

República de Colombia
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION

CARRETERA BOGOTA - VILLAVICENCIO

Documento MINTRANSPORTE-DNP-2654-UINF-DITRAN
Santafé de Bogotá, D.C., abril 29 de 1993

Versión: Aprobada
Circulación: miembros CONPES

INDICE

INTRODUCCION

- I. DESCRIPCION DEL PROBLEMA
 - A. ACCESO AL LLANO
 - B. CORREDOR VIAL BOGOTA-VILLAVICENCIO
- II. LA SOLUCION Y SU FINANCIAMIENTO
- III. EVALUACION ECONOMICA
 - A. BENEFICIOS
 - B. COSTOS
 - C. RESULTADOS
- IV. ESQUEMA ADMINISTRATIVO
- V. RECOMENDACIONES

INTRODUCCION

La carretera que comunica a Bogotá con Villavicencio es la principal entrada a los Llanos Orientales, y un eslabón de la futura vía a Venezuela. La importancia estratégica y los complejos problemas técnicos de la vía, obligan a formular un plan para mejorar la comunicación de esta zona con el resto del país. Este documento presenta a consideración del CONPES, las acciones de inversión de corto y mediano plazo, para obtener una solución perdurable que garantice el acceso a la Orinoquía.

I. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

A. ACCESO AL LLANO

La Orinoquía está conformada por cinco departamentos¹ cuya área total cubre el 31% del país. El aislamiento físico de la zona ha disminuido su competitividad y la ha mantenido alejada de los principales centros de consumo. La ciudad de Villavicencio, por su parte, se ha convertido en un importante polo de desarrollo, constituyéndose a la vez en el principal centro de consolidación de carga de la región². En el departamento del Meta se concentra algo más del 5% de la carga a nivel nacional y el 71% de la correspondiente a la Orinoquía, y su capital atrae el 80% del tráfico regional (19.363 veh/día).

Los accesos viales a la Orinoquía (Anexo 1 y Mapa 1) presentan problemas geológicos típicos de las formaciones existentes en la Cordillera Oriental, con inestabilidad de las laderas, lo que limita la integración a la red vial nacional. Estas vías son:

- Carretera Bogotá-Villavicencio de 110 Km
- Carretera Sogamoso-Yopal de 153 Km
- Carretera Bogotá-Las Juntas-Aguaclara de 209 Km
- Carretera Belén-La Cabuya de 185 Km
- Carretera Pamplona-Arauca de 308 Km

De los accesos mencionados³ solo la vía Bogotá-Villavicencio está pavimentada en su totalidad, y Sogamoso-Yopal apenas en un 54% (83 Km). Este sentido, la vía Bogotá-Villavicencio es de suma importancia para la integración de los nuevos Departamentos del oriente⁴ con el centro del país.

B. CORREDOR VIAL BOGOTA-VILLAVICENCIO

¹ Los cinco departamentos son Meta, Vichada, Arauca, Casanare y Guaviare.

² La Orinoquía genera un poco más del 7% de la carga nacional (4 Ton).

³ Estos accesos se articulan con los accesos del sur, conformado por las vías del piedemonte. Altamira-Florencia, Platanilla - San Vicente del Caguán y Pasto Mocoa; y las carreteras Marginal del Llano y Pitalito-Mocoa, dando salida a toda la producción del oriente del país.

⁴ Principalmente Vichada, Guaviare y Vaupes.

Con el incremento del tráfico, las deficiencias técnicas de la carretera Bogotá - Villavicencio, se han convertido en un obstáculo para el desarrollo de la región. La vía moviliza actualmente 3.500 vehículos por día.

El principal problema de la carretera es su vulnerabilidad a los cierres prolongados, causados por las obstrucciones mayores que resultan de los continuos deslizamientos de las laderas del corredor vial (Anexo 2). Los mayores problemas de inestabilidad se presentan entre Cáqueza y Villavicencio (K48 a K110) (Cuadro 1), mientras que la probabilidad de falla va disminuyendo a medida que la vía se acerca a Bogotá. En el sector Cáqueza-Pipiralito se presentaron la catástrofe de Quebrada blanca en 1974 y los deslizamientos de Chirajara en septiembre de 1991⁵. De acuerdo con estudios recientes⁶, el costo económico de este último bloqueo, que tuvo una duración de 30 días, superó los US\$ 80 millones⁷.

CUADRO 1
PROBABILIDADES DE FALLA Y VELOCIDAD POR SECTOR

TRAMO	LONG KM	PROBABILIDAD DE FALLA %	VELOCIDAD DE DISEÑO KPH AUTOMOVILES
BOGOTA - CAQUEZA (K13- K48)	48	15	35
CAQUEZA - PIPIRALITO (K48 - K87)	39	65	45
PIPIRALITO - V/CENCIO (K87 - K110)	23	60	45

FUENTE: Cálculos DNP con base en los resultados del Estudio de confiabilidad de la vía Bogotá - Villavicencio, realizado por la Universidad de los Andes. (1992).

El segundo problema, resultado de las difíciles condiciones topográficas, son las deficientes especificaciones, que, a su vez, limitan la competitividad de la producción agrícola de los Llanos Orientales. Los tramos críticos que se presentan en este aspecto son, Bogotá-Cáqueza (K0 - K48) y Pipiralito - Villavicencio (K87 - K110). El tiempo de viaje para recorrer la vía es de cinco horas para camiones y tres horas para automóviles, con un promedio de velocidad para los camiones de 20 Kph un 50% inferior al promedio nacional en carreteras troncales⁸. Por lo tanto, el costo de transportar una tonelada entre Bogotá y Villavicencio es 60% mayor al costo para distancias similares con especificaciones de vía troncal.

Para resolver los problemas anotados, se debe obtener una solución que reduzca las probabilidades de deslizamiento, construyendo viaductos y túneles en los sitios críticos⁹. Además, es necesario mejorar los alineamientos

⁵ Específicamente el bloqueo ocurrió entre el 8 de septiembre y el 7 de octubre de 1991

⁶ Estudio de la confiabilidad de la vía Bogotá-Villavicencio. realizado por el Centro de Estudios e Investigaciones de la facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes

⁷ Durante los últimos veinte años se han registrado aproximadamente 9 eventos de obstrucción mayor de la vía (Ver Anexo 2) y en uno de ellos, ocurrido en la zona de Quebradablanca en 1974 fallecieron cerca de 300 personas.

⁸ La velocidad promedio en los principales corredores de comercio internacional se escuna en 40Kph para vehículos pesados.

