

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÓMICA Y FINANCIERA
PARA LA CONCESIÓN DE OBRA
CON SERVICIO PÚBLICO
DEL PROYECTO NUEVA RADIAL
HEREDIA-SAN JOSÉ**

Informe Final

CRH-SJ-022



Consejo Nacional de Concesiones

21/12/2001

CONTENIDO.

INTRODUCCION.

- Ubicación
- Descripción del proyecto

ESTUDIO DE INGENIERIA.

- Topografía.
- Diseño Geométrico
- Recopilación de datos de tráfico
- Evaluación Estructural del Pavimento y descripción del método de diseño
- Diseño del pavimento
- Estructuras de Drenaje
- Bancos de Materiales
- Señalización Vial

OTROS DOCUMENTOS

- Especificaciones Especiales.
- Cuadros de renglones de cantidades.
- Integración de Precios
- Planos



ÍNDICE DE CONTENIDO

1	EVOLUCIÓN CONCEPTUAL DEL PROYECTO	1
1.1	Introducción	1
1.2	Estructuración del Informe Final	1
1.3	Justificación	2
1.4	Objetivos del Estudio	3
1.5	Evolución de la Concepción del Proyecto	3
1.5.1	Proyecto Básico	4
1.5.2	Selección de Alternativas de Trazo	4
1.5.3	Configuración Ideal del Sistema	7
1.5.4	Selección de los Tramos de Diseño	8
1.6	Diseño Funcional	9
1.7	Impacto Ambiental	18
1.8	Desempeño Económico y Financiero	21
1.9	Conclusiones y Recomendaciones	25
2.	ESTUDIO DE DEMANDA	31
2.1.	Objetivos y Alcances	31
2.2.	Metodología	31
2.3.	Características Socioeconómicas	35
2.3.1.	Producto Interno Bruto (PIB)	36
2.3.2.	Comercio Exterior	36
2.3.3.	Tipo de Cambio	37
2.3.4.	Inflación	38
2.3.5.	Población Total	39
2.3.6.	Fuerza Laboral	41
2.3.7.	Registro Vehicular y Tasa de Motorización	41
2.3.8.	Proyección de las Variables Socioeconómicas	43

2.4	Oferta	45
2.4.	Características Físicas	46
2.5.	Características Operativas	47
2.5.1.	Comportamiento del Tránsito	49
2.5.2.	Aforos Históricos	49
2.5.3.	Aforos Actuales	51
2.5.4.	Red Futura	54
2.6.	Demanda	56
2.6.1.	Configuración Matriz Origen – Destino	57
2.6.2.	Matriz del SIATGAM	57
2.6.3.	Matriz de Demanda Estudios de Campo	61
2.6.4.	Características de los Viajes	62
2.6.5.	Frecuencia de Viaje	63
2.6.6.	Elección de Ruta	63
2.6.7.	Propiedad del Vehículo	64
2.6.8.	Tipo de Carga	65
2.6.9.	Ocupación de los Automóviles	65
2.7.	Estimación del Valor del Tiempo	65
2.8.	Modelos de Simulación	67
2.8.1.	Generación de Viajes	67
2.8.2.	Distribución de Viajes	68
2.8.3.	Selección de Ruta	68
2.8.4.	Asignación del Tránsito	68
2.9.	Estimación de la demanda	68
2.9.1.	Sensibilidad de la Demanda	69
2.9.2.	Demanda por Tramo	72
2.9.3.	Tránsito Promedio Diario Anual	73
2.9.4.	Ingresos Brutos	74
2.9.5.	Efectos del Anillo Periférico	75
2.10.	Análisis de Capacidad	77
2.10.1.	Tramos Básicos de la Radial	77
2.10.2.	Intercambios de la Radial	78

2.11. Cobro de Peajes	84
2.11.1. Ubicación de Casetas	84
2.11.2. Número de Casetas y Medio de Pago	88
2.11.3. Solución Tecnológica	88
2.12. Conclusiones y Recomendaciones	89
3. DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS	95
3.1 Introducción	95
3.2 Objeto y Alcances	95
3.3 Descripción de Obras	97
3.3.1 Diseño Geométrico	97
3.3.2 Estructura de Pavimento y Sección Transversal de Diseño	98
3.3.3 Intersecciones	103
3.3.4 Puentes, Box , Obras Varias	111
3.3.5 Obras de Drenaje	116
3.3.6 Paraderos y Bahías de Autobuses	117
3.3.7 Puentes Peatonales	118
3.3.8 Iluminación	120
3.3.9 Urbanismo y Mobiliario Urbano	120
3.3.10 Estaciones de Peaje	121
3.4 Presupuestos	121
3.4.1 Estimativo de Cantidades de Obra	121
3.4.2 Precios Unitarios	123
3.4.3 Presupuesto de Construcción	123
3.4.4 Presupuesto de Mantenimiento	123
3.4.5 Programa de Construcción	123
3.5 Conclusiones	124
4. EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA	126
4.1. Objetivos y Alcances	126

4.2. Aspectos Metodológicos	126
4.3. Criterios y Supuestos Básicos	128
4.4. Tasas de Interés	128
4.5. Evaluación Económica	130
4.6. Procedimiento	130
4.6.1. Indicadores para Evaluar la Rentabilidad Económica	132
4.7. Evaluación Financiera	134
4.7.1. Procedimiento	134
4.7.2. Indicadores para Evaluar la Rentabilidad Financiera	135
4.8. Escenarios Evaluados y Resultados	136
4.8.1. Etapa A	137
4.8.2. Etapa B	137
4.8.3. Etapa C	143
4.8.4. Etapa D	144
4.8.5. Etapa E	145
4.9. Conclusiones y Recomendaciones	149
5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	151
5.1. Generalidades	151
5.2. Diagnóstico del Medio Físico, Biológico y Socioeconómico	155
5.3. Evaluación de Impactos Ambientales	159
5.3.1 Establecimiento los Criterios Para la Evaluación de Impactos Ambientales	160
5.3.2. Interacciones Potenciales y Preocupaciones	160
5.3.3. Evaluación Impactos Ambientales Sobre Componentes Medio Ecológico	160
5.3.3.1 Calidad del Aire	160
5.3.3.2 Ambiente Acústico	165
5.3.3.3 Hábitat Acuático	166
5.3.3.4 Hábitat Terrestre	167
5.3.3.5 Suelo Agrícola	167
5.3.4 Evaluación Impactos Ambientales Componentes Medio Socioeconómico	167
5.3.4.1 Transporte	167

5.3.4.2 Cultivos de Café	168
5.3.4.3 Seguridad Pública y Vial	168
5.3.4.4 Desplazamiento de la Población	169
5.3.4.5 Recurso Arqueológico	169
5.3.4.6 Economía Local y Regional	169
5.3.4.7 Uso del Suelo	170
5.3.4.8 Calidad de Vida	170
5.4 Medidas de Mitigación	171
5.4.1 Componentes del Medio Ecológico	181
5.4.1.1 Calidad del Aire	181
5.4.1.2 Ambiente Acústico	181
5.4.1.3 Hábitat Acuático	182
5.4.1.4 Hábitat Terrestre	183
5.4.1.5 Suelo Agrícola	184
5.4.2 Componentes del Medio Socioeconómico	184
5.4.2.1 Transporte	184
5.4.2.2 Cultivos de Café	184
5.4.2.3 Seguridad Pública y Vial	185
5.4.2.4 Desplazamiento de la Población	186
5.4.2.5 Recurso Arqueológico	186
5.4.2.6 Economía Local Regional	187
5.4.2.7 Uso del Suelo	187
5.4.2.8 Calidad de Vida	187
5.5 Plan de Gestión Ambiental	188
5.5.1 Ejecutor de las Medidas	188
5.5.2 Monitoreo	193
5.5.3 Cronograma de Ejecución	194
5.5.4 Plan de Recuperación Ambiental Post-Operacional	195
5.5.5 Plan de Contingencia	195
5.5.5.1 Eventos Sísmicos	195
5.5.5.2 Inundaciones / Avalanchas	195

5.5.5.3 Incendios	196
5.5.5.4 Accidentes laborales	197
5.5.6 Costos de la Gestión Ambiental	198
6. DESCRIPCIÓN DEL CARTEL DE LICITACIÓN	206
6.1 INTRODUCCIÓN	206
6.2 BASES ADMINISTRATIVAS	206
6.3 BASES TÉCNICAS	206
6.4 BASES ECONÓMICAS	207
6.5 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE OFERTAS	207

1. EVOLUCIÓN CONCEPTUAL DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

El Consejo Nacional de Concesiones (CNC), adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transportes contrató mediante, un proceso de Licitación Pública, la consultoría consistente en la prestación de servicios para realizar "El diseño preliminar y estudios de factibilidad técnica, ambiental, económica y financiera para la concesión de obra con servicio público del proyecto nueva radial Heredia-San José".

Para la realización de este Estudio se formó el Consorcio Radial Heredia (CRH), integrado por la Empresa de origen mexicano Cal y Mayor y Asociados S.C., Gómez Cajiao y Asociados (de Colombia) y la empresa costarricense DEPPAT S.A.; el cual resultó favorecido en la Licitación correspondiente.

En este documento, se presenta el Informe Final del Estudio, en el cual se indican a manera de resumen, los distintos análisis realizados durante el desarrollo del mismo, dedicando un capítulo a la descripción de cada uno de los campos de trabajo, como se explica mas adelante.

La congestión del tránsito en San José, es una característica común de otras capitales y grandes ciudades latinoamericanas, que han sido rebasadas por descuido y carencia de una inversión constante, que permita adecuar la oferta de transporte a las condiciones de demanda. Por lo anterior, la decisión tomada por el Consejo Nacional de Concesiones para incrementar la capacidad de la red vial urbana, es sin discusión, una acción que aprovecha grandes extensiones abiertas con sembradíos de café en gran parte de su recorrido y adapta el entorno urbano con densa construcción, en beneficio del incremento de vías primarias que contribuyan a la operación expedita de una red vial desgastada y con niveles de capacidad bastante reducidos.

Con este tipo de acciones, se provee a los usuarios de una ruta con características de operación eficientes que impactan favorablemente la economía del país, ya que reduce los tiempos de viaje, el consumo de combustibles, y consecuentemente, las emisiones de gases contaminantes.

1.2 ESTRUCTURACIÓN DEL INFORME FINAL

Con el fin de facilitar la presentación de los diversos temas tratados en el Informe final, se decidió dividir este documento en los seis capítulos siguientes:

1. Evolución conceptual del proyecto.
2. Estudio de demanda.
3. Diseño preliminar de obras.

4. Evaluación económica y financiera.
5. Evaluación ambiental.
6. Descripción del borrador del Cartel de Licitación.

La estructura del informe esta dispuesta de manera tal que el capítulo 1 (Evolución conceptual del proyecto), contiene toda la información necesaria para que el lector pueda tener una visión general de todas las actividades desarrolladas en el estudio, así como de sus resultados. El detalle de las principales actividades realizadas se encuentra contenido en los capítulos 2 a 6.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El sector norte del Área Metropolitana de San José es uno de los más congestionados de la Ciudad, situación que se ha agravado con el crecimiento acelerado de la demanda del corredor Heredia -- San José. La saturación de la vialidad del sector norte y noroeste es de tal magnitud, que en ciertos tramos la congestión se presenta no sólo en los periodos pico, sino que también se prolonga a otras horas del día.

La necesidad de una nueva vía que comunique mas eficientemente Heredia con San José se detectó desde hace más de 25 años. Sin embargo, su construcción no se llevó a cabo debido a falta de financiamiento. En 1991, el Plan Maestro de Transporte Urbano de la GAM, confirmó la necesidad de construir dicha radial, al concluir que la construcción de este proyecto sería de gran importancia en la trama vial del sector Norte de la ciudad de San José, permitiendo una mejor distribución de flujos y contribuyendo de esta forma a disminuir la congestión extrema en las horas pico con que operaba la red vial existente en ese entonces.

Desde el año 1993 el Estado costarricense cuenta con la herramienta jurídica que le permite realizar obras con la participación del sector privado, gracias a las facilidades que presenta la Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos. En ese sentido el Gobierno de Costa Rica se interesó en promover la realización de los estudios y diseños que permitan *determinar la factibilidad de desarrollar, bajo la modalidad de concesión, la construcción, conservación y operación de la nueva Radial Heredia.*

La concesión de esta radial permitirá garantizar a los usuarios el disfrute de una ruta con altas especificaciones, mayor capacidad, superficie de rodamiento en buen estado y con buen mantenimiento y señalamiento vial apropiado, así como de la operación segura en la carretera e intersecciones. Además, los usuarios del transporte público y los peatones podrán disfrutar de los beneficios de contar con bahías para autobuses y pasos peatonales a lo largo de todo el proyecto. Por otro lado, los usuarios que permanezcan en los corredores actuales se beneficiarán por la reducción en los grados de congestión, gracias a la entrada en operación de la Nueva Radial Heredia – San José.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos específicos de este Estudio, de acuerdo con los Términos de Referencia, son los siguientes:

- Definir y analizar alternativas de trazado horizontal, realizar estudios de prefactibilidad técnica, ambiental, económica y financiera, para establecer la alternativa óptima funcionando bajo la modalidad de concesión.
- Hacer la estimación de la demanda en todo el corredor, establecer las estrategias de cobro de peajes y analizar el efecto de la operación de la vía sobre la red del área de influencia del proyecto.
- Realizar el diseño preliminar de la alternativa seleccionada, para su construcción, definir las soluciones y realizar el diseño de los intercambios incluyendo el prediseño estructural de los pasos a desnivel, realizar el diseño preliminar de la infraestructura de apoyo como bahías para autobuses y puentes peatonales.
- Analizar los beneficios e impactos ambientales.
- Cuantificar los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto.
- Establecer la factibilidad económica, financiera y ambiental del Proyecto.
- Elaborar el borrador del cartel para la licitación pública de la concesión, incluyendo las bases administrativas, técnicas, legales y calificación de las ofertas

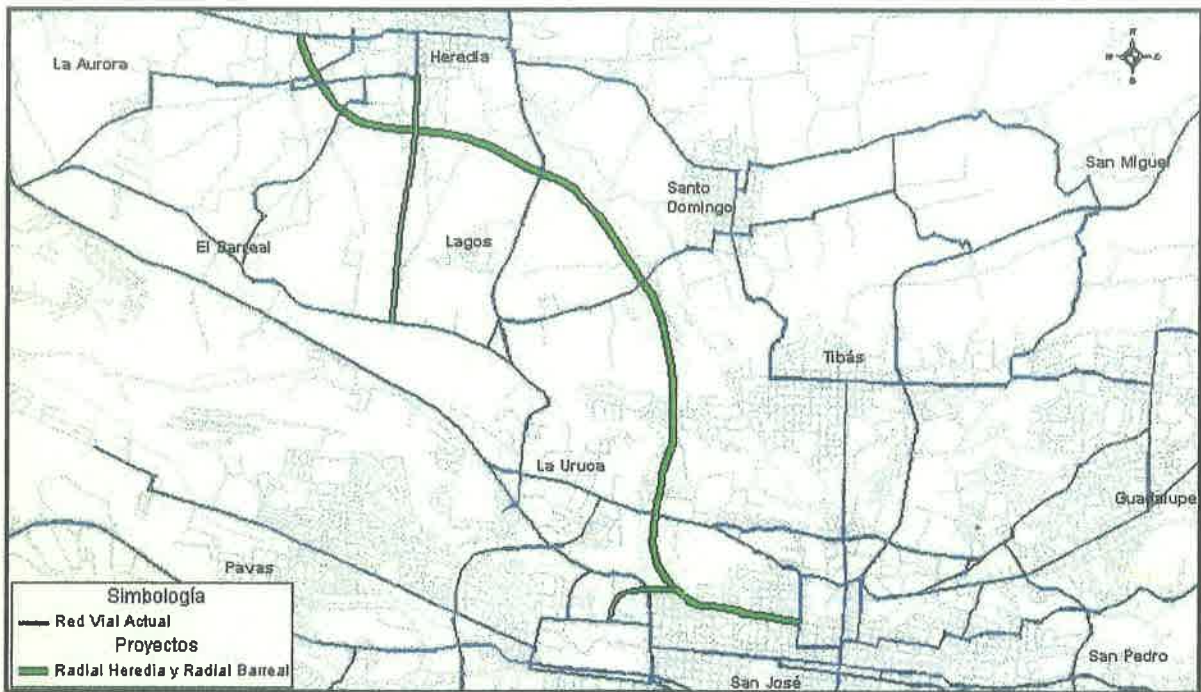
1.5 EVOLUCIÓN DE LA CONCEPCIÓN DEL PROYECTO

El análisis de la red vial del Área Metropolitana de San José generó una serie de reflexiones relacionadas a la estructuración de un mejor sistema vial para la ciudad, que permita obtener mayor eficiencia en su funcionamiento. Estos análisis derivaron en la realización de algunos cambios en el diseño funcional de la Radial Heredia, con relación a su proyecto básico. Este apartado describe la evolución que ha tenido la concepción del proyecto durante el desarrollo del presente trabajo de factibilidad de la concesión.

1.5.1 PROYECTO BÁSICO

El proyecto básico de la Radial Heredia, realizado en el año de 1976 por INDECA, es mostrado en la Figura 1. 1. Se desarrolla desde el intercambio en San Francisco hasta su conexión en el centro de San José con la Avenida 7a.. El proyecto también incluye la Prolongación de la Avenida 7a. hasta su intersección con la Autopista General Cañas y su término en el Boulevard de las Américas en Sabana Norte. Posteriormente, se incluyó un tramo de la Radial Barreal.

Figura 1. 1. Proyecto básico.



Fuente: Elaboración Propia

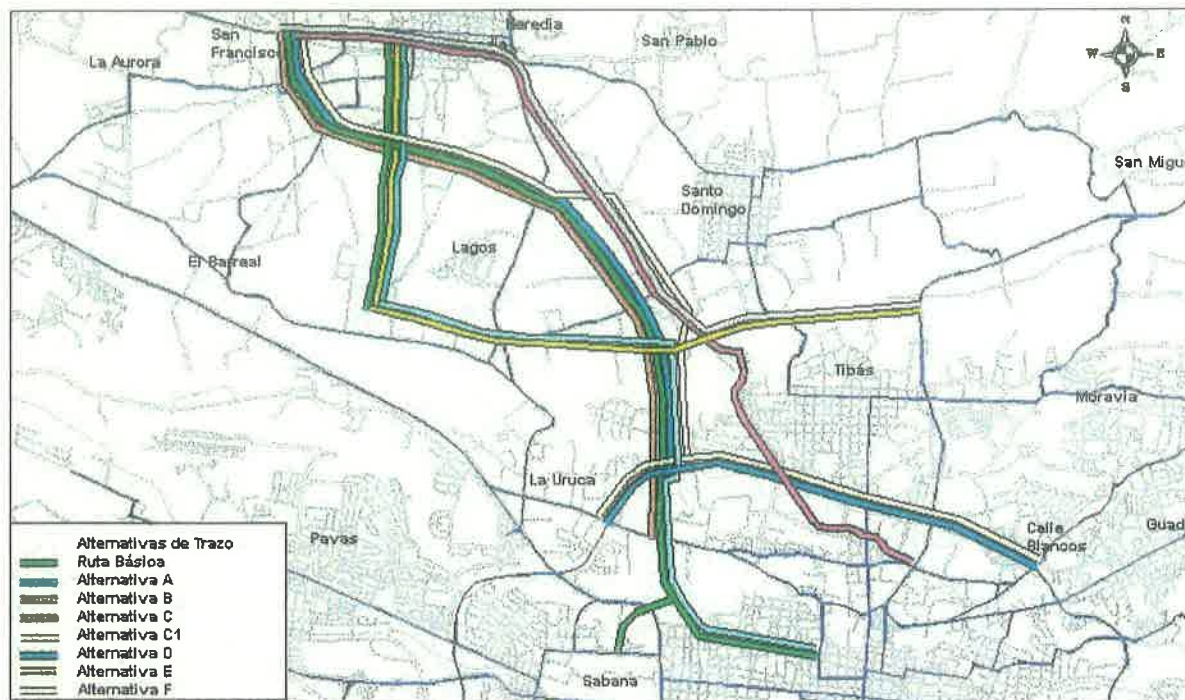
1.5.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRAZO

Durante el periodo 1976-2000 y en la etapa inicial de este estudio, se han conformado nuevas alternativas de trazo que combinan parte de recorrido del proyecto básico con otras opciones de acceso a San José, utilizando en la mayoría de los casos la integración con otros proyectos viales como son el Periférico, la Avenida Circunvalación y la Radial Barreal, además de una variante siguiendo el trazo del ferrocarril y combinándose con las dos primeras vías citadas.

La primera etapa de este proyecto tuvo el objetivo de evaluar cada una de las alternativas de trazo incluidas en los términos de referencia del estudio y algunas variaciones propuestas por el Consultor, todas ellas relativamente equivalentes en términos de longitud total de construcción (Figura 1. 2). El resultado de esta etapa es la recomendación de la solución que ofrece los

mejores beneficios económicos y financieros a los habitantes del Gran Área Metropolitana de San José (GAM).

Figura 1. 2. Alternativas de trazo analizadas

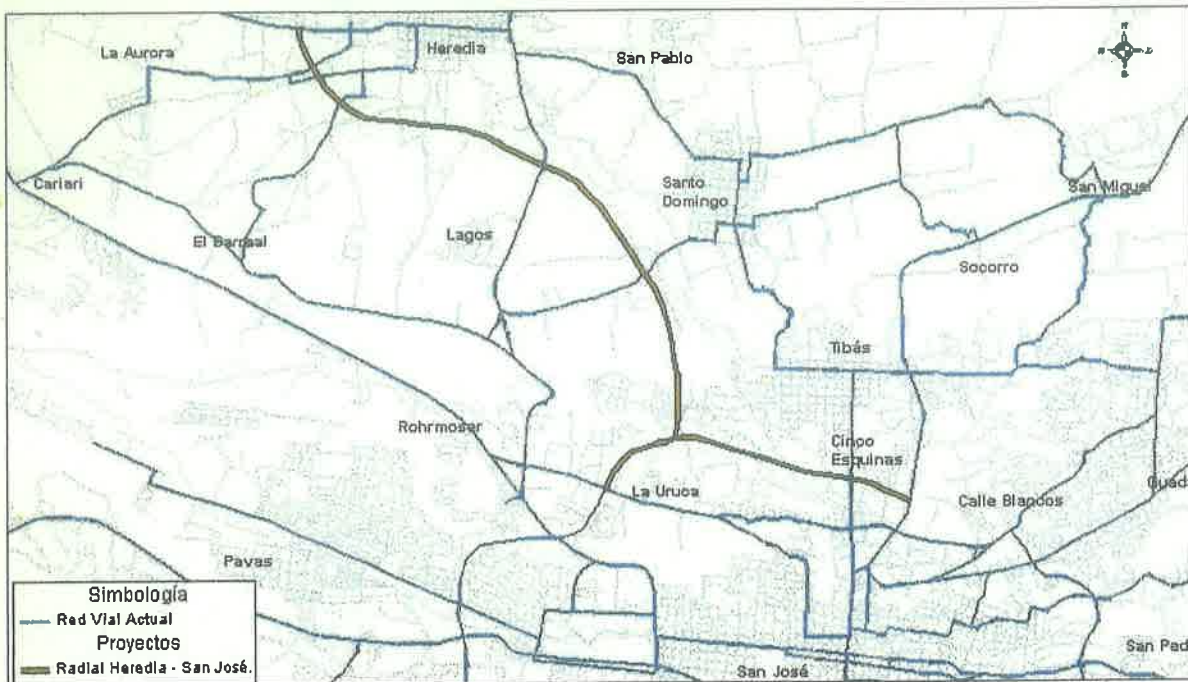


Fuente: Elaboración Propia

Al evaluar las alternativas, con la utilización de un modelo de planeación de transporte, la que mostró mejor desempeño en términos de beneficios e ingresos fue la que combina Radial Heredia desde San Francisco hasta el intercambio con Av. Circunvalación, y la construcción del tramo Norte de esta vía, entre Radial Uruca y Braulio Carrillo¹ (Figura 1. 3).

¹ Este trazado corresponde a las alternativas D y F, que son básicamente iguales a excepción de un cambio menor en el trazado. La decisión entre ellas benefició la D pues conlleva a menor cantidad de expropiaciones.

Figura 1. 3. Alternativa de trazo seleccionada



Fuente: Elaboración Propia

Esta alternativa presenta ingresos superiores a la básica en aproximadamente 10%, costos inferiores en un 20% y beneficios económicos superiores en un 40%. La disminución de costos obedece al reemplazo de la conexión con la Av. 7ª. por el arco norte de la Circunvalación, éste último con mayor facilidad de construcción y menos estructuras. El incremento de beneficios tan significativo de esta alternativa se debe, no solamente a los ahorros en tiempos y costos de operación de los usuarios que utilizan la vía entre Heredia y San José sino que, al completar la Avenida Circunvalación, se benefician significativamente los viajes de mediano y largo recorrido que se realizan en la zona norte de San José.

Una nota importante es que los datos utilizados para estimar la demanda de la Radial Heredia son provenientes de estudios de campo realizados por el Consultor en el año 2001, que consideraron estudios de origen destino sobre todas las vías que actualmente comunican Heredia y San José, conformando una línea pantalla. Esto permite tener un elevado nivel de precisión en la estimación de la demanda de este corredor.

Sin embargo, los usuarios adicionales de Circunvalación, que corresponden a los viajes de paso y de mediano a largo recorrido de San José, son estimados a partir de los datos actualizados de la matriz de origen destino del SIATGAM, un estudio de planeación realizado en el año 1990, que incorporó la realización de encuestas domiciliarias. El nivel de precisión de estos datos, comparados con los referentes a los usuarios de la Radial, es bastante inferior, además de no incorporar datos sobre el transporte de carga. Esta es una restricción que deberá ser tomada en cuenta en todo momento al analizar los resultados del presente estudio.

1.5.3 CONFIGURACIÓN IDEAL DEL SISTEMA

Al analizar el comportamiento de los flujos vehiculares y su distribución por la red vial, se definió la configuración considerada la más idónea para atender de forma eficiente los flujos vehiculares entre Heredia y San José, así como los viajes de largo itinerario que se realizan al Norte de San José.

Considerando la alternativa de trazo seleccionada (Figura 1. 3), los viajes de Heredia tienen acceso al centro de San José utilizando la Av. Circunvalación combinada con Braulio Carrillo (hacia el oriente) o Autopista General Cañas (hacia el poniente).

Al realizar la siguiente etapa del proyecto, en la cual se analizó con detenimiento la circulación en la Radial Heredia y las vías aledañas, se detectaron restricciones fuertes de capacidad en los accesos a San José, debido a la capacidad de las vías Braulio Carrillo y Autopista General Cañas. Una solución para disminuir este problema consiste en ofrecer al usuario una alternativa adicional de acceso, que permita distribuir el volumen vehicular de la Radial Heredia.

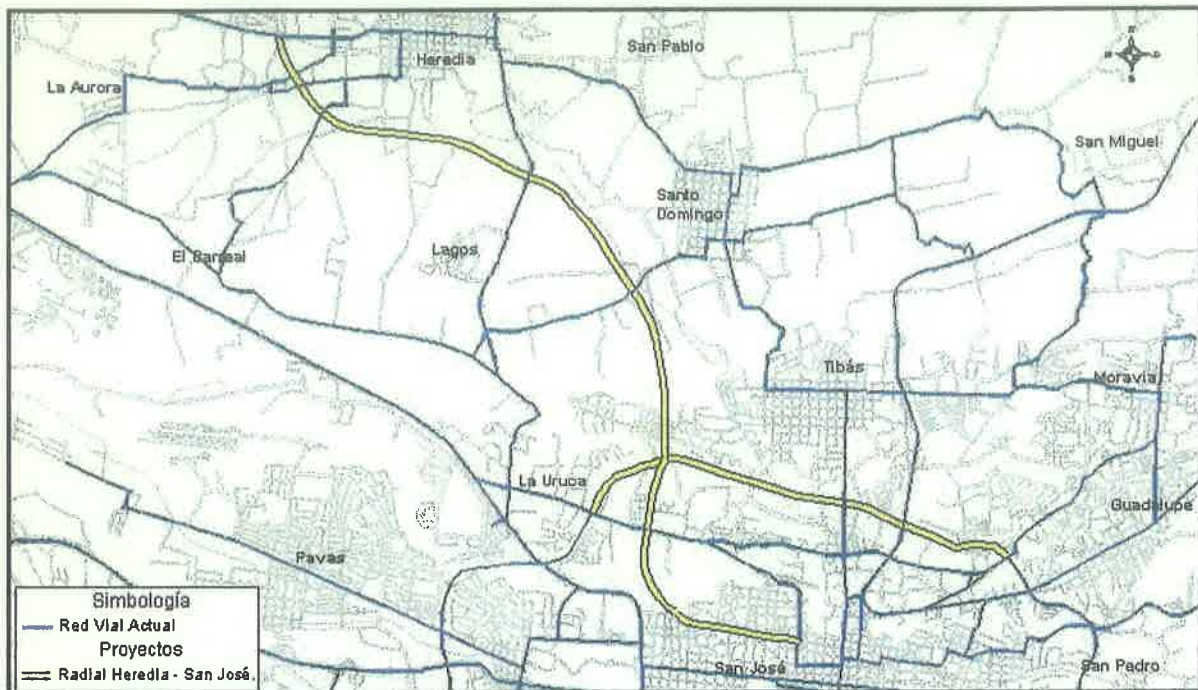
Como un porcentaje importante de los viajes generados en Heredia tienen su otro extremo en el centro de San José, una solución de buena efectividad es la construcción del tramo de la Radial propuesto en el trazo básico, entre Av. Circunvalación y hasta la Avenida 7a. (Figura 1. 4). Con esto, se conforma la configuración recomendada como la más adecuada para la circulación del GAM en general².

Otro tramo de importancia significativa para el mejor funcionamiento del sistema es la construcción de Av. Circunvalación entre Braulio Carrillo y Calle Blancos, pues permite cerrar el anillo vial.

Bajo el punto de vista de funcionamiento de la red vial, este escenario otorga mayores beneficios no sólo a la sociedad, en cuanto a ahorros de tiempo y costos de operación, sino que beneficia también al concesionario que opere la vía, pues permite captar mayor demanda. A través de la realización de evaluaciones económicas y financieras, que serán presentadas en el apartado correspondiente, se llega a la recomendación de el momento más adecuado para incorporar el tramo de la Av. 7a. al proyecto y evaluar la factibilidad de incorporar el tramo de Calle Blancos al proyecto.

² Nótese que la operación de la alternativa básica sin los tramos correspondientes a Circunvalación concentraría todo el flujo del corredor en la región de la Av. Uruca y Av. 7a., ocasionando problemas bastante serios de congestión en el área. Lo importante de la configuración recomendada es que permite distribuir los flujos en varios accesos.

Figura 1. 4. Configuración de la red recomendada como ideal



Fuente: Elaboración Propia

1.5.4 SELECCIÓN DE LOS TRAMOS DE DISEÑO

Los términos de referencia del presente estudio limitan la longitud del diseño de la vía a un total de 11 kilómetros como máximo, valor considerado por el Consultor en su propuesta técnica y económica. Sin embargo, la longitud total de la red ideal supera los 14 kilómetros, por lo que fue necesario seleccionar los tramos para los cuales se realizó el diseño a nivel de factibilidad, respetando el límite superior de 11 kilómetros.

La selección de los tramos obedeció al criterio de tener un proyecto funcionalmente completo, con por lo menos dos accesos a San José, y que permitiera el mayor beneficio económico y financiero a la ciudad. Bajo estos criterios, el diseño se realizó para la alternativa de trazo seleccionada, que suma un total de 11 kilómetros.

Para completar la configuración ideal, por lo tanto, faltan el prediseño y el estudio de factibilidad de los tramos Av. Circunvalación – Av. 7a. y Braulio Carrillo – Calle Blancos, los cuales se han considerado para una segunda etapa constructiva. A nivel de prefactibilidad, se estimaron los costos de estos tramos, lo que se utilizó como insumo para evaluar el mejor momento para su incorporación a la concesión.

1.6 DISEÑO FUNCIONAL

El papel de la Radial Heredia es comunicar a Heredia con San José, ofreciendo a los viajeros mejores condiciones de circulación que las alternativas existentes. Uno de los puntos fundamentales en su operación será la distribución de los flujos provenientes de esta vía al llegar a San José, pues además de la zona centro, existen polos de actividad importante en el este y oeste de San José que se han generado en los últimos años y a los cuales se dirige un porcentaje significativo del tránsito.

La Avenida Circunvalación, por su lado, es una vía perimetral que conformará un anillo alrededor de San José, cuando su construcción se encuentre completada. Actualmente, están en operación los tramos sur, oriental y occidental, faltando la construcción del arco Norte para cerrar el anillo.

Circunvalación deberá cumplir con el importante papel de evitar el paso por la red interna de San José de los viajes que no tienen su origen o destino en esta zona, favoreciendo especialmente los desplazamientos este-oeste, que son los que actualmente se realizan con mayor dificultad.

Los vehículos pesados que circulan por la zona norte de San José, especialmente en la Radial Uruca, en buena medida deberán utilizar Circunvalación, por las características de sus viajes y, posiblemente, por reglamentación específica. Esto permitirá que el tránsito interno de la ciudad tenga menor interferencia de este tipo de vehículos.

De forma compatible con las funciones anteriores y a través de las especificaciones de diseño, el proyecto en análisis deberá apoyar la separación de flujos vehiculares de diferentes características de acuerdo a la jerarquía vial, que actualmente es bastante deficiente; formando parte de una estrategia para lograr el funcionamiento más eficiente del sistema.

Como consecuencia de este ordenamiento en la zona norte de la ciudad se puede esperar:

- disminución considerable en el tiempo de recorrido de viajes de paso que no inician o terminan en el centro urbano de San José;
- decremento considerable del nivel de congestionamiento que algunas vías como la Radial Uruca, Paseo Colón y la Avenida Diez presentan actualmente.

Un aspecto fundamental en el diseño funcional de la vía es el hecho de que, debido a decisiones de prioridad de asignación del presupuesto del país, se ha concebido la ejecución de este proyecto como una concesión, donde el cobro de peaje es la fuente de repago al inversionista privado. Para el adecuado funcionamiento de una vía de estas características, todos los usuarios deberán pagar peaje, lo que exige que ésta sea de acceso controlado en esta extensión.

Con base en lo anterior el proyecto se dividió en dos sectores que se describen a continuación:

SECTOR 1- RADIAL HEREDIA - SAN JOSÉ.

La Radial Heredia – San José iniciará en su primera etapa, en el empalme con la Avenida de Circunvalación, aproximadamente en el kilómetro 1 de esta última, unos 290 m al sur de la calle Florentino Castro. A partir de este punto seguirá hacia el norte pasando por el barrio León XIII, la calle Florentino Castro y el Río Virilla, continúa hacia el norte en dirección a Santa Rosa, cruza la vía que comunica a Santa Rosa con La Valencia y la calle San Martín, cruza el Río Bermúdez muy cerca del ferrocarril y sigue por zonas de cafetales hasta llegar a la entrada a Heredia por la Vía de Los Lagos, la cual cruza a la altura del Price Smart de Heredia; posteriormente gira hacia el oeste cruzando las quebradas Granada y Tropical, continúa por el sur de Heredia en dirección hacia el oeste pasando por varias zonas de nuevas urbanizaciones y finalmente, se conecta con la vía que comunica Heredia con Alajuela en San Francisco, con una longitud aproximada de 6.90 km, sin incluir las rampas de las intersecciones. Para una segunda etapa, se ha previsto la conexión entre el origen de la Radial y la prolongación de la Avenida 7ª, la cual se iniciará en el barrio Pitahaya y seguirá hacia el oeste y posteriormente hacia el norte, siguiendo el cauce de la Quebrada Lantisco y del Río Torres hasta cruzar la Radial Uruca muy cerca de la Plaza del mismo nombre; para posteriormente seguir hasta la intersección con la Avenida de Circunvalación.

SECTOR 2 - ARCO NORTE DE LA AVENIDA DE CIRCUNVALACION

El arco norte de la Avenida de Circunvalación se inicia en la actual intersección de esa Avenida con la de La Uruca, posteriormente tiene un giro hacia el este, cruza la quebrada Rivera y la vía que lleva al barrio León XIII, sigue hacia el este hasta pasar por la escuela Rafael Vargas y cruza el ferrocarril con un paso a desnivel, continúa hasta cruzar la calle del pantano y la vía a Cinco Esquinas y finalmente llega, en su primera etapa, hasta la Autopista Braulio Carrillo, donde se ha previsto un cruce elevado. Este tramo tiene una longitud de 3.72 Km. En todos los cruces mencionados se han previsto pasos a desnivel. Para una etapa posterior, se ha previsto hacer el tramo faltante, de cerca de 800 metros, para completar el anillo de la Circunvalación hasta Calle Blancos. Para este último tramo se ha estudiado la posibilidad de hacer un par vial, al menos inicialmente; lo anterior debido a la ocupación urbana del corredor.

La configuración del proyecto incluye la operación de los siguientes intercambios:

- Radial Heredia con Ruta No. 3 en San Francisco
- Radial Heredia con Ruta No.3 en Lagos (o Price Smart, o la Esperanza)
- Radial Heredia con Ruta No. 103 en Santa Rosa
- Radial Heredia con Avenida de Circunvalación
- Radial Heredia con Prolongación Avenida 7a.
- Circunvalación con Autopista Braulio Carrillo
- Circunvalación en Calle Blancos

Esta configuración considera la eliminación de algunos intercambios y conexiones considerados en los diseños básicos de l proyecto, con el objetivo de lograr que la Radial Heredia y Circunvalación concentren los flujos correspondientes a vías de mayor jerarquía vial:

Intercambios Radial Heredia - Radial Uruca y Circunvalación –Radial Uruca.

Objetivos: Separar el tránsito del sistema Radial – Circunvalación del tránsito local de la Radial Uruca, evitando el tránsito de viajes de paso por esta vía. Esto ocasionará un mejoramiento de las condiciones de circulación de la Uruca, que presenta fuertes demoras por sus niveles de congestión actuales. Además, se evitarán costos importantes de expropiación en el primer caso y conflictos de operación vial en el segundo, debido a la proximidad con la intersección Circunvalación y General Cañas (solamente 550 metros, aproximadamente).

Conexión entre Prolongación Avenida 7a. y Autopista General Cañas.

Objetivos: Evitar inyectar más tránsito a la intersección entre Boulevard Las Américas y Calle 42 en la Sabana, pues este punto actualmente ya es conflictivo. Además, reducir costos de construcción, pues este tramo es muy costoso por lo accidentado del terreno y por el poco espacio disponible.

Con esta determinación de intercambios, quedan definidos los siguientes tramos en el funcionamiento de la vía:

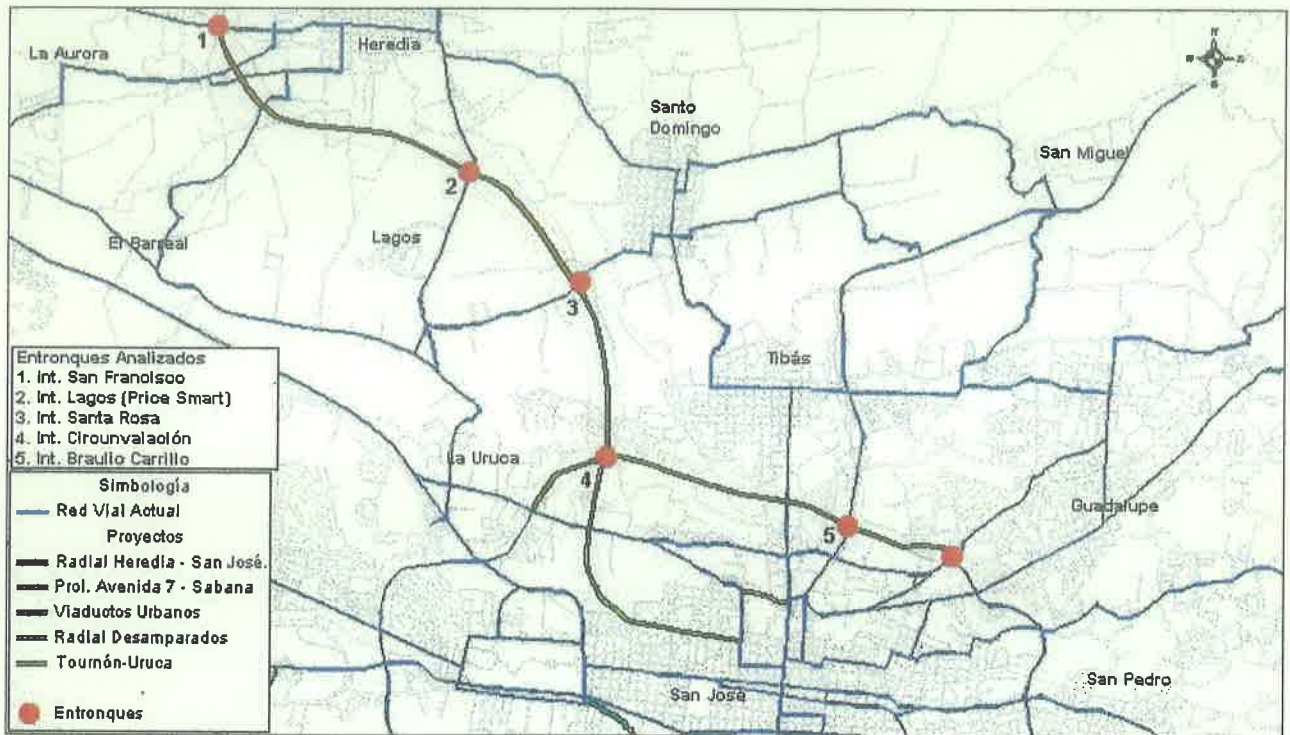
Tabla 1.1: Tramos de la vía a concesionar

Vía	Tramo
Radial Heredia	San Francisco – Lagos
Radial Heredia	Lagos - Santa Rosa
Radial Heredia	Santa Rosa - Circunvalación
Radial Heredia	Circunvalación – Av. 7a.
Circunvalación	Radial Uruca - Radial Heredia
Circunvalación	Radial Heredia – Braulio Carrillo
Circunvalación	Braulio Carrillo – Calle Blancos

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 1. 5 ilustra la definición de intercambios y tramos de la vía.

