043'801.220 más un valor de 3.000'000.000 por cuestión de edificios de control.

Por su parte para el mantenimiento de la obra civil los siguientes 2 años tal como se expresa en el pliego de condiciones el valor es de 5.000'000.000. la administración debe ser contemplada de la siguiente manera con un valor por el 16% utilidad por el 5% e imprevistos por el 4%

- Imp. De guerra = 5.0%
- Imp. De timbre = 1.5 %
- Imp. De industria y comercio = 1.0%
- Imp. 4x 100 = 0.4%

- Pólizas = 2%
- I.V.A sobre utilidad =0.6%
- Demás gastos = 5%

En cuanto a los riesgos se estipula que son a cargo del Invias y del contratista de la siguiente manera:

- Estudios y diseños = 1.5%
- Gestión Predial =2.75%
- Costo obra civil 6.25%
- Mantenimiento =0.5%

#### **7.4.Etapas del proyecto**

Dentro del proyecto existen etapas que están conformadas por Aspectos, los cuales involucran riesgos de acuerdo a su función y desarrollo, algunos Aspectos estarán implicados en toda la duración del proyecto, con diferentes tipos de riesgo.

Etapas de Iniciación: conformada por los siguientes Aspectos que pueden generar riesgo

- Estudios y diseños.
- Gestión Predial.
- Gestión Social.
- Gestión Ambiental.
- Financiación.
- Fuerza mayor asegurable.
- Fuerza mayor no asegurable.

Etapas de Construcción: conformada por los siguientes Aspectos que pueden generar riesgo

- Estudios y diseños.
- Construcción.
- Gestión Predial.
- Gestión Social.
- Gestión Ambiental.

- Geológicos.
- Financiación.
- Fuerza mayor asegurable.
- Fuerza mayor no asegurable

## **8. Aspectos importantes adicionales**

Dentro de los aspectos adicionales, son tenidos en cuenta la adecuación de campamentos y almacenes, además del transporte de los diferentes materiales de construcción, por su parte es necesario tener en cuenta las excavaciones superficiales y subterráneas, así mismo como la perforación específica del túnel además del soporte de este.

Se debe tener en cuenta a su vez, la movilización, el transporte y operación de vehículos, la maquinaria y los equipos cumpliendo con las especificaciones y condiciones técnicas, tecnológicas, ambientales y de calidad para operar dentro de la obra. Por otra parte, el proyecto también debía incluir el manejo integral de residuos sólidos, así como la operación de botaderos, que implica no solo la adecuación de los mismos, sino sistemas de drenaje, además de acomodar el lugar.

El proyecto comprometido con la gestión ambiental también contemplaba una restauración paisajista como actividad complementaria a la revegetación donde se identificaban dónde iban elementos como pastos y árboles, bahías entre otros elementos. Esto incluyendo la demarcación y señalización temporal y definitivo de todo tipo como informativo y preventiva siempre en torno a la protección ambiental y preservación de los recursos naturales.

## 9. Falencias e imprevistos en el proyecto

### 9.1. Diferentes contratos

De acuerdo con lo abordado a lo largo del documento y según lo estipulado en el contrato 3460 de 2008, el objeto contemplaba la totalidad del proyecto, sin embargo, para este fueron necesarios diferentes contratos anexos que demuestran diferentes falencias en el proyecto y que se encuentran a continuación:

#### *a. Contrato de construcción del túnel principal y segunda calzada Calarcá – Cajamarca*

A modo de resumir los datos relevantes se tienen los siguientes:

- Contrato 3460 de 2008
- Contratista: Unión Temporal Segundo Centenario
- Precio Global y Fijo \$629.052.989.746
- Fecha de Inicio: 14/04/2009
- Fecha de Terminación: 30/11/2016

A pesar de que anteriormente se tenían en cuenta las condiciones del contrato gracias a las modificaciones como en plazo adicional de que estas no incluyeron construcción de algunos intercambiadores, la terminación de obras anexas, la terminación del túnel piloto ni la adquisición de los equipos electromecánicos del túnel principal (Ministerio de Transporte, 2017).

De acuerdo con lo anterior, la interventoría mediante un oficio recomendó iniciar un proceso administrativo sancionatorio por el presunto incumplimiento de las obligaciones a lo que el INVIAS garantizando el debido derecho a la defensa, en el año 2015 mediante la resolución 0330 de 27 de enero de 2015 se le dio caducidad al contrato. En ese sentido y por medio de un acuerdo conciliatorio, la unión temporal presentó diferentes alternativas por concepto en altos costos como en el revestimiento del túnel, mayores cantidades de obra principalmente.