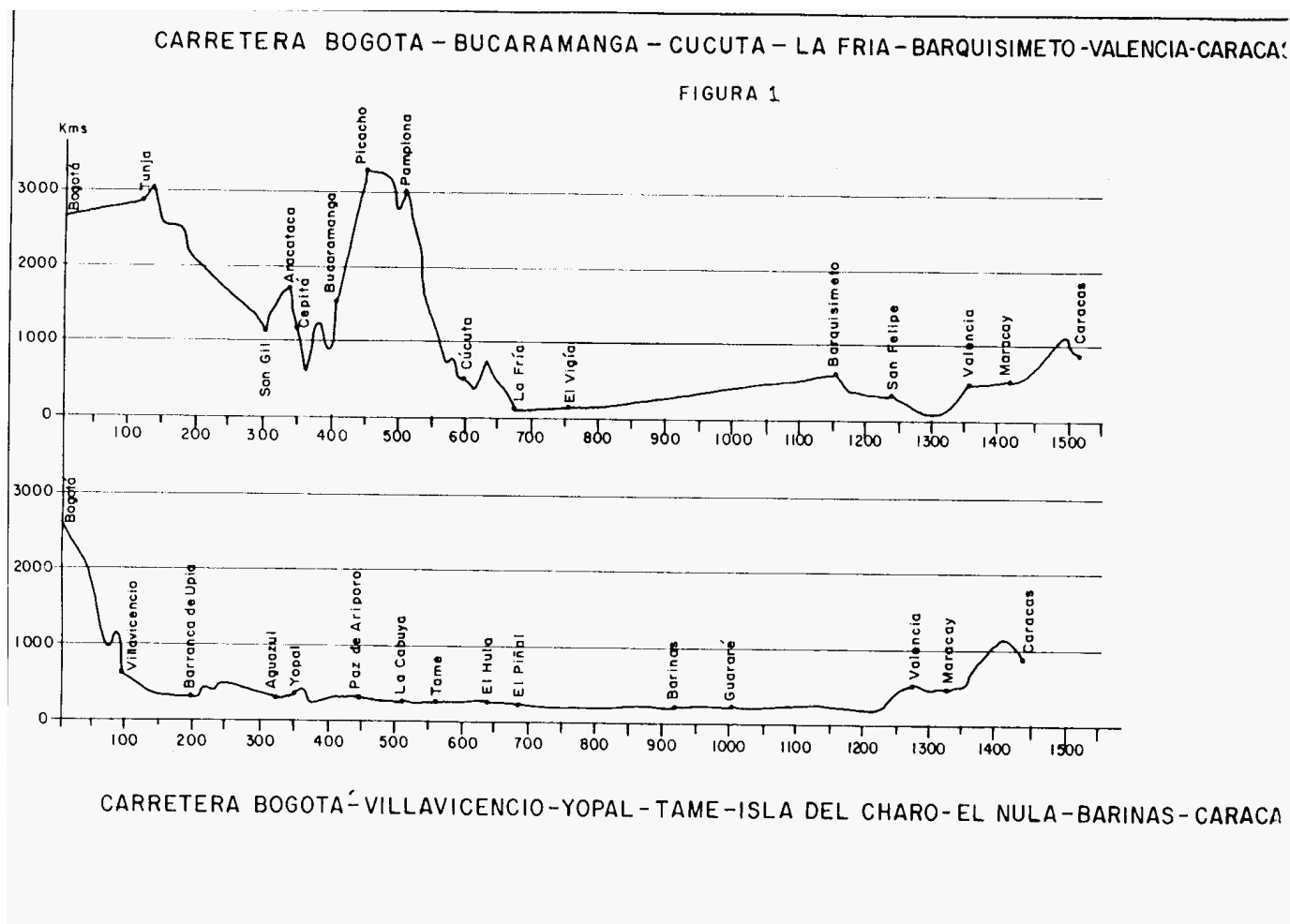
⁹ Este tipo de soluciones, túneles y viaductos, son adecuados para reducir las probabilidades de deslizamiento, debido a que no alteraran sustancialmente el equilibrio de los suelos superficiales

horizontales y verticales, para aumentar la velocidad de operación y reducir el tiempo de viaje.

La carretera actual, además de representar un cuello de botella para integrar a la Orinoquía con el resto del país y sus puertos, también se puede constituir en un obstáculo para el comercio entre el centro del país y Venezuela. Una vez se concluya la carretera Marginal de la Selva, esta será la mejor ruta para llegar desde Bogotá a Caracas (Mapa 2 de los Anexos)¹⁰. El 70% de la ruta por los Llanos se encuentra en terreno plano, comparado con un 20% de la vía actual a Caracas por Cúcuta (Figura 1)

II. LA SOLUCION Y SU FINANCIAMIENTO

Los estudios han coincidido en indicar que el mejor corredor para la ruta es el utilizado actualmente¹¹, por las siguientes razones:



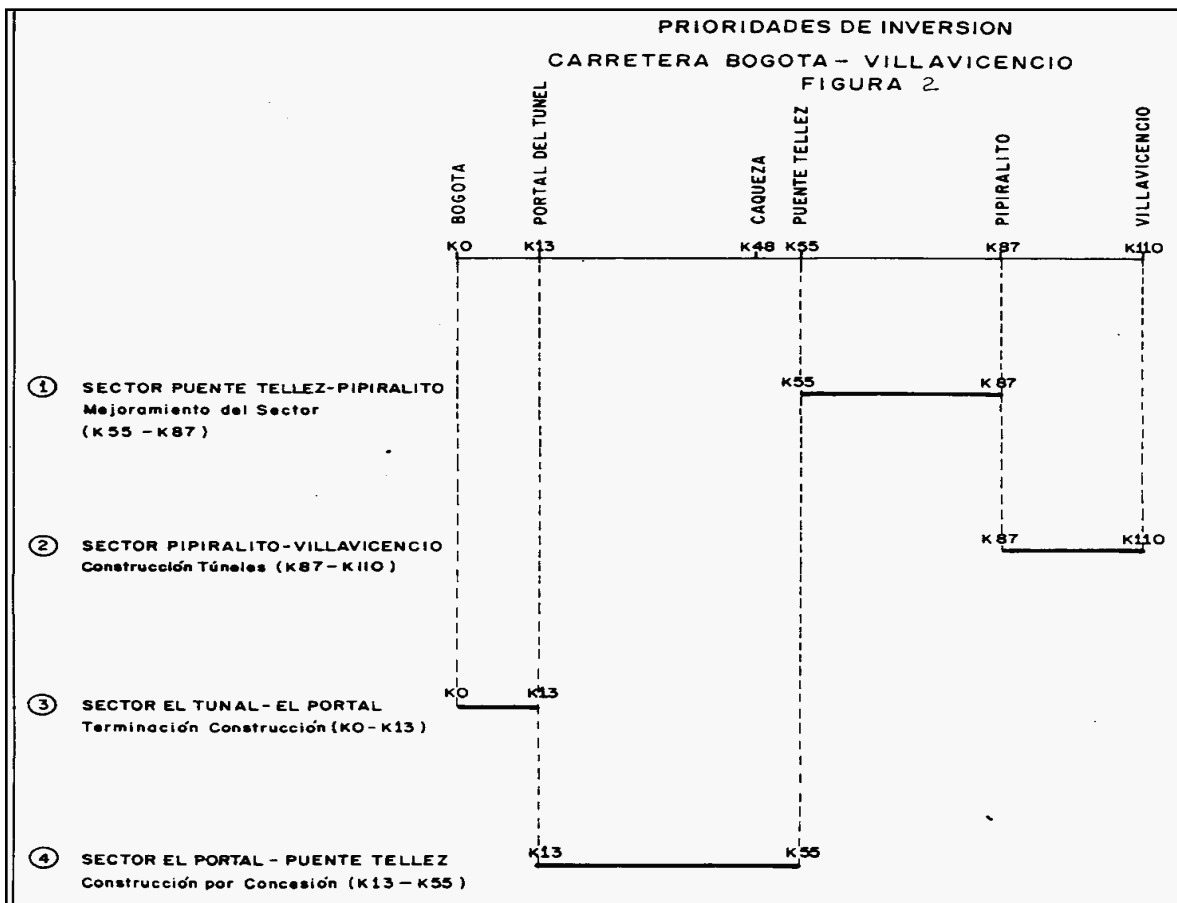
¹⁰ Esta carretera presenta una reducción de 80 Km en la distancia total, frente a la ruta por Cúcuta.