Figura 1. 5: Definición de intercambios y tramos



Fuente: Elaboración Propia

Además, se restringieron algunos movimientos en el intercambio de Lagos y Circunvalación:

Intercambio Lagos: movimientos Lagos –San Francisco y San Francisco - Lagos

Objetivos: Impedir que la Radial sea utilizada como vía periférica al centro de Heredia, lo que ocasionaría incremento en el flujo vehicular de este tramo por viajes cortos, que ocasionarían un desmejoramiento en la condición de circulación de los usuarios principales de la vía . Por otro lado, el flujo que captaría como una vía periférica no justifica el establecimiento de casetas de peaje, ya que no se podrían cubrir los costos de operación de las mismas con el flujo captado (Figura 1. 6)

Intercambio Circunvalación: movimientos Circunvalación Oriente – Av. 7ª., Av. 7ª. – Circunvalación Oriente

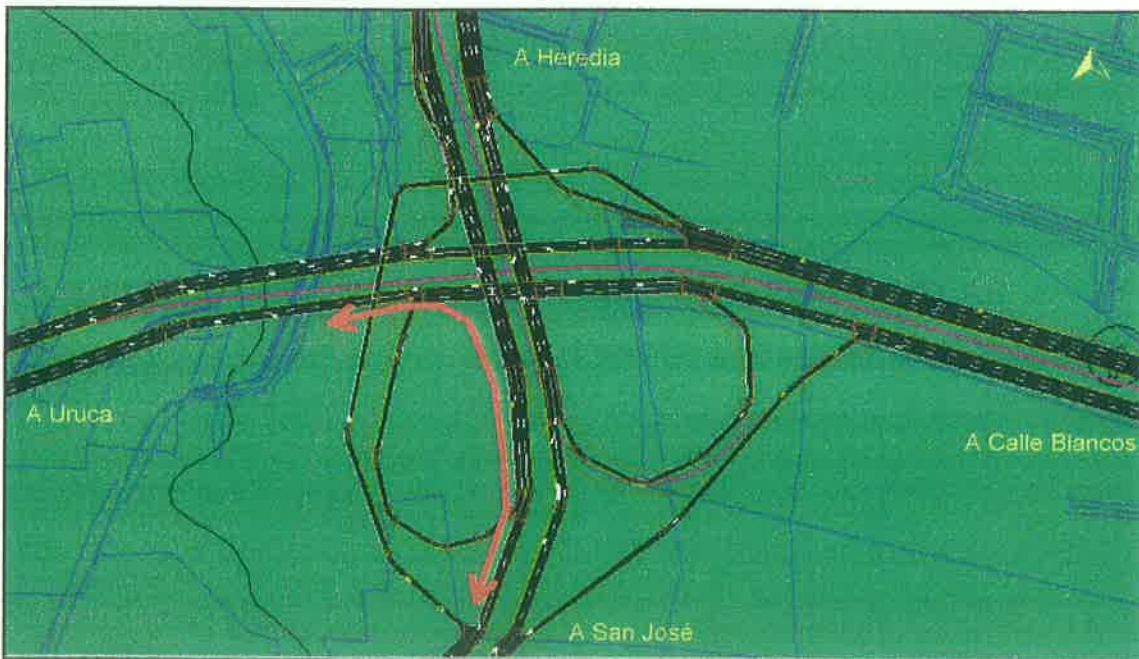
Objetivos: Este movimiento fue restringido debido a limitaciones de espacio para construir este tramo. Así mismo, un análisis comparativo mostró que el aforo adicional proporcionado por este movimiento no cubriría los costos de inversión para dicha gasa (ver Figura 1. 7)

Figura 1. 6. Movimientos Restringidos - Intercambio Braulio Carrillo



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. 7 Movimientos Restringidos - Intercambio Circunvalación



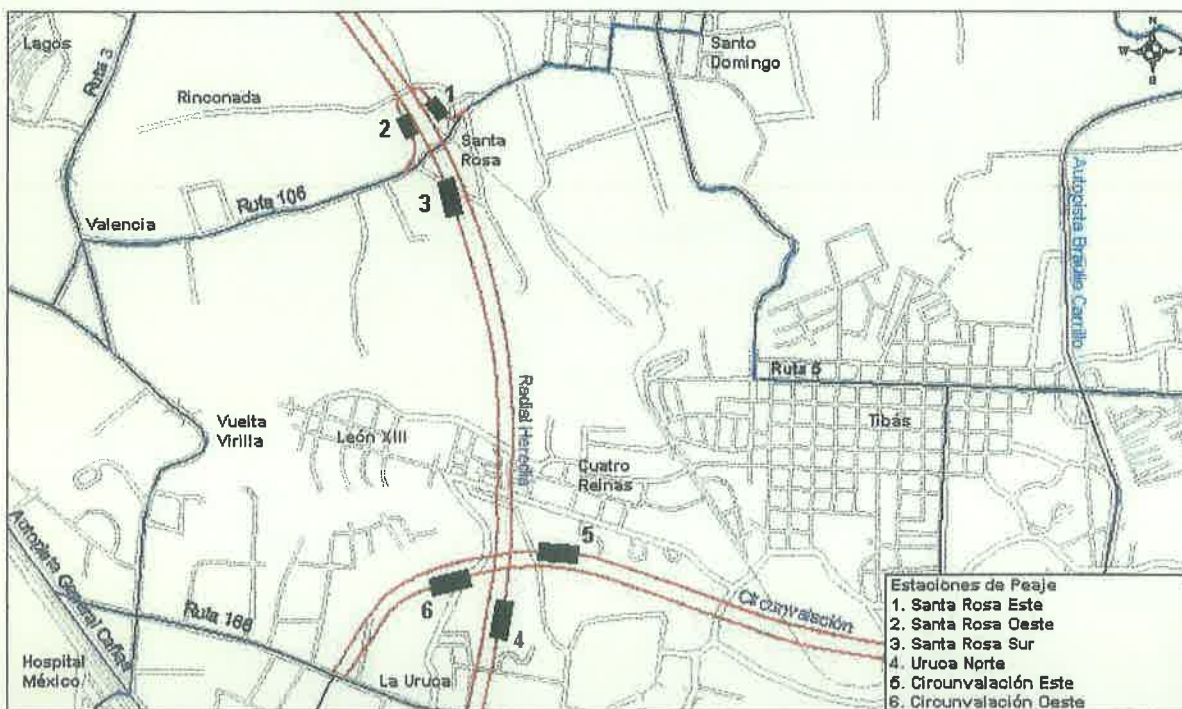
Fuente: Elaboración propia

En siguiente paso consistió en plantear un **esquema de ubicación de casetas para realizar el cobro del peaje**, basado en los siguientes principios:

- Localizar las plazas de cobro de tal forma que todos los usuarios de la vía tengan que pagar peaje por su utilización, haciendo claro el concepto de vía de cuota
- Ofrecer el mejor nivel de servicio posible al usuario, evitando que el usuario se detenga más de una vez en el trayecto para el pago del peaje;
- Mantener el menor nivel posible de costos de instalación y operación para el operador de la vía, cumpliendo las condiciones anteriores.
- La ubicación de una plaza de peaje deberá posibilitar la recaudación de suficientes fondos para su operación, o en su defecto, cumplir con una función importante con relación al objetivo principal de la vía.

A partir de estas consideraciones, se llegó a la recomendación del establecimiento de 6 (seis) plazas de cobro de peaje en el sistema Radial Heredia-Circunvalación (Figura 1. 8).

Figura 1. 8. Configuración de plazas de cobro



Fuente: Elaboración propia

Tomando en consideración el diseño básico de la vía y la disposición de las casetas de peajes, se calculó la demanda para la hora de pico de la mañana de cada año horizonte de proyecto,

utilizando un proceso de modelación con el paquete EMME/2. Se estimaron también los volúmenes críticos por tramo, el tránsito diario medio anual y los ingresos de la vía. La siguiente tabla muestra los principales resultados a lo largo del periodo de análisis.

Tabla 1.2. Resultados de estimación de demanda

	Año de Análisis					TCMA ⁽¹⁾
	2006	2011	2016	2021	2026	(%)
TDPA	13,932	17,079	23,196	15,704	21,483	2.19
Tramo más Cargado (Santa Rosa - Circunvalación)	1,062	1,346	1,721	1,560	2,183	3.67
Ingreso Bruto Anual en US\$ ⁽²⁾	12,043,133	14,986,812	20,521,545	16,207,438	22,125,788	3.09

Notas: ⁽¹⁾ TCMA: Tasa Compuesta de Crecimiento Medio Anual 2001 a 2026.

⁽²⁾ Estaciones de Peaje: Santa Rosa Este, Santa Rosa Oeste, León XIII Sur y Uruca Norte.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se realizó un análisis de sensibilidad que permitió estimar la tarifa óptima para el proyecto, considerada como aquella que resultó en los mayores ingresos para el concesionario. Esta resultó ser de 400 colones para vehículos ligeros. Para los vehículos pesados, se encontraron valores 1.66 veces la de los automóviles para camiones de 2 y 3 ejes y de 1.33 veces para camiones con mayor número de ejes. Estas relaciones son muy bajas, pues en general los vehículos de carga reportan valores del tiempo bajos para viajes de corto itinerario.

Analizando la estructura de cobro de peajes de otras autopistas, especialmente en los casos en los cuales se busca incentivar la utilización de vehículos de carga, se llegó a la recomendación de una estructura del tipo 1:2:3 (vehículos livianos, camiones de 2 y 3 ejes, camiones de 4 y más ejes). Es muy importante tener presente que los análisis realizados tienen validez limitada, debido al hecho de que no se cuentan con datos de vehículos de carga sobre Circunvalación, que es el tramo que seguramente tiene la mayor cantidad de demanda potencial de para este tipo de vehículo.

La demanda estimada a partir del modelo de simulación se utilizó como base para el análisis de capacidad y diseño del número de carriles de los tramos e intersecciones del proyecto. El criterio básico para el diseño fue mantener un nivel de servicio C hasta el año 2026.

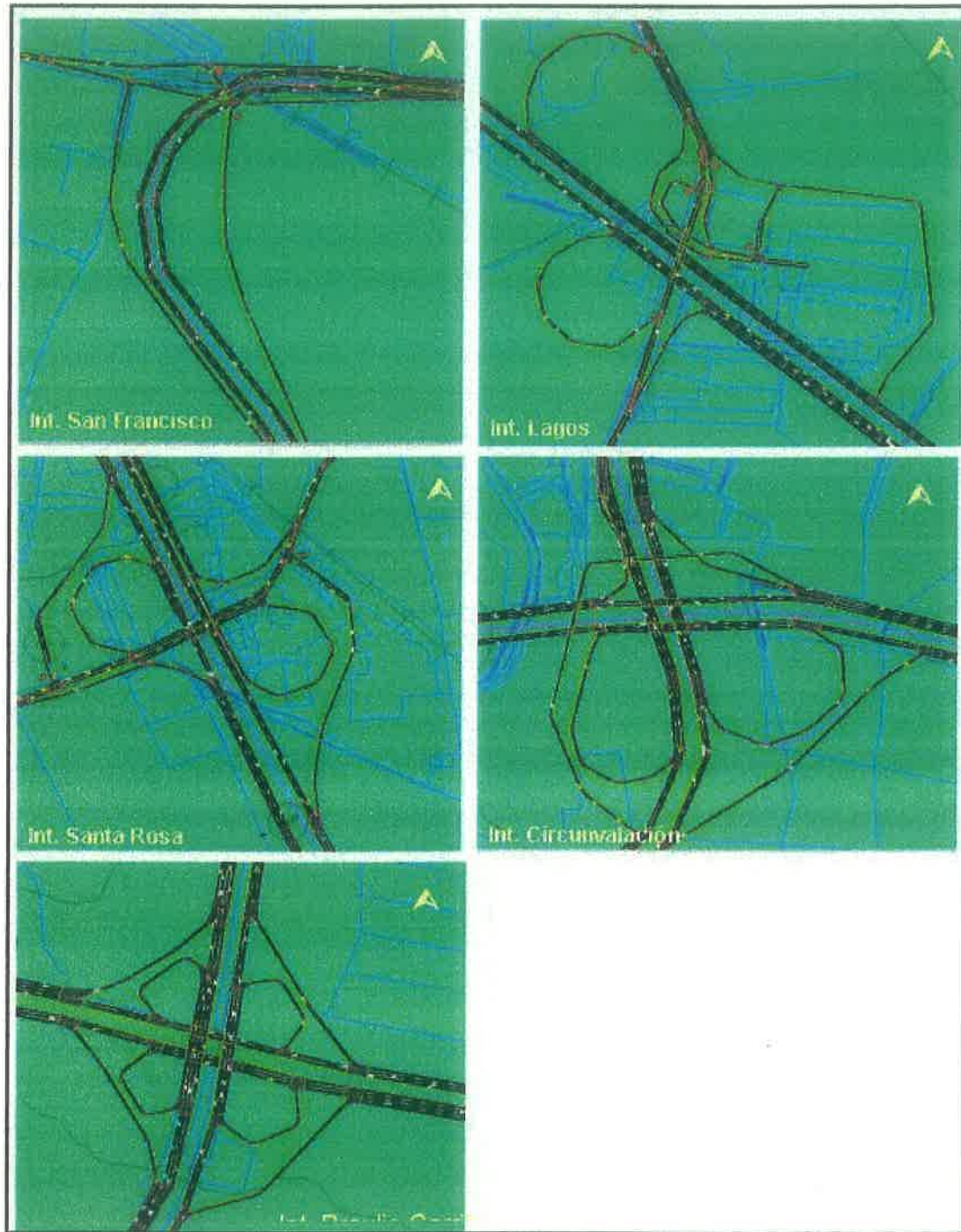
La Tabla 1.3 muestra el número de carriles por tramo y la Figura 1. 9, el diseño de las intersecciones, resultantes del proceso de análisis de capacidad.

Tabla 1.3: Número de carriles por tramo

Tramo	Descripción	Volumen	Carriles
1	San Francisco – Lagos	1,412	2
2	Lagos – Santa Rosa	1,724	2
3	Santa Rosa – Circunvalación	2,220	3
4	Circunvalación – Avenida 7a.	1,397	2
5	Radial Uruca – Radial Heredia	2,055	3
6	Radial Heredia – Braulio Carrillo	2,080	3
7	Braulio Carrillo – Calle Blancos	1,223	2

Fuente: Elaboración Propia

Figura 1. 9: Diseño de las intersecciones



Fuente: Elaboración Propia

La etapa final consistió en emitir algunas recomendaciones acerca del sistema de cobro, con relación a la tecnología y el número de casetas en cada plaza. Debido a los altos volúmenes

vehiculares que se estima utilizarán la vía en el año 2026, será necesario migrar progresivamente a tecnologías de cobro electrónico, por lo que se considera adecuado la operación con casetas de tipo mixto, que permitan tanto el cobro manual como el automático, con una capacidad intermedia entre los dos sistemas. Este tipo de tecnología es especialmente importante para la transición entre los sistemas manual y electrónico.

A partir de estas consideraciones se estimó el número de casetas necesarias en cada plaza de peaje, para el año 2026.

Tabla 1.4 Número de casetas requeridas en el año 2026

Estación de peaje	Recaudo Manual	Sistema Recomendado
		Manual – Mixto – Electrónico
Santa Rosa Este	2	0 – 1 – 0
Santa Rosa Oeste	2	0 – 1 – 0
León XIII	10	2 – 2 – 1
Uruca Norte	10	2 – 2 – 1

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la tecnología, se recomienda la instalación de una solución de rango medio, que permite la incorporación de IAV y telepeaje a lo largo del tiempo, además de proporcionar niveles de seguridad más elevados en las operaciones.

identificación automática de vehículos
no se define en corte

1.7 IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se realiza para el diseño preliminar de la obra, la cual será concesionada en un proceso de licitación posterior. Una vez que la concesión con servicio público sea otorgada, el concesionario deberá obtener los permisos constructivos respectivos y, de acuerdo a las consideraciones de SETENA³, completar el EsIA o realizar uno nuevo.

Los estudios físicos del diagnóstico abarcaron, además del área del proyecto una franja de 500 m de influencia directa, alrededor del trazado de la radial. Los estudios socioeconómicos se realizaron en las comunidades afectadas por la construcción del proyecto, por lo que se incluyen comunidades localizadas en el área de influencia indirecta (1km alrededor del trazado de la radial).

³ Secretaría Técnica Nacional Ambiental

Los resultados del diagnóstico muestran que desde el punto de vista geológico y geomorfológico, no se observan limitantes para desarrollar la Nueva Radial Heredia – San José. En el área del proyecto, se encuentran dos acuíferos importantes para el abastecimiento de agua de parte de la población de Alajuela, Heredia y San José, que se estima que no serán afectados, considerando las condiciones hidrogeológicas. La vía podría ser afectada por fenómenos naturales, tales como sismicidad, movimientos en masa, erosión e inundaciones en secciones puntuales cerca de los ríos y quebradas.

En cuanto a las condiciones biológicas, éstas están determinadas por una flora propia de áreas urbanas alteradas y con cultivos que se han desarrollado a lo largo de los años. Debido a estas condiciones, la fauna existente es escasa y poco variada, la cual presenta adaptación a áreas abiertas y ecosistemas alterados, por lo que tampoco se estiman impactos significativos.

Las condiciones socioeconómicas son típicas para áreas urbanas y los usos actuales del suelo no muestran modificaciones importantes con respecto a los registros existentes, en los que se señala el carácter mayoritariamente urbano de la zona, entre los usos se encuentran el residencial, industrial, comercial, servicios, mixto, cobertura vegetal y caminos y vías públicas.

El proceso de desarrollo económico de la zona ha determinado el abandono progresivo de las actividades agrícolas (si bien persisten prácticas como el cultivo de café), para orientarse sobre todo a la función residencial y, en términos productivos, hacia el sector terciario de la economía.

Con respecto a la percepción local del proyecto, 92% de los residentes se muestra a favor de la construcción de la nueva Radial Heredia – San José y, en el caso de los negocios y facilidades sociales, esta cifra asciende a un 98%. Esta actitud se basa en factores como el posible descongestionamiento y la agilización del tránsito, así como una mayor eficiencia del transporte. En el caso de la actitud desfavorable, se vincula principalmente con efectos sobre el ambiente biótico y físico.

b. Impactos Potenciales al Medio Ambiente.

La identificación de impactos se realizó para los componentes físicos y sociales del medio ambiente, identificando de forma independiente los efectos para la fase de construcción y la fase de operación del proyecto. Los posibles impactos se detectaron a partir de la interacción de las actividades del proyecto con los Componentes del Medio Ecológico (CAE) y los Componentes del Medio Socioeconómico (CAS).

Los impactos detectados para los componentes del medio físico o ecológico se dan principalmente durante la fase de construcción y están asociados al movimiento de tierra y preparación del sitio para la construcción. Estos impactos incluyen la activación de procesos erosivos y aumento en la sedimentación de cuerpos de agua, la generación de nubes de polvo, las emisiones atmosféricas y el aumento en los niveles de ruido, entre otros. Para la fase de operación, los impactos potenciales sobre el medio ecológicos también contemplan las emisiones gaseosas al aire, el aumento en el

nivel de ruido, aporte de sedimentos desde la radial y la potencial contaminación de las aguas con hidrocarburos, entre otros.

Para los componentes de medio socioeconómico los impactos durante la construcción y operación de la radial incluyen la modificación de los patrones actuales de vida de las comunidades, la expropiación de sus terrenos, el cambio en sus rutas de movilización y sus patrones comerciales. También se incluyen impactos como el aumento en el riesgo de accidentes de tránsito que involucren peatones. Otro impacto de importancia es el cambio de uso del suelo.

Entre los impactos positivos detectados están la disminución en el tiempo de viaje y en la ocurrencia de congestionamientos, la reducción de emisiones atmosféricas, la generación de fuentes de empleo, el estímulo para el desarrollo de actividades comerciales, disminución en costos de transporte, aumento en la plusvalía de los terrenos, la atracción de actividades industriales y sus efectos conexos, así como el estímulo para el desarrollo habitacional.

En términos generales, si se analiza el período y la temporalidad en la ocurrencia de los impactos ambientales del proyecto sobre los diferentes componentes de medio ambiente, se puede ver que si bien en su mayoría son impactos negativos, éstos ocurren para la fase de construcción -fase de carácter temporal- en su mayoría; mientras que los impactos positivos ocurren para la fase de operación, la cual se puede decir tiene carácter permanente.

La información completa sobre la evaluación de impactos ambientales se presenta en el capítulo V del presente informe.

c. Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales.

A partir de la identificación de impactos ambientales se proponen medidas tendientes a mitigar o compensar los efectos provocados por la construcción y operación de la Radial Heredia.

Para los CAE's las medidas concretas comprenden, entre otras, el rocío de agua sobre las superficies descubiertas para contrarrestar las nubes de polvo durante la época lluviosa; la aplicación de una campaña de educación ambiental sobre la importancia del adecuado mantenimiento de los motores de los vehículos, sembrado de árboles en los costados de la radial para que sirvan de "barreras sónicas" naturales, aplicación de programas de control de erosión con sistemas capaces de prevenir y/o mitigar el efecto de los diferentes agentes de erosión hídrica, construcción de delantales de disipación y cabezales de desfogue en los sistemas de conducción de aguas pluviales, someter todas las aguas residuales, no pluviales, a tratamiento antes de ser vertidas al sistema de recolección de aguas; implementación de un programa de inspección y limpieza de la red de aguas pluviales y sembrar especies de árboles que sirven de alimento y vivienda para las especies animales identificadas.

Para los CAS, las medidas incluyen planes de comunicación sobre el inicio de las construcciones y los problemas viales que causarán, así como planes de educación para el uso de los puentes peatonales. También se incluye como medida la identificación de rutas alternas para los servicios

de emergencia y la necesidad de establecer un plan de mantenimiento y reparación de las vías que utilizará la maquinaria pesada durante la etapa de construcción. Otras medidas incluyen la utilización de recursos y mano de obra local, la realización de un inventario de las áreas de interés público potencialmente afectadas y una adecuada aplicación del programa de expropiación.

Al igual que con los impactos ambientales, la descripción completa de las medidas de mitigación se realiza en el capítulo 5. También en este capítulo se incluye el Plan de Gestión Ambiental, que contiene principalmente la asignación de las responsabilidades en la aplicación de cada una de las medidas y el costo aproximado de la aplicación de las mismas. Por último, el capítulo V incluye un plan de contingencia para casos de emergencia, como incendios, sismos e inundaciones, entre otras actividades o eventos no planeados.

1.8 DESEMPEÑO ECONÓMICO Y FINANCIERO

En este numeral se presentan los resultados obtenidos para los análisis económico y financiero del proyecto y los estudios de sensibilidad realizados sobre los mismos. En la primera parte se enuncian los parámetros básicos utilizados y posteriormente, se muestran los escenarios analizados y sus resultados.

Las evaluaciones económica y financiera comparten algunos aspectos en común sobre los cuales es necesario que ambas guarden las necesarias relaciones de consistencia o consecuencia. Por este motivo, algunos de los aspectos metodológicos y de los supuestos son comunes a ambas; entre éstos cuales se encuentran:

- La estimación de los indicadores económicos se ha mantenido sobre una base monetaria en colones expresados en dólares de los Estados Unidos de Norte América a precios de septiembre de 2001. Esto permitirá observar que las variaciones que se presenten no obedecerán a cambios del valor del dinero a través del tiempo.
- Para efectos de la conversión, se utilizó como tipo de cambio C 333.00 = US\$ 1.00, que fue el tipo de cambio vigente a finales de septiembre de 2001.
- Las proyecciones se realizan con un horizonte fijado en 25 años a partir de que comienza la construcción, bajo el supuesto de que ésta comienza en 2004 y el proyecto entra en operación a partir del año 2006.
- Para los efectos de descontar los flujos correspondientes al proyecto, se utiliza el año 2004 como año 0, con lo que a partir del año 2005 y hasta el 2029, se aplica la tasa de descuento sobre los beneficios netos.
- La tasa de descuento que se utilizó en la evaluación se encuentra libre de los efectos de la inflación. Por esto, partiendo de una tasa básica nominal del 15% (septiembre 2001) más seis puntos porcentuales (21%), considerado lo mínimo aceptable por parte del inversionista para este tipo de proyectos de inversión, obtenemos una tasa de descuento real del 8.34%.



- En el caso de la evaluación económica la tasa de descuento social empleada coincide con la tasa básica y es de 15% nominal, que al eliminar los efectos inflacionarios se convierte en una tasa real del 2.97%.
- Para la parte del financiamiento del proyecto se consideró el esquema de "project finance" que es generalmente utilizado en proyectos de infraestructura. Dicho financiamiento corre a cargo de bancos o instituciones extranjeras y tiene la particularidad de manejar esquemas con intereses más bajos que los créditos comerciales por tratarse de proyectos con un alto beneficio económico y con un riesgo relativamente bajo al considerarse deuda soberana, al encontrarse respaldados por el gobierno.
- Las tasas de interés que se determinan en estos casos se encuentran referenciados a la tasa LIBOR (London Inter-Bank Offering Rate) y actualmente se encuentran alrededor de LIBOR más cinco puntos porcentuales. La tasa LIBOR para el mes de septiembre fue de 2.64%, lo que implica una tasa nominal de 7.64% que se convierte en 5.53% real considerando la inflación de 2.4% en Estados Unidos.

Las evaluaciones económica y financiera se realizaron en diversas etapas, con el objetivo de estimar la configuración que ofrece buenos resultados financieros para la concesión, con los mejores resultados económicos para la sociedad.

La primera etapa, consistió en evaluar la alternativa de trazo seleccionada: Radial Heredia de San Francisco a Circunvalación y Circunvalación de Uruca a Braulio Carrillo. Los resultados muestran la factibilidad del proyecto:

Tabla 1.5: Resultados económicos y financieros para la alternativa seleccionada

Resultado Económico		Resultado Financiero	
VPN (miles USD)	VPN (USD)	TIR	
1,172,813	34,705,206	20.56%	

Fuente: Elaboración propia

Enseguida, se evaluó el momento más adecuado en el tiempo para la entrada en operación de los tramos adicionales previstos: Circunvalación – Avenida 7ª, y Braulio Carrillo – Calle Blancos. Para lograr este objetivo, se conformaron 22 escenarios considerando diferentes posibilidades con relación al año de entrada en operación de cada uno de estos tramos (2006, 2011, 2016 y 2021). En todos los escenarios, los costos de construcción, mantenimiento y operación de ambos tramos se cargarán al concesionario, a pesar de que no se tienen previsto cobro de peaje para el tramo Braulio Carrillo – Calle Blancos.

Los resultados financieros más favorables para el concesionario se presentan para el escenario en que la Av. 7ª. entra en operación desde el año 2006 y en que no se construye el tramo Braulio

Carrillo - Calle Blancos a la concesión (escenario 2). Sin embargo, aun considerando que este tramo se construye en el año 2006, los resultados no se alteran de forma significativa, tanto en términos de VPN como de TIR. Al considerar los resultados económicos, se verifica que el valor presente neto de los beneficios es más elevado para el escenario que considera su operación más temprana, por lo que se recomienda incluirlo en la concesión desde su inicio (escenario 1).

Tabla 1.6: Resultados económicos y financieros para los escenarios 1 y 2

Escenario	Resultado Económico	Resultado Financiero	
	VPN (miles USD)	VPN (USD)	TIR
1	1,399,021	50,133,085	21.61%
2	1,222,262	51,698,374	23.42%

Fuente: Elaboración propia

Una vez definido el escenario ideal para la construcción de la Radial Heredia - San José (escenario 1), se procedió a evaluar el impacto que sobre ésta tendrá la construcción y operación del proyecto del Anillo Periférico. Para éstos fines se determinó el efecto que tendrá dicha vialidad sobre la demanda y por lo tanto los ingresos de la radial Heredia - San José.

A simple vista resulta obvio que el Periférico tendrá un efecto positivo sobre los indicadores económicos globales, pues ofrece beneficios especialmente al tránsito de paso de la ciudad, pero negativo con relación al desempeño de la Radial, debido a que será una competencia natural de la vialidad, al presentarse como una alternativa de camino para diversos usuarios de esta vía, lo cual representaría una disminución en los ingresos de la radial. El análisis consistió en evaluar el proyecto considerando el inicio de operaciones del periférico en los años 2011, 2016, 2021 y 2026, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 1.7.

Tabla 1.7. Indicadores de rentabilidad financiera – Entrada en operación de Periférico

Año inicio Periférico	VPN con Periférico	TIR
2011	-3,626,140	N/A
2016	14,611,581	15%
2021	28,871,867	19%
2026	37,756,682	21%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observa la disminución que sufre el VPN y la TIR con la entrada en operación del Periférico. Al analizar dicha tabla, se concluye que para que la Radial Heredia – San José se mantenga en los niveles requeridos de desempeño financiero, el Periférico no debiera iniciar operaciones antes del año 2021. En caso contrario, el rendimiento que recibirán los inversionistas se verá severamente disminuido.

La siguiente etapa analiza el impacto que provoca sobre los indicadores financieros el hecho de que el inversionista realice el desembolso necesario para la compra de los terrenos que se necesita adquirir para la construcción de la Radial Heredia -San José. Este supuesto a su vez considera dos alternativas:

El inversionista asume el total de los costos de predios como parte del proyecto, financiándose de la misma forma que los escenarios anteriores: 20% capital contribuido y 80% de endeudamiento.

El inversionista considera los costos de los predios como un préstamo al gobierno y éste amortizará dicho préstamo en un período de cinco años a partir del 2010, realizando pagos específicamente en los años 2010, 2012 y 2014.

Tabla 1.8. Indicadores de rentabilidad financiera – Inclusión de Costos de Expropiación

Escenario	VPN	TIR	TREMA
A	-4,267,388	N/A	8,34%
B	6,486,093	10%	8,34%

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, podemos observar que el proyecto no es financieramente viable si el inversionista tiene que afrontar los costos concernientes a la adquisición de los predios. En el caso de que el Gobierno le reembolse dichos costos, el proyecto es apenas rentable con 1,64 puntos arriba de la TREMA. Se recomienda, por lo tanto, que éstos costos no sean cargados al Concesionario.

Para el escenario recomendado, que considera la construcción de Braulio Carrillo-Calle Blancos en el año 2006, del Periférico a partir del 2021 y no cargar los costos de expropiación a la concesión, se realizaron análisis de sensibilidad a las siguientes variables: i) Inversión y costos de mantenimiento y operación (105 a 130% de lo estimado) y ii) Ingresos, para observar de qué manera afectan estos parámetros a los cálculos de la evaluación (95 al 70%).

La rentabilidad económica del proyecto sigue siendo muy alta, para cualquiera de los escenarios analizados. El caso más desfavorable, que corresponde a un recaudo de 70% de los ingresos estimado, el VPN tiene un valor de 955 millones de USD, TIR de 55,44% y relación B/C de 12,60.

Para el caso de los escenarios financieros, el caso más desfavorable corresponde a la sensibilidad cruzada, con costo 120% e ingreso 80%, que presenta un VPN de 675,603 USD y una TIR de 8,55%, que es ligeramente superior a la TREMA.

Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad para la estructura financiera a aplicar en el estudio de la Radial Heredia – San José, donde el renglón concerniente a la participación de accionistas privados se considera en niveles del 20% al 40%, lo que trae como consecuencia una disminución en el monto del crédito bancario.

De este análisis podemos observar que los indicadores de rentabilidad no son muy sensibles a la estructura financiera, conforme aumenta la inversión privada, tanto el VPN como la TIR disminuyen, llegando ésta última a niveles del 17% para una aportación del 40% debido al peso que tiene el invertir el dinero de los accionistas al principio del proyecto vs financiarse con deuda e ir la pagando con los flujos que genere la viabilidad. Lo anterior se observa en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Cuadro de participación porcentual, de acuerdo a estructura financiera

Participación Accionaria	Escenario Base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Capital Privado	20%	25%	30%	30%	40%
Préstamo Bancario	80%	75%	70%	65%	60%
Indicadores					
VPN	28,871,867	28,676,691	28,483,714	28,291,523	28,100,102
TIR	19%	19%	18%	17%	17%
Sobrante Neto de Operación	253,569,584	247,501,336	247,342,558	247,185,162	247,029,015
Valor Máximo de la Deuda	92,123,397	67,237,332	62,754,844	58,272,355	53,789,866

Fuente: Elaboración propia

1.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Configuración de la vía

La configuración recomendada para la concesión del proyecto Radial Heredia-San José incluye dos secciones, compuestas por los siguientes tramos:

Sección	Tramo	Prioridad Constructiva
Radial Heredia	San Francisco – Lagos	2
	Lagos - Santa Rosa	1
	Santa Rosa - Circunvalación	1
	Circunvalación – Av. 7a.	3
Circunvalación	Radial Uruca - Radial Heredia	1
	Radial Heredia – Braulio Carrillo	2
	Braulio Carrillo – Calle Blancos	4

Aunque toda la vía deberá ser construida en la etapa inicial del proyecto, para efectos de iniciar el cobro de peajes lo antes posible, se recomienda construir los tramos según la prioridad asignada en la tabla anterior. Esta configuración es la que deriva de las corridas económicas y financieras, siendo utilizada como base para los análisis de sensibilidad.

Factibilidad

El proyecto Radial Heredia-San José es factible bajo los puntos técnico, ambiental, económico y financiero, considerando su construcción por el sistema de concesión.

Factibilidad Técnica:

- Se seleccionó una alternativa viable, con procesos constructivos usuales y que recorre, en su mayor parte, corredores libres de urbanización.
- Los prediseños elaborados incluyen un total de 37 estructuras de concreto, 27 muros de contención o de acompañamiento en puentes, 14 pasos peatonales, 5 peajes y 12 bahías de paradero de buses.
- Después de un análisis sobre una estructura típica de mediana luz, se concluyó que el costo de las estructuras de concreto es menor que el de las estructuras metálicas para este proyecto.
- Se presentan diseños de pavimento rígido y flexible, aunque en los estimativos y programas se ha tenido en cuenta el pavimento flexible y sus refuerzos durante la concesión.
- La obra de la alternativa de trazo seleccionada (Radial Heredia de San Francisco a Circunvalación y Circunvalación de Uruca a Braulio Carrillo) podrá ser construida en 24 meses

utilizando 9 frentes de trabajo. Se estima que en el mes 15 se podrá comenzar a utilizar el tramo entre la Avenida de la Uruca y la intersección de la Esperanza (Price Smart), con lo cual se podrá iniciar el cobro de peajes.

Factibilidad Ambiental:

- Si bien en su mayoría los impactos son negativos, éstos ocurren para la fase de construcción - fase de carácter temporal - en su mayoría; mientras que los impactos positivos ocurren para la fase de operación, la cual se puede decir tiene carácter permanente. Por otro lado, el proyecto contempla medidas de mitigación posibles para los impactos identificados.
- Los impactos detectados para los componentes del medio físico o ecológico se dan principalmente durante la fase de construcción y están asociados al movimiento de tierra y preparación del sitio para la construcción. Para la fase de operación, los impactos potenciales contemplan las emisiones gaseosas al aire, el aumento en el nivel de ruido, aporte de sedimentos desde la radial y la potencial contaminación de las aguas con hidrocarburos, entre otros.
- Para los componentes de medio socioeconómico los impactos durante la construcción y operación de la radial incluyen la modificación de los patrones actuales de vida de las comunidades, la expropiación de sus terrenos, el cambio en sus rutas de movilización y sus patrones comerciales.
- Entre los impactos positivos detectados están la disminución en el tiempo de viaje y en la ocurrencia de congestionamientos, la reducción de emisiones atmosféricas, la generación de fuentes de empleo, el estímulo para el desarrollo de actividades comerciales, disminución en costos de transporte, aumento en la plusvalía de los terrenos, la atracción de actividades industriales y sus efectos conexos, así como el estímulo para el desarrollo habitacional.

Factibilidad Económica:

- El proyecto ofrece beneficios significativos a la comunidad en términos de ahorros de tiempo de viaje y de costos de operación vehicular, representados con relación B/C superiores a 12, TIR superior al 53% y VPN superior al 1,000 millones de dólares; para todos escenarios analizados.

Factibilidad Financiera:

- El proyecto presenta parámetros financieros atractivos para los inversionistas del sector privado, viabilizando el esquema de concesiones propuesto para un periodo de 25 años. La TIR para la configuración recomendada es 19.38% y el VPN de 29 millones de dólares. Al realizar análisis de sensibilidad al costo e ingresos, en el caso más crítico, que corresponde a la sensibilidad cruzada (costos 120% e ingresos 80%), estos valores bajan a 8.55% (ligeramente superior a la TREMA, que es de 8.34%) y VPN de 675 mil dólares.
- Para que el proyecto se mantenga factible en el futuro es necesario que el arco norte del anillo periférico no se construya antes del año 2001.

Costos del Proyecto

El costo previsto para las obras de los tramos con prioridad 1 y 2 se estima en 44.8 millones de dólares. Estos costos han sido calculados con base en los diseños de factibilidad correspondientes y evaluados con precios unitarios de contratos ejecutados en los últimos años en el MOPT y están referidos al año 2001. El costo de los predios que se deben adquirir para conformar un corredor de 50 metros de ancho es de 28 millones de dólares del año 2001.

El costo de mantenimiento de la vía durante 25 años de operación, incluyendo las sobrecarpetas asfálticas necesarias será de 8.5 millones de dólares del 2001 y el costo de operación se ha estimado en 33 millones de dólares US del 2001.

A nivel preliminar se ha estimado un costo de construcción para las obras de prioridad 3 y 4 de 21.2 millones de dólares y un costo de predios de 12 millones de dólares del 2001. Se debe tener en cuenta que estos costos no tienen la misma precisión de los tramos de mayor prioridad, dado que no se cuenta con prediseños de la vía, sino que corresponden a valores estimados por kilómetro.

Ingresos del Proyecto

Los ingresos estimados para la vía son de 449 millones de dólares para los 25 años de concesión, en valores constantes del 2001.

El cálculo de ingresos se basa en el cobro de peaje en 6 estaciones, ubicadas de forma tal que todos los vehículos que utilicen el sistema paguen peaje una vez en cada viaje, evitando demoras y simplificando la operación. La tecnología adecuada, considerando el elevado volumen vehicular de la Radial, considera que los sistemas de cobro deben avanzar a medios electrónicos a lo largo del periodo de concesión, utilizando una configuración mixta en las casetas.

La tarifa recomendada es de 400 colones (1,20USD) para vehículos ligeros, 800 para autobuses y camiones de 2 y 3 ejes y 1200 para camiones de más ejes. Estos valores permiten maximizar el ingreso de la vía, según un análisis de sensibilidad a la tarifa.

Limitaciones del estudio

Al ser éste un estudio que realiza predicciones, se trabaja con fundamento en modelos, cuyos supuestos respecto al comportamiento futuro de variables clave podrían no responder al que efectivamente puedan tener dichas variables en el futuro, cuestión que afectaría la calidad de las predicciones. Se consideran variables claves: la estabilidad política, social y económica del país que tiene incidencia directa sobre el comportamiento de la demanda, de los costos y de los parámetros financieros y el adecuado cumplimiento a los tiempos y costos de construcción.

Con el propósito de disminuir el impacto de esta limitación, se presentan sensibilizaciones respecto al modelo básico que permiten conocer, mediante la evaluación de situaciones alternativas, los resultados que se esperaría obtener al modificarse algunas de las variables claves del modelo.

El estudio tarifario se llevó a cabo con base en la situación económica prevaleciente en el año 2001, por lo que un cambio sustancial en variables macroeconómicas como poder adquisitivo de la población o ingreso per capita puede restar validez a los resultados de este análisis.

En caso de una devaluación brusca de la moneda, si las tarifas son indexadas en dólares la población percibirá un incremento en el valor real de la cuota durante un periodo, lo que conllevaría a captaciones en la demanda inferiores a las previstas.

Debido a la evolución de la concepción del proyecto, descrita en el numeral 1.5, de este capítulo, el estudio de factibilidad de la configuración final recomendada esta incompleto en los siguientes aspectos:

- La demanda de Circunvalación fue estimada con base en datos de menor precisión que la Radial Heredia, ya que no se hicieron estudios de campo actualizados en esta zona, por no estar previstos en el proyecto base. La mayor restricción es que no se cuenta con información de los vehículos de carga de esta sección.
- Dado que el esquema recomendado prevé la llegada a San José por tres accesos, en lugar de uno solo previsto en el proyecto base, es necesario complementar el estudio de tránsito. Para que se evalúe con mejor grado de precisión los impactos generados por la redistribución de los flujos vehiculares en el área norte de San José y se generen alternativas de manejo de circulación adecuadas.
- El diseño de factibilidad de los tramos Av. Circunvalación – Av. 7ª y Braulio Carrillo Calle Blancos no fue realizado, debido a que el estudio tenía prevista una limitación de longitud para los diseños preliminares, que quedó superada en la configuración final. Se decidió utilizar los recursos sobre los tramos con prioridad de construcción 1 y 2, que son los que representan la alternativa seleccionada en la primera etapa del proyecto por tener mejor calificación en la evaluación multicriterio. Para estos tramos, los costos fueron evaluados a nivel de prefactibilidad, sin estudios específicos sobre estas áreas.

Recomendaciones

Se recomienda que el proceso de Concesión de la vía siga llevándose a cabo de manera ágil pues el proyecto en estudio muestra beneficios económicos importantes y es atractivo para los inversionistas privados. La ejecución del proyecto en los tiempos previstos permitirá que no pierdan vigencia los parámetros recomendados en este estudio.

Antes de iniciar el proceso de licitación de la concesión, se recomienda ampliamente completar los estudios faltantes (demanda de Circunvalación, diseño de 4.5km, estudio de tránsito en el tramo Braulio Carrillo- Calle Blancos y complemento de estudio ambiental), con el objetivo de disminuir el riesgo del concesionario, representado por las limitaciones anteriormente descritas. Un mayor grado de certidumbre en la licitación generará mejores resultados para el Estado y los usuarios de la vía.

Al elaborar el documento definitivo del cartel de licitación, se recomienda tener en cuenta las experiencias recientes de licitaciones en Costa Rica y otros países de Latino América.

La decisión sobre el sistema de cobro automático de peaje deberá prever la integración de todas las vías que operen con este tipo de tecnología, de modo que la logística de operación y control se simplifique y abarate, y los usuarios tengan mayor facilidad en la utilización del sistema.

2. ESTUDIO DE DEMANDA

2.1. OBJETIVOS Y ALCANCES

El presente capítulo contiene los resultados del estudio de estimación de demanda del proyecto Radial Heredia-San José, con base a la información documental, de campo y el desarrollo de modelos de planeación del transporte que permite estimar la demanda futura de la nueva vía.

Es importante mencionar que los resultados aquí presentados se basan en el uso de información de dos tipos de fuentes: la información del estudio del SIATGAM (1990) y la información de campo recabada por el Consorcio. La información de campo, específicamente lo relacionado con las matrices de viaje, tiene un mayor grado de confiabilidad por el modo en que fue recabada y describe específicamente a los viajes del corredor Heredia – San José. Sin embargo, al estimar la demanda del tramo de Circunvalación Norte, los viajes estimados en el estudio de demanda corresponden principalmente a viajes dentro de la matriz SIATGAM. Por lo tanto, el grado de certidumbre para la estimación de la demanda de dichos tramos es menor al deseado.

El grado de incertidumbre de la información es aún más importante en la estimación de viajes de vehículos de carga ya que la matriz SIATGAM no cuenta con información al respecto y, específicamente en el tramo de Circunvalación, se espera un alto porcentaje de dichos vehículos debido al tránsito observado en la Radial Uruca. Así, los resultados presentados muestran una subestimación de viajes e ingresos por este tipo de vehículos sobre los tramos de Circunvalación. Es importante recomendar la realización de estudios posteriores que eleven el grado de certidumbre de la estimación de demanda para los tramos de Circunvalación.

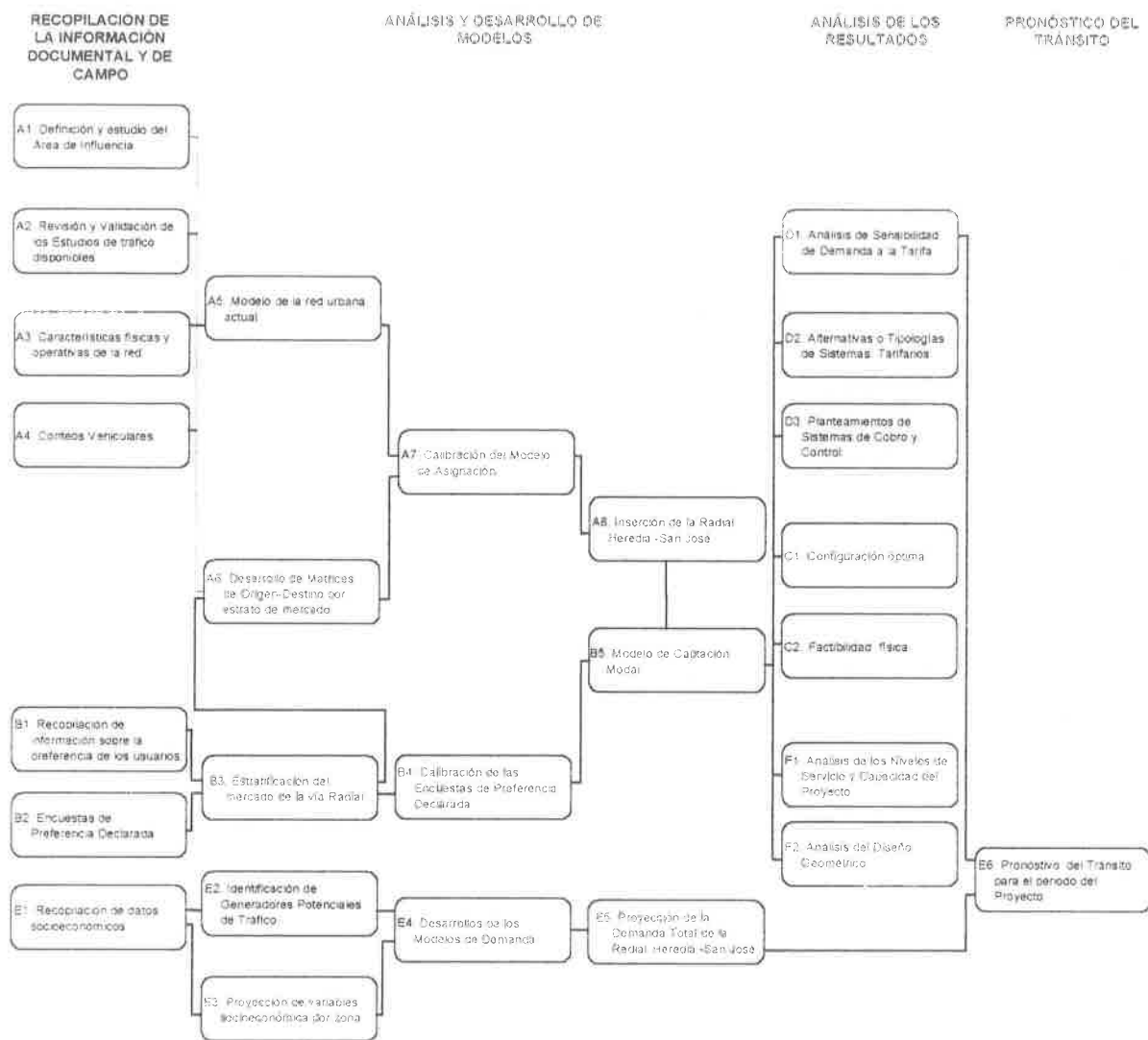
El capítulo presente inicia con una breve descripción de la metodología llevada a cabo para realizar la estimación de demanda del proyecto. Posteriormente, se presenta el análisis de la información socioeconómica de la zona de estudio, para después continuar con la descripción de los escenarios de demanda y oferta. Así mismo se presenta el resultado de la estimación del valor del tiempo para los usuarios del corredor Heredia – San José. Se presenta después una breve descripción de los modelos utilizados, para después continuar con la sección de presentación de resultados y el análisis de capacidad correspondiente a los tramos básicos y intercambios de la Radial Heredia. Finalmente, se presenta las recomendaciones pertinentes a los sistemas de peaje en cuanto a tecnología, ubicación y número de casetas, y recomendaciones generales.