Finalmente, se acordó de acuerdo (Ministerio de Transporte, 2017):

- Se amplía la etapa de construcción hasta el 30 de noviembre de 2016, 18 meses más de lo inicialmente acordado
- El INVIAS y la UT acordaron que la ejecución de las obras sería sujeta al cumplimiento del cronograma y de las metas específicas

- Sería por parte del contratista prorrogar las garantías
- Se excluyó la etapa de operación del contrato
- Se incorporaron recursos por (\$74.446.268.147,90) y (\$20.302.267.936,76). Por concepto de riesgo geológico
- Se hace un pago al contratista por a efectos de reconocimiento y pago del acuerdo conciliatorio (\$26.272.180.000) más IVA

***b. Contrato de terminación del túnel piloto***

- Contrato 1883 de 2014
- Contratista: Consorcio Conlínea
- Valor del Contrato: \$104.653.843.165
- Fecha de Inicio: 15/01/2015
- Fecha de Terminación: 15/12/2016

Para la terminación del túnel piloto que incluye actividades de revestimiento, pavimento, manejo de aguas, tratamiento de zonas de falla y acabados finales. Como función del túnel principal y túnel de rescate.

***c. Contrato de acceso obras anexas***

- Contrato 603 de 2014
- Contratista: Consorcio Conlinea
- Valor del Contrato: \$109.656.618.561
- Fecha de Inicio: 19/08/2014
- Fecha de Terminación: 30/06/2016

Este contrato pretende “*ejecutar las obras complementarias requeridas para terminar este acceso que comprenden la pavimentación de la vía, obras de protección y estabilización de taludes, manejo de aguas, terminación de 3 túneles cortos (revestimiento, pavimentación y túneles falsos) y 3 puentes*”

***d. Contrato intercambiador Versalles***

- Contrato 1793 de 2015
- Contratista: Consorcio Vial Cordillera Central
- Valor del Contrato: \$100.386.295.80
- 5 Fecha de Inicio: 01/02/2016
- Fecha de Terminación: 30/04/2018

La obra ubicada en Calarcá tiene como objetivo garantizar la funcionalidad de la segunda calzada (Ministerio de Transporte de Colombia, 2020)

***e. Contrato por equipos electromecánicos***

Con el fin de garantizar la seguridad y comodidad de quienes transiten los equipos comprenden todo lo relacionado con extinción, ventilación, iluminación y control automatizado de última tecnología

- Contrato 1793 de 2015
- Contratista: Consorcio Vial Cordillera Central
- Valor del Contrato: \$100.386.295.805
- Fecha de Inicio: 01/02/2016
- Fecha de Terminación: 30/04/2018

***Puesta en marcha y entrega según contratos***

Según la información por cada uno de los contratos las dos etapas del proyecto se debían entregar a noviembre de 2016 de modo que la instalación de los equipos electromecánicos se entregue en enero de 2018 y darle apertura al túnel.

**9.2. Imprevistos**

Según (Huertas Pineda, 2016) definió ciertos aspectos argumentales que de acuerdo a su análisis consideró como percances y fallas en el proyecto y que en el documento se tienen en cuenta como imprevistos (Guerra, 2020):

- De acuerdo con lo asegurado por el ingeniero Carlos Collins en la Revista Semana, se invirtieron recursos en el revestimiento del túnel y riesgos geológicos ocasionados por la ola invernal que se dio en el 2010
- Recursos a otras actividades que no eran como problemas ambientales por la contaminación de fuentes de agua, cambios de diseños, estudios no previstos, gestión en la interventoría
- Multa por 2927 millones de pesos en el 2012 por vertimiento indebido en aguas residuales
- Según (Huertas Pineda, 2016), afirma que el gobierno destinó recursos a estudios de fallas geológicas como lo es La gata y La Soledad además tratamientos de las mismas, los cuales no fueron previstos, como los riesgos técnicos en cambios de diseños
- Según la defensoría del pueblo mediante testimonios se afirma que la seguridad no fue la adecuada además de las demoras en su pago de salarios y exposición a contaminación
- El riesgo geológico solo se evidencia y se reconoce en nuevas fallas o se presenten mayores fallas
- Accidentes con fallas fatales suspendieron obras, falta de garantías en salud y seguridad laboral
- La CAR impuso una sanción por 860 millones de pesos a la corporación autónoma regional del Quindío CRQ por depósito de escombros provenientes de las excavaciones en el túnel. Razón por la cual la CRQ impuso una multa en el 2014 al contratista por 3080 millones con objeto de contaminación de fuentes hídricas y deterioro en ecosistema

## 10. Túnel de la línea en la actualidad

El túnel puesto en operación hasta el 4 de septiembre de 2020 (4 años después del tiempo modificado en el contrato y 7 años en el contrato inicial) cuenta con una longitud de 8.65 kilómetros convirtiéndose como el túnel más largo de América latina tal como lo presentó la presidencia en un comunicado (As Colombia, 2020).