¹¹ Centro de Estudios e Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CONFIABILIDAD DE LA VÍA BOGOTÁ-VILLAVICENCIO Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo - FONADE. Noviembre de 1992.

- (i) La ruta actual presenta la distancia más corta para conectar la capital del país con los Llanos Orientales.
- (ii) Dado que los problemas geológicos de la carretera Bogotá- Villavicencio son comunes a cualquier corredor de la Cordillera Oriental, el actual trazado es conveniente ya que ha logrado un proceso incipiente de estabilización.
- (iii) La vía entre Bogotá y Villavicencio presenta el menor ascenso (3.200 m.s.n.m.) a la Cordillera Oriental para acceder a la Orinoquía.

Las obras requeridas según su prioridad, son las siguientes (Figura 2):

- (i) Rehabilitación y mejoramiento del sector comprendido entre el Kilómetro 55 y el Kilómetro 87.
- (ii) Construcción de los túneles de Buenavista y Bijagual con sus respectivos accesos.
- (iii) Terminación de la construcción de la salida de Bogotá, entre el Kilómetro 0 y el Kilómetro 13.
- (iv) Construcción de 42 Km de nueva carretera entre el Portal Bogotá (Kilómetro 13) y Puente Tellez (Kilómetro 55). Este proyecto será adelantado por el sistema de concesión y financiado totalmente con recursos del sector privado¹². Con estas obras se aumentará la velocidad de operación a 70 Kph y se reducirá el tiempo de viaje a una hora y cuarenta y cinco minutos.



¹² El sector privado tendrá a alternativa de solo contratar los tramos considerados financieramente viables

I. PUENTE TELLEZ (1(55) - PIPIRALITO (K87)

Los sitios críticos son: Chirajara, Aserrío, Corrales, Caridad y Casa de Teja, además de la zona de Quebradablanca, en donde ya se construyeron dos túneles (440m y 220m) y un puente (130 m). Las acciones en este sector, y su orden de ejecución, son las siguientes:

- Terminar la construcción de los viaductos Chirajara (290 m), Aserrío (140 m), Corrales (120 m), Caridad (120 m) y Casa de Teja (160 m). El monto de estas inversiones se estima en \$9.500 millones (US\$ 11.8 millones), y se financiarán con recursos ya apropiados en el presupuesto nacional.
- Rehabilitar completamente y mejorar 5 tramos en el sector, lo cual incluye, la construcción de 30 puentes con luces promedio de 70m y la total reconstrucción del pavimento¹³. Con estas obras, en la práctica, se obtiene una nueva vía en este sector. La inversión se estima en \$25.000 millones (US \$3 1.2 millones) y los recursos para su financiamiento ya están incluidos en el programa Corredores de Transporte, cofinanciado por el Banco Interamericano de Desarrollo¹⁴.

2. PIPIRALITO (K87) - VILLAVICENCIO

En este tramo se encuentra incluida la zona del Mirador, en donde los procesos de erosión y deslizamiento han venido destruyendo la carretera. Para este sector, se consideraron varias alternativas¹⁵, y se seleccionó una solución definitiva que consiste en la construcción de dos túneles en la zona de Buenavista, el primero de 4,6 Km y el segundo de 200 m. El proyecto incluye la construcción de dos accesos de 6,0 Km y 2,5 Km. Este último forma parte de la vía perimetral de Villavicencio. La inversión total en este tramo se estima en \$51.500 millones¹⁶ (US\$ 64.2 millones). Mientras avanzan estas obras es necesario invertir \$1.300 millones (US\$ 1.6 millones) en la estabilización del sector del Mirador¹⁷.

¹³ Con esto se dará solución a 43 puntos críticos, algunos de los cuales presentan curvas angostas, problemas de estabilidad y otros reflejados en la velocidad de operación. Con el mejoramiento se pretende corregir el alineamiento horizontal, mejorar las condiciones de visibilidad reduciendo a la vez, la probabilidad de deslizamientos en la carretera.

¹⁴ Una vez el tráfico aumente por lo menos a 5000 vehículos por día (nivel proyectado para el año 2000), se deberá evaluar la construcción del Par Vial entre Puente Tellez (ubicado a 7,5 Km al oriente de Cáqueza) y Pipiralito, con una inversión de \$31.000 millones (US\$ 386 millones),

¹⁵ La primera alternativa es la construcción de una variante de 12,8 Km. con una inversión de \$8.000 millones (US\$ 11.76 millones). Esta sería una solución temporal y de muy bajas especificaciones, que al cabo del tiempo enfrentaría los mismos problemas de inestabilidad de la actual carretera. De otra parte el INDERENA se abstiene de considerar la viabilidad ambiental de la variante propuesta hasta tanto no se demuestre que no existen alternativas de manejo para el sector del Mirador. Por otra parte, la misión inglesa no recomendó la construcción de esta variante por cuanto no ofrece beneficios al compararse con la vía existente.

¹⁶ Este costo fue estimado por la misión inglesa, incluyendo los accesos a cada uno de los túneles. Esta misión, a su vez revisó y dio su visto bueno a los diseños existentes para estos túneles.

¹⁷ La estabilización consiste en la ejecución de obras de drenaje, reforestación, corrección torrencial y protección de la orilla a lo largo del cauce de la Quebrada del Mirador.

En una identificación preliminar, se consideró que la construcción de los túneles podría ser financiada con recursos privados mediante el sistema de concesión. Sin embargo una evaluación posterior arrojó resultados poco satisfactorios, por las siguientes razones:

- (i) Los riesgos inherentes a un proyecto de construcción de túneles, en zonas de geología compleja, hacen que el inversionista privado requiera una tasa de retorno financiera estimada en por lo menos el 20%.
- (ii) La evaluación financiera indica que para una TIR del 20%, 17 años de operación, 3 de construcción y suponiendo que el 70% del tráfico utilizara la nueva ruta, el peaje sería 15 veces el actual¹⁸.
- (iii) Teniendo en cuenta que el túnel por sí solo no constituye la solución al problema de la comunicación con el Llano, resulta inconveniente comprometer todos los recursos que provendrían del peaje de la carretera en un solo punto, cuando el crecimiento del tráfico, y por lo tanto, el mismo recaudo del peaje dependerá de la mejora integral de toda la vía.