2.2. METODOLOGÍA

La metodología general empleada para la estimación de la demanda de la Radial Heredia – San José se muestra en la Figura 2. 1, en la cual se observan las fases de ejecución del estudio de

tránsito y la relación entre ellas. En este capítulo se comenta brevemente sobre cada uno de los componentes de la metodología y en los capítulos siguientes se realiza una descripción detallada de cada uno de ellos.

Figura 2. 1. Metodología general del estudio de la demanda



Fuente: Elaboración propia

Determinación del Área de Influencia

La primera etapa del estudio consistió en la determinación de la zona de influencia del estudio, que fue considerada como toda la Gran Área Metropolitana del Valle Central (GAM), debido a la interrelación entre la zona de influencia directa del proyecto (Heredia, Santo Domingo y norte de San José) y el resto del GAM.

Una vez definida el área de estudio, se realizó la zonificación de la misma, definiéndose las zonas de tránsito homogéneas con respecto a las características socioeconómicas y de usos del suelo. Otro factor importante en la definición de la zonificación fue la accesibilidad al proyecto. En total se definieron 108 zonas, las cuales se concentran en los cantones y distritos localizados en el corredor Heredia – San José.

Recopilación de Información

Esta etapa abarca la recopilación de los datos que permite formar una base sólida para el desarrollo del estudio. Son recopilados datos referentes a las siguientes componentes:

Información Documental:

- Estudios anteriores respecto a esta vía.
- Diseño y conceptualización de la operación de la Radial.
- Datos socioeconómicos.
- Características de la red vial.
- Proyección de variables socioeconómicas.
- Matriz de viajes del estudio de SIATGAM 1990 y su proyección al 2000.

Información de campo:

- Comportamiento actual del tránsito sobre la red vial de influencia (aforos o conteos vehiculares en el área de influencia).
- Datos de origen destino levantados directamente sobre las vías que dan acceso entre Heredia y San José.
- Preferencia de los usuarios.

Análisis de la Información

Una vez recopilada la información el paso siguiente fue la revisión, validación, codificación y captura de la información. Todos estas etapas permiten el control de calidad de la información, lo que redundará en la obtención de datos con un buen nivel de confiabilidad.

Elaboración y Calibración de Modelos

La elaboración y calibración de modelos consiste en representar el comportamiento de la demanda y el funcionamiento actual de la red vial y proyectar su comportamiento futuro. Para esto, es necesaria la elaboración de los siguientes componentes:

- Elaboración de la base de Datos en TransCAD2: Esta actividad tiene como la elaboración de una base de datos, georeferenciada de la zonificación, red vial y matrices origen – destino en el Sistema de Información Geográfica (TransCAD). ✓
- Modelo de la red vial actual y futura: Representación de las vías de la ciudad por un conjunto de nodos y enlaces, a los cuales se les asocia una base de datos con las respectivas características físicas y operativas. Este modelo debe ser calibrado para que al asignarle la demanda, efectivamente reproduzca con buen nivel de aproximación los tiempos y volúmenes actuales, que son medidos en la etapa de recopilación para el análisis de los años futuros.
- Modelos de demanda: Representación de los orígenes y destinos de los viajes a través de matrices. Para caracterizar los usuarios de vehículos privados, se utilizaron matrices por motivo de viaje (trabajo y otros) y estrato socioeconómico (estratos bajo, medio y alto). Los vehículos de carga se clasificaron en camiones medianos y furgones.
- Modelos de selección de ruta (preferencia de los usuarios): Utilizando los resultados de una encuesta de preferencia declarada, se calibran funciones de utilidad para cada estrato de la demanda (según el motivo de viaje y estrato socioeconómico). Estas funciones representan la importancia del ahorro en tiempo, del costo y de la disponibilidad de servicios en la vía en la decisión de los usuarios sobre la ruta que utilizarán.
- Modelos de generación y distribución de viajes: El número de viajes futuros entre las diversas zonas de tránsito es una variable de difícil pronóstico, pero que se relaciona estrechamente con el crecimiento de la población y de la actividad económica. Por este motivo, se ajustan modelos que permiten pronosticar el número de viajes producidos / atraídos por cada zona a partir de las variables socioeconómicas (modelos de generación). Posteriormente se distribuyen los totales de viajes pronosticados para cada zona de tránsito entre los diversos pares origen – destino.
- Modelo de asignación de tránsito: Se utiliza el modelo de la red vial calibrado y las matrices de origen – destino para estimar para la situación actual los tiempos de viaje y las tarifas pagadas por el concepto de peaje. Luego, se realiza la asignación a la red vial para los escenarios futuros, donde se representa la operación de la Radial Heredia – San José, estimando tiempos y tarifas. Las utilidades de cada ruta se aplican a un modelo de tipo LOGIT, que permite estimar el porcentaje de usuarios potenciales que utilizará la nueva vía, para cada par de origen destino, por estrato de demanda. ✗

² TransCAD es un Sistema de Información Geográfica desarrollado por CALIPER, el cual permite el manejo de información geográfica con una base de datos atributiva asociada.

Pronóstico de la Demanda

Utilizando el modelo de la red vial futura y el pronóstico de las matrices de viaje para cada año considerado en la modelación, se realizan los procedimientos de selección entre las rutas tradicionales y el proyecto para obtener el pronóstico de la demanda para cada escenario futuro considerado.

En esta etapa se incluyen los análisis de sensibilidad a la tarifa, que consisten en la elaboración de diversos escenarios alternativos de oferta, para los cuales se verifican el efecto de cambios en la estructura de cobro y el valor de peaje.

Análisis de Capacidad

Los volúmenes vehiculares resultantes de las asignaciones de tránsito a la Radial Heredia – San José son utilizados para realizar el análisis de capacidad de sus diversos tramos, así como de los enlaces con otras vías.

Sistemas De Peaje

En cuanto al sistema de peaje, además de la ubicación de las plazas de cobro y dimensionamiento de las casetas, se proponen diversas tecnologías y se recomiendan las más adecuadas para el proyecto.

2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

El análisis de una región siempre requiere enmarcarse en el contexto macroeconómico en el ámbito de la provincia y el país en el cual se realizará el proyecto, con el objetivo de contar con los conocimientos fundamentales del área de estudio y de las principales circunstancias económicas y sociales de la región. Para cumplir este propósito llevó a cabo una revisión de algunos indicadores económicos y financieros en el ámbito nacional como son el producto interno bruto (PIB), la balanza comercial, el tipo de cambio con respecto al dólar americano y el nivel inflacionario.

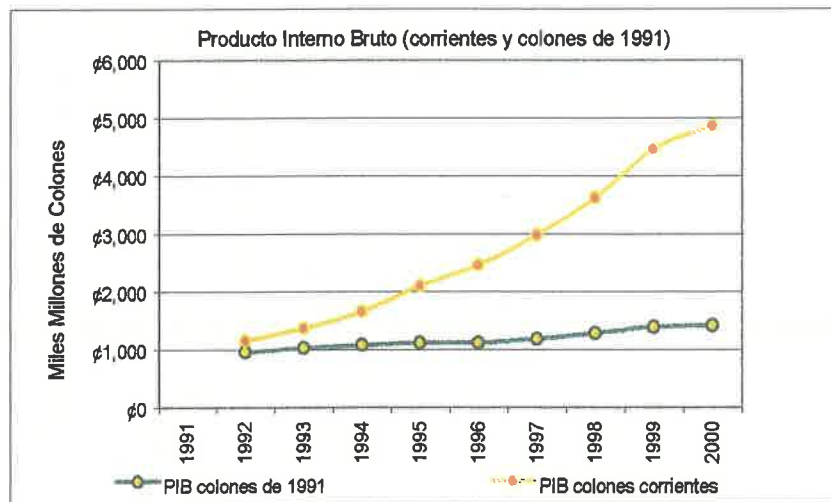
En la continuación de este capítulo se presenta una visión general de las características socioeconómicas de Heredia, San José y del GAM, cuando la información lo permita. Se consideran cuatro temas (población, actividad económica, fuerza laboral y empleo y registro automotor), los cuales se constituyen en insumos que contribuyen a alimentar el modelo que estima la demanda de transporte en el área estudiada.

2.3.1. PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

El producto interno bruto mide la producción realizada por factores de producción residentes en el país, independientemente de quién sea el propietario. Por lo tanto, el producto interno bruto, como indicador macroeconómico, proporciona una imagen de la dinámica económica del país. En Figura 2. 2, puede observarse la evolución del PIB total nacional durante los últimos años en colones corrientes y en colones constantes de 1991.

Para el periodo 1991-2000 se tuvo una tasa media real de crecimiento de 4.96%, presentándose un periodo de crecimiento más lento entre 1991 y 1996, acelerándose entre 1996 y 2000 con una tasa media de 8.82% en este periodo. En la siguiente figura se observa este comportamiento.

Figura 2. 2. Producto Interno Bruto. (Colones corrientes y constantes)



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del BCCR¹

2.3.2. COMERCIO EXTERIOR

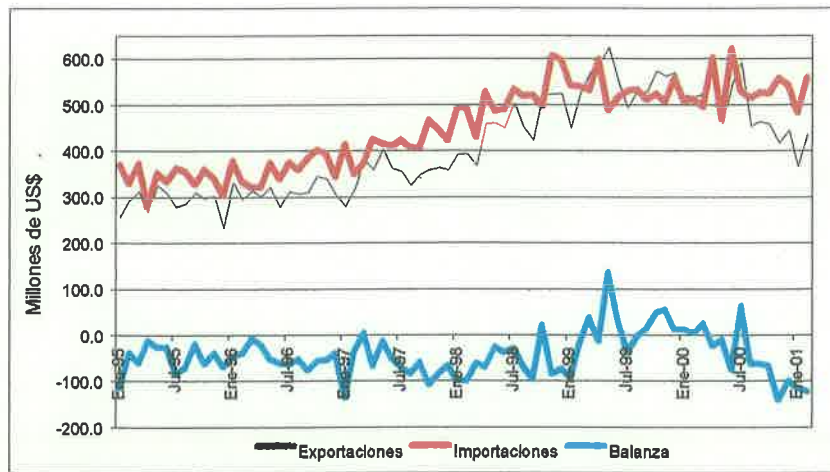
La construcción de toda vía de comunicación tiene un aporte importante en el movimiento de productos y servicios. En consecuencia con lo anterior, es importante analizar la magnitud del comercio exterior del país.

¹ BCCR es el Banco Central de Costa Rica

Como parte fundamental de este análisis, es necesario tener en cuenta que a finales de 1994 se firmó un acuerdo con el cual a partir del primero de enero de 1995 entró en vigencia el libre mercado a la economía del país. Esta política establece un camino para los productos costarricenses al mercado de Norteamérica, a través del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (NAFTA por sus siglas en inglés) con México, Estados Unidos y Canadá.

La Figura 2. 3 muestra la evolución del comercio exterior de 1995 a 2001, donde se puede observar que el valor de las importaciones y de las exportaciones ha mantenido un crecimiento constante en este período, pero que en general la balanza ha sido negativo, a excepción de un periodo entre el inicio de 1999 y mediados del 2000.

Figura 2. 3. Comportamiento histórico del comercio exterior (1995-2001).



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del BCCR

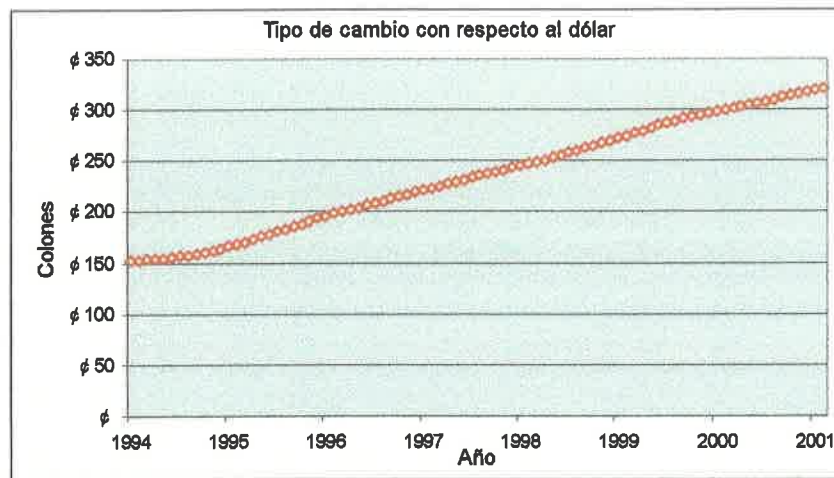
2.3.3. TIPO DE CAMBIO

En la Figura 2. 4, se muestra el tipo de cambio promedio del colón con respecto al dólar estadounidense entre enero de 1994 y febrero del 2001. En este período, la devaluación del colón con respecto al dólar ha sido de un promedio de $\text{¢}23.87$ por año, a 11.23% anual. Sin embargo, existe una tendencia a la baja en la devaluación porcentual ya que en el año 2000 fue del 6.66%. En el año de 1996 se presentó la devaluación más alta en este período, que fue del 18%.

2.3.4. INFLACIÓN

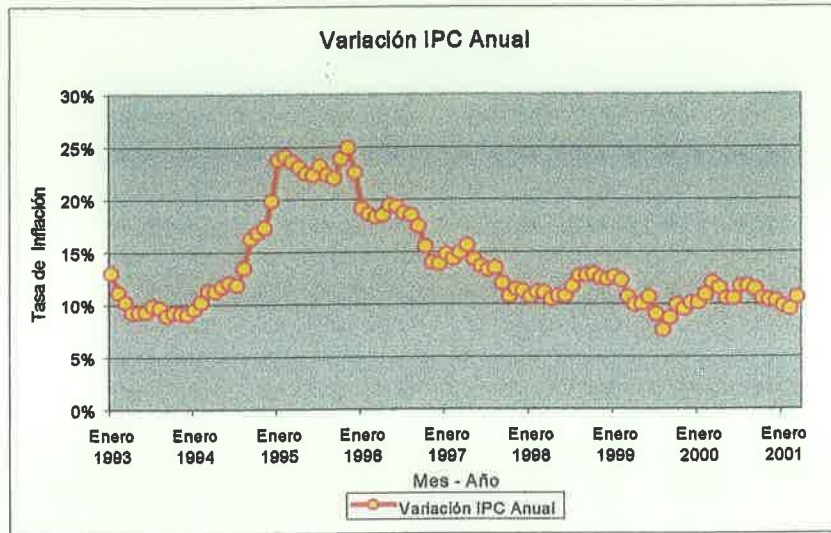
Otra variable importante para el análisis de la economía del país es la inflación. En la Figura 2. 5 se puede observar el ritmo inflacionario entre enero de 1993 y enero del 2001. Al igual que la devaluación, en 1995 existió una alza considerable en el índice de precios al consumidor (IPC), del orden del 24% anual. En los últimos tres años (1998-2001), la inflación se ha reducido a niveles comparables con el registrado en 1994. De seguir con esta tendencia, podemos esperar que la inflación para el resto del año 2001 y el 2002 continúe a los mismos niveles actuales, que oscila en el 10% anual.

Figura 2. 4. Tipo de cambio (1994-2001).



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del BCCR

Figura 2. 5. Inflación (1993-2001)



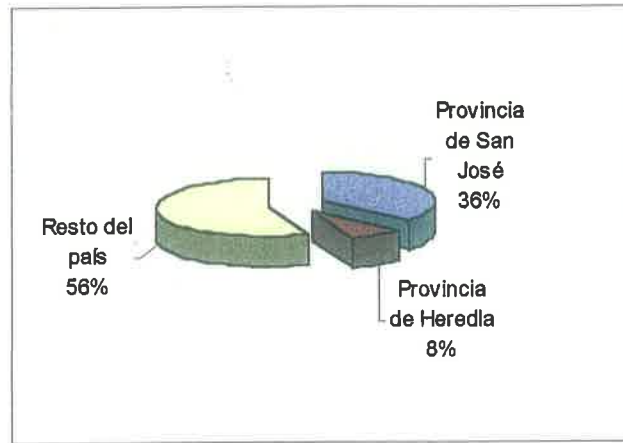
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del BCCR

2.3.5. POBLACIÓN TOTAL

La población estimada de Costa Rica para el año 2001 es de 4,029,955 habitantes, de los cuales 1,426,604 estarán en la provincia de San José y 318,816 en Heredia. Estas dos provincias congregan, por lo tanto, el 43% de la población del país.

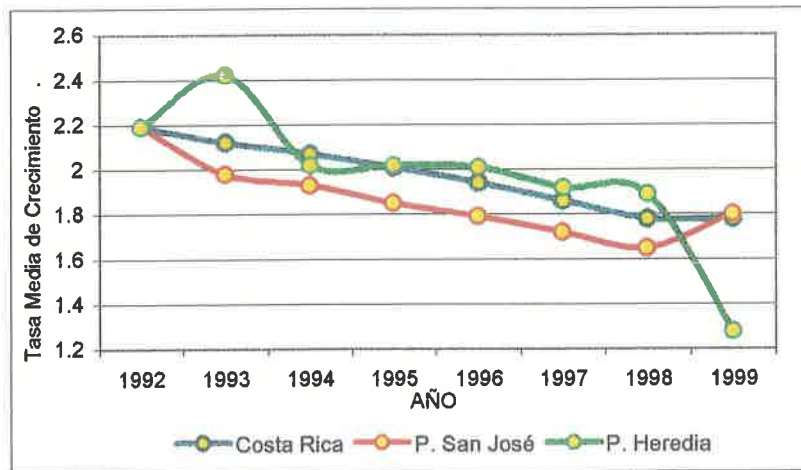
En las siguientes figuras se muestra la distribución de la población y las tasas de crecimiento de las mismas en los últimos 8 años.

Figura 2. 6. Distribución de población



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INEC

Figura 2. 7. Tasa media de crecimiento



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INEC

Como puede observarse, la tasa de crecimiento promedio anual presenta a través del tiempo una clara tendencia decreciente, especialmente en la provincia de Heredia, donde en 1999 se registró una tasa de solo 1.28%.



2.3.6. FUERZA LABORAL

La Tabla 2. 1 muestra la distribución del número de empleados en Costa Rica en tres diferentes sectores. El porcentaje de asalariados es el 73% del total de trabajadores. El sector privado es el que más empleados tiene con un 59%, después aparecen los asalariados independientes con el 27% y los empleados del sector público con un 14%. Sin embargo, es el sector público el que mayor ingreso promedio mensual percibe, con ¢177,868 mensuales o US \$573.77 con una tasa de cambio promedio en el año 2000 de 310 colones por dólar americano.

Tabla 2. 1. Distribución de empleados e ingreso promedio (2000)

	Número trabajadores	Ingreso Promedio	Ingreso Promedio	Porcentaje
Total país	1,162,654	¢111,233	US \$ 358.82	
Asalariados	852,646	¢111,612	US \$ 360.04	73.34%
Sector público	164,728	¢177,868	US \$ 573.77	14.17%
Sector privado	687,918	¢95,746	US \$ 308.86	59.17%
Independientes	310,008	¢110,191	US \$ 355.45	26.66%

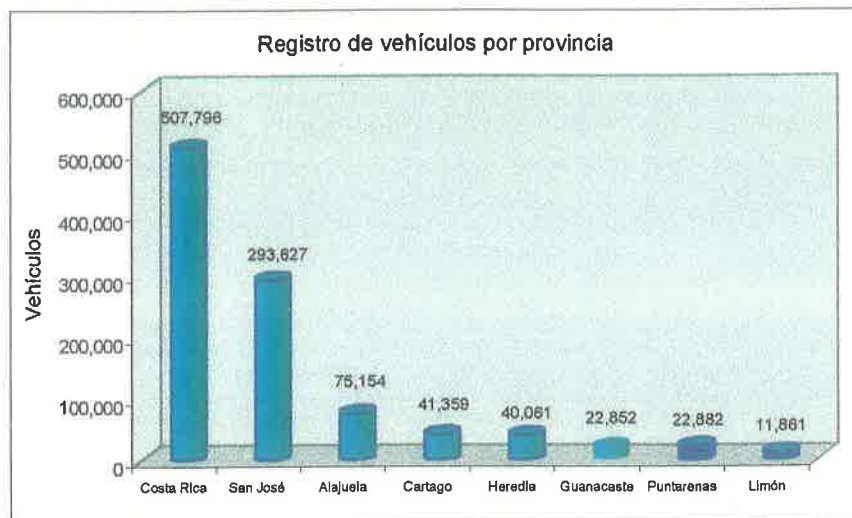
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INEC

2.3.7. REGISTRO VEHICULAR Y TASA DE MOTORIZACIÓN

El número de vehículos registrados es un indicador importante de la demanda potencial de la autopista en estudio, principalmente debido a que la mayor parte del tránsito atraído se espera que esté compuesto por automóviles y camiones.

En la Figura 2. 8 se muestra el registro de vehículos por provincia para 1999. San José es la provincia que más vehículos registrados tiene con el 57.8% del registro total del país. En los últimos 7 años, el registro vehicular ha incrementado a una tasa promedio del 7.9%.

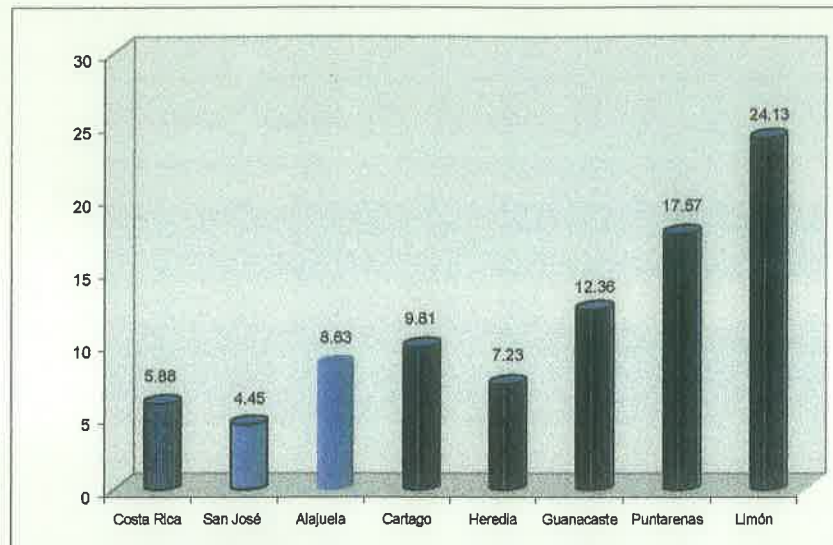
Figura 2. 8. Registro vehicular por provincia (1999)



Fuente: Elaboración propia con datos del MOPT

El índice de motorización es un indicador de la disponibilidad de vehículos en función de la cantidad de habitantes en una zona o localidad. Lo anterior puede apreciarse en la Figura 2. 9, la cual muestra los índices de motorización por provincia. El índice nacional de motorización en 1991 era de 9.31 habitantes por vehículo, de acuerdo a información del MOPT.

Figura 2. 9. Tasa de motorización (vehículos por habitante en 1999)



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT

2.3.8. PROYECCIÓN DE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

El propósito de este apartado es presentar las proyecciones de las principales variables socioeconómicas que contribuyen a alimentar el modelo que estima la demanda de transporte en el área estudiada. Las proyecciones se realizan hasta el año 2026 y se basan en supuestos tomados de diferentes estudios, como se menciona posteriormente. Los análisis de las variables se hicieron para períodos de 5 años.

El ritmo de actividad económica del país se mide en términos del producto interno bruto (PIB), el cual durante el período 1991-2000 creció a una tasa promedio anual de 4.96% lo cual se asume constante para todo el periodo de análisis. Las proyecciones realizadas son basadas en datos nacionales debido a que no se dispone de datos locales o desagregados para las diferentes provincias o cantones del GAM. El número de vehículos registrados en el país está altamente correlacionado con el PIB del país, estimando a partir de este dato el número esperado de vehículos para cada uno de los años del período considerado. Los resultados se presentan en la Tabla 2. 2 y en el Anexo correspondiente.

A partir de los datos de población del INEC se procedió a estimar la población de las 104 zonas establecidas dentro del país para después realizar la proyección de cada una de las zonas.

Para el año de 2026 se pronostica una población de 5,841,048 habitantes para Costa Rica, de los cuales el 34.6% se concentrará en la Provincia de San José y el 10.2% en la Provincia de Heredia.

De acuerdo con esto el porcentaje de esta participación de estas dos provincias que para el 2001 es del 43% crece a un 44,8%.

Tabla 2. 2. Proyección de registro de vehículos en el país

Año	PIB per cápita (miles de colones)	Registro de vehículos
2001	1157,5	630,895
2006	1333,6	671,217
2008	1416,7	689,203
2011	1557,8	718,425
2016	1846,1	773,823
2021	2212,8	837,646
2026	2678,6	910,642

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT y BCCR

En la Tabla 2. 3 se presentan las tasas de crecimiento proyectadas para la población total de Costa Rica. Adicionalmente, en el Anexo se presenta la población total proyectada para cada una de las zonas de estudio, para todo el período considerado.

Tabla 2. 3. Tasa de crecimiento de población

Período	Tasa de Crecimiento Anual
2001 – 2006	2,03%
2006 – 2011	0,73%
2011 – 2016	1,01%
2016 – 2021	1,45%
2021 – 2026	1,22%

Fuente: Elaboración propia

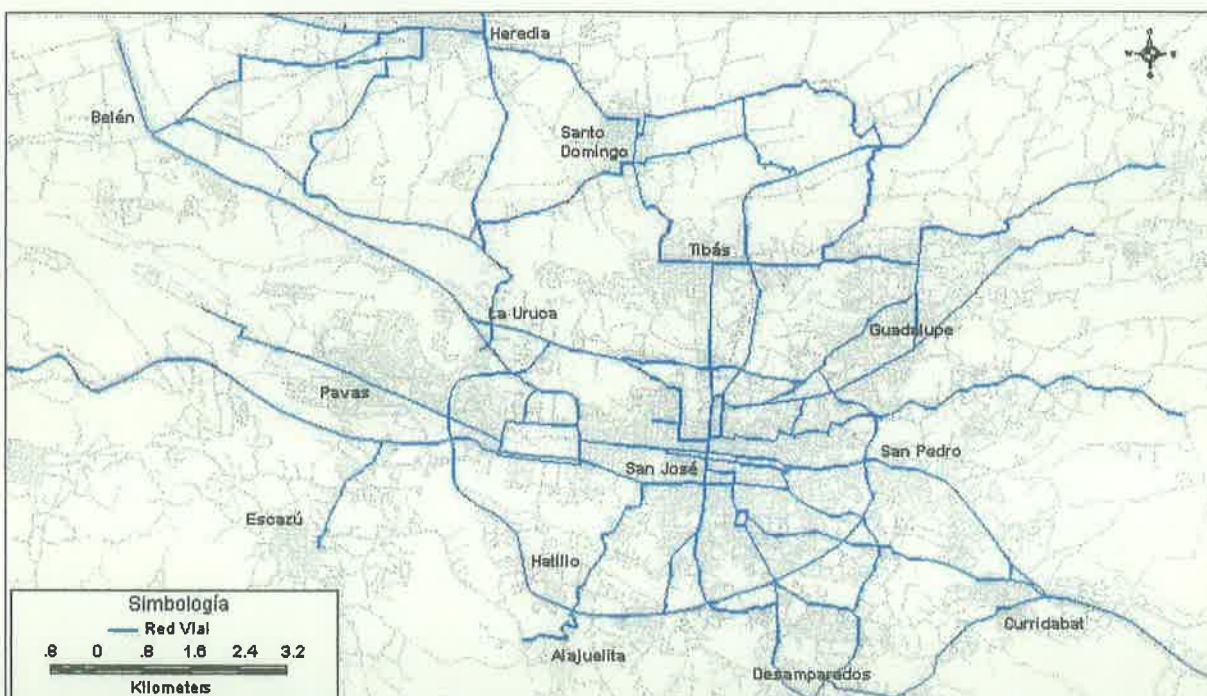
2.4 OFERTA

En este capítulo se mencionan las actividades relacionadas con la infraestructura vial existente y sus características operativas, la información consultada y el procesamiento realizado para su inclusión en el estudio de tráfico de la Radial Heredia – San José.

La red vial troncal de San José, está constituida por un esquema radial que conecta el centro de actividades (San José) con subcentros satélites que se ubican a su alrededor (Alajuela, Escazú, Zapote, Curridabat, La Uruca, Pavas, Tibás, San Pedro y Heredia). Cuenta con una vía circular, sin completarse en su sección norte, que rodea todo el centro de San José, llamada Avenida de Circunvalación. Aparte de las radiales, San José tiene importantes vías que completan la red vial troncal en su parte central como son: Paseo Colón, Avenida 10, Calle 42, Autopista Estado de Israel y la Avenida y Calle Central.

La configuración radial de la red principal de San José (ver Figura 2. 10) carece de continuidad. No se cuenta con vías que completen anillos alrededor del centro y la Avenida de Circunvalación, que es la más importante, no está terminada en su parte Norte. El esquema vial actual es poco eficiente, conllevando a fuertes deterioros en los tiempos de viaje.

Figura 2. 10. Red vial primaria actual



Fuente: Elaboración propia

2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

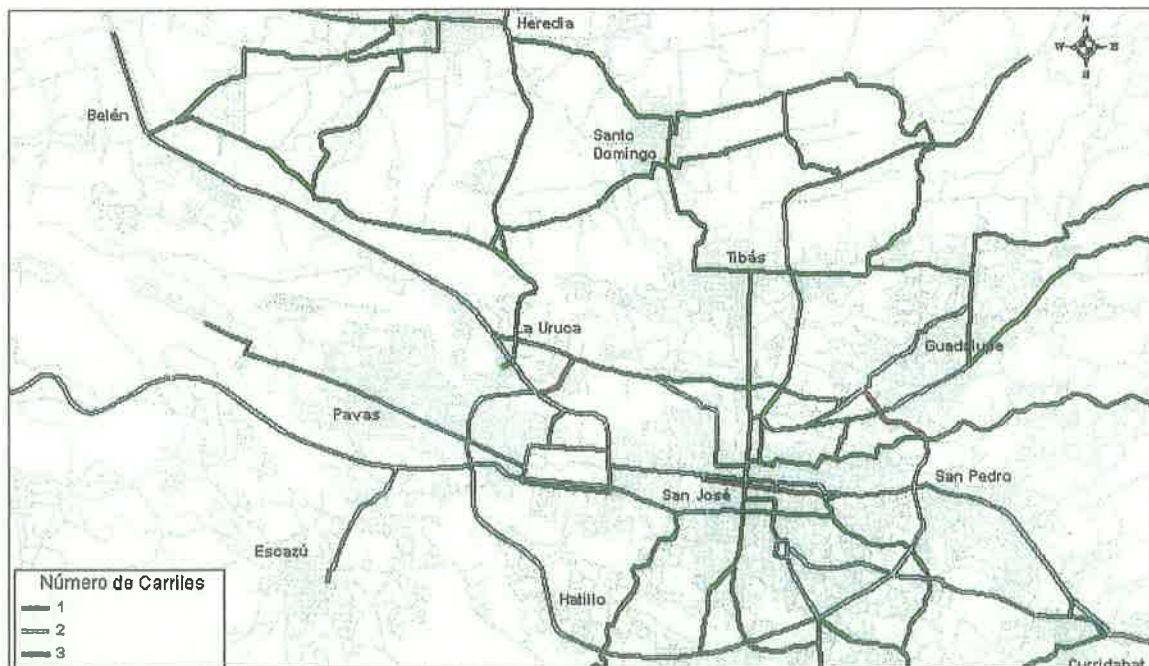
Mediante los estudios de campo, se recopiló información que sirvió para caracterizar la red vial. La información recabada para la red analizada fue la siguiente:

- Tipo y estado del pavimento
- Número y ancho de carriles
- Ancho de espaldón
- Ancho de isla separadora
- Tipo de terreno
- Estado del señalamiento vertical y horizontal

El levantamiento de estas características fue hecho realizando recorridos en las seis rutas seleccionadas como de influencia directa del proyecto.

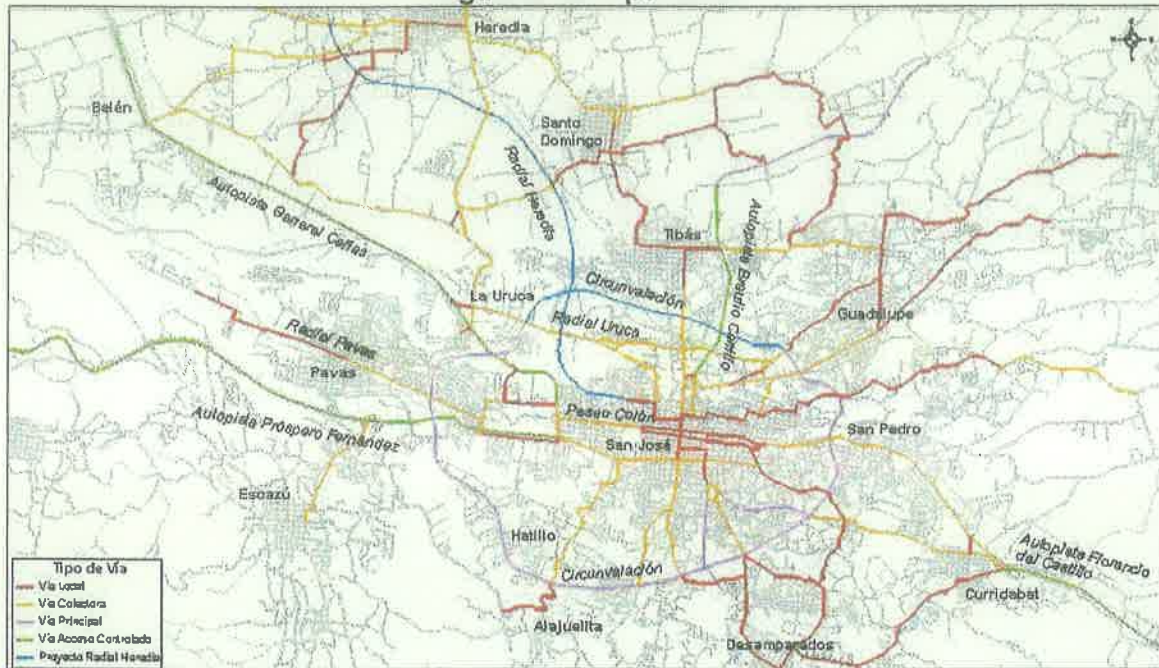
Se recorrieron 65.61 kilómetros de la red de estudio, de los cuales el 56% es de un carril por sentido y el 41% cuenta con dos carriles por sentido. Predomina el tipo de pavimento de concreto asfáltico en más del 80% de la longitud. Las condiciones en que se encuentra la superficie son buenas en un 83%. En cuanto al señalamiento, se observó que este se encuentra en condiciones de buenas a regulares en su totalidad. En la siguiente figura se muestra esquemáticamente los números de carriles de la red de influencia.

Figura 2. 11. Número de carriles



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. 12. Tipo de vía



Fuente: Elaboración propia

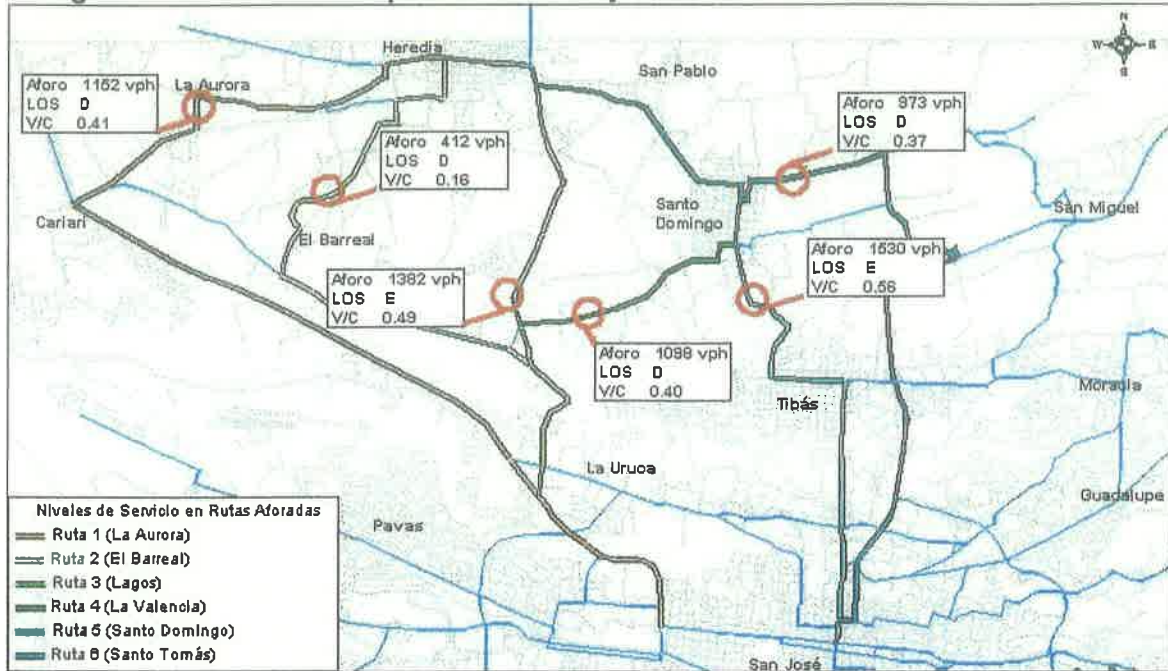
2.5. CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS

Las características operativas de la red son obtenidas a través de los estudios de campo. Las características operativas consideradas para la red vial estudiada son la clasificación por tipo de vía, las velocidades y tiempos de recorrido para diferentes periodos del día. En cuanto a su función vial, la Figura 2. 12 muestra la clasificación vial realizada por el Consultor en base a el funcionamiento vial de cada vía.

Para conocer las condiciones de operación de las rutas existentes que alimentarán o competirán con la Radial Heredia – San José, se realizaron estudios de tiempos de recorrido por el método del vehículo flotante en el área de influencia. Se realizaron dos recorridos en hora pico AM, dos recorridos en horas valle y dos recorridos en hora pico PM, para un día entre semana y otro en fin de semana (la Figura 2. 13 muestra las rutas recorridas).

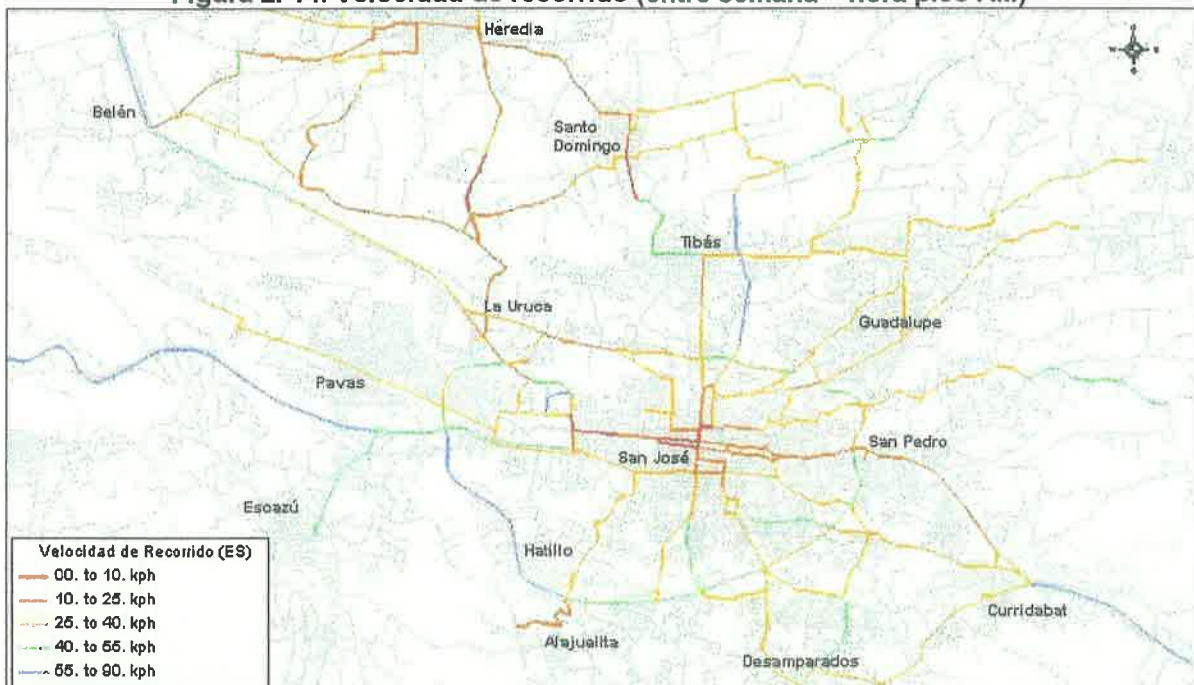
La velocidad promedio en el período pico es de 20 kph y en el período valle de 30 kph. En la zona centro de San José se desarrollan velocidades bajas, en el rango del 9 a 13 kph. En la ruta 4 (La Valencia – Santo Domingo) se registran las mayores velocidades, en un rango de 16 a 39 kph.

Figura 2. 13. Rutas de tiempos de recorrido y levantamiento de características físicas



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. 14. Velocidad de recorrido (entre semana – hora pico AM)



Fuente: Elaboración propia

2.5.1. COMPORTAMIENTO DEL TRÁNSITO

Los conteos vehiculares son utilizados para conocer los volúmenes que actualmente utilizan las rutas viales entre San José y Heredia, especialmente en aquellas vías que competirán con la vía en estudio. Para conocer esta información, se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de aforos históricos, que han sido ejecutados para estudios anteriores en San José.
- Realización de aforos vehiculares en puntos estratégicos de la malla vial entre San José y Heredia.

2.5.2. AFOROS HISTÓRICOS

El presente numeral muestra los aforos históricos⁴ seleccionados como relevantes, por su importancia para el presente estudio, ya que al estar ubicados en el área de influencia, permiten conocer el comportamiento de la demanda del corredor en los últimos años. En la siguiente figura se muestra la ubicación en la red vial de las estaciones de conteo de las cuales se tiene información.

⁴ Aforos proporcionados por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MÓPT).



Se puede observar que las estaciones No. 101 y 106, ubicadas sobre la Autopista General Cañas, son las que mayor flujo de vehículos tienen. Sin embargo, las estaciones con mayor crecimiento porcentual en el periodo 1987-1998 han sido las estaciones No. 127, 131 y 600, ubicadas en El Barro de Heredia, La Valencia y San Pablo de Heredia, respectivamente con un incremento del 10% anual.