El túnel solo se habilitó en un sentido dado las condiciones de la montaña, según lo informa la ministra de transporte, quien afirma que es una razón técnica, ya que la cordillera central es atravesada por 8 fallas geológicas. Asegurando que desde un principio no era viable atravesar dicha cordillera.

El costo final fue de 270 millones de dólares, redujo en 50 minutos el tiempo del corredor total, reduciendo un promedio de 200 accidentes que se registraban a anualmente (As Colombia, 2020), sin embargo, las inversiones totales del proyecto que considero el cruce de la cordillera supero los \$2.9 billones con un resultado de la doble calzada de 30 kilómetros, 31 viaductos, 25 túneles y 3 intercambiadores viales.

A pesar de lo anterior, el INVIAS ha anunciado diferentes cierres en el tramo donde se evalúan riesgos previamente evaluados, sin contar los derrumbes los cuales han hecho el cierre con el fin de preservar la vida del transeúnte. Es decir que, al cierre del año 2020, presentaba una ejecución por contrato tal como se evidencia en la siguiente figura discriminada

**Figura 17.** Ejecución de contratos Túnel de La Línea

FRENTE	ACTIVIDAD	VALOR CONTRATADO	FECHA INICIO	FECHA TERMINACIÓN	AVANCE	ESTADO
Túnel piloto	CTO 557-2004 EXCAVACIÓN TÚNEL PILOTO	\$ 195.914	22/07/04	31/10/09	100%	TERMINADO
Túnel Principal	CTO LLAVE EN MANO 3460-2008 CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL PRINCIPAL	\$ 983.572	14/04/09	30/11/16	100%	PLAZO FINALIZADO SIN CUMPLIMIENTO DEL OBJETO
Quindío	CTO 603-2014 TERMINACIÓN DE OBRAS ANEXAS QUINDIO	\$ 118.329	19/08/14	15/12/16	100%	TERMINADO
Túnel piloto	CTO 1883-2014 ADECUACIÓN TÚNEL PILOTO COMO TÚNEL DE RESCATE	\$ 157.461	15/01/15	15/03/18	100%	TERMINADO
Equipos EM	CTO 1759-2015 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS	\$ 379.945	1/02/16	31/12/20	95%	EN EJECUCIÓN
Quindío	CTO 1793-2015 CONSTRUCCIÓN INTERCAMBIADOR VERSALLES	\$ 124.389	1/02/16	31/07/18	100%	TERMINADO
Túnel Principal	CTO 2240-2016 URGENCIA MANIFIESTA	\$ 9.068	6/01/17	30/07/17	100%	TERMINADO
Túnel Principal	CTO 806-2017 CONTRATO TERMINACIÓN PROYECTO TÚNEL PRINCIPAL	\$ 365.104	31/07/17	30/11/19	100%	TERMINADO
Tolima	CTO 877-2019 CULMINACIÓN CONSTRUCCIÓN TÚNELES CORTOS, VÍA A CIELO ABIERTO Y PUENTES ENTRE INTERCAMBIADOR BERMELLON Y TÚNEL 16 (KM38+815)	\$ 151.754	24/05/19	23/12/20	53%	EN EJECUCIÓN
Tolima	CTO 880-2019 CULMINACIÓN CONSTRUCCIÓN TÚNELES CORTOS, VÍA A CIELO ABIERTO Y PUENTES ENTRE TÚNEL 16 (KM38+815) Y LLEGADA AL MUNICIPIO DE CAJAMARCA	\$ 169.977	24/05/19	23/12/20	47%	EN EJECUCIÓN
Quindío	CTO 885-2019 CULMINACIÓN CONSTRUCCIÓN TÚNELES CORTOS, VÍA A CIELO ABIERTO Y PUENTES ENTRE EL KM7+895 E INTERCAMBIADOR AMÉRICAS SEGÚNDA CALZADA QUINDÍO	\$ 150.943	24/05/19	23/12/20	42%	EN EJECUCIÓN
Túnel Principal	CTO 1305-2019 URGENCIA MANIFIESTA	\$ 34.244	18/07/19	31/03/20	100%	TERMINADO
Túnel Principal	CTO 1593-2019 MANTENIMIENTO INTEGRAL CORREDOR ARMENIA - CAJAMARCA y LA VARIANTE CALARCÁ – CIRCASIA	\$ 45.054	30/08/19	30/06/20	94%	EN EJECUCIÓN
<b>TOTALES</b>		<b>\$2,9 billones</b>			<b>91%</b>	