Para financiar con fondos públicos los túneles de Buenavista, Bijagual y sus accesos, se han asignado los recursos necesarios para abrir la licitación durante 1.993. Adicionalmente, se programarán recursos del Presupuesto General de la Nación en las próximas tres vigencias. Como fuentes de financiamiento para los túneles, se solicitará al BID la reasignación de recursos dentro del programa "Corredores de Transporte" y se recurrirá simultáneamente a otras fuentes del Presupuesto General de la Nación¹⁹. La financiación de las obras de estabilización del Mirador, se adelantará con recursos públicos asignados para 1993.

3. SECTOR BOGOTA-Kilómetro 13

Para mejorar las especificaciones de la salida de Bogotá, se cuenta con estudios de trazado de la vía del parque el Tunal, como prolongación de la Avenida Boyacá. Se construirán 13.5Km en dos calzadas y 4 carriles. La inversión en este sector se estima en \$5.000 millones (US\$ 6.2 millones). Para su ejecución el MOPT suscribirá un convenio con el Distrito Capital, en el cual el Ministerio aportará \$3.000 millones de los cuáles \$1.500 millones ya están incluidos en el presupuesto de 1993. Para la terminación de estas obras, el Ministerio facilitará los equipos necesarios. El Distrito Capital, a su vez, se encargará de ejecutar el proyecto asignando recursos por \$2.000 millones en 1993 y 1994.

4. Kilómetro 13-PUENTE TELLEZ (K55)

¹⁸ Análisis financiero concesión túneles Buenavista y Bijagual carretera Bogotá-Villavicencio. (Velnec Ltda. Ingenieros Civiles). 1992. Estudio para el MOPT.

¹⁹ Entre estas fuentes se podrá incluir el crédito interno resultante de la emisión de bonos del Gobierno Nacional.

Los problemas más críticos del sector son su baja velocidad de diseño (35 Kph)²⁰, y los riesgos geológicos que van disminuyendo a medida que la vía se acerca a Bogotá.

Se construirán 42 Km de nueva carretera con el objetivo de mejorar sustancialmente sus especificaciones geométricas²¹. Este proyecto se construirá por concesión con recursos provenientes en su totalidad del sector privado y su costo se estima en \$49.000 millones (US\$ 61.1 millones).

III. EVALUACION ECONOMICA

Desde el inicio de la presente administración, se han venido adelantando acciones de inversión en la carretera. Entre 1991 y 1992, se realizaron labores de recuperación de pavimentos y ampliación menor de curvas críticas, con inversiones de \$2.200 millones y \$8.206 millones en cada año respectivamente²². Con el plan expuesto²³ el ritmo de ejecución se aumenta sustancialmente. Entre 1.993 y 1.996, se invertirán \$88.800 millones (US\$ 111 millones) del Presupuesto Nacional y dependiendo del tramo por concesión, hasta \$49.000 millones (US\$ 61 millones) del sector privado. Adicionalmente, el Distrito Capital aportará \$2.000 millones. (Anexos 3) En esta evaluación²⁴ se compara la alternativa de construir la totalidad de las obras mencionadas y la alternativa de mantener la carretera en su estado actual (Anexo 3).

A. BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficios de la alternativa con proyecto, resultan de la reducción en los costos de operación de los vehículos y de la disminución en el tiempo de viaje de los usuarios. El valor presente de los beneficios por estos dos conceptos, se estima en \$254.244 millones (US\$ 317 millones). Adicionalmente a los anteriores, se presentan importantes beneficios de difícil cuantificación, como la incorporación a la economía de un área aproximada de 327.000 Km², hoy día prácticamente aislado. También se obtendrán grandes beneficios una vez se termine la carretera Marginal de la Selva, que reducirá los costos de transporte entre Colombia y Venezuela.

B. COSTOS.

Los costos totales en valor presente para la alternativa con la carretera actual, se estiman en \$30.316 millones (US\$ 37,8 millones). Estos costos

²⁰ Los bajos radios de curvatura y pendiente impiden además que los promedios de velocidad de los vehículos pesados superen en algunos puntos los 20 Kph.

²¹ La nueva vía, tendrá una pendiente promedio del 5% los radios de las curvas horizontales permitirán mantener una velocidad de operación de 70 Kph

²² Parte de los recursos asignados en 1992 se utilizaron para abrir las licuaciones de algunos viaductos.

²³ Este programa de inversiones, está de acuerdo con las prioridades establecidas en el estudio realizado por a firma Atkins-Binnie de Inglaterra. en febrero de 1993.

²⁴ La Evaluación se realizó, siguiendo los lineamientos de la metodología presentada en el libro: ECONOMIC APPRAISAL OF TRANSPORT PROJECTS HANS A. ADLER, EDI series in Economic Development. 1987. La metodología detallada se presenta en el Anexo 3.

incluyen los costos de mantenimiento y los costos de probables bloqueos de la carretera. Para la alternativa con proyecto, el valor presente de los costos es de \$119.000 millones (US\$ 148 millones)²⁵. En ellos se incluyen el valor de las inversiones previstas al igual que los costos de mantenimiento de la nueva vía.

C. RESULTADOS

De acuerdo con la evaluación económica, el programa presenta una Tasa Interna de Retorno promedio (TIR) del 18%. En el Cuadro 2, se presentan las Tasas correspondientes a cada sector.

**CUADRO 2
RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA
POR SECTORES**

TRAMO	T.I.R.	OBSERVACIONES
K0 - K13 (El Portal)	33%	Salida de Bogotá
K13 - K85 (Puente Téllez)	18%	Carretera por concesión
K55 - K87 (Pipiralito)	19%	Rehabilitación y Mejoramiento
K87 - Villavicencio	18%	Nuevos túneles

IV. ESQUEMA ADMINISTRATIVO

Túneles de Buenavista y Bijagual Las limitaciones que presenta el Fondo Vial Nacional para ejecutar las obras viales en marcha, resultado de la sobre contratación, la rigidez presupuestal y de pagos, la excesiva responsabilidad sobre la red vial regional y sus limitaciones institucionales, obligan a plantear un esquema administrativo especial para la ejecución del programa de construcción de los túneles de Buenavista y Bijagual con sus accesos. La ejecución del proyecto se realizará a través de un encargo fiduciario. El contrato respectivo otorgará suficientes poderes a la fiducia para permitir el flujo permanente de recursos hacia el proyecto, garantizando la continuidad en la ejecución de las obras. La adjudicación de los contratos se hará por licitación pública internacional²⁶.

Concesión el Portal (k13) - Puente Téllez (k55): Para este tramo de carretera se abrirá una licitación para otorgar la concesión al sector privado antes de finalizar este año, señalando las prioridades²⁷ de la vía y solicitando el análisis financiero del proyecto. El contrato de concesión para la construcción del sector El Portal - Puente Téllez (k13 - K55), incluirá, como parte de los

²⁵ Todos los flujos se descuentan con una tasa del 12%.

²⁶ Para el caso del túnel, se recomienda que el proceso de selección sea adelantado con el apoyo de una firma especializada preferiblemente de nacionalidad diferente a la de los proponentes.