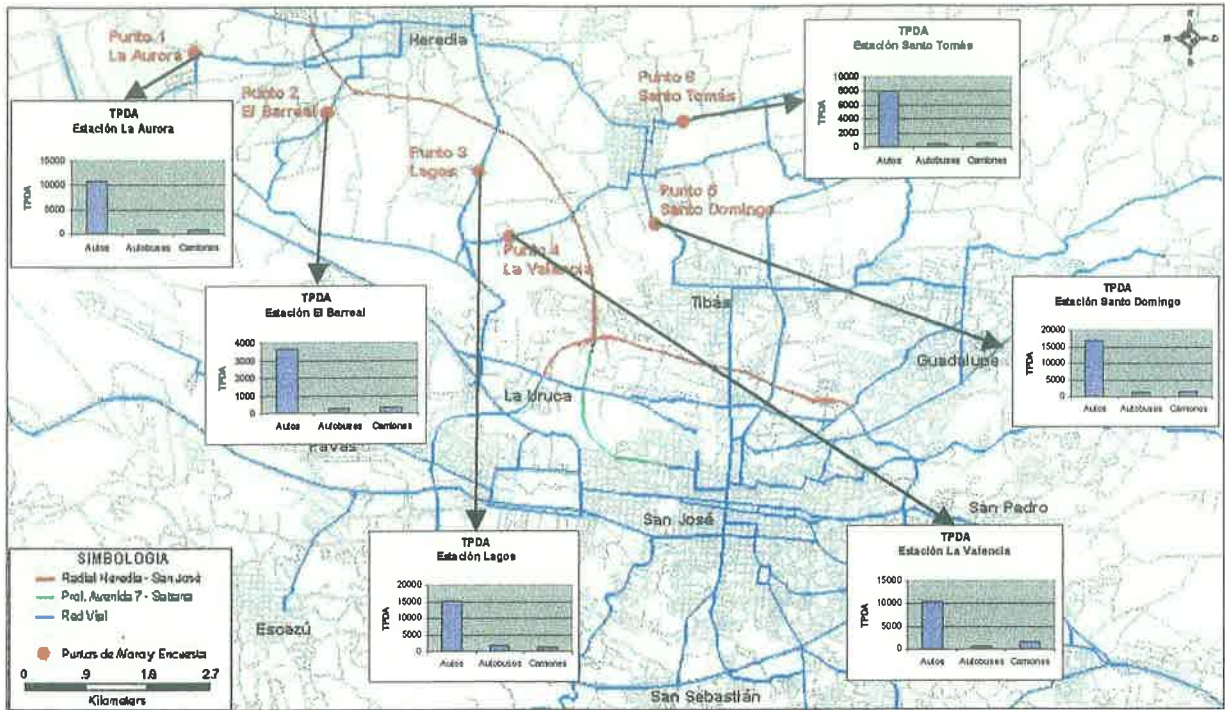
2.5.3. AFOROS ACTUALES

Con el fin de validar la información existente sobre volúmenes de tránsito de la red vial de San José y Heredia y comparar los valores obtenidos con los estudios anteriores, se desarrollaron conteos vehiculares sobre seis (6) corredores importantes de la red vial entre estas dos ciudades.

Se aforó el flujo de vehículos durante 7 días en periodos de 16 horas (06:00 - 22:00) y de 24 horas en los puntos, en los días donde se realizaron encuestas origen - destino. La ubicación de las estaciones fue establecida con el objetivo de captar todo el tráfico entre Heredia y San José.

En la Figura 2. 17 se muestra la ubicación de los puntos de conteo seleccionados y el TPDA por tipo de vehículo obtenido en cada una.

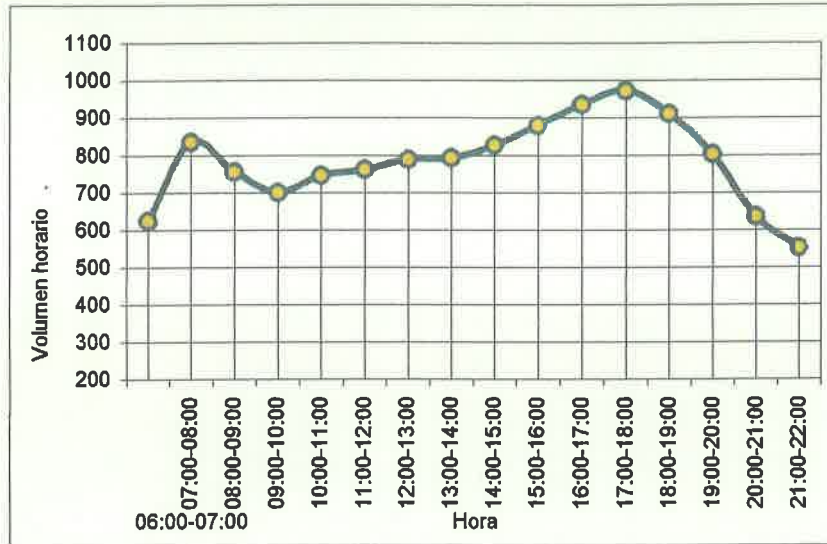
Figura 2. 17. Ubicación de estaciones de conteo y encuesta



Fuente: Elaboración propia

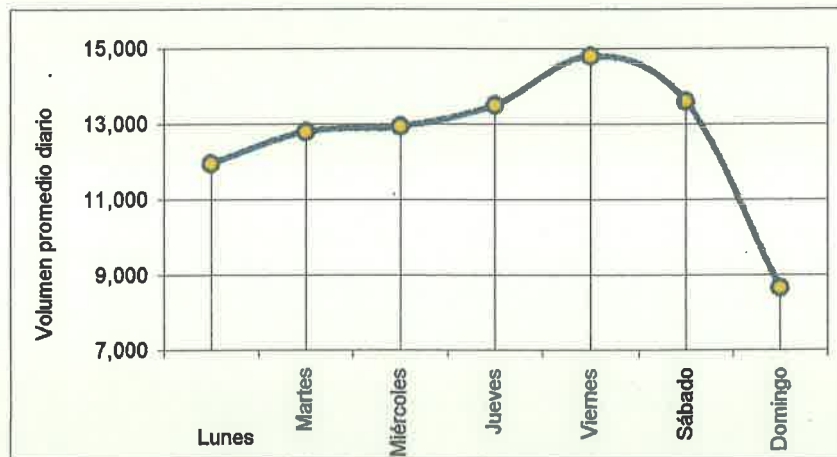
El período donde se presentan los máximos volúmenes de tránsito es entre semana, en la mañana de 07:00 a 09:00 hrs. y en la tarde de 17:00 a 18:00 hrs. Los volúmenes mostrados presentan el promedio de todas las rutas aforadas.

Figura 2. 18. Variación horaria del tránsito (promedio todas las rutas)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. 19. Variación diaria del tránsito



Fuente: Elaboración propia

En estos sitios de estudio tenemos que el día que mayor movimiento que se registra entre semana se da el viernes y en fin de semana, el día sábado. En la estación Lagos se registra el mayor volumen con más de 25,099 vehículos en el día de mayor demanda.

Los automóviles tienen la principal participación del flujo diario en la mayoría de las estaciones entre semana, con más del 83% en promedio. El transporte de carga y el de pasajeros (autobús o microbús) tienen en términos generales una participación similar (8.5% cada uno, aproximadamente). En fin de semana se incrementa aún más la participación de los automóviles llegando hasta el 95 % en algunas estaciones. Se debe mencionar que el transporte público participa con un 10% promedio del aforo diario del corredor.

2.5.4. RED FUTURA

Los escenarios para los cuales se realizó el análisis de la demanda consideraron los años horizonte de modelación: 2006, 2011, 2016, 2021 y 2026.

Los escenarios viales considerados para la estimación de tránsito de la Radial Heredia – San José se fundamentan en los proyectos planeados de infraestructura y operación de las vías del Gran Área Metropolitana (GAM), así como en los planes de transporte que afectan el mercado potencial del proyecto. Para este efecto, se incluyen aquellos proyectos marcados en los planes de desarrollo del GAM, los cuales han sido corroborados por funcionarios del MOPT.

A continuación se listan los diferentes proyectos que serán tomados en cuenta en los escenarios de modelación, así como el año horizonte de cada uno.

Escenario base (2006-2016). El escenario base incluye la red primaria existente en el GAM y el proyecto Radial Heredia - San José. La Radial Heredia - San José y Circunvalación Norte contemplan el uso de dos carriles por sentido con acceso controlado. También se incluyen por indicación del MOPT, la Radial Desamparados que iniciará operaciones en el año 2002 y la nueva vía entre Tournón y la Radial Uruca también.

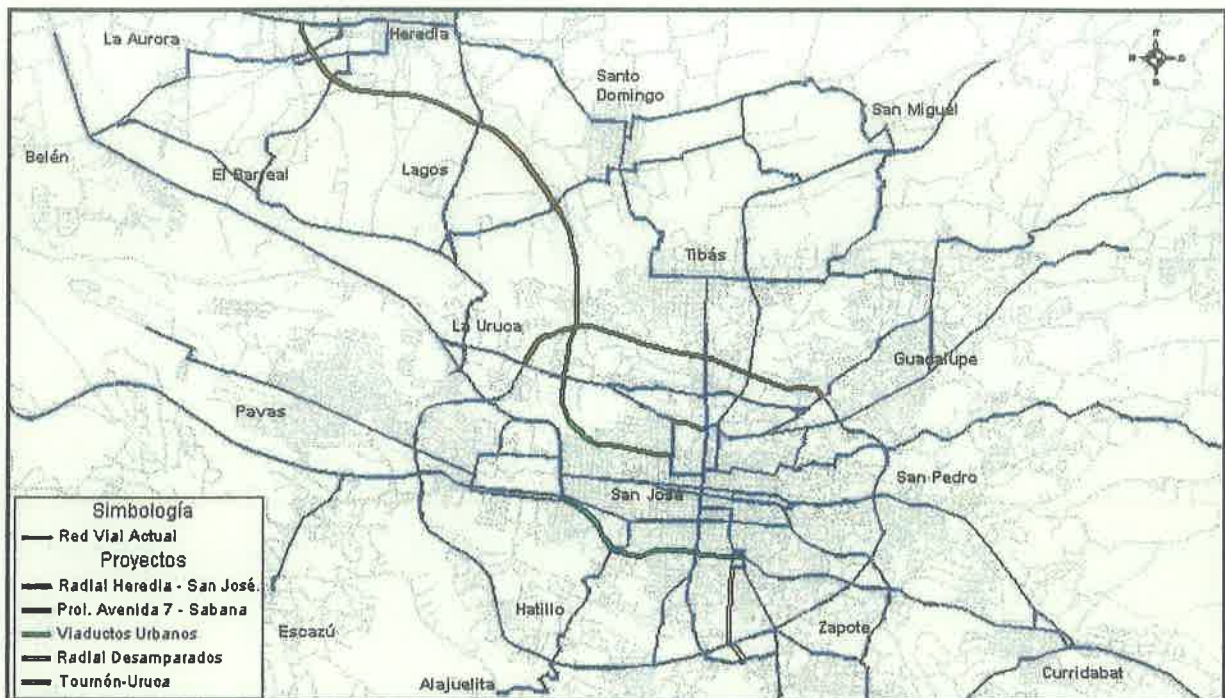
El proyecto Radial Heredia – San José incluye un trazo que recorre los siguientes puntos: inicio en Av. 7, Quebrada Lantisco, Cruce Río Torres, Planta de Sur Química, Plaza de La Uruca, Cruce Quebrada Rivera, Barrio León XIII, Cruce Río Virilla, Santa Rosa, Price Smart, San Francisco de Heredia. El proyecto incluye la conclusión de la Avenida de Circulación, desde La Uruca hasta Calle Blancos.

Se incluye el proyecto Viaductos Urbanos planeados por el MOPT en este escenario, contemplando tramo en dirección este – oeste. Se incluye también la ampliación de la Autopista General Cañas a 6 carriles y la construcción de un pequeño enlace entre la General Cañas y la carretera a Barreal sobre el trazado del Anillo Periférico. También se incluye la ampliación de la vía San José- Caldera, la cual afectaría posiblemente viajes entre el GAM y el Pacífico.

En este escenario, se incluye la operación de la concesión San José – Cartago que tiene tres tramos que se afectan de la siguiente manera (según datos del MOPT): una ampliación a seis carriles entre Plaza Víquez y la Rotonda de las Garantías Sociales, un paso inferior de la carretera Circunvalación ampliada a 6 carriles entre la Y-griega y la Rotonda de las Garantías Sociales, un tramo nuevo entre esta misma rotonda y Hacienda Vieja de 6 carriles y una ampliación a 6 vías de la carretera entre Hacienda Vieja y Cartago.

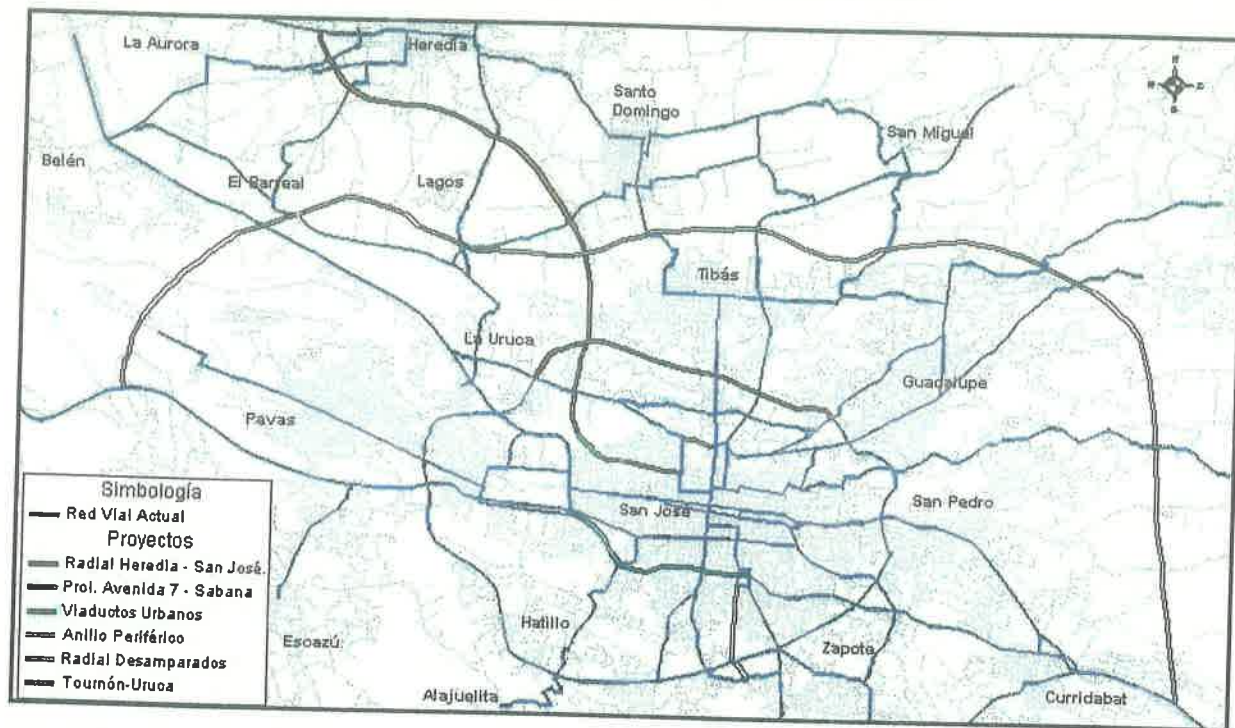
Los escenarios correspondientes a los años 2011 y 2016 permanecen constantes, debido a que no existen cambios importantes previstos o que pueden afectar el funcionamiento de la Radial Heredia – San José.

Figura 2. 20. Escenario de la red vial 2006, 2011 y 2016



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. 21. Escenario de la red vial 2021 y 2026



Fuente: Elaboración propia

Escenario 2021. El escenario 2021 incluye el proyecto del Anillo Periférico. Este proyecto fue incluido en este año porque, como se puede verificar en el capítulo de la evaluación económica y financiera, es en este año donde su inicio de operaciones no afecta significativamente la factibilidad del proyecto de la Radial. El trazo del Anillo Periférico "compite" con el de la Radial, especialmente el relacionado con la Avenida de Circunvalación Norte.

2.6. DEMANDA

La demanda de viajes es representada a través de matrices que permiten conocer el patrón de desplazamientos de los usuarios actuales del sistema de transporte del Gran Área Metropolitana (GAM), identificando los potenciales usuarios de la Radial Heredia – San José.

Las matrices origen – destino utilizadas reflejan la demanda existente de transporte privado en el área de influencia. Son el resultado del proceso de agregación de dos fuentes de información: el Estudio del Transporte del Gran Área Metropolitana (ETUGAM) realizado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en 1990 y los trabajos de campo del presente estudio incluyeron la realización de una encuesta origen-destino. Estas dos matrices se denominarán Matriz SIATGAM y

Matriz de Campo para explicar, en el siguiente numeral, el proceso de generación de una sola matriz a partir de las dos fuentes.

2.6.1. CONFIGURACIÓN MATRIZ ORIGEN – DESTINO

La matriz SIATGAM se realizó en el año de 1990 y a través de modelos de generación y distribución se actualizó al año base de análisis del proyecto (2000) por el MOPT. Una vez actualizada, se agregaron los motivos de viaje de trabajo y otros para compatibilizarla con la matriz de campo.

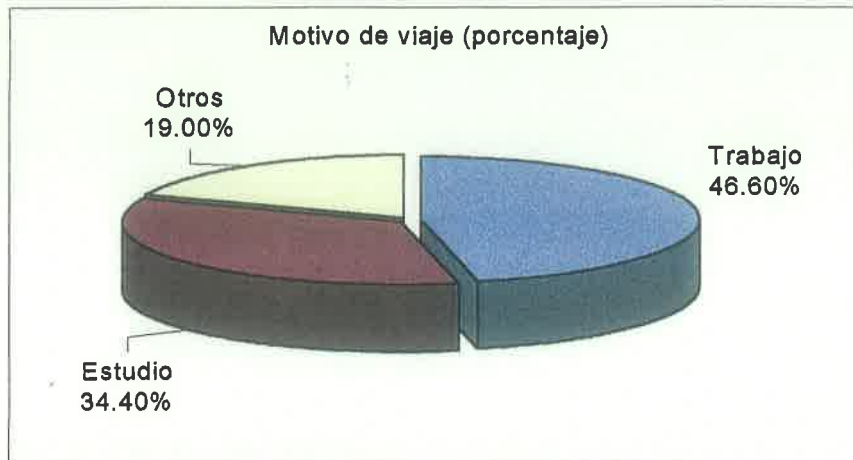
Con las dos matrices bajo una misma estratificación de motivo de viaje, se hizo un análisis para determinar cual tenía un mayor grado de confiabilidad. Se consideró que la de campo era mas confiable que la matriz obtenida del SIATGAM, debido a que se obtuvo de encuestas realizadas sobre las vías que actualmente utilizan los usuarios potenciales de la Radial Heredia – San José, en comparación con lo disponible del SIATGAM y a la precisión en la toma de información para los orígenes y destinos que cruzan la línea pantalla formada por el Río Virilla.

Esta línea pantalla se conformó con el objetivo de identificar los viajes que tienen origen o destino al norte del Río Virilla y que su destino u origen es al sur de dicho río, así, identificando usuarios potenciales de la Radial los cuales fueron captados durante las encuestas origen – destino en campo y que por lo tanto, proporciona un mayor grado de certidumbre al análisis. Este análisis es necesario para no tener un problema de sobreestimación de viajes debido a que ambas matrices contienen información sobre estos pares origen – destino. Al conformar una matriz total, para todas los pares origen – destino solo se consideró la información de campo si ésta existiese por lo confiable que es y para los pares que no exista, se consideró la información de la matriz SIATGAM.

2.6.2. MATRIZ DEL SIATGAM

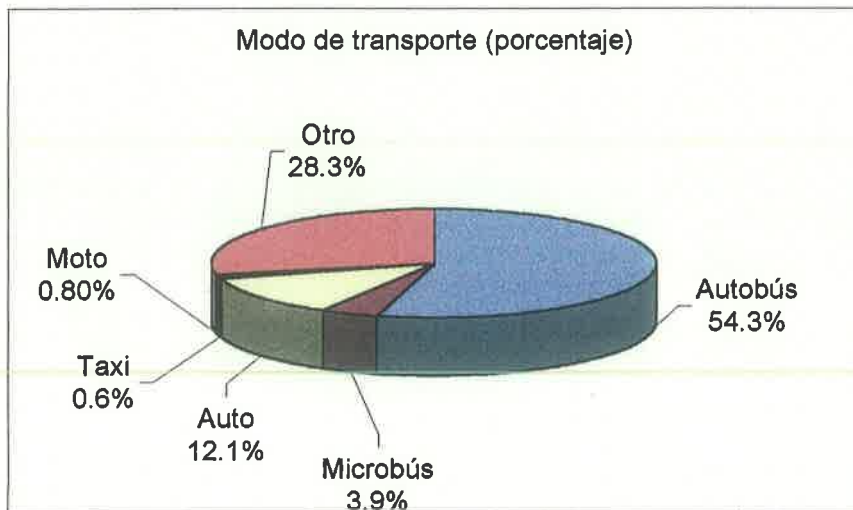
De la matriz SIATGAM se obtuvieron en total 42,335 viajes, con la distribución por motivo que se muestra en la siguiente gráfica. Al actualizarla al año 2000 el total de viajes llegó a 74,439 con una tasa de crecimiento media anual de 5.8%. Del total de viajes, la participación por medio de transporte se muestra en la Figura 2. 22.

Figura 2. 22. Porcentaje de participación por motivo de viaje, todos modos de transporte



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT, 1990

Figura 2. 23. Participación por modo de transporte

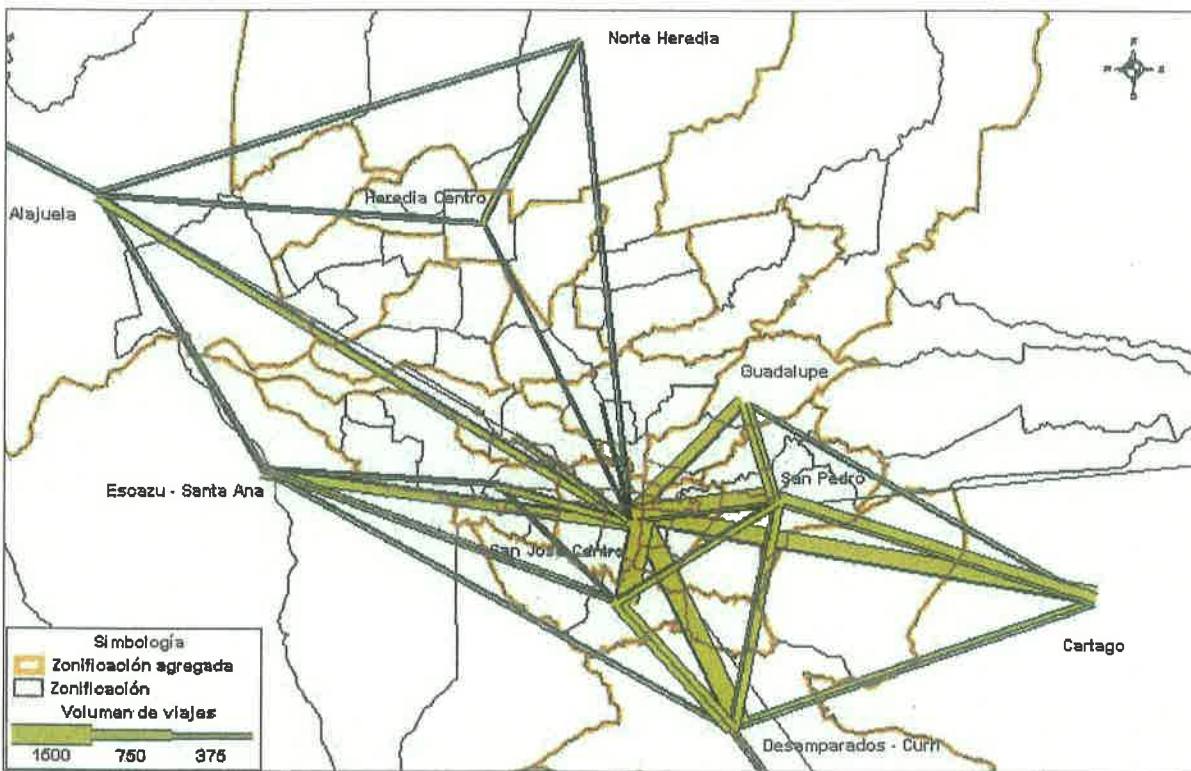


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT

La Figura 2. 24 muestra los principales pares origen – destino en automóvil de la matriz del SIATGAM 1990. Se realizó una agregación de los viajes en 1990 a la zonificación actual para su representación.

La mayoría de los pares origen – destino con alta demanda de viajes muestran la direccionalidad del tránsito hacia la parte del cantón Central de San José en el periodo pico de la mañana. Además se observa la demanda importante que existe entre la parte central de San José y las áreas este, sur y sudeste de la ciudad, es decir, las áreas de Guadalupe, San Pedro, Curridabat, Zapote, Desamparados, Hatillo, San Sebastián y Cartago. El tránsito desde ésta área hacia San José es mayor que el que proviene de las áreas al norte y oeste de San José.

Figura 2. 24. Líneas de deseo, matriz del SIATGAM (1990)



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT

La Tabla 2. 4, indica los pares origen – destino con mayor demanda para la matriz del SIATGAM de 1990. El patrón de viajes se mantiene para la misma matriz proyectada al 2000, sólo con más

viajes entre sí. Para realizar este análisis se utilizaron zonas de agregación las cuáles sirven exclusivamente para representación de los viajes.

Tabla 2. 4. Principales pares origen – destino para viajes en auto

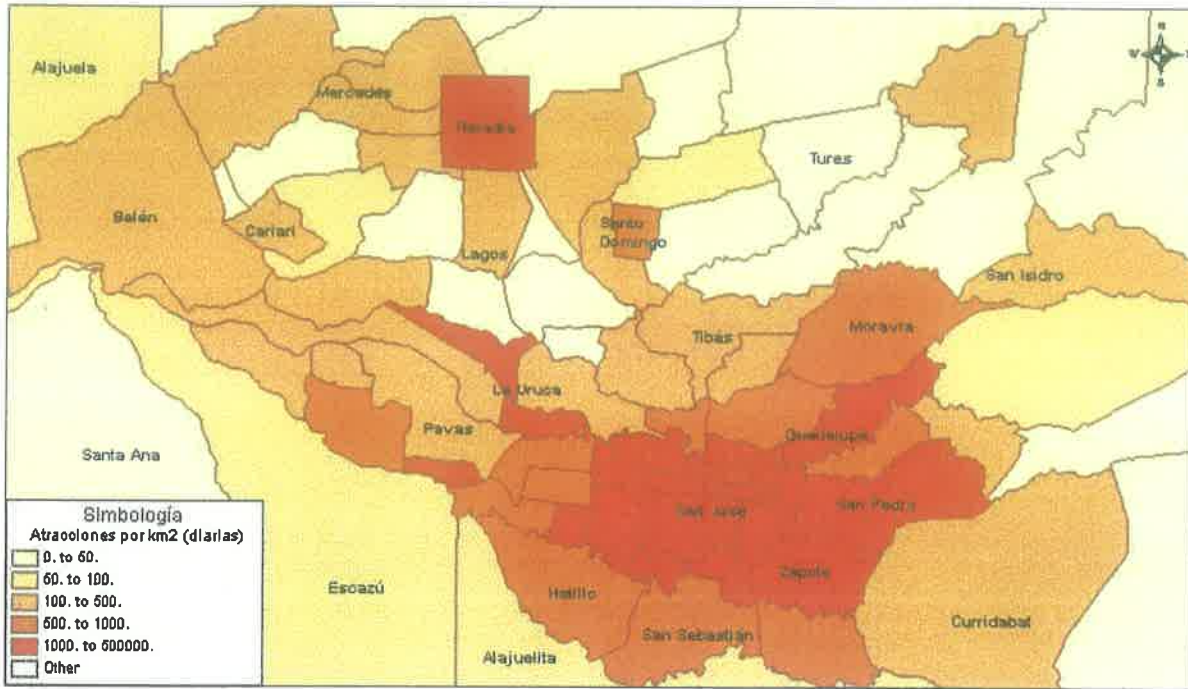
Pares Origen – Destino	Porcentaje	Viajes en hora pico AM (1990)
Hatillo, San Sebastián – San José	4.14%	1,753
Desamparados, Curridabat – San José	3.64%	1,540
Cartago – San José	3.27%	1,386
San Pedro, Zapote – San José	3.20%	1,353
Santa Ana, Escazú – San José	2.20%	930
Guadalupe – San José	2.14%	908
Heredia - San José	1.48%	627

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT

En cuanto a la atracción de viajes, se puede observar que el centro de San José es el área que más viajes atrae. Así mismo, casi todos los demás distritos del Cantón Central de San José son los que más viajes atraen. Esto se puede observar en la Figura 2. 25.

En cuanto a las producciones, las áreas que más viajes generan son La Uruca, el área cercana a Calle Blancos, el área sur del centro de San José y el área alrededor del Parque La Sabana. Se producen viajes de manera importante en áreas cercanas al centro de Heredia, y en el área de Moravia, San Vicente y Guadalupe, que son primordialmente áreas residenciales de medio y alto ingreso.

Figura 2. 25. Atracción de viajes diarios por habitante (matriz SIATGAM)



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del MOPT

2.6.3. MATRIZ DE DEMANDA ESTUDIOS DE CAMPO

La matriz de demanda obtenida mediante los estudios de campo fue derivada de la realización de encuestas sobre las posibles rutas entre el área urbana de San José y el área de Heredia durante un periodo de 16 horas. La matriz utilizada en el estudio incluye los viajes realizados en auto en el período pico comprendido entre las 7:00 AM y las 8:00 AM, conteniendo los viajes correspondientes a solamente una hora pico, para analizar la condición crítica de flujos.

Los viajes de transporte privado fueron estratificados por motivo de viaje, nivel de ingreso y tipo de vehículo. Los motivos de viaje que se utilizaron fueron trabajo y otros. La estratificación por nivel de ingreso fue basada en la información socioeconómica recabada, por lo tanto para las encuestas origen – destino se establecieron tres diferentes niveles de ingreso. Estos niveles de ingreso fueron determinados con información recabada y con previa autorización de personal del MOPT.

Los viajes de los vehículos de carga fueron agrupados sólo por tipo de vehículo, pues el motivo del viaje está relacionado con el transporte de la carga. El nivel de ingreso del conductor tampoco es decisivo para la selección de rutas, siendo más relevantes el tipo y el valor de la carga, así como la urgencia de la entrega.

Por lo tanto, se obtuvieron ocho diferentes matrices, producto de los estudios de campo, estratificadas que son listadas a continuación:

Tabla 2. 5. Listado de matrices generadas

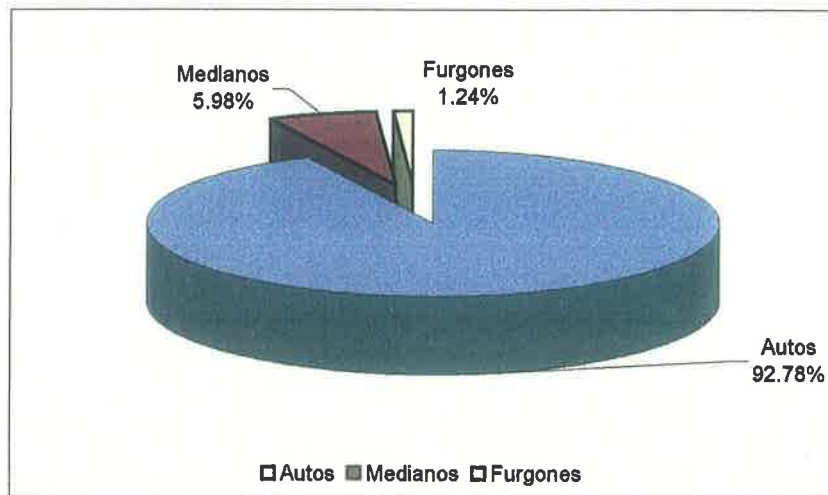
Matriz No.	Tipo de vehículo	Motivo	Nivel de Ingreso
1	Privado de pasajeros	Trabajo	Bajo
2			Medio
3			Alto
4	Privado de pasajeros	Otros	Bajo
5			Medio
6			Alto
7	Carga de 2 y 3 ejes		
8	Carga de más de 4 ejes		

Fuente: Elaboración propia

2.6.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS VIAJES

Las matrices origen – destino expandidas a los totales medios diarios resultan en un total de 5,011 viajes en vehículo privado de pasajeros, 323 viajes en vehículos de carga medianos (2 o 3 ejes), y 67 viajes en vehículos de carga pesados (furgones). Lo anterior en la hora de máxima demanda de la mañana entre semana (7:00 AM a las 8:00 AM). Esta distribución se muestra en la Figura 2. 26.

Figura 2. 26. Distribución por tipo de vehículo para pico AM



Fuente: Elaboración propia

2.6.5. FRECUENCIA DE VIAJE

La frecuencia de los viajes fue obtenida mediante las encuestas origen – destino y de preferencia declarada. La distribución de las frecuencias de viajes indican que la tercera parte de los viajes observados viajan de una o dos veces al día, tanto entre semana como en fin de semana. La siguiente tabla muestra un resumen de las frecuencias observadas.

Tabla 2. 6. Frecuencia de viajes

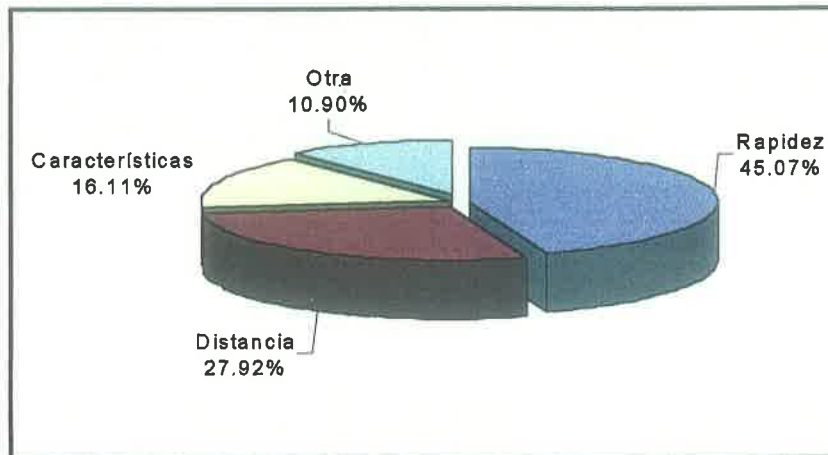
Entre Semana			Fin de Semana		
		Porcentaje			Porcentaje
Veces al día	1 - 2	36.94%	Veces al día	1 - 2	29.98%
	3 - 4	9.91%		3 - 4	7.75%
	5 - 6	4.70%		5 - 6	3.79%
	7 - 8	3.38%		7 - 8	2.02%
Veces a la semana	1 - 2	13.10%	Veces a la semana	1 - 2	21.28%
	3 - 4	11.19%		3 - 4	10.69%
	5 - 6	7.16%		5 - 6	5.29%
Veces al mes	1 - 2	5.87%	Veces al mes	1 - 2	9.39%
	3 - 4	1.48%		3 - 4	2.24%
Veces al año	1 - 2	1.35%	Veces al año	1 - 2	2.47%
Otras		4.92%	Otras		5.10%

Fuente: Elaboración propia

2.6.6. ELECCIÓN DE RUTA

La elección de ruta fue obtenida de las encuestas origen – destino, la cual ofrecía cuatro diferentes opciones sobre el porqué el usuario escogió esa ruta en específico: por tiempo, por distancia, por características de la vía y otras razones. La razón más importante es la rapidez, según el resultado de la encuesta como se observa en la Figura 2. 27.

Figura 2. 27. Razón para seleccionar ruta



Fuente: Elaboración propia

2.6.7. PROPIEDAD DEL VEHÍCULO

Los vehículos encuestados han sido clasificados también por quién es su propietario. Los automóviles son principalmente propiedad del conductor con un 85% para los encuestados entre semana y con un 93% en fin de semana. En cambio, el porcentaje de los vehículos de carga encuestados que son propiedad de una empresa para los viajes entre semana contabilizan un 70% y en fin de semana, un 60%. La Tabla 2. 7 muestra los porcentajes por tipo de vehículo.

Tabla 2. 7. Propiedad del vehículo

Tipo de Vehículo	Entre Semana		Fin de Semana	
	% Propio	% Empresa	% Propio	% Empresa
Automóviles	85.40 %	14.60 %	93.50 %	6.50 %
Carga Medianos	28.89 %	71.11 %	43.71 %	56.29 %
Carga Furgones	26.40 %	73.60 %	39.84 %	60.16 %

Fuente: Elaboración propia

2.6.8. TIPO DE CARGA

En cuanto a la carga de los vehículos, es predominantemente de producción y consumo nacional. De todos los camiones de carga, el 87.7% de la carga transportada sobre los mismos, es de producción y consumo nacional, el restante 12.3% es de exportación.

El principal producto que es transportado por el área de influencia es de origen industrial con un 60% entre semana y un 70% en fin de semana. El siguiente producto más importante es el agrícola.

2.6.9. OCUPACIÓN DE LOS AUTOMÓVILES

El promedio de ocupación de los viajes observados en los puntos de encuesta entre semana es de **1.74 pasajeros por vehículo durante todo el día y 1.62 pasajeros por vehículo en el período pico de la mañana**. En cambio, en fin de semana, la ocupación es 2.24 pasajeros por vehículo durante todo el día y 1.93 pasajeros por vehículo durante el período pico de la mañana. La ocupación en fin de semana es consistente con los motivos de viaje, ya que el trabajo disminuye y se incrementa el motivo de viaje otros, especialmente los relacionados con la recreación.

2.7. ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL TIEMPO

El valor del tiempo (VOT) representa la disponibilidad que tiene el usuario de pagar un costo por cada unidad de tiempo que ahorre en su viaje.

Como se mencionó anteriormente, para realizar esta estimación se utilizan los resultados de las encuestas de preferencia declarada, que son parte de una familia de técnicas que utilizan las respuestas de los usuarios sobre sus elecciones, cuando se les presentan alternativas predefinidas en función de atributos de interés.

Para este estudio, se diseñaron 3 grupos de encuestas aplicadas a los conductores de automóviles, camiones unitarios y camiones articulados, ya que se ha comprobado que las tres clases de usuarios perciben de manera distinta su tiempo y el costo del mismo. El diseño constó de una serie de diez tarjetas que contienen cada una de ellas, dos situaciones hipotéticas:

- Una alternativa básica, que contiene condiciones similares a los viajes del usuario en caso de que seleccione circular por la vía libre.
- Una alternativa hipotética que representa el funcionamiento de la autopista, caso en el cual se presenta una reducción de tiempo y un incremento en costo con relación al usuario de la vía libre.

A partir de las respuestas de los conductores, se calibraron las funciones de utilidad que traducen la forma en que los usuarios evalúan tiempo *contra* costo, que son las variables empleadas. La encuesta permitió calibrar un modelo tipo Logit para estimar las utilidades de cada una de las rutas, con base en el tiempo y en el costo de las alternativas evaluadas. Como resultado, dada una tarifa y un tiempo de recorrido, se puede estimar la probabilidad de que un conductor utilice cada una de las dos opciones.

En total se recopilaron 2,814 encuestas de automóviles y 1,023 de vehículos de carga, sumando un total de 3,837 encuestas de preferencia declarada. La siguiente Tabla 2. 8 indica los resultados de la calibración a partir de las encuestas de preferencia declarada.

Tabla 2. 8. Valores del tiempo

	Motivo	Período	Valor del Tiempo (Colones / minuto)			
			Nivel de Ingreso			
			1	2	3	
Autos	Todos		¢ 4.31	¢ 8.62	¢ 12.93	
	Trabajo	Todo	¢ 3.91	¢ 7.83	¢ 11.74	
		AM	¢ 4.72	¢ 9.43	¢ 14.15	
		EP	¢ 3.80	¢ 7.60	¢ 11.39	
	Otros	Todo	¢ 4.71	¢ 9.43	¢ 14.14	
		AM	¢ 3.81	¢ 7.61	¢ 11.42	
		EP	¢ 4.97	¢ 9.94	¢ 14.92	
	Camiones	Tipo	Todos			
		Todos		¢ 3.42		
Medianos			¢ 7.80			
Furgones			¢ 2.76			

Fuente: Elaboración propia

Los valores de la calibración reflejan la preferencia de automovilistas y conductores de camiones de carga. Los modelos fueron calibrados tanto para todo el día (período = todo), para el período pico de la mañana (período = AM) y para el período valle (período = EP).

Es importante comentar que los valores calibrados se refieren a la situación económica prevaleciente en el momento del estudio, referidos al poder de compra la moneda costarricense. Para estimar los valores en USD, hay que utilizar la tasa de cambio de 0.33 colones / dólares americanos.

2.8. MODELOS DE SIMULACIÓN

La metodología utilizada para la modelación de los escenarios de oferta y de demanda incluye cuatro etapas básicas:

- Generación de viajes
- Distribución de viajes
- Selección de ruta
- Asignación a la red de transporte

Las dos primeras etapas tienen como objetivo la simulación del comportamiento de la demanda del transporte y de la distribución espacial de los viajes. Esto se inicia a partir de la información socioeconómica de la población del área de estudio, además de los datos sobre las características de la región y de los viajes. Como resultado de estas dos primeras etapas, se obtienen matrices de demanda de transporte, desagregadas por tipo de flujo.

En la etapa de selección de rutas, se estima la probabilidad de pagar o no la cuota de peaje para cada estrato de la demanda potencial de la nueva vía. Así, se obtienen porcentajes de captación que varían conforme al nivel tarifario.

En la etapa de asignación de viajes, se realiza la interacción entre la oferta, representada a través de las redes de transporte, y la demanda, representada por las matrices de viaje.

2.8.1. GENERACIÓN DE VIAJES

En esta etapa se define la demanda global que será atendida en los diferentes horizontes de estudio. El objetivo de tales modelos es permitir una estimación, para cada año horizonte considerado, de las demandas totales producidas y atraídas por cada zona del área de estudio en un periodo determinado de tiempo.

Los modelos de generación relacionan las variables que describen a la población o la actividad económica de cada zona y las que caracterizan su patrón de uso y ocupación del suelo, con el potencial de la zona como unidad productora de viajes y/o atractora. Puesto que la demanda se deriva de la demanda de otras actividades, los modelos se desarrollan para diferentes motivos de viaje y estrato social de los conductores.

4.8.2. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

La distribución de la demanda tiene como objetivo dar una estimación de los intercambios de viajes entre las zonas de planeación. Los modelos utilizados en esta etapa utilizan las estimaciones de atracciones y producciones por cada una de las zonas de tránsito e información sobre los costos generalizados de los viajes. La idea básica en el procedimiento empleado, es que la demanda producida en cada zona sea distribuida entre las zonas de atracción.

4.8.3. SELECCIÓN DE RUTA

La selección de ruta es la etapa final del proceso de proyección de la demanda de transporte. Su objetivo es estimar los flujos de viajes entre las zonas de tránsito. Una vez conocida la demanda, representadas en las matrices de flujos, se procede con la interacción de la oferta.

En esta etapa del proceso de simulación, se utilizaron los resultados de las encuestas de preferencia declarada realizadas a los potenciales usuarios de la Radial Heredia – San José. Los resultados de estas encuestas fueron utilizados para calibrar modelos Logit, que permiten estimar la probabilidad de los usuarios de seleccionar pagar el peaje, debido al beneficio de transitar por una vía de mejores especificaciones o de seguir transitando por las vías actuales que conectan estos dos centros urbanos.

4.8.4. ASIGNACIÓN DEL TRÁNSITO

La asignación del tránsito es la última etapa del proceso de simulación del sistema de transporte. En esta etapa interactúan la demanda y la oferta. El objetivo principal de la asignación de tránsito es obtener una estimación del flujo de vehículos, en cada arco de la red de transporte, siendo tal información útil para realizar análisis de capacidad y diseño de las vialidades en proyecto.

En el procedimiento de asignación, un prerrequisito es la determinación de los caminos mínimos a través de la red. Tales caminos mínimos, definen los enlaces que recibirán el volumen de tránsito existente entre las zonas. Además, a lo largo del camino mínimo para cada modo de usuario se determina la desutilidad asociada a cada par de zonas.

4.9. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

En este apartado se presentan los resultados de la estimación de la demanda de tránsito de la Radial Heredia – San José. Los resultados mostrados aquí se refieren al escenario final recomendado por el Consorcio. Este escenario comprende la construcción inicial de la Radial Heredia, incluyendo Circunvalación desde la Radial Uruca hasta Calle Blancos, y la inclusión de la Prolongación de la Avenida Séptima como segunda etapa de construcción.

Los modelos desarrollados fueron utilizados para estimar el tráfico sobre la nueva vía considerando diversos escenarios de oferta, con los cuales se estimó la variación del tránsito con relación al peaje cobrado y a los proyectos futuros planeados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

Como resultados principales de la estimación del tránsito se presentan:

- Análisis de sensibilidad a la demanda de la tarifa
- Demanda estimada por tramo
- Tránsito diario promedio anual
- Ingresos brutos anuales

El análisis de sensibilidad de la demanda a la tarifa es el primer análisis que se realizó, con el objetivo de verificar el impacto de la variación de la tarifa en los ingresos de la vía. Como resultado se estimó el nivel tarifario que permite maximizar los ingresos de la vía, y por lo tanto, su factibilidad financiera. Los resultados detallados de demanda, tránsito diario e ingresos son presentados para el escenario correspondiente a la tarifa de peaje que resulta el máximo ingreso.