Nota: Realizado por el Ministerio de Transporte (2020)

## 11. Resultados

### 11.1. Resultados para objetivo específico 1

En cuanto a los aspectos técnicos iniciales del proyecto las dos etapas presentadas en el documento CONPES inicialmente contemplaban la realización de la segunda calzada y el primer túnel unidireccional adicional de la culminación del túnel piloto con fecha del 2017 que posteriormente fue modificado en el contrato en el 2016 como se evidencia en la figura 5 del documento.

De acuerdo con lo ejecutado se inauguró en el 2020 resultado de la doble calzada de 30 kilómetros, 31 viaductos, 25 túneles y 3 intercambiadores viales, sin embargo, este solo se inauguró en un solo sentido lo que podría indicar que en cuanto al objeto se estaría cumpliendo parcialmente ya que de acuerdo al contrato la construcción contemplaba dos túneles unidireccionales El primero de ellos el paralelo al túnel piloto, y el segundo la ampliación del mismo el cual no se ejecutó.

En cuanto a los costos, el presupuesto de la primera etapa era de 570 mil millones que posteriormente fue modificado a 629 mil millones y la etapa 2 con un valor estimado de 290 mil millones lo que en total definiría un presupuesto total de 921 mil millones de pesos de acuerdo a CONPES en el 2008. Sin embargo, el valor final superó los \$2.9 billones de pesos considerando que este, finalmente fue de casi tres veces el valor inicial y que además sufrió retrasos en el periodo de entrega como se evidencia en el apartado de contratos.

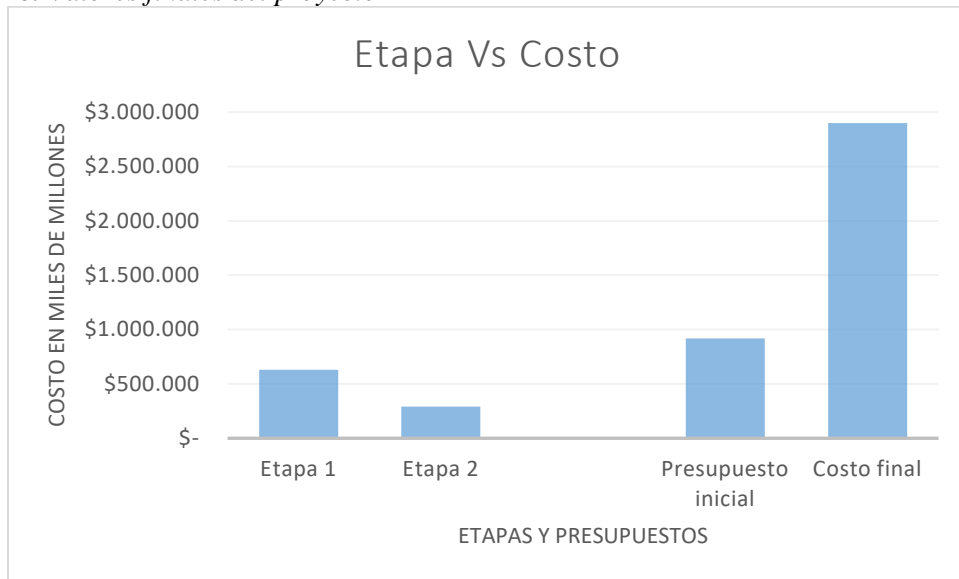
*Tabla 7. Contrato de Construcción No.3460 de 2008*

<b>Característica Contrato 3460 de 2008 (Contrato de Construcción)</b>	<b>Descripción</b>
<b>Costo</b>	Costo Inicial: 629 Mil Millones peso colombiano Costo Final 2.9 Billones peso colombiano
<b>Duración</b>	Duración Estimada: 70 Meses Duración Total: 137 meses (Entregado, pero con algunas observaciones)
<b>Contratistas</b>	Unión Temporal Segundo Centenario
<b>Modificaciones</b>	Modificación 1: 08/ 2009 Modificación 2: 08/2009 Otro si: 02/ 2010 Modificación 3: 07/2013 Modificación 3 Anexo 2: 07/2013