²⁷ Los subsectores a construir, tienen el siguiente orden de prioridad según las especificaciones actuales: (i) subsector El Portal Bogotá (K13)-El Antojito (K27); (ii) subsector Lupas de Caraza (K34)-Carretera a Une (K39); (iii) sub sector carretera a Une (K39)-Cáqueza (K45); (iv) subsector El Antojito (K27)-Lupas de Caraza (K34); (v) y subsector Cáqueza (K48) - Puente Tellez (K55). Análisis financiero preliminares, indican que si el concesionario adelanta las nuevas inversiones entre El Portal y Caguen y a la vez se encarga de operar y mantener toda la carretera, el peaje que se pagaría entre Bogotá y Villavicencio sería de \$4.000 para automóviles y \$10.000 para camiones.

compromisos del concesionario, la operación y el mantenimiento integral de vía entre el kilómetro 13 y Villavicencio.

V. RECOMENDACIONES

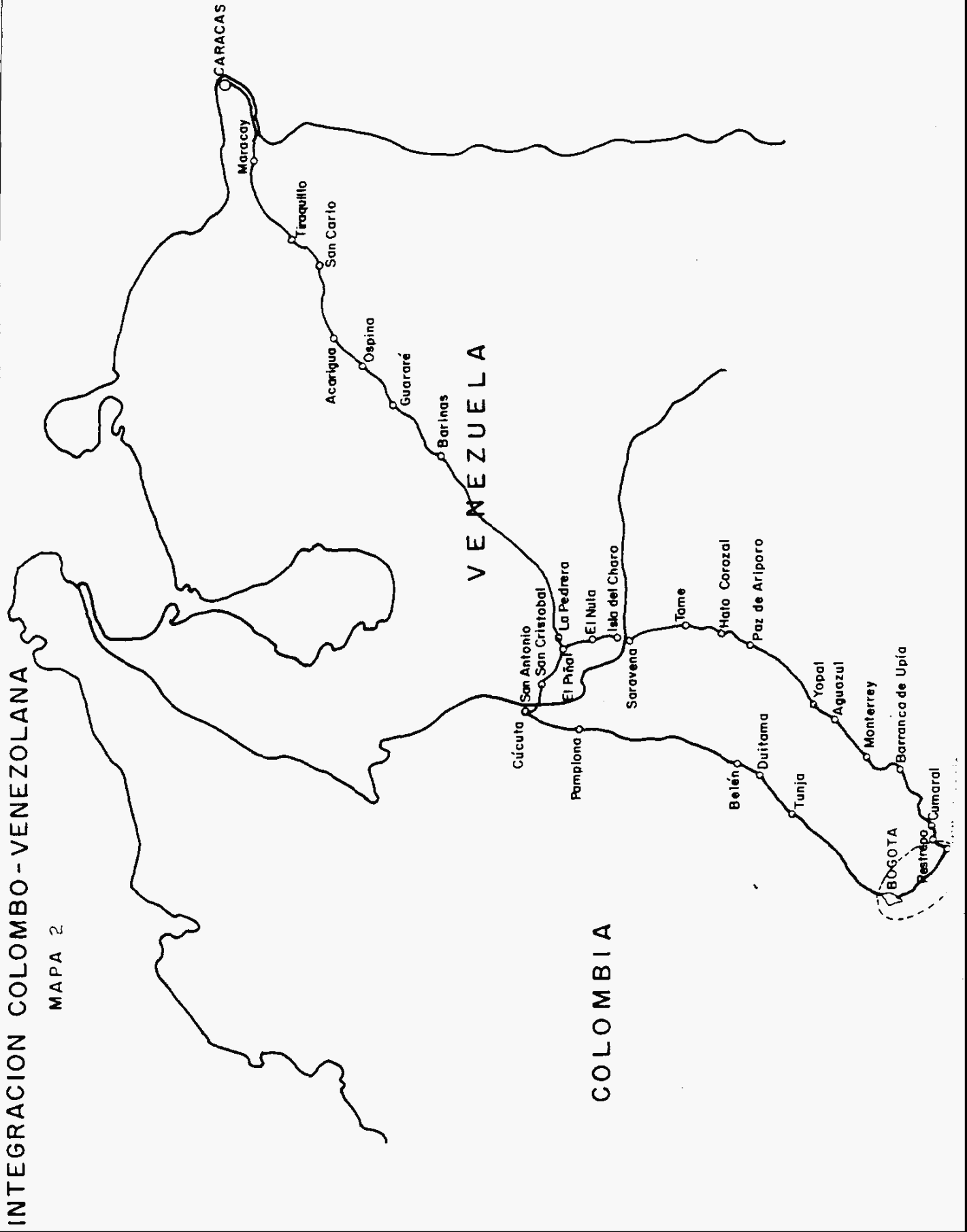
El Ministerio de Obras Públicas y Transporte y el Departamento Nacional de Planeación recomiendan al CONPES:

1. Aprobar la solución del acceso vial al Llano, descrita en este documento. Para ello, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte continuará con el proceso de mejoramiento para el sector entre Puente Téllez (K55) y Pipiralito (K87). Además, el MOPT deberá coordinar y llevar a cabo las acciones necesarias para que la licitación para la construcción de los túneles de Buenavista y Bijagual sea abierta antes del 30 de septiembre de 1993. Por otro lado, para la concesión del tramo Bogotá-Puente Téllez, se debe abrir la licitación correspondiente antes del 31 de diciembre de 1993.
2. Encargar al Ministerio de Obras Públicas y Transporte de programar en los presupuestos para las vigencias 1994-1996, los recursos necesarios para garantizar el adecuado financiamiento del programa y la contratación del esquema administrativo propuesto.
3. Encargar al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y al Departamento Nacional de Planeación, adelantar las gestiones necesarias para obtener los recursos faltantes para la construcción de los túneles de Buenavista y Bijagual con sus accesos.
4. Encargar al Ministerio de Obras Públicas y Transporte el monitoreo permanente a lo largo de la vida, para prevenir cualquier bloqueo que se pueda presentar en la misma.