Después de analizar las diferentes alternativas de trazo, se concluyó que tanto económicamente como técnicamente, la mejor opción corresponde a la alternativa que comprende la construcción de la parte norte de Circunvalación y el trazo básico de la Radial Heredia. Todos los pronósticos presentados se realizan teniendo en cuenta la conclusión de Circunvalación, sin embargo existen algunas reservas con relación a la confiabilidad de los resultados en este caso, como se explica a continuación: _

La Avenida de Circunvalación servirá de forma general a dos tipos de flujos :

- El tránsito proveniente de la Radial Heredia, cuya información básica para la estimación de la demanda cuenta con un elevado grado de confiabilidad, pues se origina de los estudios de campo realizados por el Consorcio en el ámbito de este trabajo. Los estudios de campo fueron realizados sobre todas las rutas alternas existentes que se utilizan para realizar estos viajes, permitiendo conocer con precisión la demanda entre estos dos cantones.
- El tránsito de viajes de paso y largo itinerario de San José, que se encuentra fuera del corredor Heredia – San José, no fue considerado en la toma de información de este estudio. La información utilizada en este caso corresponde a la información de matriz de viajes del SIATGAM, que fue generada a partir de encuestas realizadas anteriormente y pronosticada por el MOPT al año 2001. La confiabilidad de esta información es bastante inferior comparada con la información recabada por los estudios de campo. Esto se debe a la precisión de los pronósticos y por los grandes cambios experimentados en el área metropolitana en los últimos 10 años.

4.9.1. SENSIBILIDAD DE LA DEMANDA

El análisis de sensibilidad de la demanda a la tarifa consiste en realizar diversas corridas del modelo de asignación, considerando escenarios con diversas tarifas de peaje en las vías analizadas. El objetivo es conocer la variación de la demanda y de los ingresos sobre estas vías, para cada valor de peaje contemplado. Este estudio permite estimar el nivel tarifario que resulta mejor captación de ingresos por el concepto de peaje.

Se analizaron siete diferentes escenarios de tarifa de peaje, los cuales han sido listados en la

Tabla 2. 9 siguiente, así como su equivalente en dólares americanos. El tipo de cambio utilizado es el de 333 colones por dólar americano.

Tabla 2. 9. Escenarios de peaje analizados (Colones)

Tipo de vehículo	1	2	3	4	5	6	7
Ligero (auto)	200	300	400	500	600	700	800
Medianos (carga)	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600
Pesado (furgones)	600	900	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. 10. Escenarios de peaje analizados (US\$)

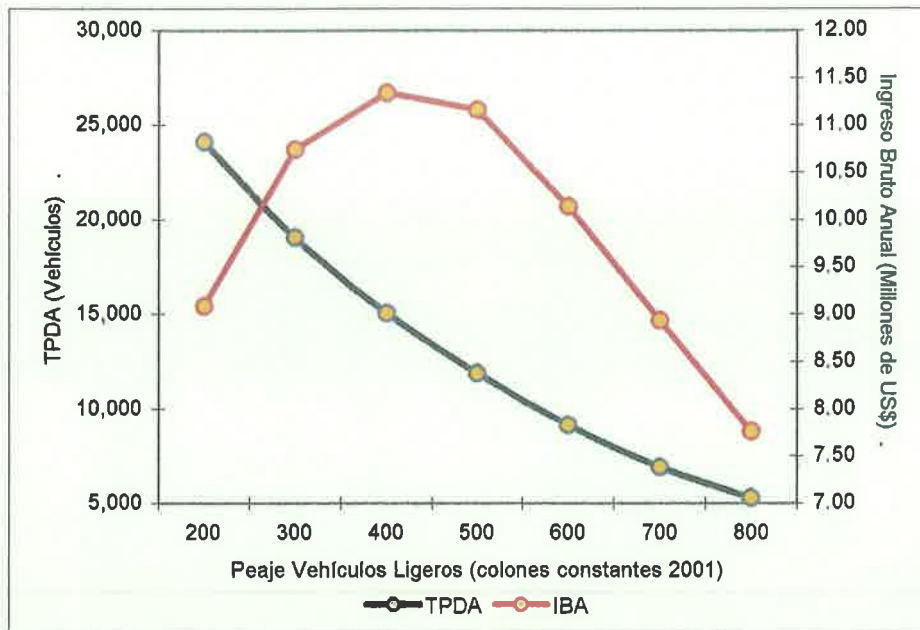
Tipo de vehículo	1	2	3	4	5	6	7
Ligero (auto)	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Medianos (carga)	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80
Pesado (furgones)	1.80	2.70	3.60	4.50	5.41	6.31	7.21

Fuente: Elaboración propia

El estudio tarifario se llevó a cabo con base en la situación económica prevaleciente en el año 2001, por lo que un cambio sustancial en variables socioeconómicas como el poder adquisitivo de la población o el ingreso puede restar validez a los resultados de este análisis. En caso de una devaluación brusca de la moneda, si las tarifas son indexadas en dólares, la población percibirá un incremento en el valor real de la cuota durante un periodo, lo que conllevaría a captaciones de demanda inferiores a las previstas.

Se analizó el tránsito promedio diario anual (TPDA) y los ingresos brutos anuales generados por el cobro de peaje. En la siguiente Figura 2. 28 se muestra gráficamente los resultados del análisis de sensibilidad para vehículos ligeros.

Figura 2. 28. Sensibilidad de la demanda e ingresos (año 2006)



Fuente: Elaboración propia

El valor de la demanda es decreciente con relación al incremento de la tarifa, sin embargo, el ingreso tiene un comportamiento de tipo parabólico, con un punto de máximo. En la Figura 2. 28 se observa como el volumen captado disminuye a medida que se incrementa la tarifa de peaje. En la gráfica se observa el punto de máximos ingresos, el cual corresponde a 400 colones constantes por vehículo ligero. El mismo análisis se realizó para los años 2011, 2016, 2021 y 2026, para los mismos niveles de tarifa, con el objetivo de obtener el punto de maximización de ingresos.

Se realizó un análisis de optimización de tarifas por tipo de vehículo y se encontró que la relación que maximiza ingresos es de 1 : 1.66 : 1.33. Las bajas relaciones para las tarifas de peaje se pueden justificar porque los viajes de vehículos medianos o pesados son de recorrido corto, principalmente de entrega de mercancías locales. Observando el sistema de cobro de otros países, se encuentran relaciones tipo 1 : 2 : 3 y la más baja de 1 : 1.8 : 2 en San Luis Potosí, México. Debido a la falta de información de la preferencia de usuarios de vehículos de carga en el corredor de Circunvalación, recomendamos análisis adicionales para identificar la relación óptima de tarifas por vehículo.

Para el corredor entre San José y Heredia se identificó adecuadamente el valor del tiempo para cada tipo de usuario y calculamos su tarifa óptima. Sin embargo, el volumen de vehículos de carga es muy bajo. El volumen principal de volumen de carga se encuentra en el corredor de Circunvalación norte. Estos tipo de vehículos transitan actualmente por la Radial Uruca y por la ruta Santo Domingo – La Valencia.

4.9.2. DEMANDA POR TRAMO

En esta sección se presenta la estimación de la demanda por tramo y sentido, correspondiente para los escenarios de modelación para el periodo pico de la mañana para los años horizonte de proyecto. Los resultados obedecen al análisis realizado con una tarifa de 400 colones para vehículos ligeros, tarifa que permite maximizar ingresos, conforme a la conclusión del análisis de sensibilidad. La

Tabla 2. 11 y la Tabla 2. 12 muestran la demanda en la hora pico de la mañana y la demanda por tramo diaria.

Tabla 2. 11. Demanda estimada por tramo por hora pico AM en ambos sentidos

Tramo	Longitud	2006	2011	2016	2021	2026
San Francisco – Lagos	3.35	688	845	1,092	1,488	2,027
Lagos – Santa Rosa	1.65	886	1,077	1,371	1,834	2,480
Santa Rosa – Periférico	0.55	1,062	1,346	1,721	2,323	3,034
Periférico – Circunvalación	1.35	1,062	1,346	1,721	2,323	3,034
Circunvalación – Uruca	0.67	429	527	861	1,144	1,513
Uruca – Prolongación Av 7	1.10	429	527	861	1,144	1,513
Prolongación Av 7 - Av 7	0.90	429	527	861	1,144	1,513
* Radial Heredia – Uruca	1.03	987	1,128	1,534	2,190	2,905
* Radial Heredia – B Carrillo	2.50	1,054	1,311	1,883	2,440	3,072
* Circunvalación – C Blancos	1.52	740	880	1,128	1,575	2,011

* Sobre Avenida de Circunvalación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. 12. Demanda estimada por tramo diaria

Tramo	Longitud	2006	2011	2016	2021	2026
San Francisco – Lagos	3.35	11,970	14,701	18,996	25,893	35,269
Lagos – Santa Rosa	1.65	15,408	18,734	23,864	31,917	43,154
Santa Rosa – Periférico	0.55	18,478	23,429	29,947	40,427	52,794
Periférico – Circunvalación	1.35	18,478	23,429	29,947	40,427	52,794
Circunvalación – Uruca	0.67	7,469	9,170	14,977	19,903	26,323
Uruca – Prolongación Av 7	1.10	7,469	9,170	14,977	19,903	26,323
Prolongación Av 7 - Av 7	0.90	7,469	9,170	14,977	19,903	26,323
* Radial Heredia – Uruca	1.03	17,172	19,627	26,696	38,111	50,558
* Radial Heredia – B Carrillo	2.50	18,338	22,821	32,763	42,462	53,460
* Circunvalación – C Blancos	1.52	12,882	15,306	19,623	27,399	35,001

* Sobre Avenida de Circunvalación
Fuente: Elaboración propia

El tramo más transitado de la Radial Heredia es el que se localiza entre Santa Rosa y el intercambio con Circunvalación. Es importante mencionar que la estimación de la captación de la Avenida de Circunvalación tiene un grado de incertidumbre mayor que el caso de la Radial Heredia, por los motivos anteriormente expuestos. Un punto importante de incertidumbre en los resultados mostrados en Circunvalación, es la estimación de ingresos por viajes de vehículos de carga. Se presume que los vehículos de carga serían un componente importante de la demanda de Circunvalación, ya que la Radial Uruca cuenta con un porcentaje importante de este tipo de vehículos.

Sin embargo, debido a que la matriz proporcionada por el MOPT no cuenta con información de viajes de vehículos de carga, los resultados mostrados aquí no reflejan demanda o ingresos captados por este tipo de usuarios, además, no se reflejan viajes captados realizados por usuarios con características (preferencias) diferentes a los del corredor entre Heredia y San José. Los viajes de vehículos de carga que se estiman para Circunvalación corresponden solamente a aquellos que utilizarían la Radial Heredia y esta vía, pues en este caso obtuvo la información mediante los estudios de campo.

4.9.3. TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL

El tránsito promedio anual es una variable representativa del tránsito que recorre toda la longitud de la Radial Heredia – San José. La estimación presentada es obtenida de la demanda estimada por tramo ponderada por la distancia específica del mismo.

Tabla 2. 13. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Año	2006	2011	2016	2021	2026
TPDA	13,932	17,079	23,196	31,218	40,963

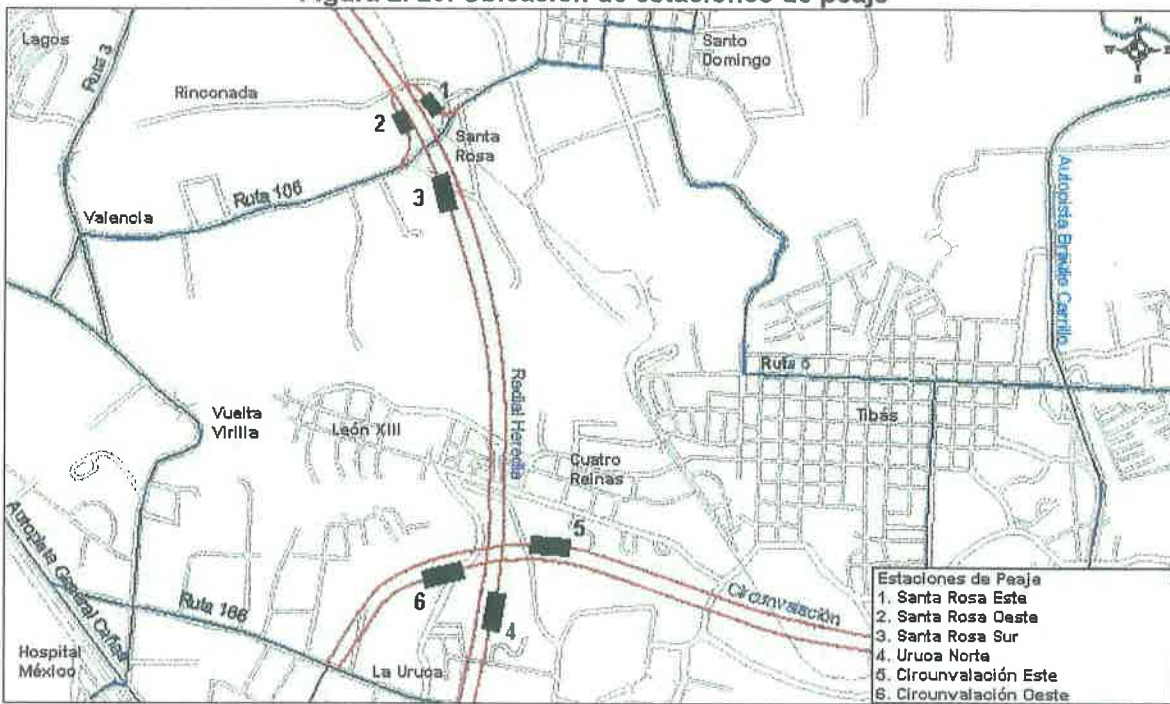
Fuente: Elaboración propia

4.9.4. INGRESOS BRUTOS

En este apartado se presentan los ingresos brutos correspondientes al cobro de la tarifa a los vehículos que se estima que circularán por las estaciones de peaje propuestas. Para ilustrar la ubicación de las estaciones de peaje, se presenta la

Figura 2. 29.

Figura 2. 29. Ubicación de estaciones de peaje



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2. 14 contiene la estimación de ingresos brutos generados por la recaudación del cobro de peaje. La estimación presente no toma en cuenta posibles ingresos adicionales de la concesión por explotación de servicios o eventuales desarrollos inmobiliarios, conforme al cartel de concesión del CNC. Es importante recordar el menor grado de confiabilidad de las estaciones ubicadas sobre la Avenida de Circunvalación debido a la fuente de los datos utilizados.

Tabla 2. 14. Ingreso bruto anual en US \$

Estación de peaje	2006	2011	2016	2021	2026
Sobre Radial	4,590,252	5,792,068	7,852,781	10,616,051	14,131,393
Sobre Circunvalación	7,452,881	9,194,744	12,668,764	17,059,377	22,341,676
Total	12,043,133	14,986,812	20,521,545	27,675,428	36,473,069

Fuente: Elaboración propia.

4.9.5. EFECTOS DEL ANILLO PERIFÉRICO

El inicio de operaciones del proyecto Anillo Periférico, repercute fuertemente en la captación de demanda de la Radial Heredia – San José. La disminución de captación debido al Anillo Periférico oscila en un 50% para todos los años. Aún cuando el Anillo Periférico beneficiaría a la movilidad dentro del Gran Área Metropolitana, el concesionario de la Radial Heredia – San José vería afectada su captación de vehículos y, por lo tanto, sus ingresos brutos generados por el cobro de peaje.

El proyecto Anillo Periférico es incluido a partir del año 2021, año en el cual se estima que este proyecto no afectará considerablemente la concesión de la Radial Heredia. Como se puede observar en las tablas mostradas anteriormente, el efecto del Anillo Periférico es importante, y produce disminuciones tanto en demanda como en ingresos percibidos por el peaje.

Se ha adjudicado el contrato del Anillo

Tabla 2. 15. Demanda estimada por hora pico AM en ambos sentidos con Anillo Periférico

Tramo	Longitud	2006	2011	2016	2021	2026
San Francisco – Lagos	3.35	688	845	1,092	772	1,106
Lagos – Santa Rosa	1.65	886	1,077	1,371	862	1,209
Santa Rosa – Periférico	0.55	1,062	1,346	1,721	926	1,364
Periférico – Circunvalación	1.35	1,062	1,346	1,721	1,560	2,183
Circunvalación – Uruca	0.67	429	527	861	667	866
Uruca – Prolongación Av 7	1.10	429	527	861	667	866
Prolongación Av 7 - Av 7	0.90	429	527	861	667	866
* Radial Heredia – Uruca	1.03	987	1,128	1,534	1,036	1,459
* Radial Heredia – B Carrillo	2.50	1,054	1,311	1,883	1,004	1,300
* Circunvalación – C Blancos	1.52	740	880	1,128	799	1,046

* Sobre Avenida de Circunvalación
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. 16. Demanda estimada por tramo diaria con Anillo Periférico

Tramo	Longitud	2006	2011	2016	2021	2026
San Francisco – Lagos	3.35	11,970	14,701	18,996	13,425	19,238
Lagos – Santa Rosa	1.65	15,408	18,734	23,864	14,993	21,030
Santa Rosa – Periférico	0.55	18,478	23,429	29,947	16,117	23,733
Periférico – Circunvalación	1.35	18,478	23,429	29,947	27,147	37,987
Circunvalación – Uruca	0.67	7,469	9,170	14,977	11,614	15,071
Uruca – Prolongación Av 7	1.10	7,469	9,170	14,977	11,614	15,071
Prolongación Av 7 - Av 7	0.90	7,469	9,170	14,977	11,614	15,071
* Radial Heredia – Uruca	1.03	17,172	19,627	26,696	18,026	25,390
* Radial Heredia – B Carrillo	2.50	18,338	22,821	32,763	17,465	22,616
* Circunvalación – C Blancos	1.52	12,882	15,306	19,623	13,900	18,202

* Sobre Avenida de Circunvalación
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. 17. Tránsito promedio diario anual (TPDA) con Anillo Periférico

Año	2006	2011	2016	2021	2026
TPDA	13,932	17,079	23,196	15,704	21,483

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. 18. Ingreso bruto anual en US \$ con Anillo Periférico

Estación de peaje	2006	2011	2016	2021	2026
Sobre Radial	4,590,252	5,792,068	7,852,781	6,613,386	9,034,100
Sobre Circunvalación	7,452,881	9,194,744	12,668,764	9,594,052	13,091,688
Total	12,043,133	14,986,812	20,521,545	16,207,438	22,125,788

Fuente: Elaboración propia.

$\Delta \approx 14,000$ $\Delta \approx 14,000$

4.10. ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Un resultado importante del estudio de demanda de la Radial Heredia es realizar recomendaciones de diseño en términos del número de carriles en tramos continuos entre intersecciones y de la disposición geométrica de sus enlaces, mediante el análisis de flujos vehiculares que se espera circularán por ella en el futuro. Específicamente, se determinan las condiciones de operación vehicular esperadas en el futuro a través de la concesión en términos de niveles de servicio, capacidad y reservas de capacidad. Se utiliza la metodología del Manual de Capacidad vial (HCM).

El análisis de capacidad de la Radial Heredia fue realizado en dos etapas, primero el análisis de los tramos básicos del proyecto y después, el análisis funcional de cada uno de los intercambios propuestos.

4.10.1. TRAMOS BÁSICOS DE LA RADIAL

El diseño de la Radial Heredia cuenta con los siguientes tramos básicos.

Tabla 2. 19. Tramos básicos de la Radial Heredia

Tramo No.	Descripción
1	San Francisco – Lagos
2	Lagos -- Santa Rosa
3	Santa Rosa – Anillo Periférico
4	Anillo Periférico -- Circunvalación
5	Circunvalación -- Avenida 7a.
6	Circunvalación -- Radial Uruca
7	Circunvalación -- Braulio Carrillo
8	Braulio Carrillo -- Calle Blancos

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla muestra los volúmenes horarios esperados en hora de máxima de manda. Para realizar este análisis, se utilizó el programa de cómputo HCS para estimar el número de carriles necesario para acomodar los volúmenes esperados manteniendo un nivel de servicio mínimo de C, a lo largo de la concesión.

Es importante mencionar que la sección transversal de los tramos de Circunvalación se diseñó de forma preliminar debido al menor grado de confiabilidad de información necesaria para estimar la

demanda captada por esta vía, principalmente por la falta de vehículos de carga en la matriz del SIATGAM.

Tabla 2. 20. Volúmenes críticos estimados por tramo por hora y carriles requeridos

Tramo	Descripción	Volumen	Carriles
1	San Francisco – Lagos	1,412	2
2	Lagos – Santa Rosa	1,724	2
3	Santa Rosa – Anillo Periférico	2,220	2
4	Anillo Periférico – Circunvalación	2,220	3
5	Circunvalación – Avenida 7a.	1,397	2
6	Radial Uruca – Radial Heredia	2,055	3
7	Radial Uruca – Braulio Carrillo	2,080	3
8	Braulio Carrillo – Calle Blancos	1,223	2

Fuente: Elaboración propia

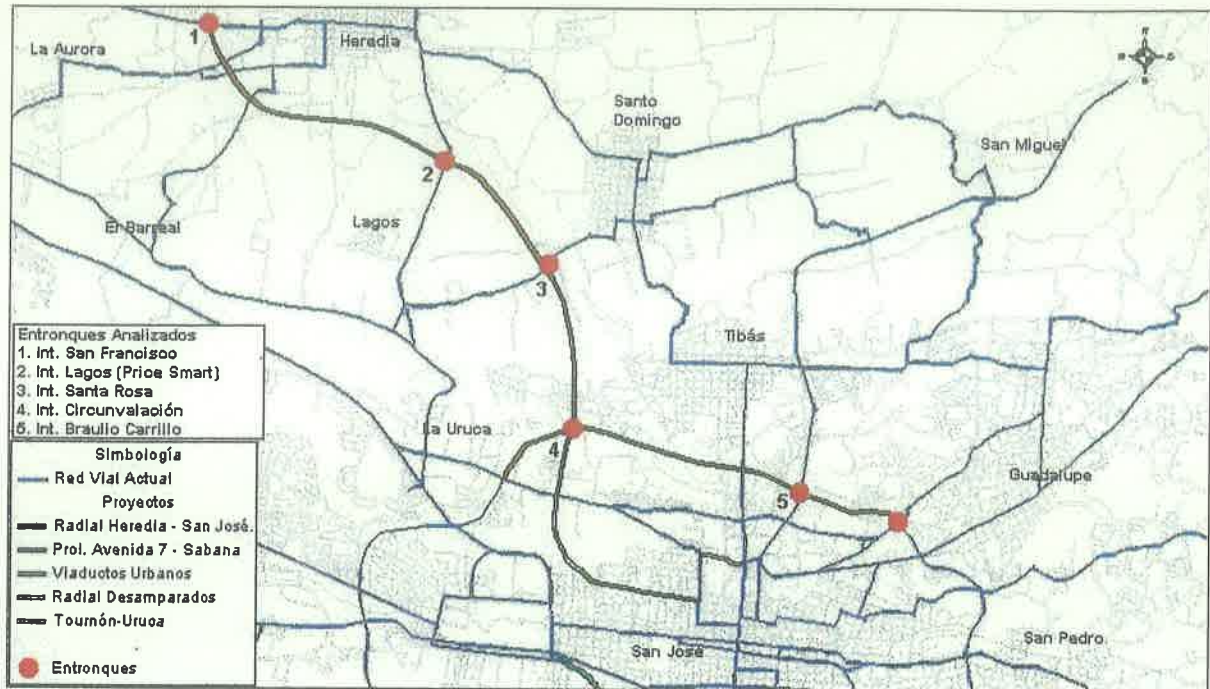
Los tramos son analizados bajo el supuesto que se aplicará la tarifa de peaje de 400 colones, la cual maximiza ingresos pero disminuye la captación de vehículos.

4.10.2. INTERCAMBIOS DE LA RADIAL

En este apartado se describe brevemente el análisis realizados a los intercambios estipulados a la Radial. Se prevé la operación de cinco intercambios a lo largo del trazo de la Radial y Circunvalación, los cuales pueden ser vistos en la siguiente lista y figura.

1. Intercambio de Radial con Ruta No. 3 en San Francisco de Heredia
2. Intercambio de Radial con Ruta No. 3 en Lagos de Heredia
3. Intercambio de Radial con Ruta No. 103 en Santa Rosa de Santo Domingo
4. Intercambio de Radial con Avenida de Circunvalación
5. Intercambio de Circunvalación con Autopista Braulio Carrillo

Figura 2. 30. Ubicación de intercambios



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los intercambios, la información correspondiente a los volúmenes de diseño es tomada a partir del año donde más vehículos son estimados que transitarán por dicho intercambio, en este caso se utilizaron los volúmenes estimados para el año 2026.

El análisis de capacidad de los intercambios se realizó en dos partes: primero se llevó a cabo un análisis mediante el programa HCS, después se llevó a cabo una simulación de cada intercambio mediante el programa Synchro/SimTraffic de Trafficware, Inc. Los resultados arrojados por cada programa pueden ser observados en el anexo correspondiente.

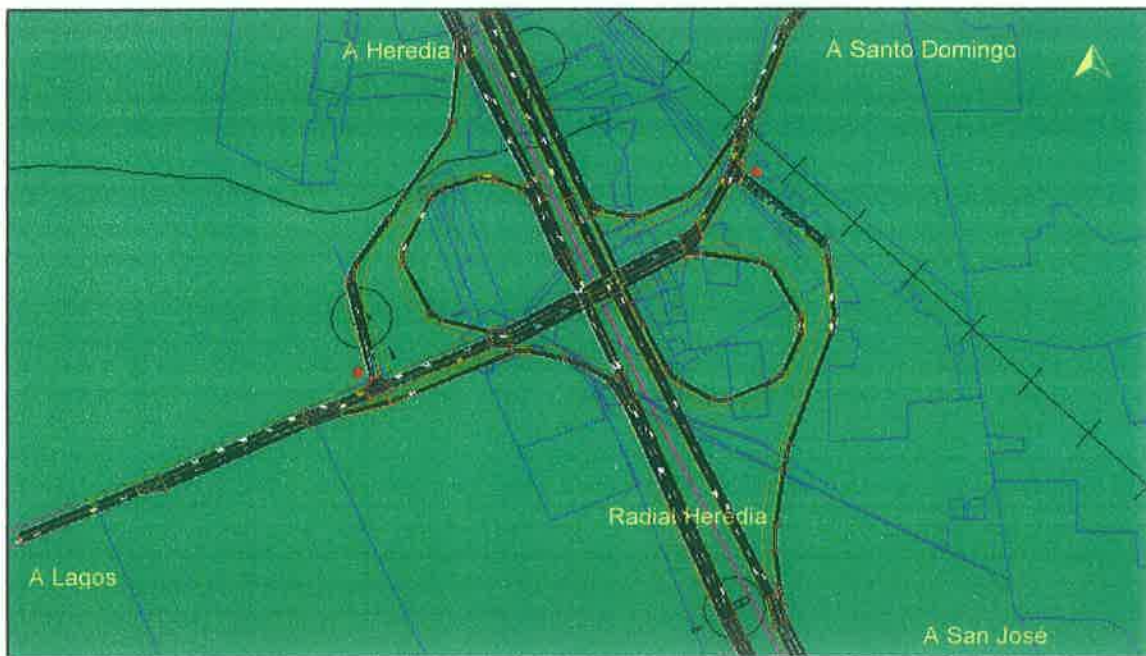
El objetivo de la simulación es encontrar problemas operacionales que al hacer el análisis de capacidad no es posible detectar. Las siguientes figuras muestran imágenes de la simulación realizada a toda la Radial Heredia.

Figura 2. 31. Intercambio Lagos



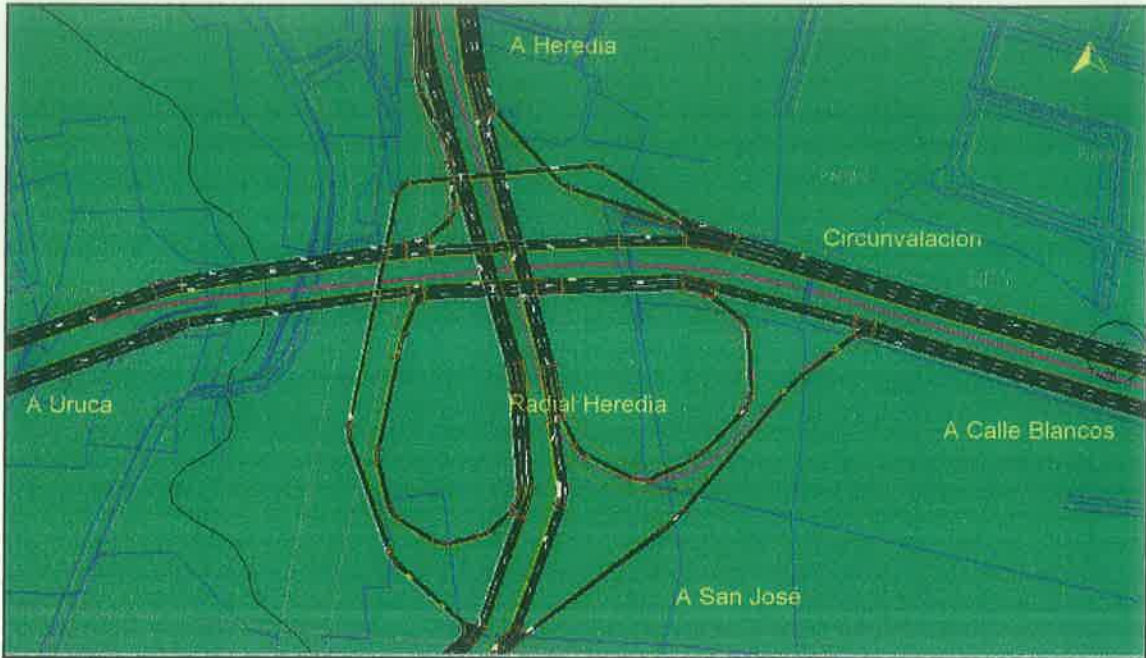
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. 32. Intercambio Santa Rosa



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. 33. Intercambio Circunvalación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. 34. Intercambio Braulio Carrillo



Fuente: Elaboración propia.

Esta configuración considera la eliminación de algunos intercambios y conexiones considerados en los diseños básicos de l proyecto, con el objetivo de lograr que la Radial Heredia y Circunvalación concentren los flujos correspondientes a vías de mayor jerarquía vial:

Intercambios Radial Heredia - Radial Uruca y Circunvalación –Radial Uruca.

Objetivos: Separar el tránsito del sistema Radial – Circunvalación del tránsito local de la Radial Uruca, evitando el tránsito de viajes de paso por esta vía. Esto ocasionará un mejoramiento de las condiciones de circulación de la Uruca, que presenta fuertes demoras por sus niveles de congestión actuales. Además, se evitarán costos importantes de expropiación en el primer caso y conflictos de operación vial en el segundo, debido a la proximidad con la intersección Circunvalación y General Cañas (solamente 550 metros, aproximadamente).

Conexión entre Prolongación Avenida 7a. y Autopista General Cañas.

Objetivos: Evitar inyectar más tránsito a la intersección entre Boulevard Las Américas y Calle 42 en la Sabana, pues este punto actualmente ya es conflictivo. Además, reducir costos de construcción, pues este tramo es muy costoso por lo accidentado del terreno y por el poco espacio disponible.

Además, se restringieron algunos movimientos en el intercambio de Lagos y Circunvalación:

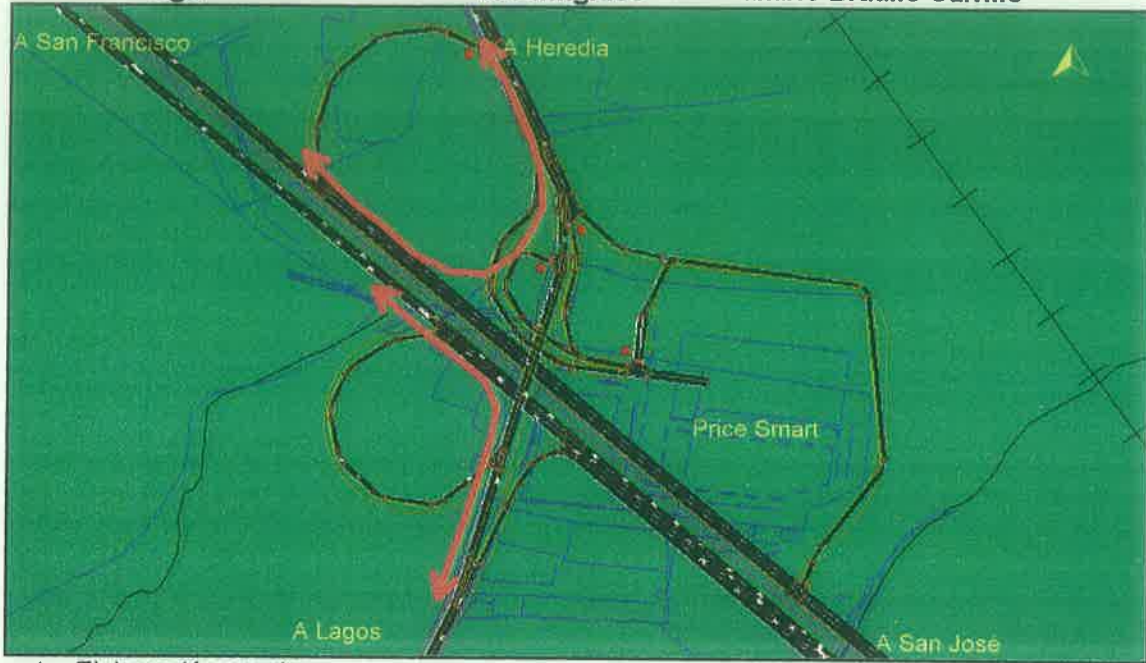
Intercambio Lagos: movimientos Lagos –San Francisco y San Francisco - Lagos

Objetivos: Impedir que la Radial sea utilizada como vía periférica al centro de Heredia, lo que ocasionaría incremento en el flujo vehicular de este tramo por viajes cortos, que ocasionarían un desmejoramiento en la condición de circulación de los usuarios principales de la vía . Por otro lado, el flujo que captaría como una vía periférica no justifica el establecimiento de casetas de peaje, ya que no se podrían cubrir los costos de operación de las mismas con el flujo captado (Figura 2. 35)

Intercambio Circunvalación: movimientos Circunvalación Oriente – Av. 7ª., Av. 7ª. – Circunvalación Oriente

Objetivos: . Este movimiento fue restringido debido a limitaciones de espacio para construir este tramo. Así mismo, un análisis comparativo mostró que el aforo adicional proporcionado por este movimiento no cubriría los costos de inversión para dicha gasa.

Figura 2. 35. Movimientos Restringidos - Intercambio Braulio Carrillo



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. 36. Movimientos Restringidos - Intercambio Circunvalación



Fuente: Elaboración propia

Del análisis por simulación llevado a cabo de la Radial y su área de influencia directa, se pueden listar las siguientes conclusiones:

- Los intercambios de la Radial Heredia no presentan problemas de capacidad u operación con el diseño propuesto, incluyendo carriles de incorporación y desincorporación que permiten el flujo continuo en los intercambios.
- Se estima que el crecimiento de tráfico en los intercambios ubicados en la intersección Santa Rosa, requerirán el uso de un semáforo a partir del año 2016. Se recomienda el uso de un sistema de controlador actuado que otorgue prioridad al flujo de la Ruta 103 (La Valencia) y que solo se active derecho de paso a las salidas de la Radial cuando sea necesario.
- El intercambio de Circunvalación con la Autopista General Cañas, presenta niveles altos de demora y congestión debido a la falta de acceso y salida continuo. Se debe prever la necesidad de mejorar este intercambio con la construcción de carriles de acceso y desincorporación que permitan el flujo libre de los vehículos.
- La intersección Tournón, tendrá problemas fuertes de congestión debido a que el volumen que recibe del norte crecerá importantemente y el semáforo no tiene la capacidad para dar continuidad a este flujo. El origen de los viajes que utilizan más este acceso son las áreas al norte del Río Virilla por la Autopista y también, con la operación del Anillo Periférico, esta vía sirve como acceso importante al centro de San José.
- Se debe prever la construcción de pasos elevados que permitan el flujo continuo en las intersecciones de Calle Blancos y Guadalupe, ya que el crecimiento del tráfico pronostica demoras excesivas en cada una de estas intersecciones actualmente semaforizadas.
- Se estiman excesivas demoras en la Radial Uruca aún con la operación de la Avenida de Circunvalación completa, deben tomarse medidas para restringir el tránsito por esta vía e incentivar el viaje de largo recorrido por Circunvalación, el Anillo Periférico u otras rutas.

2.7. COBRO DE PEAJES

En esta sección se describen los diversos aspectos relacionados con la tecnología y ubicación de peajes y con el diseño y esquema de operación que la nueva vía deberá tener para garantizar el éxito del proyecto como estructura concesionada.

2.7.1. UBICACIÓN DE CASETAS

La ubicación de las casetas de peaje tiene como principales objetivos:

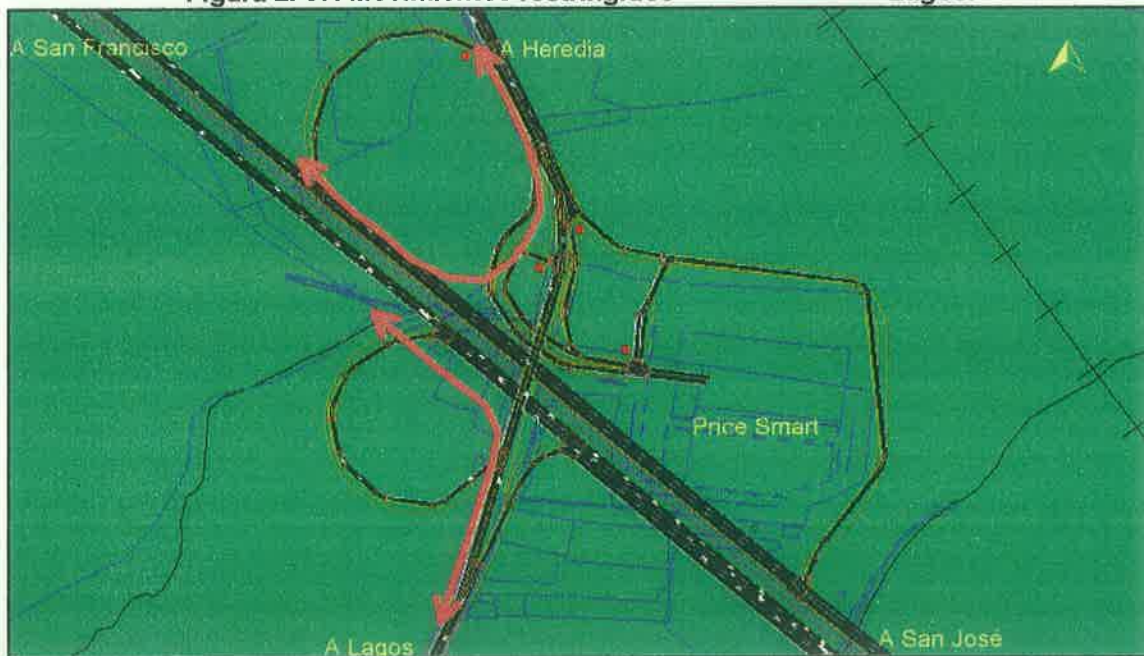
- Ubicar las plazas de cobro de tal forma que todos los usuarios de la vía tengan que pagar peaje por su utilización, haciendo claro el concepto de vía de cuota.
- Ofrecer el mejor nivel de servicio posible al usuario, evitando que se tenga que detener más de una vez en el trayecto para el pago de peaje.

- Mantener el menor nivel posible de costos de instalación y operación para el operador de la vía, cumpliendo con las condiciones anteriores.
- La ubicación de una plaza de peaje deberá posibilitar la recaudación de suficientes fondos para su operación, o en su defecto, cumplir con una función importante con relación al objetivo principal de la vía.
- Ofrecer la mayor simplicidad de operación tanto al operador de la vía como al usuario APRA su operación, tanto en el cobro como en el pago del peaje.

Para el cumplimiento de los objetivos anteriores, el Consorcio propone las siguientes recomendaciones:

- No ubicar rampas para la realización de los movimientos que utilizarían la Radial Heredia como una vía periférica al centro de Heredia. Estos movimientos son restringidos en la intersección Lagos (Price Smart). La medida se llevó a cabo ya que después de estimar los flujos que utilizarían esta vía como periférico de Heredia, se concluyó que la captación de ingresos en estas casetas no justifican la instalación de dichas casetas. La figura siguiente muestra los movimientos no permitidos en dicho intercambio.
- Establecer 6 (seis) estaciones de peaje en el sistema Radial Heredia – Circunvalación. Las estaciones propuestas son descritas a continuación:

Figura 2. 37. Movimientos restringidos en intersección Lagos.



Fuente: Elaboración propia.

Estación Santa Rosa Este

Esta estación se ubica en la intersección Santa Rosa, el objetivo es cobrar el peaje a aquellos usuarios que se incorporen a la Radial con dirección hacia el norte (ver Figura 2. 38).

Estación Santa Rosa Oeste

Santa Rosa Oeste, ubicada en la misma intersección (ver Figura 2. 38), y su objetivo es cobrar el peaje a los usuarios que provengan de la Radial Heredia Norte y que se desincorporen en dicha intersección.

Estación Santa Rosa Sur

Esta estación tiene como objetivo captar el peaje de todos los usuarios que provengan del norte y que vayan a transitar con dirección a San José.

Estación Uruca Norte

Su objetivo es cobrar el peaje a los usuarios provenientes del Centro de San José por la Avenida 7a..

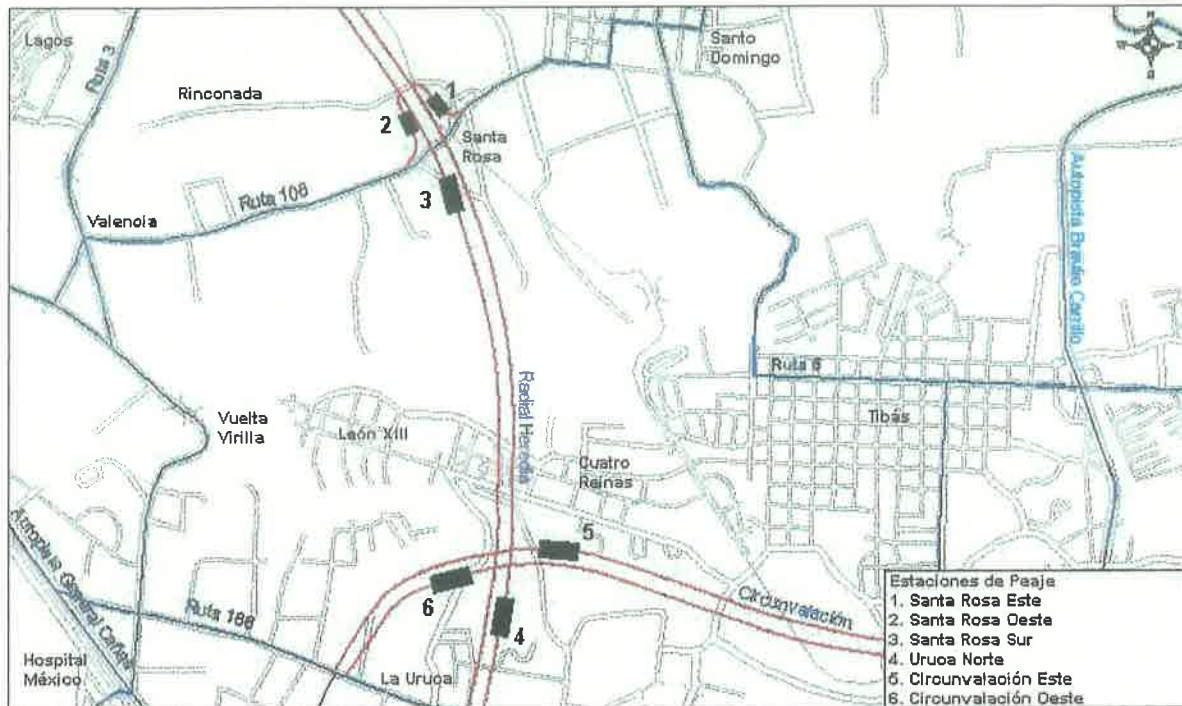
Estación Circunvalación Este

Parte de la misma intersección que la anterior, esta estación de peaje cobra el peaje de usuarios proveniente del este como Calle Blancos, Guadalupe o usuarios que accesan Circunvalación en la intersección con la Autopista Braulio Carrillo.

Estación Circunvalación Oeste

Esta estación de peaje capta el peaje de usuarios provenientes del oeste, como Pavas, Alajuela, principalmente viajes que fluyen a través de la intersección de la Autopista General Cañas con Circunvalación.