Tabla 7. Continuación

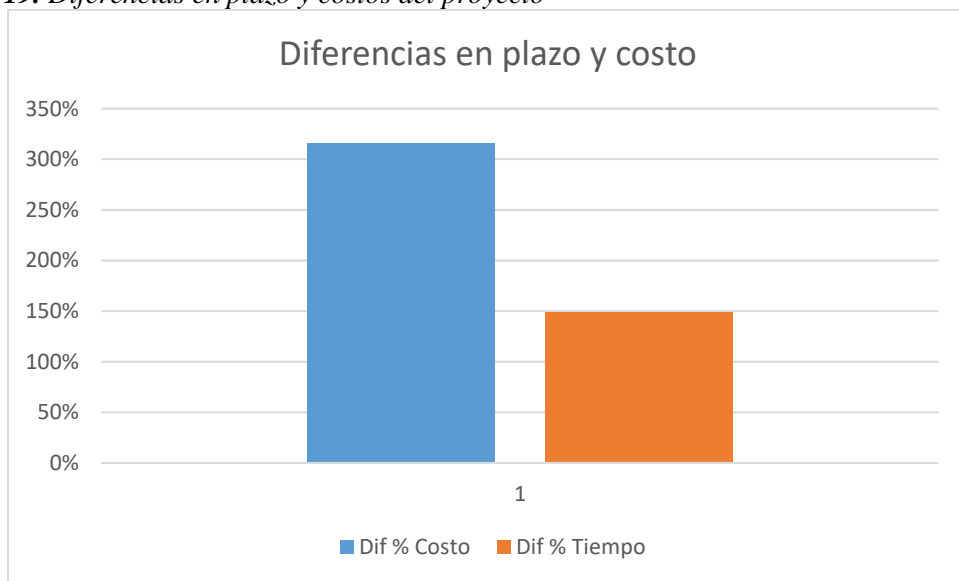
<b>Modificaciones</b>	<p>Modificación 4: 07/13  Modificación 5: 07/13  Modificación 6: 07/13  Cesión de posición: 02/2014  Modificación 7: 02/2014  Modificación 8: 02/2014  Modificación 9: 02/2014  Modificación 10: 09/2014  Modificación a cláusula de solución de controversias: 09/2014  Modificación 11 Adición al contrato: Riesgo Geológico 04/2015  Modificación 12: adición al contrato 12/2015  Aclaración cláusulas  Modificación 13: Cláusulas 04/2016  Modificación 14: garantía de cumplimiento 04/2016  Modificación 15: Riesgo Geológico 04/2016  Modificación 16: Acuerdos Conciliatorios 08/2016  Modificación 17: 09/2016  Modificación 18: 09/2016  Modificación 19: 09/2016</p>
<b>Problemas</b>	<p>Implementación de recursos del proyecto a imprevistos como olas invernales, además hacia aquellos ocasionados a los problemas ambientales de las fuentes de agua, y la gestión de la interventoría  Multas por mal manejo de aguas residuales  Recursos destinados eventualmente a más estudios y diseños  Tratamiento a problemas geológicos e hidrológicos  Cambios en diseños  Mal manejo de pagos a empleados  Accidentes y suspensión de labores  Sanción por depósito de escombros</p>
<b>Repercusiones</b>	<p>Sobre costos  Sobre tiempos  Pérdida de vidas  Mala reputación  Desequilibrio económico</p>

**Figura 18.** Valores finales del proyecto



Nota: Realizado por el Barragán (2022)

**Figura 19.** Diferencias en plazo y costos del proyecto



Nota: Realizado por el Barragán (2022)

De acuerdo a las figuras anteriormente descritas se evidencia no solo un costo inicial de aproximado de \$0.9 billones de pesos que termino en un valor de \$2.9 billones lo cual demuestra que su costo supero tres veces lo planeado inicialmente con un 316%, algo que aunque no tiene las mismas cifras en el plazo, también existió un retraso el cual está destinado para alrededor de

90 meses termino en 135 meses, al momento de su inauguración lo cual demuestra que su duración fue del 148%.