A N E X O S

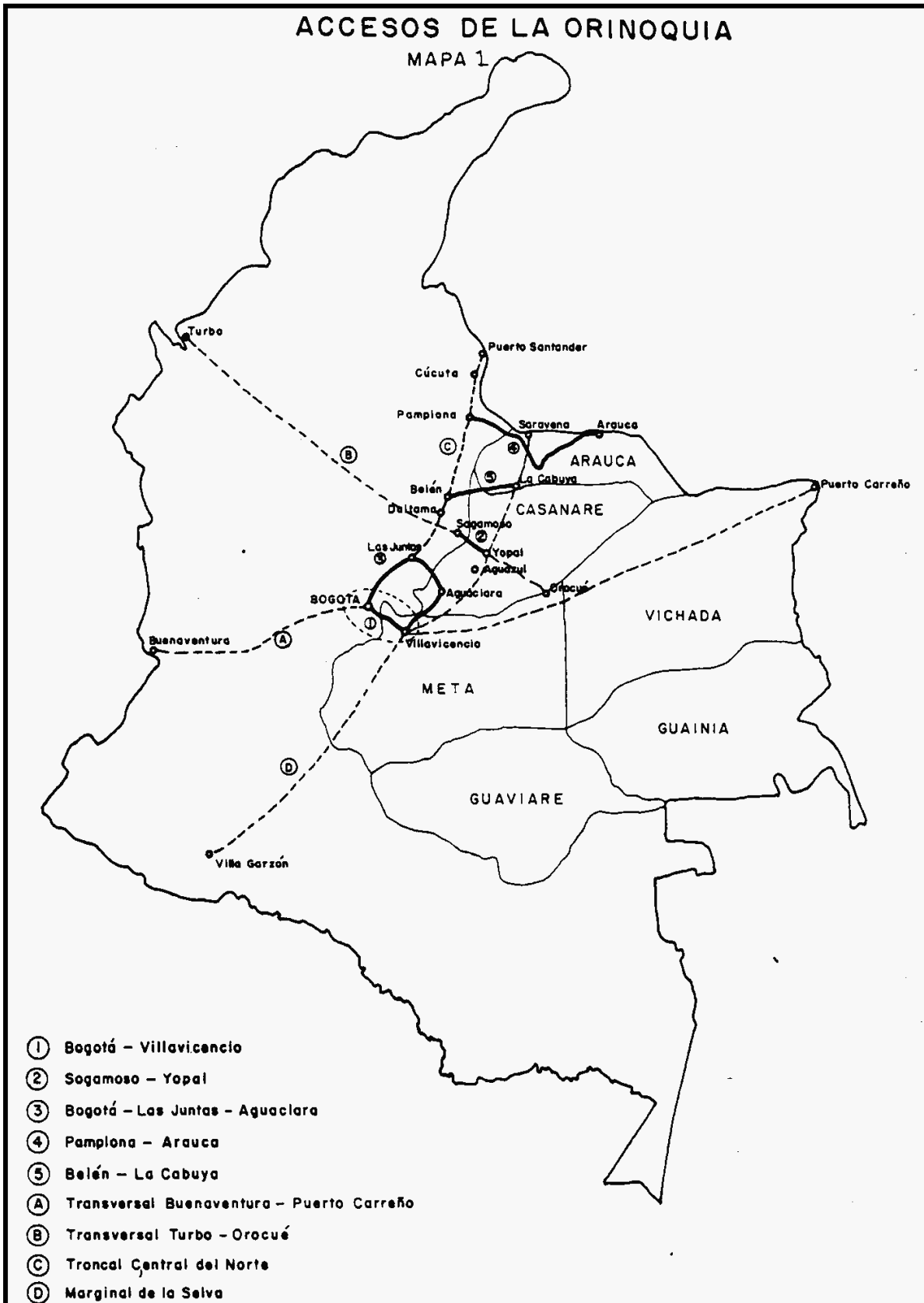
INTEGRACION COLOMBO - VENEZOLANA

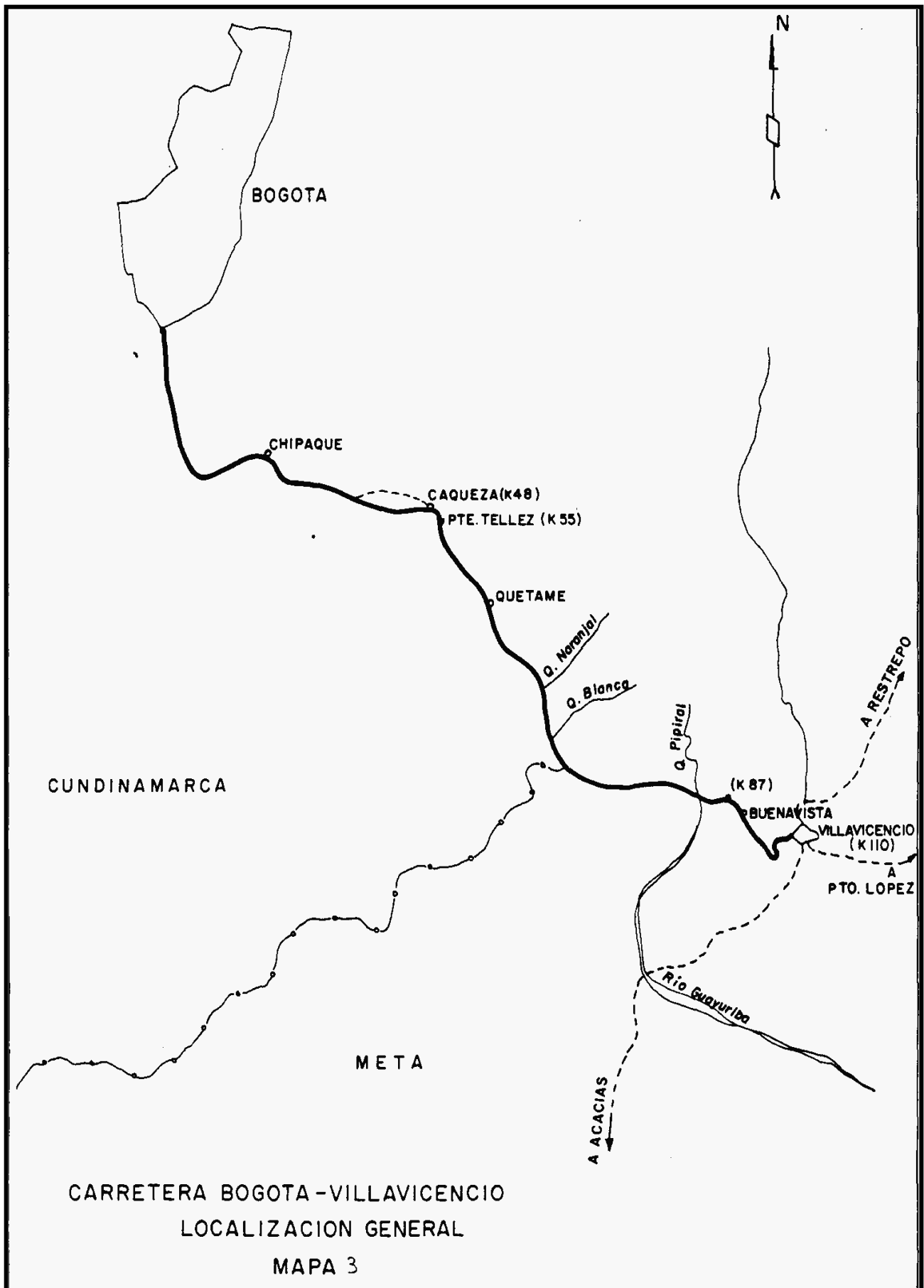
MAPA 2



ACCESOS DE LA ORINOQUIA

MAPA 1





ANEXO 1

ACCESOS DE LA ORINOQUIA

- **Carretera Bogotá-Villavicencio**: con una longitud de 110 Km. Es la entrada principal a los Llanos Orientales. A la vez, se constituye en un eslabón fundamental de la transversal Buenaventura-Puerto Carreño, comunicando el Meta y el Vichada con los departamentos de mayor producción y consumo como el Valle, Quindío, Tolima y Cundinamarca, a la vez que permite la salida de la región hacia el Pacífico.
- **Carretera Sogamoso-Yopal**: con una longitud de 153 Km. Forma parte de la Transversal Turbo-Orocué, permitiendo el acceso desde los llanos a través del Casanare. Su objetivo es integrar los departamentos de Antioquia, Santander, Boyacá y Casanare, y se articula con las troncales de occidente, del Magdalena, central y central del norte, comunicando así la parte norte de la Orinoquía con los mercados nacionales e internacionales.
- **Carretera Bogotá-Las Juntas-Aguaclara**: con una longitud de 209 Km. Comunica los departamentos de Cundinamarca y Boyacá con el sur de Casanare y el norte del Meta. Esta vía fue el acceso para la construcción del proyecto hidroeléctrico de Chivor, y actualmente sirve de acceso a las obras de la Central Subterránea de la hidroeléctrica del Guavio.
- **Carretera Pamplona-Arauca**: con una longitud de 308 Km. Esta carretera integra los departamentos de Santander y Norte de Santander con Arauca. Esta vía se desarrolla en un trazado muy cercano al observado por el oleoducto Caño Limón-Coveñas.
- **Belén-La Cabuya**: con una longitud aproximada de 185 Km. Esta vía alterna permitirá en el futuro, fortalecer el acceso de Arauca hacia Boyacá, empalmando con la carretera central del norte, minimizando a la vez la distancia entre Arauca y Bogotá.