Figura 2. 38. Ubicación de estaciones de peaje



Fuente: Elaboración propia.

El establecimiento de las casetas propuestas permite que solo se le cobre al usuario una sola vez por el uso del sistema Radial Heredia / Circunvalación. Es importante mencionar que el trayecto de Circunvalación entre Calle Blancos y la Autopista Braulio Carrillo es libre de cuota. Sin embargo, los beneficios de este tramo en cuanto a ahorros de tiempo, costos de operación, continuidad en la movilidad de los viajes, y captación de aforo e ingresos para la Radial permite que este tramo sea incluido dentro de la concesión.

Se deben tomar las medidas necesarias para el año en que el Anillo Periférico inicie operaciones, ya que el diseño y ubicación de casetas no contempla estaciones de peaje que puedan cobrar el peaje correspondiente a los usuarios del Anillo y de la Radial. El cobro de peajes puede ser realizado en los accesos a la Radial, así mismo al Anillo.

2.7.2. NÚMERO DE CASETAS Y MEDIO DE PAGO

El número de casetas requerido está directamente relacionado con la tecnología que se utilizará. Esto se debe principalmente a la capacidad en vehículos por hora que cada sistema puede proporcionar. Los sistemas manuales tienen una menor capacidad, alrededor de 350 vehículos por hora, mientras los sistemas electrónicos tienen una capacidad dos o hasta cinco veces mayor.

Debido a las limitaciones de espacio y a los altos volúmenes que se pronostica transitarán por las estaciones de peaje, es necesario plantear la necesidad de utilizar métodos electrónicos de recaudo para agilizar el cobro de peaje.

Cualquier sistema electrónico se debe introducir paulatinamente a los usuarios, con el fin de que conozcan las ventajas de utilizarlo y también que el operador está adquiriendo experiencia en este tipo de sistemas hasta ahora no utilizados en Costa Rica. Para que la utilización de medios de pago electrónicos sea efectiva, el operador deberá plantear una logística adecuada, así como llevar a cabo una campaña efectiva de mercado y promoción para que los usuarios conozcan las ventajas del sistema.

La instalación de casetas con cobro mixto permite tanto el cobro manual como el automático, con una capacidad intermedia entre los dos sistemas (700 vph). Su aplicación es especialmente importante para la transición entre los dos sistemas, por lo que se considera necesaria la aplicación de este tipo de tecnología.

Con relación a la forma de pago, para el caso de cobro manual, se considera la utilización del pago en efectivo o con tarjetas propias de la concesión, que posibilitarían el prepago de un número fijo de pasos. La utilización de tarjetas es interesante, pues ahorra tiempo en la operación de cobro.

Para los casos de las casetas con tecnología de recaudo mixto, se deberá aplicar tecnología de Telepeaje; con una tarjeta de alta frecuencia (Tag) que contiene información codificada del cliente, la cual se detecta a través de un sensor que determina la validez de la tarjeta.

En cualquiera de los casos, se recomienda que el cobro se realice en el momento de la operación (paso por la caseta), para el caso de utilización de efectivo o prepago, para evitar problemas de cartera morosa. Se considera que el uso de sistemas de prepago en Radial Heredia y Circunvalación puede ser exitoso, basándose en el tipo de usuarios de las vías, que en gran proporción las utilizan para la realización de viajes diarios.

2.7.3. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Con relación al tipo de tecnología a emplearse, se recomienda la utilización de lo siguiente:

- La tecnología utilizada para la construcción de los componentes físicos del sistema debe ser totalmente industrial, lo que redundará en una mejora sensible en su presentación y robustez, acrecentando el grado de confianza para el cliente y el concesionario.
- La principal razón por la cual se recomienda la utilización de este tipo de tecnología es por la posibilidad de incorporar el cobro con telepeaje y contar con equipos de IAV. Es importante destacar que, si bien el costo del sistema de identificación por carril no es muy alto, los mayores costos están en la gestión integral de toda la solución de telepeaje que incluye puestos de atención al público, campañas publicitarias, negociación con usuarios de otros sistemas, etc.
- Esta solución dispone de medios de pago virtuales muy desarrollados, lo que implica soluciones de acceso con canales de alta velocidad y negociaciones con las redes del sistema financiero. Además, los sistemas operacionales del soporte lógico requieren niveles más altos de seguridad por lo que es recomendable trabajar con Windows NT u opciones Unix.
- Finalmente, el Sistema de gestión centralizada está muy desarrollado y permite la gestión unificada de todas las estaciones de peaje en un solo sistema de información con interacciones muy fuertes con las redes del sistema financiero y con la red de gestión de los medios de pago virtuales particulares.

2.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el marco del estudio de factibilidad técnica para la Concesión de Obra con Servicio Público del Proyecto Radial Heredia – San José, se realizaron estudios que permitieron estimar los niveles de demanda de la vía, identificando la ocupación de cada tramo vial y intercambio. Con base en esta información, se posibilita:

- La evaluación de las características físicas necesarias para ofrecer al usuario un nivel de servicio adecuado a lo largo del horizonte de proyecto.
- El análisis de las necesidades generales de sistemas de peaje y recomendación en cuanto a la disposición de plazas de cobro y niveles tecnológicos a emplear.
- La estimación de los beneficios de los usuarios de la nueva vía, insumo fundamental para la evaluación económica del proyecto.
- El análisis del nivel de ingresos que se estima recaudar, para diferentes tarifas de peaje propuestas, insumo para la evaluación financiera del proyecto.

Los estudios de demanda se basaron en un amplio proceso de recopilación, realizado a partir de información documental y de una importante cantidad de estudios realizados directamente en campo: levantamiento de características físicas y operativas de la red vial, aforos vehiculares, encuestas de origen destino y de preferencia declarada.

La siguiente etapa consistió del análisis de información y conformación de modelos de oferta y demanda de transporte, tomando en consideración los usuarios de transporte privado, autobuses foráneos y camiones de carga. No se consideró la operación de transporte público sobre la vía, en una primera instancia.

Los modelos de oferta y demanda se integran en la etapa de asignación, en la cual a través de un modelo de equilibrio se estiman los flujos vehiculares que se generan sobre la vía al realizarse los viajes entre los diversos pares de origen destino. La calibración del modelo consta de lograr que el modelo matemático de asignación reproduzca los volúmenes vehiculares y los tiempos de viaje observados directamente en campo. Con el modelo calibrado, se plantean escenarios de pronóstico, que permiten evaluar escenarios futuros de operación del sistema de transporte.

La metodología empleada en el estudio, que consta básicamente de las etapas comentadas en los párrafos anteriores, está fundamentada en principios de planeación de transporte aceptados internacionalmente y respaldada por su aplicación exitosa en un número muy importante de proyectos realizados por el Consorcio.

A partir de la aplicación de la metodología expuesta, los principales resultados obtenidos en el estudio son:

Tabla 2. 21. Resultados de estudio de estimación de demanda

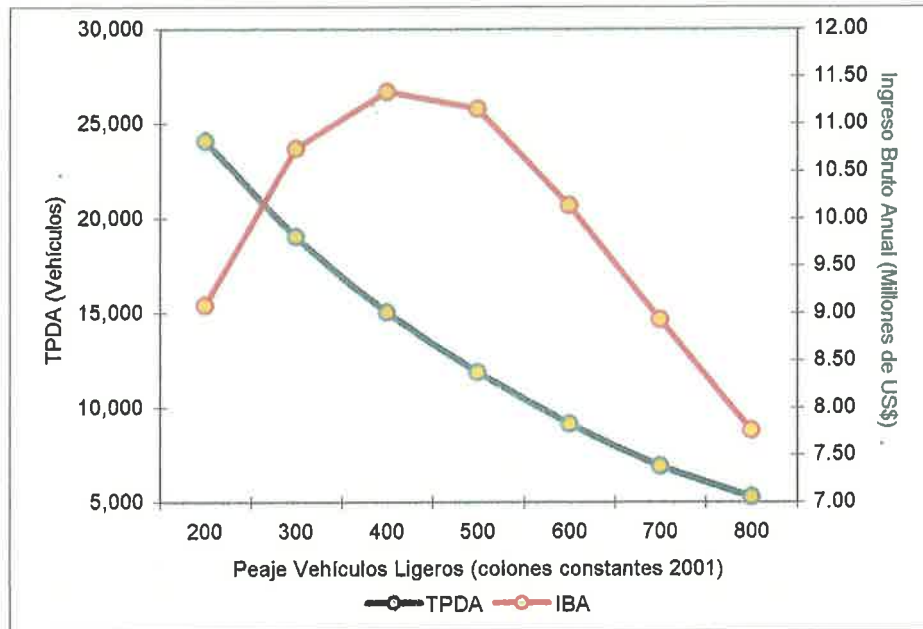
	Año de Análisis					TCMA ⁽¹⁾ (%)
	2006	2011	2016	2021	2026	
TDPA	13,932	17,079	23,196	15,704	21,483	2.19
Tramo más Cargado (Santa Rosa - Circunvalación)	1,062	1,346	1,721	1,560	2,183	3.67
Ingreso Bruto Anual en US\$ ⁽²⁾	12,043,133	14,986,812	20,521,545	16,207,438	22,125,788	3.09

Notas: ⁽¹⁾ TCMA: Tasa Compuesta de Crecimiento Medio Anual 2001 a 2026

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente figura muestra la estimación de la sensibilidad de la demanda (y consecuentemente de los ingresos) a la variación en el nivel tarifario del sistema Radial Heredia – Circunvalación.

Figura 2. 39. Sensibilidad de la demanda (año 2006)



IBA = Ingreso bruto anual
Fuente: Elaboración propia

La gráfica muestra que el máximo ingresos en el sistema se obtiene para una tarifa total de 400 colones, en valores constantes de septiembre de 2001. Valores más reducidos o elevados conllevarían a una menor captación de ingresos, aun que la variación entre los ingresos recaudados con tarifas entre 350 y 450 colones es reducida.

Los datos del modelo de transporte fueron utilizados para estimar los flujos en los diversos tramos e intercambios de la Radial Heredia, con el objetivo de realizar recomendaciones sobre el diseño de la vía, teniendo en cuenta el buen mantenimiento un nivel de servicio adecuado (nivel C) durante todo el horizonte de estudio.

Los análisis de capacidad fueron realizados para cada uno de los tramos de la Radial, considerando los volúmenes horarios esperados en hora de máxima demanda (vehículos mixtos / hora / sentido) y el porcentaje de vehículos pesados, para el escenario del año 2026.

Como resultado de los análisis de capacidad se realizan las recomendaciones de número de carriles por tramo, para mantener como mínimo en nivel de operación C hasta el 2026:

Tabla 2. 22. Resultados de análisis de capacidad por tramo hora pico AM (2026)

Tramo	Descripción	Volumen	Carriles
1	San Francisco – Lagos	1,412	2
2	Lagos – Santa Rosa	1,724	2
3	Santa Rosa – Anillo Periférico	2,220	2
4	Anillo Periférico – Circunvalación	2,220	3
5	Circunvalación – Avenida 7a.	1,397	2
6	Radial Uruca – Radial Heredia	2,055	3
7	Radial Uruca – Braulio Carrillo	2,080	3
8	Braulio Carrillo – Calle Blancos	1,223	2

Fuente: Elaboración propia

La siguiente etapa consistió en el análisis de los intercambios de la vía. Se realizó un diseño preliminar para cada uno de los intercambios, y se realizó un análisis de capacidad, que permitió indicar en primera instancia el número de carriles necesarios para la realización de cada movimiento de incorporación y desincorporación a la Radial Heredia. Con la realización del prediseño de cada intersección, se realizó una nueva corrida de los análisis de capacidad, con ajustes en la geometría, para verificar que se garantice la buena operación de las mismas.

Con relación al sistema de peajes y la ubicación de las casetas se tomaron como base los siguientes principios:

- Facilidad de operación y costos reducidos.
- Eficiencia en la operación de las casetas, para la atención de un número elevado de usuarios;
- Eficiencia en la utilización de los espacios disponibles para la instalación de plazas de cobro;
- Claridad del sistema para el usuario;
- Minimización de los tiempos perdidos en colas para el cobro de los peajes,
- Disminución el impacto psicológico del pago de los peajes, evitando que se realice más de una vez por viaje realizado;

Con base en estos principios, se realizaron las siguientes recomendaciones:

- Establecimiento de 6 (seis) estaciones de peaje como se observa en la figura siguiente.
- Debido a las limitaciones de espacio y a los altos volúmenes pronosticado para las estaciones de peaje, es necesario plantear la necesidad de utilizar métodos electrónicos de recaudo para agilizar el cobro de peaje.
- Se recomienda acostumar paulatinamente a los usuarios de sistemas electrónicos de pago, con el fin de que conozcan sus ventajas mientras que el operador adquiere experiencia en este tipo de sistemas, hasta ahora no utilizados en Costa Rica.
- El número de carriles de cobro recomendados para el periodo de análisis (2006 a 2029) se muestra en la tabla a continuación. La estimación del número de casetas por estación con un sistema mixto, supone que cierto porcentaje de los usuarios del sistema utilizarán el sistema electrónico. Este supuesto implica que el operador llevará una campaña efectiva de mercadeo y promoción.
- Con relación a la tecnología, se recomienda la instalación de una solución de rango medio, que permite la incorporación de IAV y telepeaje a lo largo del tiempo, además de proporcionar niveles de seguridad más elevados en las operaciones.

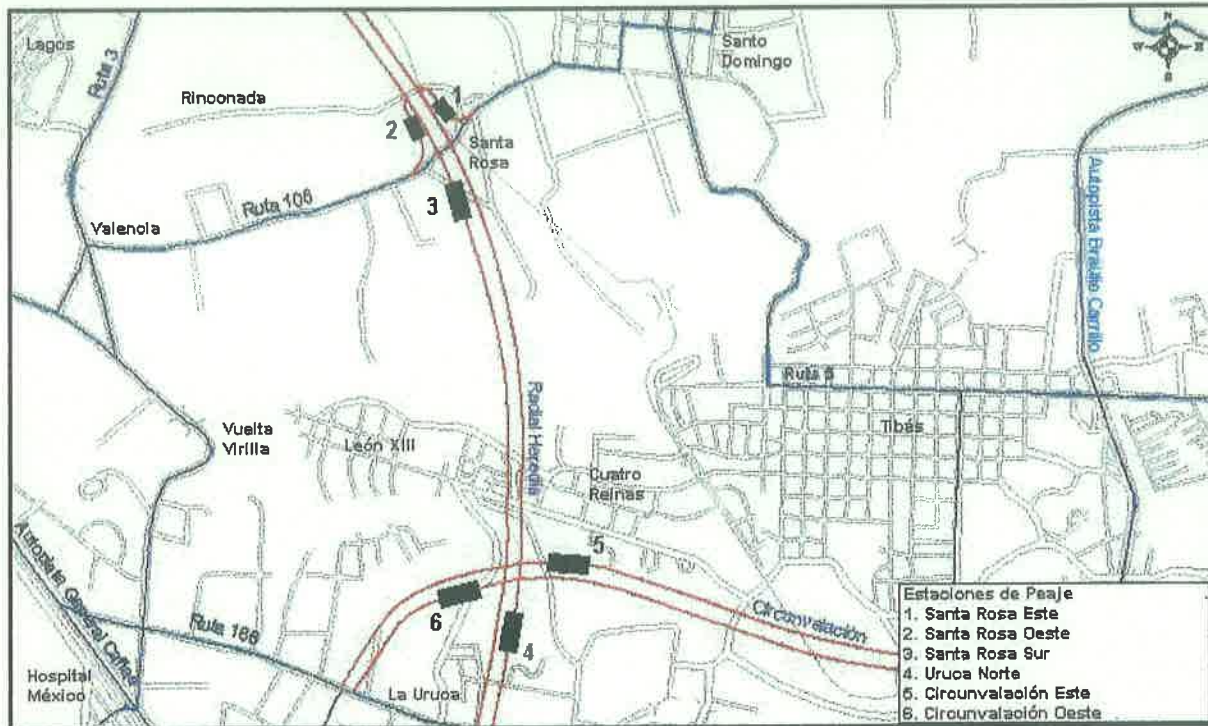
El siguiente cuadro muestra el número de casetas requeridas ante la demanda estimada para el año 2026. Primero se muestran las casetas que se necesitan si se decide utilizar solo un sistema de recaudo manual, después se presenta el sistema recomendado con el objeto de dar mayor fluidez a la estación de peaje, disminuir el espacio requerido para dicha estación e introducir tecnologías actuales de cobro de peaje.

Tabla 2. 23. Número de casetas requeridas

Estación de peaje	Recaudo Manual	Sistema Recomendado
		Manual – Mixto – Electrónico
Santa Rosa Este	2	0 – 1 – 0
Santa Rosa Oeste	2	0 – 1 – 0
León XIII	10	2 – 2 – 1
Uruca Norte	10	2 – 2 – 1

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. 40. Ubicación de estaciones de peaje detallado



Fuente: Elaboración propia

3. DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la descripción de los diseños realizados a nivel preliminar dentro del proyecto denominado "Diseño preliminar y estudio de factibilidad técnica, ambiental, económica y financiera para la concesión de obra pública de la Nueva Radial Heredia – San José". Las obras en mención se dividen en dos secciones unidas por un intercambiador: El arco norte de la Avenida de Circunvalación, que será la conexión para entrada y salida de San José, y la Radial propiamente dicha.

En la parte inicial se presentan los objetivos y alcances previstos en el Contrato para estas actividades, para pasar luego a describir los resultados del diseño. A lo largo del capítulo, se hacen referencias a los Planos del Proyecto entregados en un Tomo separado de este Informe Final, así como a otros Informes que forman parte de los productos entregados.

Como complemento y segundo objetivo del capítulo, se presentan los presupuestos de construcción y mantenimiento estimados, junto con las bases y parámetros bajo los cuales fueron estimados.

3.2 OBJETO Y ALCANCES

De acuerdo con el contenido en los Términos de Referencia del Proyecto, la Propuesta Técnica presentada por el Consorcio y el Contrato, el objeto principal de los diseños preliminares es estudiar la Factibilidad Técnica del Proyecto y evaluar los costos de construcción y mantenimiento que sirvan como base para los estudios de Factibilidad Económica y Financiera.

Dentro de este objetivo general, el Alcance definido cubre los siguientes puntos:

- Estudio de Alternativas de Trazado: Se estudiaron las alternativas de trazado propuestas por el CNC y dos adicionales propuestas por el Consorcio, con base en criterios técnicos, financieros, económicos y ambientales, para finalmente seleccionar una alternativa y proceder a su diseño conceptual. El resultado de esta actividad se presentó en el Informe de Avance No 1.
- Revisión de los anteproyectos existentes: Se revisaron los anteproyectos existentes en el MOPT sobre las rutas seleccionadas, incluyendo los alineamientos horizontal y vertical, la sección transversal, pavimentos y todos los detalles contenidos en los planos.
- Levantamientos topográficos: Se llevaron a cabo levantamientos topográficos de todo el corredor de la vía seleccionada, con énfasis los sitios de cruces de ríos y quebradas y los sitios de intercambiadores. Para la definición del ancho del corredor se acogió la sugerencia del MOPT de tomar 25 m a cada lado del eje como ancho base. Dentro de este corredor se hizo el inventario de propietarios de predios, construcciones existentes y redes de servicios existentes. Los resultados del levantamiento topográfico se presentan en los planos del proyecto. Las referencias para posteriores replanteos materializadas en el

campo se relacionan y describen en el informe CRH-B-007, el cual forma parte del Informe de Avance No 2.

- **Diseño geométrico:** Con la ayuda del programa Road Calc se hizo el diseño geométrico de la vía principal y de todos los accesos necesarios en las intersecciones y pasos a desnivel. Los resultados de esta actividad están contenidos en los planos del proyecto y en los informes CRH-B-008 y CRH-B-018. Los planos de diseño se complementan con los de secciones transversales típicas y con los planos de señalización vertical y horizontal de la vía y de las intersecciones.
- **Estructuras:** En los planos del proyecto se encuentra el prediseño de todas las estructuras previstas, entre las que se incluyen cruces de ríos y quebradas, pasos a desnivel sobre vías o sobre ferrocarriles existentes, intercambiadores de tráfico, alcantarillas de cajón para corrientes menores, muros de contención y de acompañamiento de las estructuras, etc. Los diseños correspondientes fueron elaborados con base en el Código Sísmico de Costa Rica y en las indicaciones dadas por la sección de puentes del MOPT.
- **Estudios Hidráulicos:** Para dimensionar las estructuras de drenaje mayores y menores se hicieron estudios de hidrología, hidráulica y socavación que se presentan en los informes CRH-B-006 y CRH-B-014. Como resultado de estos estudios, se diseñaron también las estructuras menores de drenaje, como son cunetas, zanjas de coronación y alcantarillas menores.
- **Estudios de Geotecnia:** Para el diseño de la cimentación de las estructuras del proyecto se hicieron sondeos en los sitios correspondientes a cada una de ellas, se tomaron muestras representativas de los suelos y se hicieron ensayos de laboratorio. Los resultados fueron analizados por los ingenieros, quienes hicieron las recomendaciones contenidas en el Informe CRH-B-012.
- **Diseño de Pavimentos:** A lo largo del trazado de la vía se hicieron trincheras de aproximadamente 2 m de profundidad, en las cuales se llevaron a cabo ensayos de CBR directos e indirectos (CPD) para evaluar la capacidad de soporte de los suelos naturales y ensayos de compactación para evaluar el comportamiento de los rellenos construidos con estos suelos. Esta información, combinada con los datos de tráfico provenientes del estudio de Demanda, se utilizó en el diseño alternativas de pavimentos rígidos y flexibles, las cuales se presentan en los planos del proyecto y en el Informe CRH-B-013.
- **Obras Complementarias:** Como complemento de los trabajos se hicieron los prediseños y localización de estaciones de peaje, de paraderos buses, mobiliario urbano, puentes peatonales y de iluminación de la vía. No se prevé la instalación de teléfonos de emergencia dada la corta longitud de la vía y su recorrido semi-urbano. Entre las características de la vía solicitadas al Concesionario se incluye lo correspondiente a instalaciones de mantenimiento y operación y todo lo correspondiente a los equipos mínimos de emergencias y control de accidentes.
- **Estimación de costos:** Con base en los prediseños realizados se evaluaron las cantidades de obra para construcción y mantenimiento de la vía y se aplicaron los costos de proyectos existentes suministrados por el MOPT, para obtener los presupuestos correspondientes. Los resultados se presentan en el Informe CRH-B-011.

3.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS

En los siguientes numerales se detallan los diseños preliminares realizados, que corresponden a las obras que debe planear, diseñar, construir, operar y conservar el Concesionario en cada uno de los tramos que componen la carretera concesionada.

SECCION I- RADIAL SAN JOSÉ – HEREDIA .

La Radial Heredia – San José iniciará en su primera etapa, en el empalme con la Avenida de Circunvalación, aproximadamente en el kilómetro 1 de esta última, unos 290 m al sur de la calle Florentino Castro. A partir de este punto, seguirá hacia el norte pasando por el barrio León XIII, la calle Florentino Castro y el Río Virilla; continuará hacia el norte en dirección a Santa Rosa, cruza la vía que comunica a Santa Rosa con La Valencia y la calle San Martín, cruza el Río Bermúdez muy cerca del ferrocarril y sigue por zonas de cafetales hasta llegar a la entrada a Heredia por la Vía de Los Lagos, la cual cruza a la altura del Price Smart de Heredia. Posteriormente, gira hacia el oeste cruzando las quebradas Granada y Tropical, continúa por el sur de Heredia en dirección hacia el oeste pasando por varias zonas de nuevas urbanizaciones y finalmente, se conecta con la vía que conecta a Heredia con Alajuela en San Francisco, con una longitud aproximada de 6.90 km, sin incluir las rampas de las intersecciones.

Para una segunda etapa se ha previsto la conexión entre el origen de la Radial y la prolongación de la Avenida 7ª, la cual se iniciará en el barrio Pitahaya y seguirá hacia el oeste y posteriormente hacia el norte, siguiendo el cauce de la Quebrada Lantisco y del Río Torres hasta cruzar la Avenida de La Uruca, muy cerca de la Plaza del mismo nombre; para posteriormente seguir hasta la intersección con la Avenida de Circunvalación.

SECCIÓN II ARCO NORTE DE LA AVENIDA DE CIRCUNVALACIÓN

El arco norte de la Avenida de Circunvalación se inicia en la actual intersección de esa Avenida con la de La Uruca, posteriormente tiene un giro hacia el este, cruza la quebrada Rivera y la vía que lleva al barrio León XIII, sigue hacia el este hasta pasar por la escuela Rafael Vargas y cruza el ferrocarril con un paso a desnivel. Continúa hasta cruzar la calle del Pantano y la vía a Cinco Esquinas y finalmente llega, en su primera etapa, hasta la Autopista Braulio Carrillo, donde se ha previsto un cruce elevado. Este tramo tiene una longitud de 3.72 Km. En todos los cruces mencionados se han previsto pasos a desnivel. Para una etapa posterior se ha previsto hacer el tramo faltante, de cerca de 800 m, para completar el anillo de la Circunvalación hasta Calle Blancos. Para este último tramo, se ha estudiado la posibilidad de hacer un par vial, al menos inicialmente; lo anterior debido a la fuerte ocupación del corredor urbana que existe en esta zona.

3.3.1 DISEÑO GEOMÉTRICO

Los parámetros seguidos en el diseño, cumpliendo con los Términos de Referencia se resumen así: la velocidad de diseño mínima deseable dentro del perímetro urbano es de 80 km/h, en rampas de 50 km/h y para la carretera en su sector rural de 100 Km/h. El ancho mínimo de carril es de 3.30 m., el ancho mínimo de las bermas o espaldones será de 1.80 m., en el caso de rampas el ancho mínimo de carril será de 4.50 m. (deseable 5.50 m.)

Los radios mínimos que se utilizaron en el diseño corresponden a los recomendados por la AASHTO, así: La velocidad de diseño seleccionada de 100 km/h, se recomienda un peralte máximo de 10%, según se utiliza en Costa Rica, y un radio mínimo de 415 m. Para una velocidad

específica de 80 km/h, se recomienda un peralte máximo de 7.5% y un radio mínimo de 235 m. Para 50 km/h de velocidad específica se recomienda un peralte máximo de 8.0% y un radio mínimo de 80 m.

Para este tipo de proyecto, se recomienda que las pendientes longitudinales máximas sean menores al 7%; sin embargo, durante el diseño solo excepcionalmente se utilizaron pendientes superiores al 6%, procurando además, mantenerlas por longitudes menores a los 300 metros.

3.3.2 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y SECCIÓN TRANSVERSAL DE DISEÑO.

A lo largo del proyecto se han encontrado condiciones de subrasante relativamente homogéneas para efectos de diseño de pavimento.

Esta homogeneidad en las condiciones de soporte de las estructuras de pavimento se refuerza por el hecho de que se ha planeado que los terraplenes se construyan con los mismos materiales de excavación. De acuerdo con la información recibida de firmas locales especialistas en geotecnia de la zona, es práctica común construir terraplenes con estos materiales, práctica que ha arrojado en general buenos resultados.

Se han diseñado estructuras de pavimentos para los diferentes tramos del proyecto, tanto para la alternativa de pavimentos rígidos como flexibles. Para las dos alternativas se incluyen planos y especificaciones dentro del proyecto. La elección final será del concesionario.

La alternativa de pavimentos flexibles se ha planeado por etapas, lo cual tiene la ventaja de que los refuerzos se pueden adaptar a las condiciones de tránsito vigentes en ese momento.

La construcción del proyecto se hará de acuerdo con el diseño final elaborado por el Concesionario, aprobado por la Dirección de Geotecnia y Materiales del MOPT y autorizado por la Administración.

Sección I: Radial Heredia - San José

En general la radial Heredia ha sido segmentada en tramos con diferentes secciones y estructuras de pavimentos, de acuerdo con los requerimientos de tráfico de la zona. La radial en su parte rural tendrá sección tipo boulevard, con dos carriles por sentido de 3.60 m de ancho, separados por una isla medianera de 4.50 m de ancho y espaldones (bermas) en los extremos de 1.80 m de ancho.

En las zonas urbanas se tendrán dos a tres carriles por sentido con ancho 3.60 m cada uno, con un separador tipo New Jersey en los extremos se prevén aceras de 1.80 m de ancho. Vale mencionar que en la mayoría de las zonas urbanas que atravesará la Radial a Heredia existen calzadas marginales; como es el caso del barrio León XIII y de las nuevas urbanizaciones que se están desarrollando en el sur de Heredia.

A continuación se presenta la descripción de cada uno de estos segmentos:

♦ Segmento K0+000 al K0+300

Este segmento posee una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15m, 0.25m y 0.40m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular, con 2

calzadas de 3 carriles de 3.60 m de ancho cada una. Cuenta con una isla central de 1.60 m de ancho con barrera protectora tipo New Jersey.

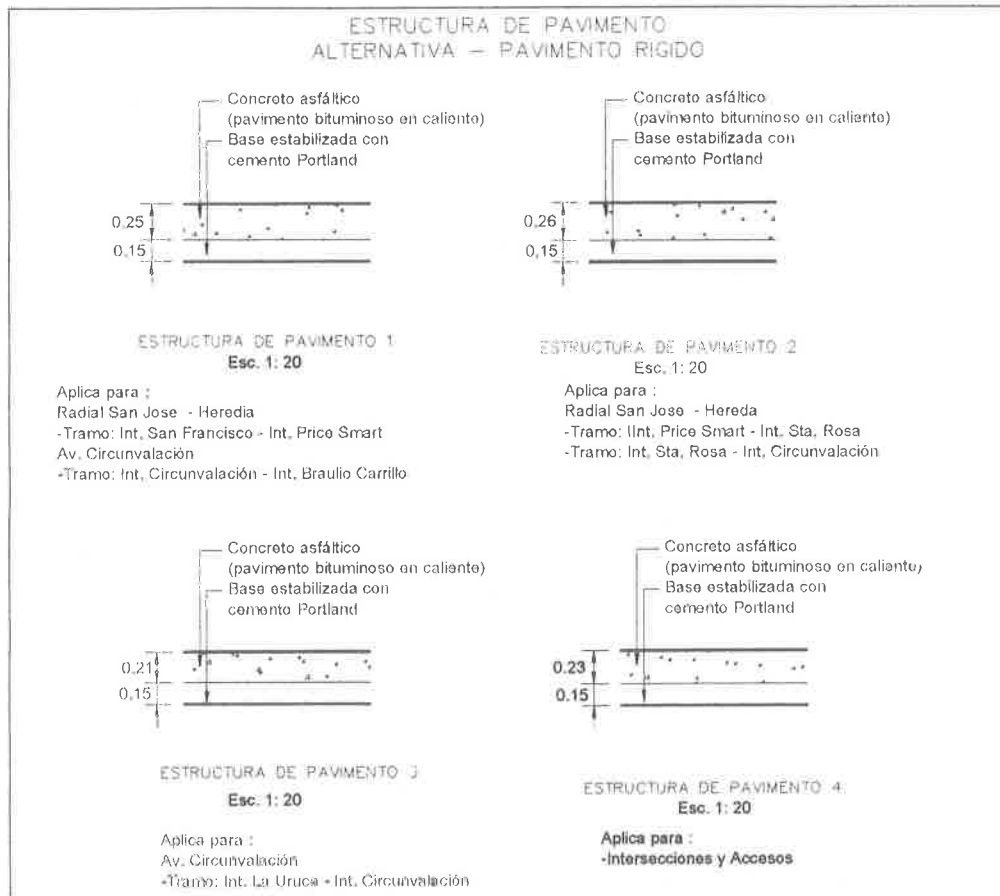
Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.26 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

• Segmento K 0+300 al K 0+420

Este segmento posee una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15m, 0.25m y 0.40m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, dos Calzadas con 3 carriles de 3.50 m de ancho cada una, isla central de 1.60 m con barrera protectora tipo New Jersey y muros de contención a cada lado.

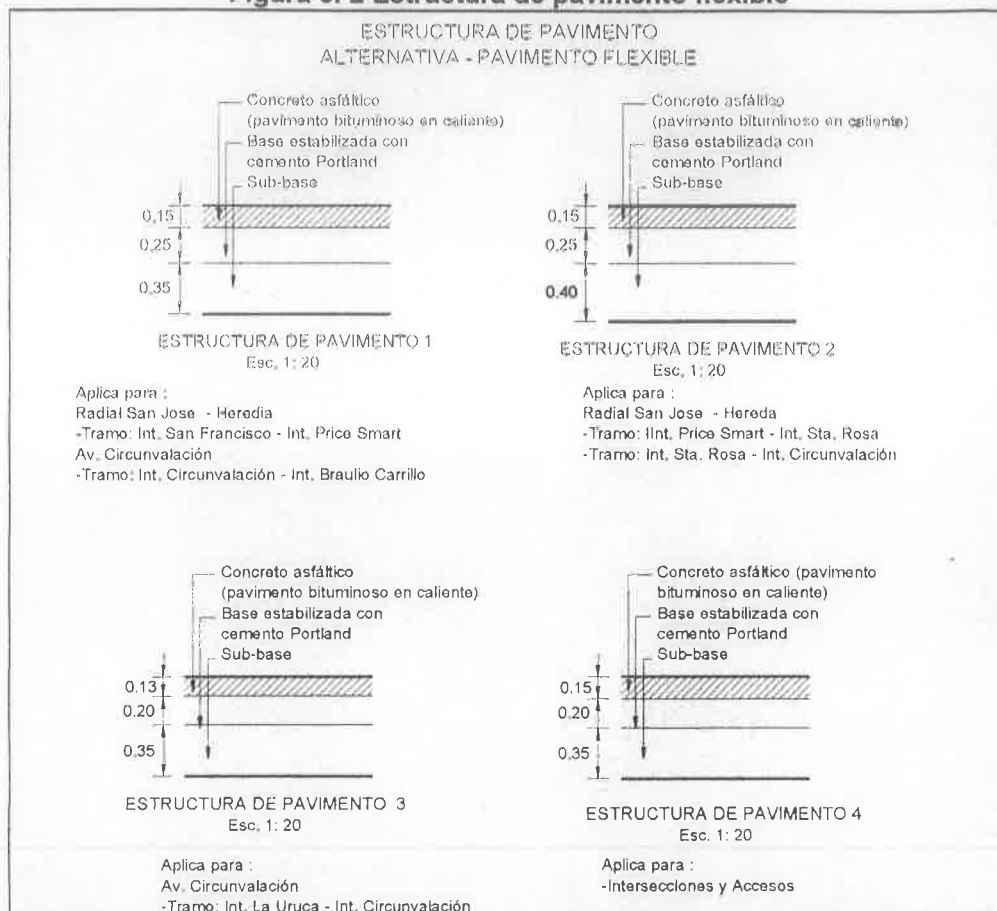
Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.26 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m. Las figuras siguientes presentan las secciones transversales típicas y los espesores para pavimento flexible y rígido (anexan planos).

Figura 3. 1 Estructura de pavimento rígido



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 2 Estructura de pavimento flexible



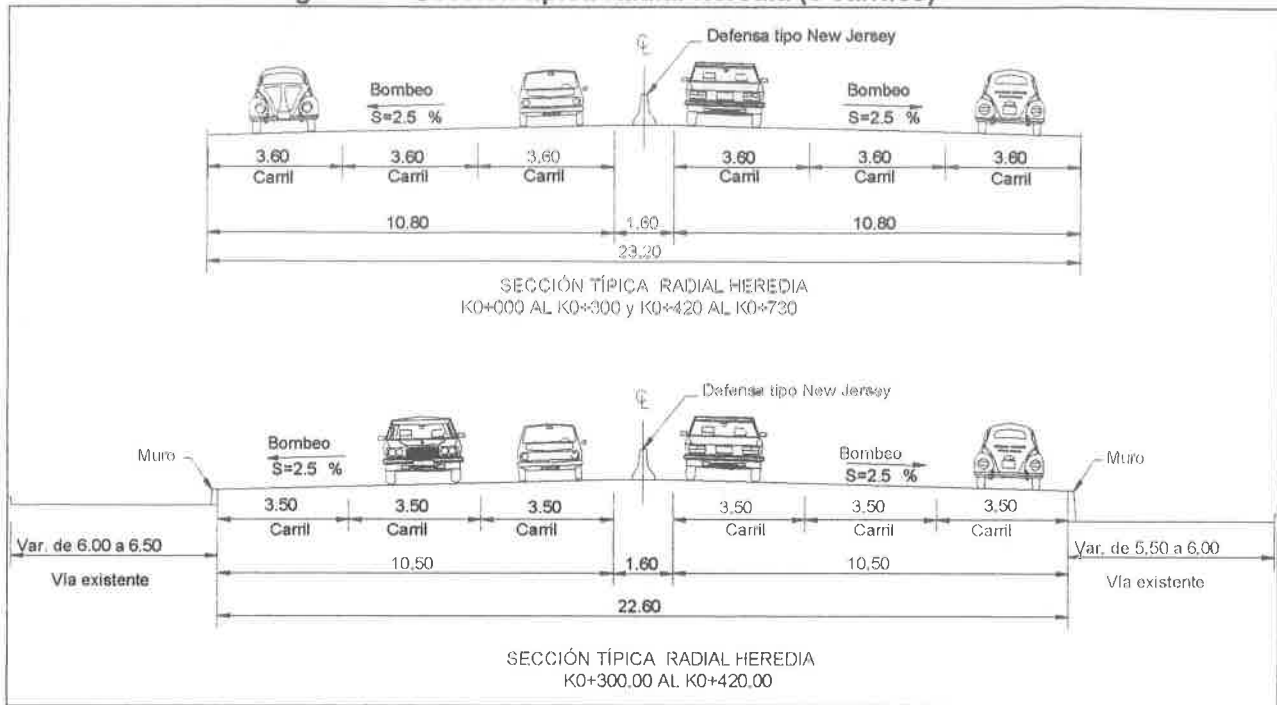
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 3 Sección típica Radial Heredia (2 carriles)



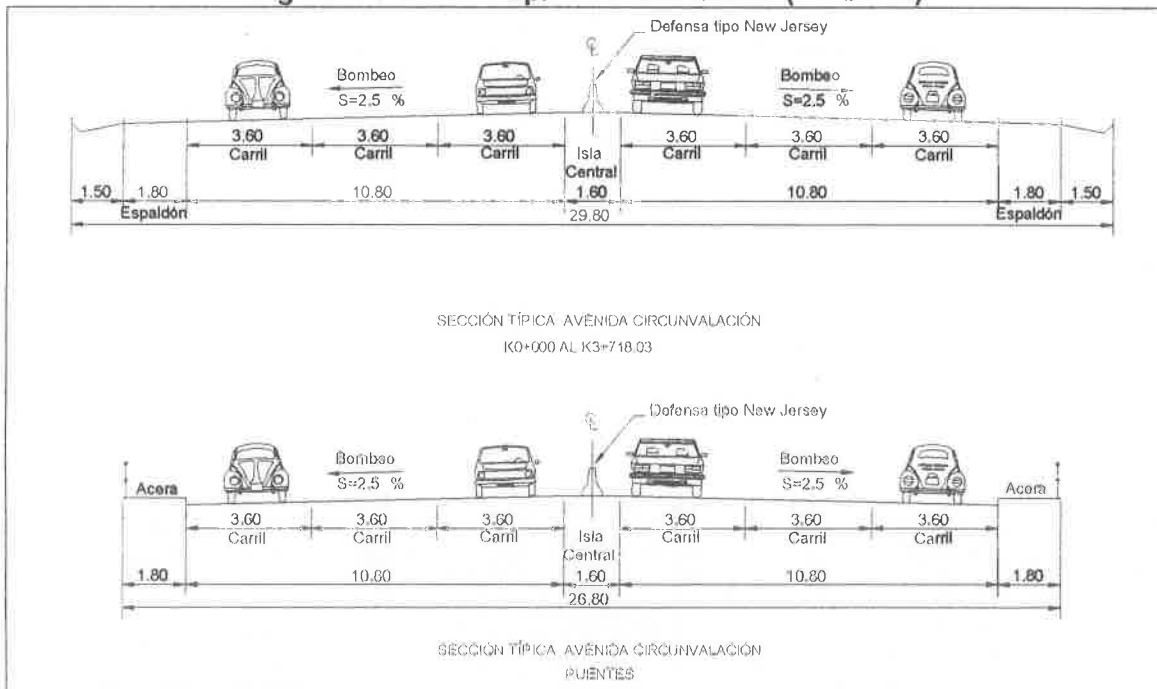
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 4 Sección típica Radial Heredia (3 carriles)



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 5 Sección típica Circunvalación (3 carriles)



Fuente: Elaboración propia

- Segmento K 0+420 al K 0+730

Este segmento posee una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15m, 0.25m y 0.40m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, dos calzadas con 3 carriles de 3.60 m de ancho cada una, isla central de 1.60 m y barrera protectora tipo New Jersey.

Para la alternativa de pavimento rígido se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.26 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

- Segmento K 0+730 al K 0+910

Este segmento corresponde al puente sobre el Río Virilla, cuya sección se compone de dos alzadas con 3 carriles de 3.60 m de ancho cada una, isla central de 1.60 m y andenes de 1.80m de ancho a cada lado.

- Segmento K 0+810 al K 1+850

Este segmento posee una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15m, 0.25m y 0.40m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, dos calzadas con 3 carriles de 3.60 m de ancho cada una, isla central de 1.60 m con separador tipo New Jersey, espaldones de 1.80m a cada lado y cunetas en las zonas de corte de 1.50m de ancho.

Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.26 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

- Segmento K 1+850 al K 3+500

Este segmento posee una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15m, 0.25m y 0.40m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, dos calzadas con 2 carriles de 3.60 m de ancho cada una, isla central de 4.50 m con separador tipo New Jersey, espaldones de 1.80m a cada lado y cunetas en las zonas de corte de 1.50m de ancho.

Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.26 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

- Segmento K 3+500 al K 6+891

Este segmento posee una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15m, 0.25m y 0.35m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, dos Calzadas con 2 carriles de 3.60 m de ancho cada una, isla central de 4.50 m, espaldones de 1.80m a cada lado y cunetas en las zonas de corte de 1.50m de ancho. Para la alternativa de pavimento rígido se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.25 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

El tramo correspondiente a la segunda etapa, que conectará la Radial con la Avenida 7ª no ha sido diseñado como parte de este Proyecto.

La Radial deberá ser construida en su totalidad por el Concesionario, conforme a los planos de construcción, especificaciones especiales, especificaciones generales CR-77 y demás requisitos aplicables del contrato, con el fin de obtener un nivel de servicio y seguridad conforme a los requisitos establecidos en los planos y en las bases técnicas antes de ponerla en operación por parte del Concesionario.

Además, deberá construir todos los elementos de la carretera, entre ellos: sistema de drenaje, elementos de seguridad (señalización horizontal y vertical), limpieza (derecho de vía, derrumbes), así como el mantenimiento durante todo el periodo de concesión.

Sección II: Avenida Circunvalación

Los primeros 1.1 km de este tramo consisten en una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.13 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, con 2 calzadas de 3 carriles de 3.60 m de ancho cada una. Cuenta con espaldones de 2.50 m a cada lado, cuneta revestida y una isla divisoria de 1.60 m de ancho con barrera protectora tipo New Jersey. Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.21 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

El resto del tramo, a partir de la Intersección de la Avenida Circunvalación hasta la Intersección de Braulio Carrillo, consiste en una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.25 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente, con 2 calzadas de 3 carriles de 3.60 m de ancho cada una. Cuenta con espaldones de 2.50 m a cada lado, cuneta revestida y una isla divisoria de 1.60 m de ancho con barrera protectora tipo New Jersey. Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura compuesta por una capa de pavimento en concreto de 0.25 m de espesor y una base estabilizada de 0.15 m.

El tramo de conexión entre la Autopista Braulio Carrillo y Calle Blancos no ha sido diseñado dentro de los alcances de este Proyecto.

3.3.3 INTERSECCIONES

Las intersecciones del proyecto se generan en los cruces y empalmes de las dos vías principales del proyecto como lo son la Avenida Circunvalación y la propia Radial Heredia. Cada una de estos tramos del proyecto tienen como mínimo 20.60 m. de sección transversal.

Las vías objeto de la conexión de los ramales de la Intersecciones constan de dos calzadas con carriles de 3.60 m. de ancho (de dos a tres carriles según el sector), una en cada sentido, delimitadas por un separador central que puede variar entre 1.60 m y 4.50 m de ancho. Además, tiene dos andenes laterales de 1.80 m. de ancho, uno a cada lado de la vía, para la circulación peatonal. Las figuras siguientes presentan los esquemas de las intersecciones.