## 11.2. Resultados objetivo específico 2

Sin lugar a duda el proyecto sufrió de sobre costos tal como se evidencia en los resultados el objetivo específico uno adicional, de identificar no solo sobre costos, como en el diseño por riesgos geológicos, riesgos en el proyecto en general como lo fueron los técnicos, referentes a cambios de diseños, estudios no previstos el cuestionamiento a la gestión en la interventoría, sin contar las modificaciones a los contratos no solo por incumplimiento, si no prorrogas en el tiempo, adición en el presupuesto entre otros factores evidenciados y expuestos además, el uso indebido de los recursos, mal manejo administrativo, sanciones por mal manejo de vertimiento indebido en aguas residuales por 2927 millones y otra sanción por 3080 millones con objeto de contaminación de fuentes hídricas y deterioro en ecosistema según la corporación autónoma regional del Quindío CRQ. Sin contar la falta de garantías para los trabajadores lo que llevo a cierres en la obra, perdidas de vida y accidentes en general Considerando el mal manejo en general del proyecto desde un punto de vista técnico. Tal como se evidencia en el documento y puntualmente en la sección de imprevistos y que se tomaran en cuenta en las conclusiones de la monografía.

**Figura 20.** Diferencias en plazo y costos del proyecto



*Nota: Realizado por el Barragán (2022)*

De acuerdo al análisis presentado, el imprevisto que más sobresale son las adiciones al contrato en tiempo y valor relacionadas a los riesgos geológicos y ambientales que tal como se ha abordado a lo largo de la monografía, las ausencias de unos estudios al detalle generaron dichas adiciones, sin contar las falencias administrativas como costos de corregir plazos en garantías, cambios de diseños, estudios no previstos, gestión en la interventoría y finalmente las sanciones propuestas que se obtuvieron por contaminación y daño del medio ambiente que aunque no demuestran un valor significativo si repercutieron en el desarrollo del proyecto respecto al costo y tiempo de entrega final .

### **11.3. Resultados objetivo específico 3**

En términos generales, se resalta la importancia de la planeación de los proyectos, visto en el documento a partir de todas las falencias en el mal manejo y la mala planeación de los proyectos tal como se presenció desde un inicio de las licitaciones que resultaban desiertas. La modificación en los contratos, atrasos, sobre costos y mal manejo por parte de las entidades no solo contractuales como el interventor y el contratista sino gubernamentales. Esto demostraba no solo ausencia de ingeniería al detalle, sino que en la gran mayoría de los casos y después de las enésimas modificaciones en el contrato repercutió en valores del proyecto que superaban hasta el triple. Del mismo modo, es importante aclarar que, de acuerdo a las diferentes fuentes consultadas, desde ningún contexto se tocó el tema de la corrupción dado que se triplicó el valor inicial e incremento el tiempo de ejecución en casi un 50%.

De modo que no es posible iniciar obras sin realizar ingeniería al detalle en cuanto a estudios, diseño y posteriormente construcción, definiendo que en estructurar de manera correcta los proyectos se debe a una correcta planeación. Y desde un contexto mucho más general, la clave de cualquier proceso es el planear, y así poder hacer, verificar y actuar dado contrario donde fue necesario actuar en momentos donde no se había planeado. Esto no solo permite demostrar que no basta con tener unos estudios y basarse sobre esto si estos se encuentran en etapa muy general.

Resaltando que la importancia en el proyecto radica claramente en el mejoramiento de los diferentes procesos económicos de la región y el país, tal como era el fin de la construcción del túnel de la línea y su propósito de doble calzada hasta la capital y el puerto, de modo que el no tener en cuenta dichas falencias afecta la economía no solo de un proyecto, si no de diferentes sectores que se sufrieron directa o indirectamente.

## Conclusiones

A partir de la recolección de información de fuentes secundarias fue posible analizar y comprender los aspectos técnicos y económicos del túnel de la línea mediante la comparación de lo diseñado respecto a lo ejecutado, fue posible identificar que las obras y etapas del proyecto se ejecutaron en su totalidad y el tramo del túnel de la línea cuenta con una longitud de 8.65 kilómetros de longitud, una doble calzada de 30 km, 31 viaductos, 25 túneles (incluido el túnel de la línea) y 3 intercambiadores viales, con tiempos que superan los establecidos y costos realmente elevados a los iniciales superando 3.14 veces lo planeado inicialmente (costo final 2.9 billones).