ANEXO 2 DESLIZAMIENTOS DE LAS LADERAS DEL CORREDOR VIAL

FECHA	LOCALIZACIÓN	DAÑOS/OBSERV
Agosto 30/73	Quebrada Blanca	Taponamiento de carretera
Junio 28/74	Quebrada Blanca	200-300 muertos
Junio 18/79	El Mirador	Destrucción de la vía
Nov 28/79	Diferentes lugares del país	450 derrumbes en vías
Sept 11-12/86	Entre Guayabetal y Cáqueza K.54-59	Vía obstruida
Febrero 24/87	Puente Quetame K.60	Material deslizado sobre la vía
Julio 31/87	K 83 y otros sitios de la vía	Deslizamientos continuos sobre la vía
Octubre 31/87	Kilómetro 21	Destrucción de la banca
Sept 8-9/91	Chirajara	Interrupción durante 30 días

Fuente: Estudio de la confiabilidad de la vía Bogotá-Villavicencio, de la Universidad de Los Andes. 1992.

ANEXO 3

MIETODOLOGIA DE LA EVALUACION ECONOMICA

Para el análisis de la rentabilidad del proyecto, se consideró un horizonte de 20 años.

I. BENEFICIOS

Los beneficios asociados a los proyectos de carreteras están dados básicamente por ahorros en costos de operación y en tiempo de viaje, debido al mejoramiento de las especificaciones y del trazado de la vía. Hay que tener en cuenta que los beneficios de la alternativa básica -mantener las condiciones actuales- están considerados en el flujo incremental, el cual se logra al trabajar con "ahorros".

Ahorros en costos de operación: El ahorro en costos de operación fue calculado teniendo en cuenta el tipo de terreno (montañoso, ondulado y plano), y la composición del tráfico. Estos costos, tanto para la alternativa con proyecto, como la de sin proyecto, son tomados del estudio de análisis financiero de la carretera, contratado por el MOPT, y realizado por la firma VELNEC LTDA Ingenieros Civiles, durante 1.992.

Ahorros en tiempo de viaje: Para cuantificar el valor de estos beneficios económicos, se tuvo en cuenta el ahorro estimado en tiempo de viaje entre Bogotá y Villavicencio (75 m el tráfico promedio diario actual de la vía (TPD = 3500 veh.), el valor promedio del tiempo de una persona (\$100.000/mes) y la ocupación por vehículo (2 pasajeros).

II. COSTOS

Para la evaluación económica, se tuvieron en cuenta los costos de mantenimiento, las nuevas inversiones y los costos ocasionados por bloqueos prolongados de la carretera.

Costos de mantenimiento: Teniendo en cuenta que las actividades de mantenimiento a realizar en la vía actual o en la vía con proyecto son similares, los costos fueron considerados iguales, en un monto anual de \$9.5 millones por kilómetro, durante el período de análisis.

Costos de inversión: La inversión total estimada para el nuevo proyecto es \$127.679 millones. En los cuadros A3-1 y A3-2, se presenta el programa de inversiones con sus respectivas fuentes de financiamiento.

Costos de bloqueo: Son los costos generados por bloqueos ocasionados por deslizamientos de gran intensidad, y con una duración del orden de 30 días. En los últimos 20 años, se han presentado dos bloqueos de este tipo, uno de ellos con pérdida de vidas humanas. Por otra parte, el costo económico de este tipo de bloqueo puede alcanzar los US\$ 80 millones²⁸. La nueva vía reduce

²⁸ Estudio de confiabilidad de la carretera Bogotá (CIFI - UNIANDES). 1992.

sustancialmente la probabilidad de bloqueos de esta magnitud. Por otra parte, estos bloqueos son el resultado de la combinación de factores sísmicos entre otros, que siempre presentarán alguna probabilidad de ocurrencia. Por lo anterior, y para efectos de la evaluación, se supone que la probabilidad de bloqueo con las nuevas obras se reduce a la mitad²⁹.

RESULTADOS

En los cuadros A3-3, A3-4, A3-5 y A3-6 se presenta la evaluación económica de cada uno de los tramos, de los cuales se resume los siguientes valores presentes netos (millones de pesos), y las respectivas tasa internas de retorno:

	VPN	TIR
1. SECTOR K55- K87	18.731	19%
2. SECTOR K87- K110	25.978	18%
3. SECTOR KO -K13	8.145	33%
4. SECTOR K13- K55	24.233	18%

CUADRO A3-1 PROGRAMA DE INVERSIONES CARRETERA BOGOTA - VILLAVICENCIO (Millones de pesos de 1993)

SECTOR	CT. TOTAL \$Millones	1992	1993	1994	1995	1996
Rehabilitación K0 – K13	5.000		2.500	2.500		
Construcción K13 – K55 ³⁰	49.000			11.400	37.600	
Construcción viaducto de emergencia	9.500	1.800	6.050	1650		
Mejoramiento K55 – K87	25.000		13.700	3.360	7.940	
Construcción túneles de Buenavista y Bijagual y accesos	51.500		5.000	12.300	22.200	12.000
Estabilidad del Mirador	2.000	400	700	900		
TOTAL	142.000	2.200	27.950	32.110	65.540	12.000

NOTA: Las inversiones realizadas en los años 1991 y 1992 en esta vía, fueron \$2.200 millones y \$8.206 millones respectivamente.

CUADRO A3-2 FUENTES DE FINANCIACION CARRETERA BOGOTA - VILLAVICENCIO (Millones de pesos de 1993)

SECTOR	PRESUPUESTO NACIONAL CRED. BID OTROS	OTROS RECURSOS	COSTO TOTAL
Rehabilitación K0 – K13 ³¹		2.000	5.000
Construcción K13 – K55 ³²		49.000	49.000
Construcción viaductos de emergencia		9.500	9.500
Mejoramiento K55 – K87	15.000		25.000
Construcción túneles de Buenavista y Bijagual y accesos	18.540		51.000
Estabilidad del Mirador	2.000		2.000
TOTAL	35.540	51.000	142.000

²⁹ Para reflejar esto en el flujo, se consideró que en la alternativa básica, este bloqueo se presentaba una sola vez, en lugar de dos como lo indica la probabilidad histórica.