Todas las intersecciones incluidas en esta sección del proyecto se encuentran adaptadas a las normas de diseño y estándares del proyecto, así como a las condiciones de demanda presente y futura, para el periodo que contempla la concesión. Para el diseño definitivo de estas obras, el Concesionario deberá considerar que el mejoramiento de los alineamientos horizontal y vertical de las intersecciones propuestas en el prediseño, requerirá el mejoramiento de otros elementos tales como sistema de drenajes, obras de contención, señalización y seguridad vial, detalles que deberán quedar establecidos en los planos definitivos que debe aportar el Concesionario.

El Concesionario deberá planear, diseñar y realizar las obras necesarias para que las rampas y lazos de las intersecciones cuenten con carriles de aceleración y desaceleración acorde con las normas de diseño, la velocidad de las rampas del proyecto está definida en 50 km/hr. En los planos constructivos deberán incluirse las obras proyectadas.

El Concesionario deberá realizar los estudios de campo respectivos, a efecto de establecer las obras necesarias para garantizar la seguridad vial de los peatones en las intersecciones, tales como: construcción de aceras para peatones, bahías para autobuses, puentes peatonales, entre otras. Estos elementos deben ser incluidos en los diseños definitivos y los planos constructivos que debe aportar el Concesionario.

Los diseños presentados por el concesionario deberán estar sustentados en diseños funcionales de ingeniería de tránsito, de conformidad con la metodología de análisis definida en el Cartel de Licitación. Los estudios y análisis funcionales que realice el concesionario deberán ser aprobados por la DGIT de previo a la presentación ante el CNC para la respectiva autorización. Las obras que proyecte el Concesionario deberán desarrollarse en el derecho de vía existente, por lo que deberá considerar la construcción de muros de contención o cualquier otra obra necesaria para cumplir esta condición.

El Concesionario deberá presentar un informe que resuma los análisis y resultados del estudio realizado, debidamente aprobado por la Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT. Las recomendaciones definidas en dicho estudio deberán ser consideradas por el Concesionario para la elaboración de los diseños y planos definitivos. En los planos constructivos que debe elaborar el Concesionario se debe definir el alineamiento horizontal y vertical de las rampas, lazos, estructuras y todas aquellas obras que deben adicionarse al intercambio.

Intersecciones Radial Heredia- San José

Los siguientes son los intercambios prediseñados en la sección Radial Heredia – San José, deberán ser diseñados y construidos por el Concesionario como parte del contrato de concesión, de acuerdo con los parámetros de diseño geométrico, estructural y especificaciones definidas por el CNC en la licitación.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN INTERSECCION	UBICACIÓN
1	Intersección Circunvalación	K 0+000
2	Intersección Santa Rosa	K 1+850
3	Intersección Price Smart	K 3+500
4	Intersección San Francisco	K 6+440

• Intersección Circunvalación

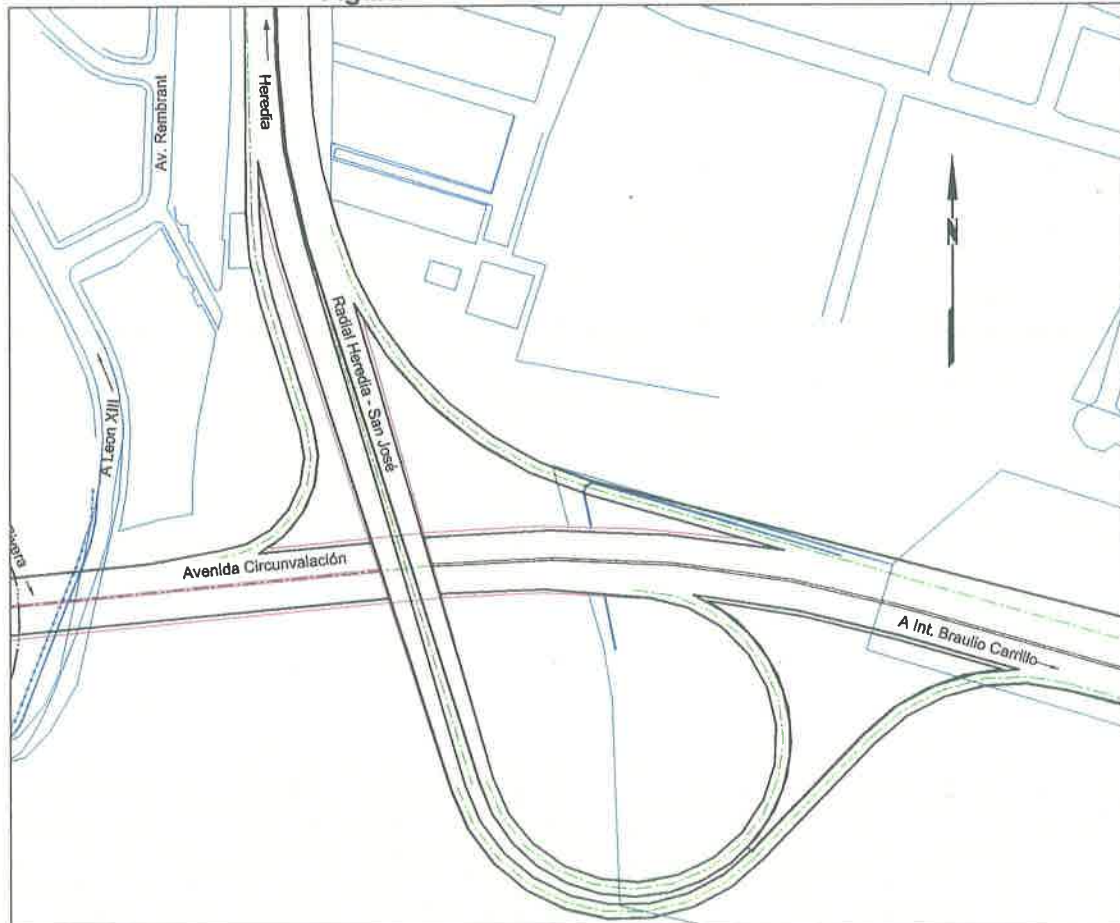
Se encuentra ubicada en el K0+000 de la Radial Heredia y en el K1+100 de la Avenida Circunvalación, se ubica en la margen izquierda de la ronda hidráulica de la Quebrada Rivera y el costado este del Barrio León XIII. Esta Intersección comunica las localidades de San José, la

Uruca y Heredia y corresponde a una intersección tipo trompeta, de acuerdo con el alineamiento horizontal y vertical de las rampas mostrado en los planos de prediseño. Presenta un ramal de giro directo en el sentido San José – Heredia y Heredia- Uruca, un ramal de lazo en el sentido Uruca- Heredia y un ramal semidirecto en el sentido Heredia – San José.

En lo referente a los ramales de la intersección, estos cuentan con una sección típica de una calzada de 1 carril de 5.50 m de ancho, el cual esta compuesto de 3.60 m de carril de circulación y 1.90 m de carril de adelantamiento o en previsión de avería de un vehículo en operación. Se especifica una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente. Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura de 0.23m de concreto en hormigón y 0.15m de base estabilizada con cemento Portland.

Cabe resaltar que la Intersección de la Avenida Circunvalación con la Radial Heredia ha sido diseñada teniendo en cuenta que se harán etapas futuras de prolongación de la Radial Heredia hacia la Avenida 7.

Figura 3. 6 Intersección Circunvalación



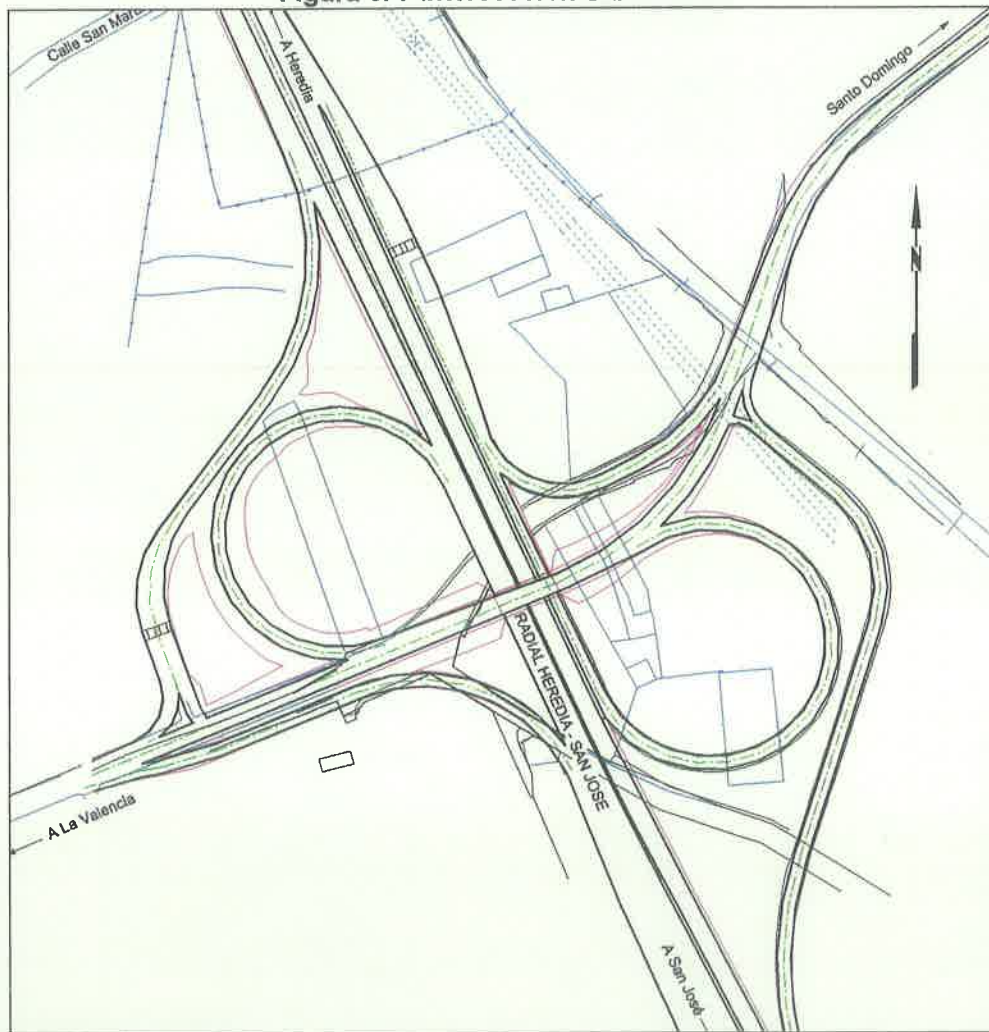
Fuente: Elaboración propia

- Intersección Santa Rosa

Se encuentra en el K1+850 de la Radial Heredia, ubicada al costado norte del paso a nivel del ferrocarril de Costa Rica y en cercanías de las instalaciones de la empresa YALE. Esta Intersección comunica las localidades de La Valencia, Santo Domingo, San José y Heredia, mediante una intersección tipo trébol parcial (Cuadrantes Opuestos), con ramales de giro directo en el sentido Heredia- La Valencia, La Valencia – San José, San José – Santo Domingo, Santo Domingo- Heredia, un ramal de lazo en el sentido Santo Domingo - San José y un ramal lazo La Valencia – San José.

Los ramales cuentan con una calzada de 1 carril de 5.50 m de ancho, el cual esta compuesto de 3.60 m de carril de circulación y 1.90 m de carril de adelantamiento, con una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente. Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura de 0.23m de concreto en hormigón y 0.15m de base estabilizada con cemento Portland.

Figura 3. 7 Intersección Santa Rosa



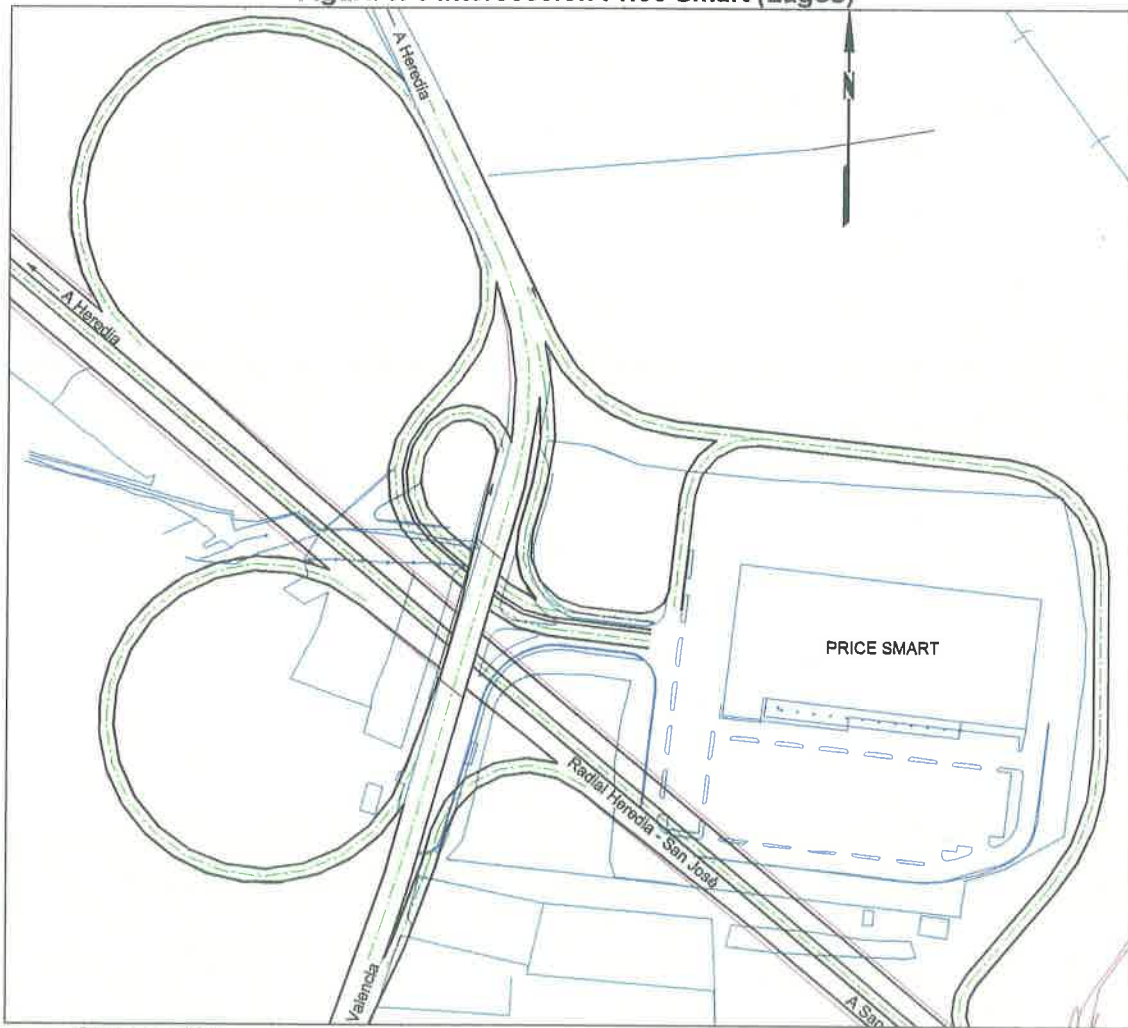
Fuente: Elaboración propia

CRH-SJ-022 Informe Final

- **Intersección Price Smart**

Intersección Price Smart se encuentra ubicada en el K3+500 de la Radial Heredia, en la margen izquierda de la ronda hidráulica de la Quebrada Granada y el costado este del Price Smart. Esta intersección comunica las localidades de San José, La Valencia, Heredia y el Acceso desde estas al Price Smart. Está diseñada mediante una intersección tipo trébol parcial (Cuadrantes contiguos y un cuadrante opuesto), con ramales tipo lazo en el sentido Heredia -San José, San José - Price Smart, Price Smart- La Valencia, ramales tipo directo en el sentido La Valencia - San José, San José - Heredia , Price Smart- Heredia y La Valencia- Price Smart. Los ramales cuentan con una calzada de 1 carril de 5.50 m de ancho, el cual esta compuesto de 3.60 m de carril de circulación y 1.90 m de carril de adelantamiento, con una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente. Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura de 0.23m de concreto en hormigón y 0.15 m de base estabilizada con cemento Portland.

Figura 3. 8 Intersección Price Smart (Lagos)



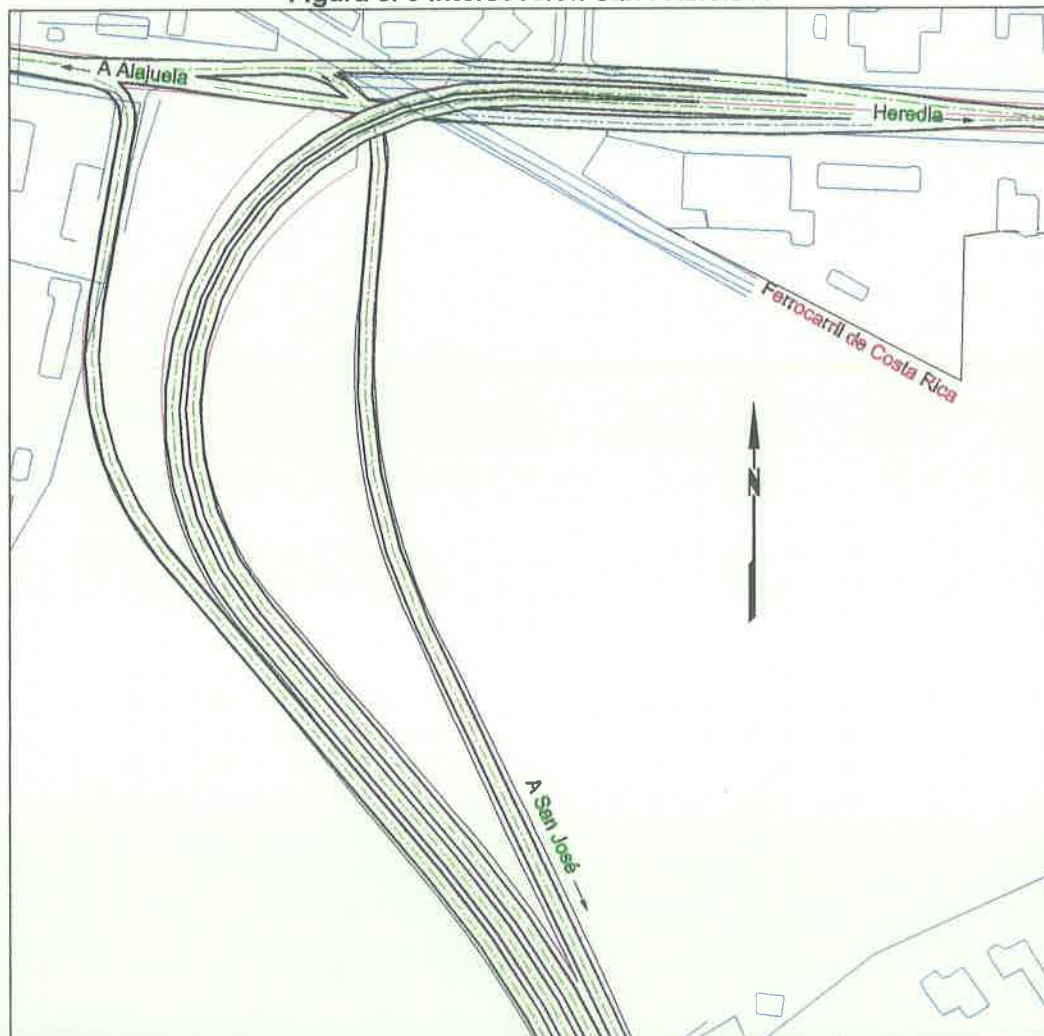
Fuente: Elaboración propia

- Intersección San Francisco

Intersección San Francisco se encuentra ubicada en el K6+400 de la Radial Heredia, en el costado oeste del ferrocarril de Costa Rica. Esta intersección comunica las localidades de San José, Alajuela y Heredia.

Está diseñada mediante una intersección tipo trompeta, con ramales tipo semidirecto en el sentido San José Heredia, Heredia San José, San José – Alajuela y un ramal de tipo directo en el sentido Alajuela- San José. Los ramales cuentan con una calzada de 1 carril de 5.50 m de ancho, el cual está compuesto de 3.60 m de carril de circulación y 1.90 m de carril de adelantamiento, con una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente. Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura de 0.23m de concreto en hormigón y 0.15m de base estabilizada con cemento Portland.

Figura 3. 9 Intersección San Francisco



Fuente: Elaboración propia
CRH-SJ-022 Informe Final

Intersecciones Avenida Circunvalación

A continuación se presentan las intersecciones que debe planear, diseñar, construir, operar y conservar el Concesionario en este tramo del proyecto, las cuales deberán ser diseñadas y ejecutadas por el Concesionario como parte de este contrato de concesión.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN INTERSECCION	UBICACIÓN
1	Intersección La Uruca	K 0+000
2	Intersección Circunvalación*	K 1+060
3	Intersección Braulio Carrillo	K 3+715

*Incluida como K0+000 en la Radial Heredia-San José

- Intersección La Uruca

Se encuentra ubicada en el K0+000 de la Avenida Circunvalación y en el empalme con la Avenida La Uruca, consiste en una intersección tipo trompeta con dos ramales de giro directo, con una calzada de 3 carriles de 3.60 m de ancho cada uno y 1.80m de espaldón. Con una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente.

Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura de 0.23 m de concreto en hormigón y 0.15m de base estabilizada con cemento Portland.

- Intersección Braulio Carrillo

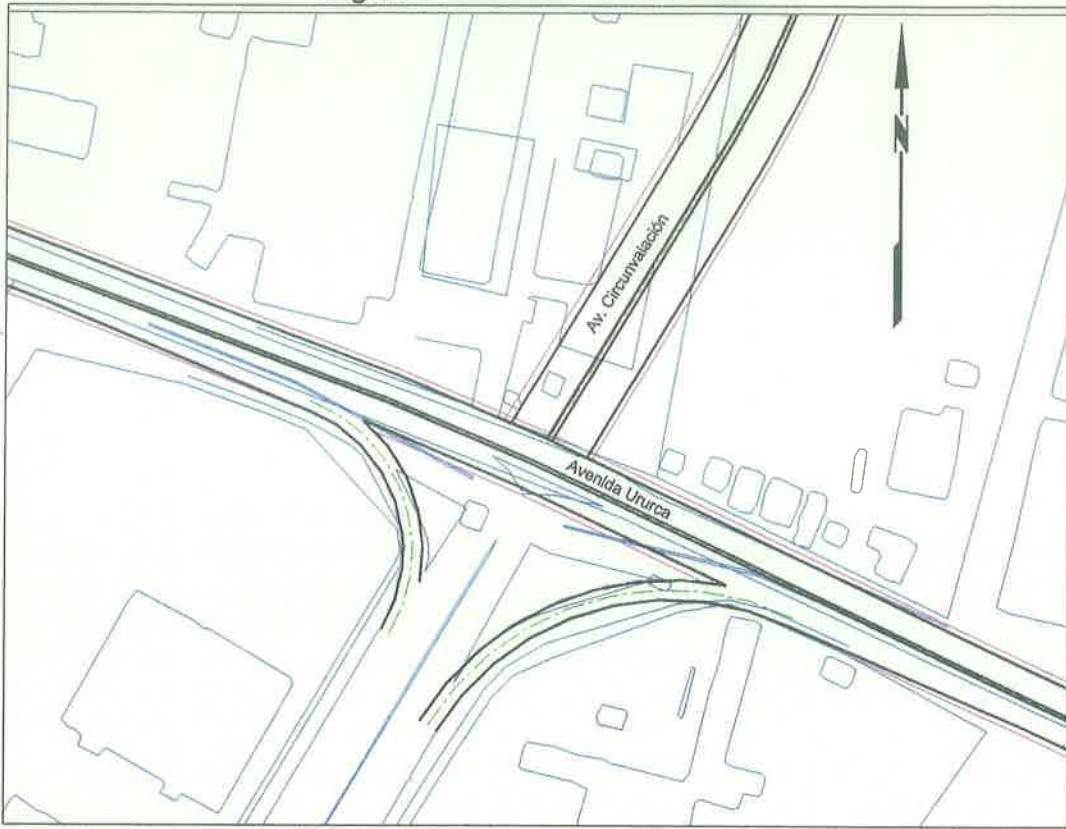
Se encuentra ubicada en el K3+700 de la Avenida Circunvalación y en el empalme con la Avenida Braulio Carrillo, se ubica en la margen izquierda de la ronda hidráulica de la Quebrada la Rivera y al oeste de la vía a Espinal. Comunica las localidades de San José, Turnon y Guápiles, mediante una intersección tipo trompeta, con ramales de giro directo en el sentido San José - Turnón y Guápiles - San José, un ramal de lazo en el sentido San José- Guápiles y un ramal semidirecto en el sentido Turnón - San José.

Los ramales cuentan con una calzada de 1 carril de 5.50 m de ancho, el cual esta compuesto de 3.60 m de carril de circulación y 1.90 m de carril de adelantamiento, con una estructura de pavimento asfáltico con espesores de 0.15 m, 0.20 m y 0.35 m para el concreto asfáltico, la base estabilizada con cemento y la subbase granular respectivamente.

Para la alternativa de pavimento rígido, se tiene una estructura de 0.23 m de concreto en hormigón y 0.15 m de base estabilizada con cemento Portland.

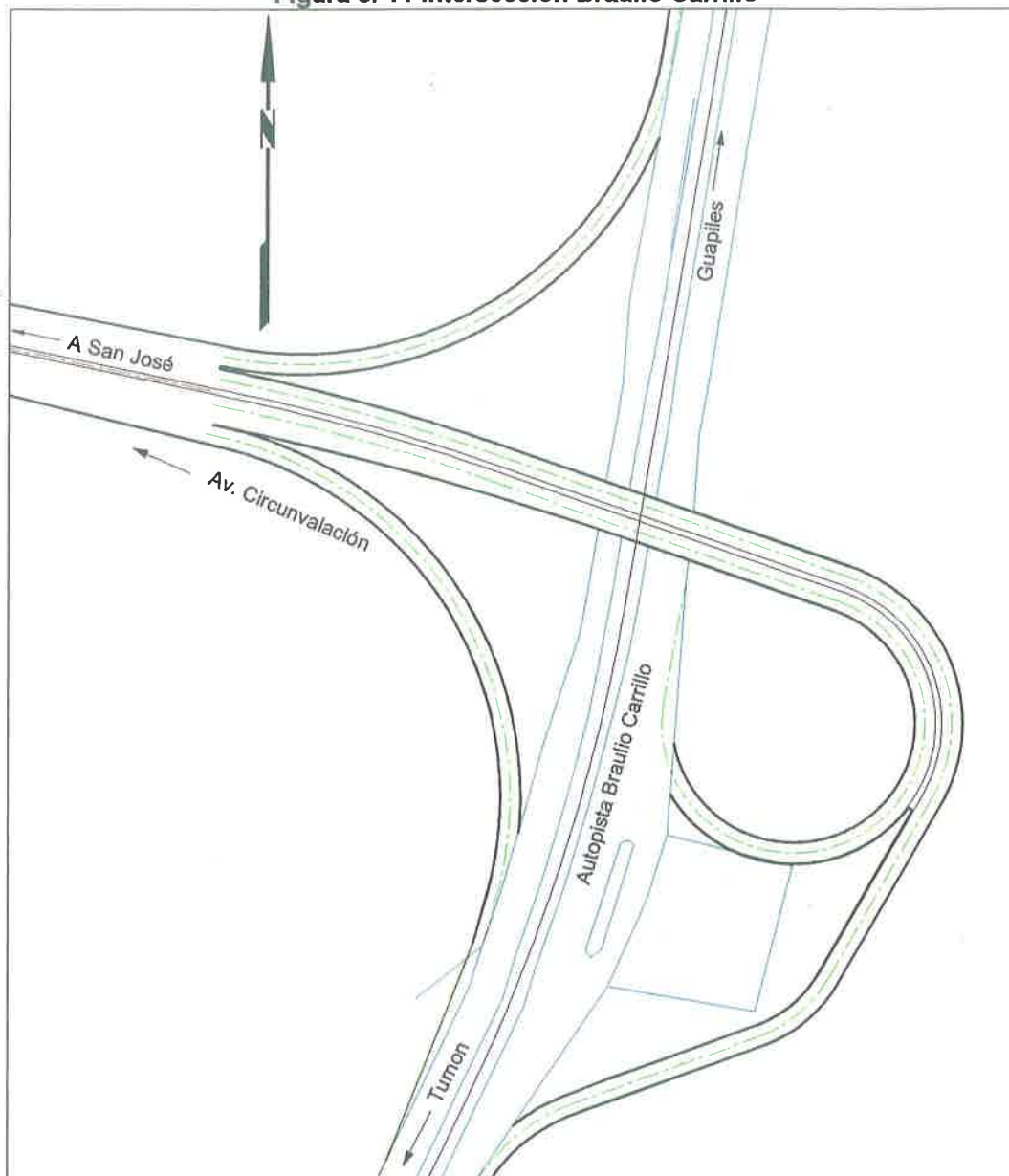
Cabe resaltar que las Intersecciones de la Avenida Circunvalación con la Radial Heredia y la Avenida Braulio Carrillo han sido diseñadas teniendo en cuenta que se harán etapas futuras de prolongación de la Radial Heredia hacia la Avenida 7ª, y de la Circunvalación hacia Guadalupe, respectivamente.

Figura 3. 10 Intersección La Uruca



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 11 Intersección Braulio Carrillo



Fuente: Elaboración propia

3.3.4 PUENTES, BOX , OBRAS VARIAS

Se realizaron diseños a nivel preliminar de puentes y pasos vehiculares, puentes peatonales, box, muros y estructuras varias. El concesionario deberá diseñar, construir, mantener y operar, estas obras y todas las obras que sean necesarias para la ejecución, construcción y correcto funcionamiento del tramo Radial San José- Heredia y la Avenida Circunvalación

• Puentes y pasos vehiculares

Los puentes fueron diseñados con súper-estructura en vigas I pre-esforzadas y tablero reforzado para luces entre 20 metros y 44 metros. En el caso de pasos elevados, cruces en los ríos y quebradas mayores se tipificaron luces de 30 metros, 35 metros y 40 metros. Las superestructuras de estos puentes están formadas por vigas pre-esforzadas prefabricadas, a las cuales se les realizan dos tensionamientos. El primer tensionamiento se realizará en el sitio de fundida con el fin de resistir el peso propio, peso de riostras y la fundida del tablero; el segundo tensionamiento se realizará cuando las vigas estén en su sitio y el tablero forme parte integral de la estructura y trabaje en sección compuesta con la resistencia especificada, para lo cual la suma de los dos tensionamientos es capaz de soportar la totalidad de las cargas, incluyendo la carga viva. También se diseñaron puentes con súper-estructura en sección cajón en concreto pre-esforzado fundido en sitio para luces entre 45 metros y 50 metros. Y súper-estructura en sección cajón en concreto pre-esforzado por el método de Voladizos Sucesivos para grandes luces mayores de 50 metros.

Para el caso del puente sobre el río Virilla, la estructura consiste en un puente de voladizos sucesivos conformado por dos luces extremas de 46 metros y una luz central de 88 metros. La superestructura se construye a partir de cada pila, construyendo voladizos de 42 metros a cada lado mediante dovelas de 3 metros, 3.5 metros y 4 metros de longitud, las cuales se tensionarán en el sitio y a medida que se construye el voladizo. Este tensionamiento debe ser capaz de resistir los esfuerzos producidos por el peso total del voladizo, mas las cargas temporales por fundida. Cuando estén contruidos los cuatro voladizos se procederá a unir el puente mediante la dovela central, luego se continuará a construir los extremos: los cuales, para el extremo derecho se apoya sobre el estribo y el extremo izquierdo sobre una pila. El segundo tensionamiento se realiza para las cargas comunes y cargas vivas.

El Concesionario deberá realizar, como parte de sus responsabilidades el diseño, construcción, inspecciones, pruebas, mantenimiento y operación de los siguientes puentes que hacen parte de la sección I Radial San José- Heredia y Sección II Avenida Circunvalación Así:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN PUENTES RIOS	UBICACIÓN
	<i>SECCION I RADIAL SAN JOSÉ-HEREDIA</i>	
1	Puente Río Virilla	K0+730
2	Puente Río Bermúdez	K2+190
3	Puente Río Pirro	K4+720

NÚMERO	DESCRIPCIÓN PUENTES INTERSECCIONES VIALES	UBICACIÓN
	<i>SECCION I RADIAL SAN JOSÉ-HEREDIA</i>	
1	Puente Intersección Avenida Circunvalación	K0+000
2	Puente Intersección Santa Rosa	K1+850
3	Puente Intersección Price Smart	K3+500
4	Puente Intersección San Francisco	

NÚMERO	DESCRIPCIÓN PUENTES RIOS-CALLES	UBICACIÓN
	<i>SECCION II AVENIDA CIRCUNVALACION</i>	
1	Puente Sobre Quebrada Rivera	K0+835
2	Puente sobre Calle Espinal	K3+497

NÚMERO	DESCRIPCIÓN PUENTES INTERSECCIONES VIALES	UBICACIÓN
	<i>SECCION II AVENIDA CIRCUNVALACION</i>	
1	Puente Intersección La Uruca	K0+000
2	Puente Intersección Avenida Circunvalar	K1+060
3	Puente Intersección Braulio Carrillo	K3+715

- Pasos a Desnivel

Se diseñaron los pasos a desnivel en los sectores señalados, incluyendo tanto el diseño vial de accesos como las estructuras correspondientes. Los siguientes sitios se prevé la construcción de pasos a desnivel en la radial Heredia - San José:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN DE PASOS A DESNIVEL SECCION I RADIAL SAN JOSÉ -HEREDIA	UBICACIÓN
1	Florentino Castro	K0+300
2	Vía Barrio León XII	K0+700
3	Acceso Guayabal (Fosforera)	K4+240
4	Calle Cloacas	K4+980
5	Calle Publica Heredia No.1	K5+957
6	Calle Publica Heredia No.2	K6+470

- Alcantarillas de Cajón .

Para el caso de cruces de corrientes menores se establecieron alcantarillas de cajón (box) denominadas de pequeña y mediana luz, a las cuales se les proyectó y diseñó estructura de entrada y de salida, con el fin de contener el terraplén y de proteger el box de la socavación. La construcción se realizará por módulos, dejando juntas de dilatación separadas entre 18 metros y 24 metros. Los box deberán apoyarse sobre una capa de relleno de material seleccionado, las estructuras de entrada y de salida tendrán una protección en concreto ciclópeo. Entre la pared del box y el relleno deberá existir un manto drenante recubierto en geotextil no tejido y en el fondo del material filtrante se, colocará una tubería colectora de tipo perforada.

Para el caso de pasos de vías deprimidas se establecieron alcantarillas denominadas grandes, que deberán cumplir las mismas características descritas anteriormente.

- Alcantarillas Pequeñas: para luz de celda de 1.5 metros a 2.5 metros.
- Alcantarillas Medianas: para luz de celda de 3.0 metros a 4.0 metros.
- Alcantarillas Grandes: para luz de celda mayores de 4.5 metros

El Concesionario deberá realizar como parte de sus responsabilidades el diseño, construcción, inspecciones, pruebas, mantenimiento y operación de los siguientes box que hacen parte del presente tramo.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN BOX CULVERT SECCION I RADIAL HEREDIA - SAN JOSÉ	UBICACIÓN
1	Box Quebrada Precarios	K0+520
2	Box Culvert	K1+540
3	Box Culvert	K1+950
4	Box Quebrada Gertrudis	K3+242
5	Box Quebrada Granada	K3+625
6	Box Quebrada Tropical	K4+118

NÚMERO	DESCRIPCIÓN BOX CULVERT SECCION II AVENIDA CIRCUNVALACION	UBICACIÓN
1	Box Culvert	K0+400
2	Box Culvert	K1+490
3	Box Culvert- Calle Colima	K2+041
4	Box Culvert- Ferrocarril	K2+302
5	Box Culvert- Calle Pantano	K2+786
6	Box Culvert- Vía a Cinco Esquinas	K3+001
7	Box Culvert	K3+240

- Muros de Contención para confinamiento de accesos a puentes, y para estabilización de taludes o banacas del proyecto.

Se realizaron los diseños cumpliendo las normas especificadas en las Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras edición 16, AASHTO 1996, Especificaciones de Diseño para Puentes de Carreteras edición 1º, AASHTO LRFD 1994, División 1ª Diseño Sísmico de AASHTO 1996, edición 16, Código Sísmico de Costa Rica CSCR 1986, Comité ACI - 350 "Estructuras Sanitarias de Concreto para el Mejoramiento del Ambiente" del American Concrete Institute.

El Concesionario deberá realizar los análisis y cálculos estructurales conducentes a predecir analíticamente el comportamiento estructural de las diferentes obras civiles que conforman el

proyecto, la elaboración de planos para las diferentes estructuras del proyecto, planos de dimensiones, refuerzo y detalles y la evaluación de cantidades de obra de las diferentes estructuras, con base en los diferentes ítems de obra.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN MUROS DE ACOMPANAMIENTO PUENTES SECCION I RADIAL HEREDIA - SAN JOSÉ	UBICACIÓN
1	Puente Intersección Avenida Circunvalación	K0+000
2	Puente Calle Florentino Castro	K0+300
3	Puente Río Virilla	K0+730
4	Puente Intersección Santa Rosa	K1+850
5	Puente Río Bermúdez	K2+190
6	Puente Intersección Price Smart	K3+500
7	Puente Guayabal (fosforera)	K4+235
8	Puente Río Pirro	K4+720
9	Puente Calle Cloacas	K4+980
10	Puente Calle Publica Heredia No.1	K5+957
11	Puente Calle Publica Heredia No.2	K6+470
12	Puente Intersección San Francisco	K7+007

NÚMERO	DESCRIPCIÓN MUROS CONTENCION SECCION I RADIAL SAN JOSÉ- HEREDIA	UBICACIÓN
1	Costado Izquierdo- Radial Heredia	K0+350 – K0+450
2	Costado Derecho- Radial Heredia	K0+350 -- K0+450

NÚMERO	DESCRIPCIÓN MUROS DE ACOMPANAMIENTO PUENTES SECCION II AVENIDA CIRCUNVALACION	UBICACIÓN
1	Puente Intersección La Uruca	K0+000
2	Puente Sobre Quebrada Rivera	K0+835
3	Puente Intersección Avenida Circunvalar	K1+060
4	Puente sobre Calle Espinal	K3+497
5	Puente Intersección Braulio Carrillo	K3+715

NÚMERO	DESCRIPCIÓN MUROS DE CONTENCION SECCION II AVENIDA CIRCUNVALACION	UBICACIÓN
1	Costado Derecho – Avenida Circunvalación	K0+730 – K0+770
2	Costado Izquierdo – Avenida Circunvalación	K0+910 – K0+930
3	Costado Derecho – Avenida Circunvalación	K0+910 – K0+930
4	Costado Izquierdo – Avenida Circunvalación	K1+710 – K1+800
5	Costado Izquierdo – Avenida Circunvalación	K2+030 – K2+130
6	Costado Derecho – Avenida Circunvalación	K2+030 – K2+130
7	Costado Izquierdo – Avenida Circunvalación	K2+320 – K2+480
8	Costado Izquierdo – Avenida Circunvalación	K3+010 – K3+180

3.3.5 OBRAS DE DRENAJE

- Alcantarillas

Para propósitos de labores de limpieza y mantenimiento adecuados de estas estructuras de drenaje, se diseñaron las alcantarillas de forma rectangular, siempre y cuando las alcantarillas pudieran ser ubicadas de manera adecuada por debajo de la rasante de las vías, con dimensión mínima igual a 2.0 m x 2.0 m.

Se logró verificar y definir de una manera satisfactoria las características geométricas de las estructuras de drenaje de la calzada, teniendo en cuenta la escasa información hidrológica existente en la zona.

En los planos, el concesionario deberá establecer la sección transversal, definida mediante levantamiento topográfico, indicando la ubicación y el diseño geométrico respectivo para alcantarilla. La estimación de caudales deberá cumplir con los métodos y especificaciones establecidas en los siguientes documentos: "Diseño Hidrológico e Hidráulico de Drenajes Menores de Carreteras" del MOPT, 1969 y la "Revisión de Métodos de Diseño Hidrológico e Hidráulico de Alcantarillas para Carreteras" del Departamento de Diseño de Vías del MOPT, 1989.

- Cunetas

Las obras hidráulicas irán complementadas por medio de cunetas, las cuales se han localizado sobre el lado de las vías en que exista corte del terreno. Estas cunetas recogerán el agua de los taludes cortados del terreno aferentes a las vías y la propia escorrentía superficial de las calzadas, y desaguarán a las corrientes de agua o a cajas de inicio de las alcantarillas diseñadas.

Las cunetas típicas presentadas en los planos de obras de drenaje, tienen para sección transversal llena (altura total de la cuneta de 0.25 m, es decir una lámina de agua igual a 0.25 m), capacidades iguales a 0.34, 0.48, 0.59 y 0.68 m³/s, y velocidades promedio del agua iguales a 1.8, 2.6, 3.1 y 3.6 m/s, respectivamente para pendientes del fondo igual a 1, 2, 3 y 4 %.

- **Zanjas de Coronación**

Igualmente en los sitios de corte, y con el fin de impedir que el agua superficial que escurre por los terrenos llegue a los taludes, se deberán considerar en la etapa de diseño y construcción de las vías zanjas de coronación, complementadas por medio de estructuras de caída apropiadas, hasta los niveles más bajos del terreno. Estas últimas estructuras se deberán definir con el fin de que produzcan una apropiada disipación de energía del agua sin ocasionar erosión o inestabilidad a los terrenos.

Las zanjas de coronación, deberán ser detalladas en las etapas de diseño y construcción por el concesionario. A nivel prediseño se ha estimado un borde libre de 0.10 m, lo que resulta capacidades entre 0.69 y 1.28 m³/s, para pendientes entre el 1% y el 3.5%, y velocidades promedio del agua entre 2.5 y 4.6 m/s. Dado que las zanjas de coronación bordearán los taludes de las carreteras, y recogerán la escorrentía laminar que proviene de las zonas más elevadas, se considera adecuada su capacidad propuesta para recoger el agua que afluye en el ancho de las vías.

- **Estructuras de Caída**

El fin de estas estructuras, es disipar adecuadamente la energía del agua, desde niveles más altos del terreno, sobre áreas naturales o de corte, hasta niveles más bajos, donde se entrega el agua a corrientes naturales, alcantarillas o cunetas.

Las estructuras se diseñaron revestidas en concreto con las características geométricas propuestas para las estructuras de caída típicas, por detallar en las etapas de diseño y construcción de las obras. El prediseño considera estructuras con un ancho de 1.0 m, capaces de transportar un caudal de 1.4 m³/s, trabajando al 80% de la altura total de la pared en el sitio del escalón de caída, en donde se presenta flujo crítico (pues el criterio de diseño considera la situación más conservadora posible). Este valor es congruente con el de caudal máximo instantáneo recogido por la zanja de coronación típica.

- **Obras de Subdrenaje**

En el sitio de cortes de terreno, y debajo de las cunetas, se deberán construir drenes con el fin de abatir posibles niveles freáticos altos o agua subsuperficial del terreno durante las épocas de mayores lluvias. Para el diseño hidráulico de los drenes recomendados se tuvo en cuenta la información básica de suelos, topográfica, hidrológica e hidráulica.

3.3.6 PARADEROS Y BAHÍAS PARA AUTOBUSES

El diseño de las bahías para autobuses consideró los siguientes criterios: La bahía debe permitir el estacionamiento temporal de autobuses para bajar y recoger pasajeros, maniobra que debe realizarse fuera de los carriles principales. La longitud mínima de cada bahía deberá ser suficiente para permitir el estacionamiento simultáneo de por lo menos 2 autobuses y deberá contar con un ancho de carril de 3.60 m como mínimo. Las bahías se construirán una en cada lado de la vía, conectadas entre sí por un puente peatonal con las características establecidas. Los diseños y planos constructivos finales de estos elementos debe aportarlos el Concesionario, junto con los planos del proyecto. El prediseño tuvo en cuenta para la sección Radial San José-Heredia un total de 10 bahías para parada de autobuses, en los sitios que se señalan a continuación.

NÚMERO	BAHIAS PARA AUTOBUSES	UBICACIÓN
1	Costado Izquierdo- Radial Heredia	K0+260
2	Costado Derecho- Radial Heredia	K0+260
3	Costado Izquierdo- Radial Heredia	K1+420
4	Costado Derecho- Radial Heredia	K1+420
5	Costado Izquierdo- Radial Heredia	K3+780
6	Costado Derecho- Radial Heredia	K3+780
7	Costado Izquierdo- Radial Heredia	K5+020
8	Costado Derecho- Radial Heredia	K5+020
9	Costado Izquierdo- Radial Heredia	K6+380
10	Costado Derecho- Radial Heredia	K6+380

Para la Avenida Circunvalación se tienen dos bahías para la parada de autobuses, en los sitios que se señala a continuación:

NÚMERO	BAHIAS AUTOBUS	UBICACIÓN
1	Costado Izquierdo- Avenida Circunvalación	K1+800
2	Costado Izquierdo- Avenida Circunvalación	K1+720

En la etapa inicial de construcción, el Concesionario deberá construir las áreas de estacionamiento lateral (paradas de autobuses), seguras y bien acondicionadas, como mínimo, en los lugares que se detallaron anteriormente. Su diseño y construcción se hará conforme a lo indicado en los diseños definitivos y planos constructivos confeccionados para tal efecto por el Concesionario, según las especificaciones mínimas indicadas.