Claramente, se evidencia que a partir de las diez y nueve modificaciones y algunas resoluciones creadas puntualmente para atender el proyecto, las cuales puntualmente no se logran evidenciar gracias a las limitaciones que se presentan en el acceso a la información, pero que gracias a fuentes secundarias se argumenta que dichas modificaciones hacen referencia en los plazos y presupuestos asumidos por la ausencia del manejo de gestión del riesgo y fallas que se evidencian a lo largo de la monografía como lo es, la falta de estudios y diseños, el tipo de contrato, las prórrogas, las sanciones, el mal manejo de recursos, el incumplimiento y fallas en la gestión misma del proyecto túnel de la línea y sus obras anexas.

Lo anterior permite concluir que efectivamente existieron sobre costos desde el inicio del proyecto por la falta de diseño al detalle y la libertad legislativa y de seguimiento que ofreció el tipo de contrato además de su planeación, con un total de 3 licitaciones desiertas por un mal manejo del presupuesto y que, de acuerdo a diferentes expertos, su acción de modalidad del contrato, lo que infiere no solo resultados de una limitada planeación sino un mal manejo en la administración desde la interventoría, el incumplimiento del contratista, la modificación y apertura de nuevos contratos, sin contar las sanciones por el mal manejo ambiental en el proyecto, la inadecuada gestión del riesgo, puntualmente el geológico que tuvo como consecuencias nuevos costos al proyecto, solicitud de prórrogas al contrato, ineficiencia en seguridad laboral corrupción e incluso pérdidas fatales como algunas de las consecuencias de tan increíble, pero cuestionada obra de la ingeniería.

Finalmente, y pese a lo descrito, el túnel de la línea brinda varias enseñanzas en el ámbito de planeación, y de cada una de las etapas de un proyecto, en el manejo adecuado de recursos y seguimiento a la programación de obra, además de contar con la gestión del riesgo y estudios

anexos que debe tener una obra como lo son entre algunos los estudios geológicos, hidrológicos, hidráulicos, plan de manejo de aguas, vertimiento de residuos y demás mencionados, para lo cual es necesario enfatizar una obra en la planeación, ya que no es posible iniciar ningún tipo de obra si esta no tiene un análisis detallado, un correcto desarrollo de estudios previos, donde el seguimiento al cronograma es clave en el desarrollo de un proyecto más aún de dicha magnitud. Adicional es necesario mantener y actualizar el sistema de gestión del riesgo, desde una adecuada asignación y monitoreo que cumpla el alcance, los costos y tiempos establecidos.

Sin embargo, y con un túnel que presenta cierres parciales, como es el caso de la actualidad, que por poco duplica los meses de plazo y triplicó su inversión deja en consideración la importancia cada una de las diferentes actividades que se tiene en el proyecto donde lo que se planea es lo que debe ejecutarse, además de un correcto manejo de los contratos desde su modalidad hasta cada una de las cláusulas, y como estas dieron cierta permisividad y con esto el incumplimiento con el objeto contractual. Si no además con el acceso a la información que se presenta en cada uno de los proyectos para la comprensión, recopilación y actualización de la información, tal como se presentó en la monografía

### Referencias bibliográficas

- As Colombia. (Septiembre de 2020). *Túnel de la Línea en Colombia: ¿por qué es en un solo sentido?* Obtenido de [https://colombia.as.com/colombia/2020/09/05/actualidad/1599336960\\_927197.html](https://colombia.as.com/colombia/2020/09/05/actualidad/1599336960_927197.html)
- Camacho Bernal, S. L. (2013). Identificación, evaluación y medidas de manejo para los impactos ambientales generados sobre el recurso hídrico subterráneo por la construcción de túneles. [Artículo académico, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/10955>
- Camara Colombiana de la infraestructura. (2011). *Seguimiento a Proyectos Informes visitas técnicas Corredor Bogotá-Buenaventura*. Obtenido de [https://infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/Seguimientoproyectos/tunel\\_calzada\\_calarca.pdf](https://infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/Seguimientoproyectos/tunel_calzada_calarca.pdf)
- Correa, M. V. (2020). Túnel de la Línea, entre sobrecostos y majestuosidad. *Diario El Colombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/colombia/inauguracion-construccion-y-sobrecostos-del-tunel-de-la-linea-OE13537832>
- Cue Brugueras, M., & Oramas Díaz, J. (Febrero de 2008). Síntesis de información y artículos de revisión. *ACIMED*, 17(2), 1-12. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352008000200007&script=sci\\_abstract](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352008000200007&script=sci_abstract)
- Departamento Nacional de Planeación. (2008). Documento CONPES No.3511. *Modificación al documento Conpes 3485 Del 27 de agosto de 2007 – plan de inversión del proyecto cruce de la cordillera central – Tunel del II Centenario (Túnel de la Línea)*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3511.pdf>
- Diario El Espectador. (2020). Año a año: así se gestó el túnel de La Línea. *Redacción Economía*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/economia/ano-a-ano-asi-se-gesto-el-tunel-de-la-linea-article/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (18 de Septiembre de 2020). *Túnel de La Línea: cinco lecciones aprendidas*. Obtenido de <https://www.escuelaing.edu.co/es/noticias/tunel-de-la-linea-cinco-lecciones-aprendidas/>