³⁰ La programación definitiva, dependerá del resultado del proceso de licitación de a concesión.

³¹ Otros recursos, se refiere a la participación financiera del Distrito Capital en el proyecto.

³² Este sector será financiado en su totalidad con recursos del sector privado.

TRAMO EL TUNAL – EL PORTAL
(K0 – K13)

SIN CON
 LONGITUD 13
 CREC. TRAFI 1,04
 MANT RUT 30 9,5
 MANT PER 60 16 1545 1
 MILLONES DE PESOS DE 1993
 CUADRO A3-3

ANO	ALTERN. SIN PROY COSTOS			ALTERNATIVA CON PROY BENEFICIOS			COSTOS			DELTA B/C
	CTS MANT	CTS BLOQ PROL	TOTAL CTS	BENF CTS OPER	BENEF AHORRO T. VIAJE	TOTAL BENF	CTS INV	CTS MANT	TOTAL CTS	
1993	124		124				2500		2500	-2377
1994	124		124				2500		2500	-2377
1995	124		124	1545	86	1631		124	124	1631
1996	124		124	1607	90	1696		124	124	1696
1997	124		124	1671	93	1764		124	124	1764
1998	124		124	1738	97	1835		124	124	1835
1999	124		124	1807	101	1908		124	124	1908
2000	124		124	1880	105	1985		124	124	1985
2001	124		124	1955	109	2064		124	124	2064
2002	124		124	2033	113	2147		124	124	2147
2003	124		124	2114	118	2232		124	124	2232
2004	124		124	2199	123	2322		124	124	2322
2005	124		124	2287	128	2415		124	124	2415
2006	124		124	2378	133	2511		124	124	2511
2007	124		124	2474	138	2612		124	124	2612
2008	124		124	2573	144	2716		124	124	2716
2009	124		124	2675	149	2825		124	124	2825
2010	124		124	2782	155	2938		124	124	2938
VPN	8145		1003			15860	4732		5501	
TIR	33%									

TRAMO K13 – K55

SIN CON
 LONGITUD 42
 CREC. TRAFIC 1,04
 MANT RUT 30 9,5
 MANT PER 60 16 7389 1
 MILLONES DE PESOS DE 1993
 CUADRO A3-4

ANO	ALTERN. SIN PROY COSTOS			ALTERNATIVA CON PROY BENEFICIOS			COSTOS			DELTA B/C
	CTS MANT	CTS BLOQ PROL	TOTAL CTS	BENF CTS OPER	BENEF AHORRO T. VIAJE	TOTAL BENF	CTS INV	CTS MANT	TOTAL CTS	
1993	399		399				11400		11400	-11001
1994	399		399				37600		37600	-37201
1995	399		399	7389	129	7518		399	399	7518
1996	399		399	7685	134	7819		399	399	7819
1997	399		399	7992	140	8132		399	399	8132
1998	399		399	8312	145	8457		399	399	8457
1999	399		399	8644	151	8795		399	399	8795
2000	399		399	8990	157	9147		399	399	9147
2001	399		399	9349	164	9513		399	399	9513
2002	399		399	9723	170	9894		399	399	9894
2003	399		399	10112	177	10289		399	399	10289
2004	399		399	10517	184	10701		399	399	10701
2005	399		399	10938	191	11129		399	399	11129
2006	399		399	11375	199	11574		399	399	11574
2007	399		399	11830	207	12037		399	399	12037
2008	399		399	12303	215	12519		399	399	12519
2009	399		399	12795	224	13019		399	399	13019
2010	399		399	13307	233	13540		399	399	13540
2011	399	64168	64567	13839	242	14082		399	399	78250
VPN	24233		11636			75395	44971		47508	
TIR	18%									

TRAMO K55 - K87

SIN CON
 LONGITUD 32
 CREC. TRAFIC 1,04
 MANT RUT 30 9,5
 MANT PER 60 16 6757 1
 MILLONES DE PESOS DE 1993
 CUADRO A3-5

ANO	ALTERN. SIN PROY COSTOS			ALTERNATIVA CON PROY BENEFICIOS			COSTOS			DELTA B/C
	CTS MANT	CTS BLOQ PROL	TOTAL CTS	BENF CTS OPER	BENF AHORRO T. VIAJE	TOTAL BENF	CTS INV	CTS MANT	TOTAL CTS	
1993	304		304				19750		19750	-19446
1994	304		304				5010		5010	-4706
1995	304		304				7940		7940	-7636
1996	304		304	6757	246	7003		304	304	7003
1997	304		304	7027	256	7283		304	304	7283
1998	304		304	7308	266	7575		304	304	7575
1999	304		304	7601	277	7878		304	304	7878
2000	304		304	7905	288	8193		304	304	8193
2001	304		304	8221	300	8521		304	304	8521
2002	304		304	8550	312	8861		304	304	8861
2003	304		304	8892	324	9216		304	304	9216
2004	304		304	9247	337	9585		304	304	9585
2005	304		304	9617	351	9968		304	304	9968
2006	304		304	10002	365	10367		304	304	10367
2007	304		304	10402	379	10781		304	304	10781
2008	304		304	10818	394	11213		304	304	11213
2009	304		304	11251	410	11661		304	304	11661
2010	304		304	11701	427	12127		304	304	12127
2011	304		304	12169	444	12613		304	304	12613
2012	304	64168	64472	12656	461	13117		304	304	13117
VPN	18731		2508			68091	30553		32278	
TIR	19%									

CONSTRUCCION TUNELES CON SUS ACCESOS

SIN CON
 LONGITUD 13,6
 CREC. TRAFIC 1,04
 MANT RUT. 30 9,5
 MANT PER. 60 16 9391 1
 MILLONES DE PESOS DE 1993
 CUADRO A3-6

ANO	ALTERN SIN PROY COSTOS			ALTERNATIVA CON PROY BENEFICIOS			COSTOS			DELTA B/C
	CTS MANT	CTS BLOQ PROL	TOTAL CTS	BENF CTS OPER	BENF AHORRO T. VIAJE	TOTAL BENF	CTS INV	CTS MANT	TOTAL CTS	
1993	129		129				5000		5000	-4871
1994	129		129				12300		12300	-12171
1995	129		129				22200		22200	-22071
1996	129		129				12000		12000	-11871
1997	129		129	9391	369	9760		129	129	9760
1998	129		129	9767	384	10151		129	129	10151
1999	129		129	10157	400	10557		129	129	10557
2000	129		129	10564	416	10979		129	129	10979
2001	129		129	10986	432	11418		129	129	11418
2002	129		129	11426	450	11875		129	129	11875
2003	129		129	11883	468	12350		129	129	12350
2004	129		129	12358	486	12844		129	129	12844
2005	129		129	12852	506	13358		129	129	13358
2006	129		129	13366	526	13892		129	129	13892
2007	129		129	13901	547	14448		129	129	14448
2008	129		129	14457	569	15026		129	129	15026
2009	129		129	15035	592	15627		129	129	15627
2010	129		129	15637	615	16252		129	129	16252
2011	129		129	16262	640	16902		129	129	16902
2012	129	64168	64297	16913	665	17578		129	129	81746
VPN	25978		8531			94898	42221		33719	
TIR	18%									