- García Pérez, A. (Julio de 2017). Problemas geotécnicos de perforación en túneles derivados de la presencia de anhidrita. [*Tesis de Master, Universidad de Oviedo*]. Repositorio. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/132415483.pdf>
- García Sierra, R. (17 de Septiembre de 2020). Megaproyecto del Túnel de la Línea: exitosa reingeniería del megafracaso. *Periodico UNAL*. Obtenido de <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/megaproyecto-del-tunel-de-la-linea-exitosa-reingenieria-del-megafracaso/>
- González Bell, J. (24 de Agosto de 2020). La ingeniería colombiana es buena y el Túnel de la Línea es una muestra. *Diario La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/la-ingenieria-colombiana-es-buena-y-exitosa-el-tunel-de-la-linea-es-una-muestra-3048783>
- Guerra, F. (Diciembre de 2020). *El túnel de La Línea y otros desastres ambientales*. Obtenido de <https://razonpublica.com/tunel-la-linea-otros-desastres-ambientales-del-pais/>
- Guerrero Pacheco, C., Pérez Castiblanco, D. M., & Forero Murillo, L. J. (2005). "Programa de implementación del plan de manejo ambiental - Pipma del proyecto ""Túnel Piloto - túnel de la línea carretera Ibagué - Armenia ". Universidad Libre. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10974>
- Huertas Pineda, P. F. (2016). Procesos Constructivos para Túneles Viales Desarrollados en Colombia. [*Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás*]. Repositorio. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2444/Huertaspablo2016.pdf?sequence=1>
- INVIAS. (23 de Enero de 2013). *Túnel de la Línea*. Instituto Nacional de Vías. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/seguimiento-inversion/subdirecciones-invias/123-seguimiento-a-la-inversion/proyectos-invias/73-tunel-de-la-linea>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2020). *Túnel de la Línea; El tunel de los colombianos*. Obtenido de <https://tuneldelalinea.invias.gov.co/cifras.php>
- Ministerio de Transporte. (2017). Informe ejecutivo. *Proyecto "Cruce de la cordillera central - Túnel II centenario (Túnel de La Línea)"*. Obtenido de <https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2017-08/INFORME%20EJECUTIVO%20TUNEL%20DE%20LA%20LINEA.pdf>

Obras Urbanas. (Diciembre de 2017). *La problemática del agua en túneles y minería subterránea*.

Obtenido de <https://www.obrasurbanas.es/agua-tuneles-mineria-subterranea/>

Ortiz Olmeara, M. C. (2015). Las vicisitudes de la historia de la infraestructura en Colombia: el caso del túnel de la línea. [Artículo académico, Universidad Militar Nueva Granada].

*Repositorio*.

Obtenido

de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6406/EL%20CASO%20DEL%20T%20DANEL%20DE%20LA%20L%20CDNEA.pdf;jsessionid=34A9427E097A1FD22C2397BF52A9A3CB?sequence=1>

Ramírez de Alba, L. (14 de Enero de 2011). La falta de información: otra limitación de los mexicanos. México Evalúa. Obtenido de <https://www.animalpolitico.com/lo-que-mexico-evalua/la-falta-de-informacion-otra-limitacion-de-los-mexicanos/?amp>

Rojas, S. (2009). Clase No.2 Túneles. *Métodos de excavación de túneles*. Merida: Universidad de los Andes.

Obtenido

de

[http://www.geoasbuilt.es/tutoriales/mecanica/Clase2\\_MetodosExacavacion\\_1.pdf](http://www.geoasbuilt.es/tutoriales/mecanica/Clase2_MetodosExacavacion_1.pdf)

Suárez Peña, M. C. (1 de Diciembre de 2016). Lo que se ha tragado el Túnel de La Línea en 103 años. *Diario La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/lo-que-se-ha-tragado-el-tunel-de-la-linea-en-103-anos-2447906>