3.3.7 PUENTES PEATONALES

En los sitios donde se diseñaron bahías para autobuses y en otras zonas donde se consideró necesario, se tienen puentes peatonales que permiten cruzar las calzadas de la carretera. Estos puentes peatonales se encuentran adosados a los puentes vehiculares o como estructuras independientes.

En el diseño final del Concesionario debe considerar que el acceso a la pasarela peatonal del puente deberá permitir el ingreso por rampas, cuya pendiente máxima debe permitir el fácil acceso de sillas de ruedas y personas de la tercera edad. Las pasarelas peatonales tendrán un ancho mínimo de 2.00 metros y barandas de protección de al menos 1.00 metros de altura. En las secciones del proyecto donde se tiene isla central separadora de carriles, y ésta se utilice para la construcción de apoyos intermedios del puente, será necesario colocar protecciones especiales para los vehículos, para evitar el choque directo contra la estructura del puente.

El diseño debe satisfacer las normas AASHTO y el Código Sísmico de Costa Rica. Se requiere que esta infraestructura tenga un diseño similar en todas las Secciones del proyecto, sean de presencia estética agradable y construidas con el mismo tipo de material (metal o concreto). El acceso hacia la rampa de los puentes debe ser adecuado para facilitar y estimular el uso de la estructura por parte de los peatones.

La construcción de esta infraestructura se hará conforme a los planos definitivos elaborados por el Concesionario, aprobados por el Departamento de Diseño de Puentes del MOPT y autorizados por el CNC.

NÚMERO	PUENTES PEATONALES SECCION I RADIAL SAN JOSÉ-HEREDIA	UBICACIÓN
1	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular de la Intersección Avenida Circunvalación	K0+000
2	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular Calle Florentino Castro	K0+300
3	Puente peatonal	K1+380
4	Puente peatonal adosado al Puente Vehicular Intersección Santa Rosa	K1+850
5	Puente peatonal adosado al Puente vehicular Intersección Price Smart	K3+500
6	Puente peatonal	K3+820
7	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular Guayabal (fosforera)	K4+235
8	Puente Peatonal adosado al puente Vehicular Calle Cloacas	K4+980
9	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular Calle Publica Heredia No.1	K5+957
10	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular Calle Publica Heredia No.2	K6+470

NÚMERO	PUENTES PEATONALES SECCION II AVENIDA CIRCUNVALACION	UBICACIÓN
1	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular Intersección La Uruca	K0+000
2	Puente Peatonal adosado al Puente Vehicular Intersección Avenida Circunvalación.	K1+060
3	Puente Peatonal	K1+760
4	Puente Peatonal adosado Intersección Braulio Carrillo	K3+715

La ubicación definitiva de dichas estructuras deberá coordinarla el Concesionario con el Consejo de Transporte Público y con la DGIT del MOPT, de manera que se ubiquen lo más cercano posible a las paradas de autobuses autorizadas en esos sectores.

3.3.8 ILUMINACIÓN

Con base en las recomendaciones de la I.E.S., se elaboró un prediseño para la iluminación pública de la avenida Circunvalar y Radial Heredia. Se realizaron estudios fotométricos para las secciones típicas de las calzadas, una curva Isolux de la luminaria cerrada de 250 W de sodio LTP-VC de características técnicas y fotométricas similares a las utilizadas en Costa Rica.

Se tuvo en cuenta disposición de las luminarias tipo Central doble, con un nivel de iluminancia al piso de 20 Luxes y flujo luminoso de la bombilla de 27.000 Lumen, con coeficiente de uniformidad iluminancia de 3 a 1 e Interdistancia entre postes de 40 metros.

El Concesionario deberá proyectar e instalar, en todos los intercambios, intersecciones a nivel y las áreas de servicios, la iluminación mínima conforme a las especificaciones establecidas.

3.3.9 URBANISMO Y MOBILIARIO URBANO

Con el objeto de dar continuidad a la circulación peatonal en la Radial Heredia - San José y generar un diseño coherente con el espacio público, se diseñaron andenes con materiales durables que permitan su fácil reparación y mantenimiento. Para ello, se utilizarán plaquetas prefabricadas en concreto, según las especificaciones mostradas en los planos. Esto, además de las ventajas mencionadas, da una textura y colorido al piso que lo hace mas agradable para el peatón.

Los andenes diseñados para la radial San José-Heredia entre las abscisas K0+300 y K0+940 cuentan con un ancho típico de 1.80 m. Para los paraderos de autobuses se tiene anchos variables, los cuales se indican en los planos. Como mobiliario urbano se plantean paraderos y canecas, los cuales serán utilizados en los paraderos de autobuses.

En el segmento comprendido entre las abscisas K1+850 y K6+891 de la Radial San José- Heredia, se plantea una isla central de 4.50 m con empradización. Igualmente, se plantea la empradización de los Taludes de corte de la Radial San José- Heredia y al Avenida Circunvalación.

El Concesionario deberá desarrollar un acondicionamiento paisajístico armónico con el entorno del proyecto, el cual deberá ser coordinado y contar con la aprobación en detalle de la Asociación de Embellecimiento de Carreteras Nacionales (ASECAN) del MOPT.

El Concesionario deberá elaborar un proyecto de paisajismo dentro de los espacios establecidos en el área de la concesión, cuidando que cada comunidad mantenga la proporción y variedades necesarias. Este Proyecto deberá ser abordado tanto desde el punto de vista de la percepción de la vía por la comunidad, como de la percepción del entorno del usuario de la vía, para lo cual deberá contar con la aprobación de ASECAN. En el primer caso debe considerarse a la vía como constitutiva del paisaje urbano y en el segundo, ésta se transforma en un análisis del entorno que condiciona la conducción y, en definitiva, la seguridad vial. Además se deben proyectar todas las instalaciones requeridas para la iluminación ornamental de las áreas señaladas.

Con respecto al equipamiento comunitario, el Concesionario deberá desarrollar un proyecto que incorpore todas aquellas obras requeridas para dar un servicio comunitario, adicionalmente a los Servicios Especiales Obligatorios definidos en las bases técnicas y en el contrato. Se deberá instalar equipamiento urbano uniforme en las paradas de autobuses establecidas en el proyecto tales como escampaderos, bancas, información y referenciación, etc.

Los diseños y planos constructivos de los elementos de paisajismo y equipamiento comunitario deben ser aportados con los demás planos al CNC para la respectiva aprobación.

3.3.10 ESTACIONES DE PEAJE

En los planos se incluyeron la ubicación y diseño preliminar de las casetillas de peaje, para dos y cuatro carriles con sus respectivas áreas de administración y servicios, las cuales se enumeran a continuación:

NÚMERO	ESTACIONES DE PEAJE	No. Carriles
1	Estación Peaje Avenida Circunvalar K0+700 (Sentido Uruca- Braulio Carrillo)	4 Carriles
2	Estación Peaje Avenida Circunvalar K1+450 (Sentido Braulio Carrillo-Uruca)	4 Carriles
3	Estación Peaje Radial San José- Heredia K1+640 (Sentido Heredia- San José)	4 Carriles
4	Estación Peaje Radial San José- Heredia K2+000 (Sentido San José-Heredia)	2 Carriles
5	Estación Peaje Radial San José- Heredia Intersección Santa Rosa (K0+220 Ramal Sentido Heredia- La Valencia)	2 Carriles

3.4 PRESUPUESTOS

La estimación del presupuesto de esta obra se realizó con el fin de hacer el análisis económico y financiero durante el plazo de concesión. El cálculo de costo constructivo del proyecto se ejecutó a partir de las cantidades de obra obtenidas de las condiciones generales del proyecto y de los costos actualizados de los distintos rubros de obra, según los precios unitarios recomendados por el CNC.

Los datos de costos se presentan en dólares americanos, para evitar que el presupuesto se desactualice rápidamente. El presupuesto se presenta dividido en varias partes y alternativas, para facilitar su análisis de acuerdo con la estructura del proyecto Radial Heredia.

El presupuesto supone que una sola empresa constructora o concesionaria realiza el trabajo y que lo desarrolla en forma integral

3.4.1 ESTIMATIVO DE CANTIDADES DE OBRA

De acuerdo con los diseños se calcularon las cantidades de obra por sectores y las totales del proyecto, de tal manera que constituyen las grandes partidas de pago señaladas por el MOPT.

Se calcularon cantidades de obra para todos los capítulos representativos, incluyendo la compra de predios edificados o libres, movimiento de tierras, estructura de pavimento, señalización, obras de drenaje, puentes y obras de concreto, redes de iluminación, relocalización de servicios públicos existentes, instalaciones del concesionario, estaciones de peaje y obras de urbanismo.

- **Afectación Predial**

Se estimó el área dada por la longitud de la vía multiplicada por el ancho de 50 m de la zona de derecho de vía, con los ajustes locales derivados de la existencia de sitios donde se redujo o amplió el ancho de franja debido a la existencia de construcciones. A este valor se le restó el correspondiente a los predios ya adquiridos por el MOPT o por otras entidades gubernamentales. En los casos donde la topografía mostraba zonas sin construcciones se aplicó el valor del lote únicamente; en caso que se mostrarán construcciones se aplicó además el valor para la construcción.

- **Señalización**

A partir de los diseños geométricos y con base en las Normas establecidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito y demás disposiciones vigentes, se demarcaron horizontal y verticalmente las vías, intersecciones y acceso diseñados. Teniendo en cuenta lo anterior se calcularon las cantidades de señales resultantes del diseño de señalización vial.

- **Explanación**

La cubicación de cortes y rellenos se efectuó por medio de la utilización de software Eagle Point para diseño geométrico de vías, teniendo como base las secciones transversales tomadas en el campo a lo largo de cada uno de los ejes de diseño, la rasante de diseño y las secciones típicas de cada uno de los ramales.

- **Pavimentos**

Los volúmenes correspondientes a la sub-base granular, base granular estabilizada y pavimento asfáltico, que se calcularon utilizando software para diseño de vías, teniendo en cuenta las condiciones del terreno y la rasante diseñada para cada uno de los ejes.

- **Concretos y Aceros de Refuerzo**

Se evaluaron las cantidades de concreto y acero para cada una de las obras diseñadas de drenaje, puentes, muros e intercambiadores viales.

- **Interferencias Servicios Públicos**

A partir del levantamiento topográfico de las redes servicios existentes sobre el corredor de la vía, se estimó las cantidades de obra necesarias para la relocalización de las redes de servicio que tienen interferencias con el corredor vial.

- **Obras Eléctricas**

Con base en el resultado de los prediseños para la iluminación pública de las Avenida Circunvalar y Radial Heredia se calcularon las cantidades de obra, teniendo en cuenta las características técnicas y fotométricas de Costa Rica.

3.4.2 PRECIOS UNITARIOS

De acuerdo con lo indicado en los pliegos de condiciones no se calcularon precios unitarios detallados, sino que se utilizaron los precios de las contrataciones recientes que ha realizado el MOPT, con el desglose de los gastos de obra conforme a los ítems establecidos en el CR-77.

Estos precios fueron obtenidos del informe denominado Presupuestos Estimados por el MOPT y por los Adjudicatarios en las Principales Obras Licitadas en los años 1998, 1999 y 2000, que fue enviado al ingeniero Olman Elizondo Morales del CNC por el ingeniero Eloy Lobo Álvarez, Jefe de Costos del MOPT el 15 de Diciembre de 2000.

3.4.3 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

Una vez definidos los valores de los precios unitarios a utilizar se aplicaron a las cantidades de obra a los respectivos precios de construcción, los cuales ya contemplan el valor del AIU.

Al final de este Capítulo se presenta la Tabla 3.1 resumen de los costos de construcción

3.4.4 PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

Con base en los diseños y estudios de pavimentos se definieron las políticas y costos de mantenimiento rutinario y periódico a realizar. Al final de este Capítulo se presenta la Tabla 3.2 resumen de los costos de mantenimiento durante la etapa de concesión de la vía.

3.4.5 PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN

Durante los estudios y diseños del proyecto, se tuvo en cuenta que la construcción se haría por etapas adecuando la inversión de construcción a los ingresos obtenidos por el concesionario a partir del recaudo de peaje.

En la primera etapa con una duración de 15 meses se adelantará la construcción de la Radial Heredia hasta la intersección Price Smart (K3+500) y la Avenida Circunvalar hasta la Intersección con la Radial Heredia. En este punto estarán construidas vías, intersecciones, puentes, accesos, peajes y demás obras para la correcta operación de la vía, conectado así la Ciudad de San José con Heredia, momento en el cual el Concesionario podría recaudar ingresos por peaje.

Posteriormente se terminaría la construcción de la radial desde la Intersección Price Smart hasta la intersección de San Francisco, igualmente se terminaría la construcción de la Avenida Circunvalación desde K1+120 hasta la Intersección Braulio Carrillo.

Como etapa final se hará la construcción de los tramos adicionales de Conexión a la Avenida 7ª y Calle Blancos.

La programación para la construcción de las estructuras y puentes tuvo en cuenta como punto crítico la construcción de los Box sobre la vía ya que estos deben estar contruidos un mes antes de que el frente de obra respectivo llegue al cadenamiento de dicho box.

- La construcción se dividió en nueve frentes de trabajo, distribuidos de la siguiente manera:
- Dos frentes de construcción para vías a cielo abierto y desvíos vehiculares
- Un frente de construcción para vías de acceso a puentes, y para las interferencias de servicios públicos.
- Cinco frentes de construcción de Puentes, Box, Pasos deprimidos, muros estructuras de drenaje y estructuras varias.
- Un frente de construcción de Redes de Alumbrado Publico

Al final de este Capítulo se presenta el programa de construcción (Tabla 3.3) propuesto para la ejecución del proyecto y el correspondiente programa de desembolsos (Tablas 3.4 y 3.5) previstos para las etapas de construcción y mantenimiento. Vale anotar que en estas Tablas no se ha incluido la última parte del trabajo correspondiente a la prolongación de la Avenida 7ª, y la conexión a Calle Blancos, debido a que no se cuenta con los prediseños de estos tramos.

3.5 CONCLUSIONES

El prediseño de la vía cumplió con las expectativas de los Términos de Referencia en cuanto al alcance y objetivos previstos.

La ruta diseñada se compone de dos partes: La primera es la Radial a Heredia propiamente dicha y tiene una longitud de siete kilómetros, con cuatro intersecciones; la segunda es el arco norte de la Avenida de Circunvalación con cuatro kilómetros y dos intersecciones.

Para lograr un funcionamiento óptimo de la Radial y de la Circunvalación se prevé la necesidad de construir para una segunda etapa dos tramos adicionales, consistentes en la conexión de la Radial con la Avenida 7ª, y la prolongación de la Circunvalación hasta Calle Blancos. Estos tramos no fueron diseñados en este estudio debido a las limitaciones de longitud previstas en el contrato (máximo de 11 kilómetros).

Los prediseños elaborados incluyen además un total de 37 estructuras de concreto, 27 muros de contención o de acompañamiento en puentes, 14 pasos peatonales, 5 peajes y 12 bahías de paradero de buses.

Después de un análisis sobre una estructura típica de mediana luz, se concluyó que el costo de las estructuras de concreto es menor que el de las estructuras metálicas para este proyecto.

Se presentan diseños de pavimento rígido y flexible, aunque en los estimativos y programas se ha tenido en cuenta el pavimento flexible y sus refuerzos durante la concesión.

El costo previsto para las obras iniciales será de 29.5 millones de dólares para la Radial y de 15.3 millones de dólares para la Circunvalación. Estos costos han sido evaluados sobre la base de

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SANJOSE**

PRESUPUESTOS FINAL
(Dólares americanos, año 2001)

OBRA	RADIAL HEREDIA	CIRCUNVALACION
VIAS	\$8,120,806	\$7,973,039
RADIAL HEREDIA K0+212- K6+444	\$7,949,756	
CIRCUNVALACION K0+000- K3+718		\$7,938,829
PARADERO TIPOCO	\$171,049	\$34,210
INTERSECCIONES (Presupuesto Vias)	\$3,159,242	\$308,500
INTERSECCION CIRCUNVALACION	\$996,181	
INTERSECCION SANTA ROSA	\$830,735	
INTERSECCION PRICE SMART	\$558,531	
INTERSECCION SAN FRANCISCO	\$773,796	
INTERSECCION BRAULIO CARRILLO		\$308,500
VIA ACCESO PUENTES	\$437,721	\$0
ACCESO PUENTE FLORENTINO CASTRO (Abscisado Radial heredia)K0+300	\$133,329	
ACCESO BARRIO LEON XII (Abscisado Radial heredia K0+690)	\$21,000	
ACCESO PUENTE VIA A FOSFORERA (Abscisado Radial heredia K4+200)	\$63,936	
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA CLOACAS (Abscisado Radial heredia K4+974)	\$37,299	
ACCESO VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K5+956)	\$79,440	
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K6+470)	\$102,717	
PUENTES-BOX	\$16,957,102	\$8,294,493
PUENTE INTERSECCION CIRCUNVALACION K0+000	\$559,717	
PUENTE CALLE FLORENTINO CASTRO K0+300- RADIAL HEREDIA	\$1,057,134	
BOX QUEBRADA PRECARIOS K0+520 - RADIAL HEREDIA	\$282,548	
PUENTE RIO VIRILLA K0+730- RADIAL HEREDIA	\$4,886,482	
BOX K1+540 - RADIAL HEREDIA	\$42,455	
PUENTE INTERSECCION SANTA ROSA K1+850	\$626,679	
BOX QUEBRADA K1+950 - RADIAL HEREDIA	\$169,516	
PUENTE SOBRE RIO BERMUDEZ K2+190-K2+291,34	\$1,037,739	
BOX QUEBRADA GERTRUDIS K3+242 - RADIAL HEREDIA	\$291,110	
PUENTE INTERSECCION PRICE SMART K3+500	\$1,062,904	
BOX QUEBRADA GRANADA K3+625 - RADIAL HEREDIA	\$170,491	
BOX QUEBRADA TROPICAL K4+117,5 - RADIAL HEREDIA	\$161,601	
PUENTE VIA FOSFORERA K4+235	\$592,494	
PUENTE SOBRE RIO PIRRO K4+720-K4+845	\$1,406,017	
PUENTE CALLE CLOACAS K4+980	\$931,414	
PUENTE CALLE HEREDIA No.1 K5+957- RADIAL HEREDIA	\$936,216	
PUENTE CALLE HEREDIA No.2 K6+470- RADIAL HEREDIA	\$938,595	
PUENTE INTERSECCION SAN FRANCISCO	\$668,947	
PUENTE PEATONAL	\$135,042	
PUENTE INTERSECCION URUCA		\$641,030
BOX K0+400- AVENIDA CIRCUNVALACION		\$54,471
PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA K0+835-K0+955-AVENIDA CIRCUNVALACION		\$1,676,542
BOX K1+480 - CIRCUNVALACION		\$42,411
BOX CALLE COLIMA K2+045- AVENIDA CIRCUNVALACION		\$335,511
BOX FERROCARRIL COSTA RICA K2+300- AVENIDA CIRCUNVALACION		\$487,621
BOX CALLE PANTANO K2+786- AVENIDA CIRCUNVALACION		\$310,681
BOX VIA PUBLICA A CINCO ESQUINAS K3+001,3- AVENIDA CIRCUNVALACION		\$312,106
BOX K3+240- AVENIDA CIRCUNVALACION		\$73,699
PUENTE CALLE ESPINAL K3+497-K3+546 -AVENIDA CIRCUNVALAR		\$1,589,338
PUENTE INTERSECCION BRAULIO CARRILLO -AVENIDA CIRCUNVALAR		\$771,084
REDES DE ALUMBRADO	\$581,269	\$317,807
RED ALUMBRADO RADIAL HEREDIA K0+212- K6+444	\$581,269	
RED ALUMBRADO CIRCUNVALACION K0+000- K3+718		\$317,807
PEAJES (Obra civil Casetas- Oficinas Administración)	\$288,284	\$330,125
ESTACION PEAJE 2 CARRILES	\$123,221	
ESTACION PEAJE 4 CARRILES	\$165,063	\$330,125
ESTACION PEAJE 6 CARRILES	\$0	\$0
CENTRO CONTROL OPERACIONAL (Obra Civil Administración)	\$250,000	\$0
CENTRO CONTROL OPERACIONAL	\$250,000	
INTERFERENCIAS SERVICIOS PUBLICOS	\$387,895	\$34,043
INTERFERENCIA K0+300 Florentino Castro - RADIAL HEREDIA	\$26,316	
INTERFERENCIA K0+500 Avenida 9 - RADIAL HEREDIA	\$23,937	
INTERFERENCIA K0+695 - RADIAL HEREDIA	\$9,438	

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SANJOSE
PRESUPUESTOS FINAL
(Dólares americanos, año 2001)**

OBRA	RADIAL HEREDIA	CIRCUNVALACION
INTERFERENCIA K0+935 - RADIAL HEREDIA	\$58,563	
INTERFERENCIA K1+510 - RADIAL HEREDIA	\$8,970	
INTERFERENCIA K1+760 - RADIAL HEREDIA	\$26,759	
INTERFERENCIA K3+125 - RADIAL HEREDIA	\$20,961	
INTERFERENCIA K3+500 - RADIAL HEREDIA	\$18,179	
INTERFERENCIA K4+200 - RADIAL HEREDIA	\$11,695	
INTERFERENCIA K4+520 - RADIAL HEREDIA	\$57,048	
INTERFERENCIA K4+980 - RADIAL HEREDIA	\$35,633	
INTERFERENCIA K5+100 - RADIAL HEREDIA	\$21,367	
INTERFERENCIA K5+230 - RADIAL HEREDIA	\$27,302	
INTERFERENCIA K5+680 - RADIAL HEREDIA	\$13,493	
INTERFERENCIA K6+175 - RADIAL HEREDIA	\$12,589	
INTERFERENCIA K6+340 - RADIAL HEREDIA	\$15,447	
INTERFERENCIA K0+000 - CIRCUNVALACION		\$4,187
INTERFERENCIA K0+840 - CIRCUNVALACION		\$29,856
DESVIOS VEHICULARES	\$295,804	\$0
Desvio Vehicular Intersección Santa Rosa	\$98,601	
Desvio Vehicular Intersección Price Smart	\$98,601	
Desvio Vehicular Intersección San Francisco	\$98,601	
TOTAL COSTOS CONSTRUCCION	\$29,477,922	\$15,258,007
<u>COSTOS PEDIALES</u>		
PREDIOS RADIAL HEREDIA K0+212- K6+444	\$10,134,528	
PREDIOS INTERSECCION CIRCUNVALACION K1+060	\$3,442,657	
PREDIOS INTERSECCION SANTA ROSA K1+850	\$3,827,948	
PREDIOS INTERSECCION PRICE SMART K3+500	\$1,940,005	
PREDIOS INTERSECCION SAN FRANCISCO	\$1,049,383	
PREDIOS AVENIDA CIRCUNVALACION K0+212- K6+444		\$6,752,706
PREDIOS INTERSECCION BRAULIO CARRILLO		\$827,160
TOTAL COSTOS PEDIALES	\$20,394,521	\$7,579,867

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SAN JOSE**

COSTOS DE MANTENIMIENTO
(Dólares americanos, año 2001)

AÑO	Año Proy.	Valor Mantenimiento Rutinario Anual	Valor Limpieza Alcantarillas y Box	Valor Señalización y Pintura Vías (GL)	Valor Bacheos Anual	Valor refuerzo Carpeta Asfáltica	SUBTOTAL
2005	0						
2006	1	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2007	2	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2008	3	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2009	4	26,185	429	9,000	141,951	-	177,565
2010	5	26,185	429	9,000	141,951	-	177,565
2011	6	26,185	429	9,000	189,268	-	224,882
2012	7	26,185	429	9,000	189,268	-	224,882
2013	8	26,185	429	9,000	236,584	844,944	1,117,143
2014	9	26,185	429	9,000	473,169	844,944	1,353,727
2015	10	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2016	11	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2017	12	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2018	13	26,185	429	9,000	141,951	-	177,565
2019	14	26,185	429	9,000	141,951	-	177,565
2020	15	26,185	429	9,000	189,268	-	224,882
2021	16	26,185	429	9,000	189,268	-	224,882
2022	17	26,185	429	9,000	236,584	844,944	1,117,143
2023	18	26,185	429	9,000	473,169	844,944	1,353,727
2024	19	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2025	20	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2026	21	26,185	429	9,000	94,634	-	130,248
2027	22	26,185	429	9,000	141,951	-	177,565
2028	23	26,185	429	9,000	141,951	-	177,565
2029	24	26,185	429	9,000	189,268	-	224,882
2030	25	26,185	429	9,000	189,268	-	224,882
SUBTOTAL		654,625	10,725	225,000	4,258,519	3,379,777	8,528,646

DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SAN JOSE PROGRAMA DE OBRA

AVANCE DE OBRA RADIAL HEREDIA (Vías-Puentes-Sos-Varios)

AVANCE DE OBRA CIRCUNVALACIONES (Vías-Puentes-Sos-Varios)



OBRA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	TOTAL	FRONTE (M ²)
VÍAS																										
RADIAL HEREDIA (K0-210, K0-444)																										
CIRCUNVALACION K0-600 - K3-718																										
PARADISEO TÍPICO																										
INTERSECCIONES (Preparación Vial)																										
INTERSECCION CIRCUNVALACION																										
INTERSECCION SANTA ROSA																										
INTERSECCION PRICE SMART																										
INTERSECCION SAN FRANCISCO																										
INTERSECCION BRAULIO CARRILLO																										
VIA ACCESO PUENTES																										
ACCESO PUENTE FLORENTINO CASTRO (Absorcion Radial heredia K0-300)																										
ACCESO BARRIO LEON (V. Absorcion Radial heredia K0-600)																										
ACCESO PUENTE VIA A POSFORERA (Absorcion Radial heredia K4-260)																										
ACCESO VIA DALLE PUBLICA OLOACAS (Absorcion Radial heredia K4+274)																										
ACCESO VIA DALLE PUBLICA (Absorcion Radial heredia K9-526)																										
ACCESO PUENTE VIA DALLE PUBLICA (Absorcion Radial heredia K9-470)																										
PUENTES-BOX																										
PUENTE INTERSECCION CIRCUNVALACION K0-000																										
PUENTE CALLE FLORENTINO CASTRO K0-300 - RADIAL HEREDIA																										
BOX QUEBRADA PRECARIOS K0-520 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE RIO VIRILLA K0-730 - RADIAL HEREDIA																										
BOX K1-540 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE INTERSECCION SANTA ROSA K1+650																										
BOX QUEBRADA K1+650 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE SOBRE RIO BERNARDEZ K2-190 K2-291.34																										
BOX QUEBRADA GERTRUDIS K3-242 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE INTERSECCION PRICE SMART K3-500																										
BOX QUEBRADA GRANADA K3-625 - RADIAL HEREDIA																										
BOX QUEBRADA TROPICAL K4-117.5 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE VIA FOSFORERA K4-235																										
PUENTE SOBRE RIO PERRO K4-720 K4+645																										
PUENTE CALLE CLOFOUS K4+560 - 587 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE CALLE HEREDIA N° 2 65-470 - RADIAL HEREDIA																										
PUENTE INTERSECCION SAN FRANCISCO																										
PUENTE PEATONAL																										
PUENTE INTERSECCION URUCA																										
BOX K0-400 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA K0-835 K0-855 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
BOX K1-480 - CIRCUNVALACION																										
BOX CALLE COLIMA K1-045 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
BOX FERROCARRIL COSTA RICA K2-300 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
BOX CALLE PANTANA K0-785 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
BOX VIA PUBLICA A CINCO ESQUINAS K3-001.3 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
BOX K3-240 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
PUENTE CALLE ESPIRAL K3-497 K3-548 - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
PUENTE INTERSECCION BRAULIO CARRILLO - AVENIDA CIRCUNVALACION																										
REDES DE ALUMBRADO																										
RED ALUMBRADO RADIAL HEREDIA K0-210 - K6+444																										
RED ALUMBRADO CIRCUNVALACION K0-000 - K3+718																										
PEAJES (Obra civil Carretera - Oficinas Administrativas)																										
ESTACION PEAJE 2 CARRILES																										
ESTACION PEAJE 4 CARRILES																										
ESTACION PEAJE 6 CARRILES																										
CENTRO CONTROL OPERACIONAL (Obra Civil Administracion)																										
CENTRO CONTROL OPERACIONAL																										

DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO
 PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SANJOSE
 PROGRAMA DE OBRA

AVENIDA DE OBRA RADIAL HEREDIA (Vías-Puentes-Box-Varios)

AVENIDA DE OBRA CIRCUNVALACION (Vías-Puentes-Box-Varios)

OBRA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	TOTAL	FRONTE NO 1		
INTERFERENCIAS SERVICIOS PUBLICOS																													
INTERFERENCIA K0+300 - Florentino Castro - RADIAL HEREDIA																											100%	100%	
INTERFERENCIA K0+300 - Vías 9 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K0+300 - Vías 10 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K0+300 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K1+510 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K1+700 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K3+725 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K3+500 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K4+200 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K4+800 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K5+100 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K5+230 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K5+800 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K6+175 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K6+400 - RADIAL HEREDIA																												100%	100%
INTERFERENCIA K9+000 - CIRCUNVALACION																												100%	100%
INTERFERENCIA K9+500 - CIRCUNVALACION																												100%	100%
SERVICIOS VEHICULARES																													
Diseño Vehicular Intersección Santa Rosa																												100%	100%
Diseño Vehicular Intersección Princes Street																												100%	100%
Diseño Vehicular Intersección San Francisco																												100%	100%

FRONTE NO 1 FRONTE NO 2 FRONTE NO 3 FRONTE NO 4 FRONTE NO 5 FRONTE NO 6 FRONTE NO 7 FRONTE NO 8 FRONTE NO 9 FRONTE NO 10

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SANJOSE
PROGRAMA DE INVERSION
(Dólares americanos, año 2001)**

MES	INVERSION MENSUAL
MES 1	\$782,730
MES 2	\$1,189,796
MES 3	\$1,594,239
MES 4	\$1,798,258
MES 5	\$1,747,529
MES 6	\$2,121,487
MES 7	\$2,003,490
MES 8	\$2,979,304
MES 9	\$2,204,102
MES 10	\$1,539,640
MES 11	\$1,351,507
MES 12	\$1,788,856
MES 13	\$1,405,335
MES 14	\$1,461,377
MES 15	\$1,803,339
MES 16	\$1,763,965
MES 17	\$2,295,196
MES 18	\$2,798,500
MES 19	\$2,633,259
MES 20	\$2,259,623
MES 21	\$2,155,895
MES 22	\$1,803,723
MES 23	\$2,008,532
MES 24	\$1,246,245
TOTAL INVERSION	\$44,735,929

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO AMBIENTAL ECONOMICO Y FINANCIERO
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL PROYECTO NUEVA RADIAL HEREDIA-SANJOSE
PROGRAMA DE INVERSIÓN
(Dólares americanos, año 2001)**



OBRA	RADIAL HER. VALOR OBRA	CIRCUNVALACION VALOR OBRA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
VÍAS														
RADIAL HEREDIA K0+212-K6+444	\$7,049,756			\$158,895	\$238,493	\$397,489	\$397,489	\$397,489	\$397,489	\$397,489	\$794,978	\$397,489	\$397,489	\$397,489
CIRCUNVALACION K0+000-K3+718		\$7,938,929			\$398,941	\$398,941	\$398,941	\$398,941	\$398,941	\$398,941	\$398,941			
PARADERO TÍPICO	\$171,049	\$34,210						\$41,052						
INTERSECCIONES (Presupuesto Vías)														
INTERSECCION CIRCUNVALACION	\$996,181		\$498,091	\$298,854	\$199,236									
INTERSECCION SANTA ROSA	\$830,735									\$415,368	\$249,221	\$189,147		
INTERSECCION PRICE SMART	\$558,531													\$278,265
INTERSECCION SAN FRANCISCO	\$773,796													
INTERSECCION BRAULIO CARRILLO		\$308,500												
VIA ACCESO PUENTES														
ACCESO PUENTE FLORENTINO CASTRO (Abscisado Radial heredia K0+300	\$133,329			\$39,999	\$39,999	\$63,332								
ACCESO BARRIO LEON XII (Abscisado Radial heredia K0+690)	\$21,000							\$8,300	\$8,300	\$8,400				
ACCESO PUENTE VIA A FOSFORERA (Abscisado Radial heredia K4+200)	\$63,936													
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA CLOACAS (Abscisado Radial heredia K4+9	\$37,295													
ACCESO VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K5+955)	\$79,440													
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K5+470)	\$102,717													
PUENTES-BOX														
PUENTE INTERSECCION CIRCUNVALACION K0+000	\$559,717		\$111,943	\$197,815	\$197,815	\$111,943								
PUENTE CALLE FLORENTINO CASTRO K0+300- RADIAL HEREDIA	\$1,057,134			\$211,427	\$317,140	\$317,140	\$211,427							
BOX QUEBRADA PRECARIOS K0+530- RADIAL HEREDIA	\$282,548													
PUENTE RIO VIRILLA K0+730- RADIAL HEREDIA	\$4,888,482		\$141,274	\$141,274			\$244,324	\$408,849	\$408,849	\$408,849	\$408,849	\$408,849	\$408,849	\$408,849
BOX K1+540- RADIAL HEREDIA	\$47,455							\$21,227	\$21,227					
PUENTE INTERSECCION SANTA ROSA K1+850	\$928,879										\$198,004	\$198,004	\$128,339	
BOX QUEBRADA K1+950- RADIAL HEREDIA	\$168,515								\$84,758	\$84,758				
PUENTE SOBRE RIO BERMUDEZ K2+190-K2+291,34	\$1,037,739											\$103,774	\$207,548	\$298,436
BOX QUEBRADA GERTRUDIS K3+242- RADIAL HEREDIA	\$201,110											\$145,555	\$145,555	
PUENTE INTERSECCION PRICE SMART K3+500	\$1,062,904													\$212,581
BOX QUEBRADA GRANADA K3+625- RADIAL HEREDIA	\$170,491													\$95,245
BOX QUEBRADA TROPICAL K4+117.5- RADIAL HEREDIA	\$181,691													\$95,245
PUENTE VIA FOSFORERA K4+235	\$592,494													
PUENTE SOBRE RIO PIRRO K4+720-K4+845	\$1,406,017													
PUENTE CALLE CLOACAS K4+980	\$931,414								\$27,909	\$87,521	\$40,513			
PUENTE CALLE HEREDIA No 1 K5+957- RADIAL HEREDIA	\$936,216													
PUENTE CALLE HEREDIA No 2 K6+470- RADIAL HEREDIA	\$938,595													
PUENTE INTERSECCION SAN FRANCISCO	\$668,847													
PUENTE PEATONAL	\$135,042													
PUENTE INTERSECCION URUCA	\$641,030			\$128,206	\$192,309	\$192,309	\$128,206							
BOX AVENIDA CIRCUNVALACION	\$54,471		\$27,235	\$27,235										
PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA K0+835-K0+955-AVENIDA CIRCUNVALACION	\$1,876,942								\$335,308	\$602,963	\$602,963	\$335,308		
BOX K1+480- CIRCUNVALACION	\$42,411													
BOX CALLE COLIMA K2+045- AVENIDA CIRCUNVALACION	\$335,511													
BOX FERROCARRIL COSTA RICA K2+300- AVENIDA CIRCUNVALACION	\$487,821													\$97,524
BOX CALLE PANTANO K2+795- AVENIDA CIRCUNVALACION	\$310,881													
BOX VIA PUBLICA A CINCO ESQUINAS K3+001.3- AVENIDA CIRCUNVALACION	\$317,106													
BOX K3+240- AVENIDA CIRCUNVALACION	\$73,899													
PUENTE CALLE ESPINAL K3+497-K3+548- AVENIDA CIRCUNVALAR	\$1,589,338													
PUENTE INTERSECCION BRAULIO CARRILLO- AVENIDA CIRCUNVALAR	\$771,084													
REDES DE ALUMBRADO														
RED ALUMBRADO RADIAL HEREDIA K0+212- K6+444	\$581,289					\$29,063	\$29,063	\$29,063	\$29,063	\$29,063	\$29,063	\$29,063	\$29,063	\$29,063
RED ALUMBRADO CIRCUNVALACION K0+000- K3+718	\$317,607		\$15,880	\$15,880	\$31,761	\$31,761	\$31,761	\$15,880	\$15,880					
PEAJES (Obra civil Casetas- Oficinas Administración)														
ESTACION PEAJE 2 CARRILES	\$123,221											\$123,221		
ESTACION PEAJE 4 CARRILES	\$165,063	\$330,125										\$165,063		
ESTACION PEAJE 6 CARRILES								\$247,694				\$247,694		
CENTRO CONTROL OPERACIONAL (Obra Civil Administración)														
CENTRO CONTROL OPERACIONAL	\$250,000													
INTERFERENCIAS SERVICIOS PUBLICOS														
INTERFERENCIA K0+300 Florentino Castro - RADIAL HEREDIA	\$26,316				\$26,316									
INTERFERENCIA K0+300 Avenida B - RADIAL HEREDIA	\$23,537					\$23,537								
INTERFERENCIA K0+695 - RADIAL HEREDIA	\$9,438						\$9,438							
INTERFERENCIA K0+935 - RADIAL HEREDIA	\$58,563							\$58,563						
INTERFERENCIA K1+510 - RADIAL HEREDIA	\$8,970								\$8,970					
INTERFERENCIA K1+760 - RADIAL HEREDIA	\$28,759									\$28,759				
INTERFERENCIA K3+125 - RADIAL HEREDIA	\$20,961											\$20,961		
INTERFERENCIA K3+500 - RADIAL HEREDIA	\$18,179												\$18,179	
INTERFERENCIA K4+200 - RADIAL HEREDIA	\$11,695													
INTERFERENCIA K4+520 - RADIAL HEREDIA	\$57,048													
INTERFERENCIA K4+980 - RADIAL HEREDIA	\$35,633													
INTERFERENCIA K5+100 - RADIAL HEREDIA	\$21,387													
INTERFERENCIA K5+230 - RADIAL HEREDIA	\$27,302													
INTERFERENCIA K5+660 - RADIAL HEREDIA	\$13,493													
INTERFERENCIA K6+175 - RADIAL HEREDIA	\$12,559													
INTERFERENCIA K6+340 - RADIAL HEREDIA	\$15,447													
INTERFERENCIA K0+000 - CIRCUNVALACION		\$4,187	\$4,187											
INTERFERENCIA K0+840 - CIRCUNVALACION		\$29,856						\$29,856						
DESVIOS VEHICULARES														
Desvío para Intersección Santa Rosa	\$98,601										\$98,601			
Desvío para Intersección Price Smart	\$98,601													\$98,601
Desvío para Intersección San Francisco	\$98,601													
SUBTOTAL			\$782,730	\$1,189,795	\$1,594,239	\$1,798,258	\$1,747,529	\$2,121,487	\$2,003,480	\$2,975,304	\$2,704,102	\$1,539,640	\$1,351,507	\$1,788,856

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL
PROGRAMA DE INVERSION
(Dólares americanos, año 2001)**

OBRA	FRENTE No.
VIAS	
RADIAL HEREDIA K0+212- K6+444 CIRCUNVALACION K0+000- K3+718 PARADERO TIPICO	Fronte No. 2
INTERSECCIONES (Presupuesto Vias)	
INTERSECCION CIRCUNVALACION	Fronte No. 2
INTERSECCION SANTA ROSA	Fronte No. 2
INTERSECCION PRICE SMART	Fronte No. 2
INTERSECCION SAN FRANCISCO	Fronte No. 2
INTERSECCION BRAULIO CARRILLO	Fronte No. 2
VIA ACCESO PUENTES	
ACCESO PUENTE FLORENTINO CASTRO (Abscisado Radial heredia JK0+300	
ACCESO BARRIO LEON XII (Abscisado Radial heredia K0+890)	
ACCESO PUENTE VIA A FOSFORERA (Abscisado Radial heredia K4+200)	
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA CLOACAS (Abscisado Radial heredia K4+900)	
ACCESO VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K5+950)	
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K6+470)	
PUENTES-BOX	
PUENTE INTERSECCION CIRCUNVALACION K0+000	
PUENTE CALLE FLORENTINO CASTRO K0+300- RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
BOX QUEBRADA PRECARIOS K0+520 - RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
PUENTE RIO VIRILLA K0+730- RADIAL HEREDIA	
BOX K1+540 - RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
PUENTE INTERSECCION SANTA ROSA K1+850	
BOX QUEBRADA K1+950 - RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
PUENTE SOBRE RIO BERMUDEZ K2+190-K2+291.34	Fronte No. 7
BOX QUEBRADA GERTRUDIS K3+242 - RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
PUENTE INTERSECCION PRICE SMART K3+500	
BOX QUEBRADA GRANADA K3+625 - RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
BOX QUEBRADA TROPICAL K4+117.5 - RADIAL HEREDIA	Fronte No. 5
PUENTE VIA FOSFORERA K4+235	Fronte No. 7
PUENTE SOBRE RIO PIRRO K4+720-K4+845	
PUENTE CALLE CLOACAS K4+900	Fronte No. 7
PUENTE CALLE HEREDIA No.1 K5+957- RADIAL HEREDIA	
PUENTE CALLE HEREDIA No.2 K6+470- RADIAL HEREDIA	
PUENTE INTERSECCION SAN FRANCISCO	
PUENTE PEATONAL	
PUENTE INTERSECCION URUCA	Fronte No. 7
BOX QUEBRADA RIVERA K0+835-K0+955-AVENIDA CIRCUNVALACION	Fronte No. 7
BOX K1+480 - CIRCUNVALACION	Fronte No. 5
BOX CALLE COLIMA K2+045- AVENIDA CIRCUNVALACION	Fronte No. 5
BOX FERROCARRIL COSTA RICA K2+300- AVENIDA CIRCUNVALACION	
BOX CALLE PANTANO K2+785- AVENIDA CIRCUNVALACION	
BOX VIA PUBLICA A CINCO ESQUINAS K3+001.3- AVENIDA CIRCUNVALACION	
BOX K3+240- AVENIDA CIRCUNVALACION	
PUENTE CALLE ESPINAL K3+497-K3+546- AVENIDA CIRCUNVALAR	Fronte No. 5
PUENTE INTERSECCION BRAULIO CARRILLO -AVENIDA CIRCUNVALAR	
REDES DE ALUMBRADO	
RED ALUMBRADO RADIAL HEREDIA K0+212- K6+444	
RED ALUMBRADO CIRCUNVALACION K0+000- K3+718	
PEAJES (Obra civil Casetas- Oficinas Administración)	
ESTACION PEAJE 2 CARRILES	
ESTACION PEAJE 4 CARRILES	
ESTACION PEAJE 6 CARRILES	
CENTRO CONTROL OPERACIONAL (Obra Civil Administración)	
CENTRO CONTROL OPERACIONAL	
INTERFERENCIAS SERVICIOS PUBLICOS	
INTERFERENCIA K0+300 Florentino Castro - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K0+500 Avenida 9 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K0+695 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K0+935 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K1+510 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K1+750 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K3+125 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K3+500 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K4+200 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K4+520 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K4+980 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K5+100 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K5+230 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K5+600 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K6+175 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K6+340 - RADIAL HEREDIA	
INTERFERENCIA K0+000 - CIRCUNVALACION	
INTERFERENCIA K0+840 - CIRCUNVALACION	
DESVIOS VEHICULARES	
Desvio Vehicular Intersección Santa Rosa	Fronte No. 2
Desvio Vehicular Intersección Price Smart	Fronte No. 2
Desvio Vehicular Intersección San Francisco	Fronte No. 2
SUBTOTAL	

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA
PARA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PUBLICO DEL
PROGRAMA DE INVERSION
(Dólaras americanos, año 2001)**



OBRA	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	TOTAL
VIAS													
RADIAL HEREDIA K0+212-K8+444	\$158,895	\$397,488	\$397,488	\$397,488	\$397,488	\$784,976	\$397,488	\$397,488	\$397,488				\$7,849,754
CIRCUNVALACION K0+000-K3+718			\$396,941	\$793,883	\$1,190,824	\$1,190,824	\$793,883	\$793,883	\$396,941				\$7,938,829
PARADERO TÍPICO			\$41,052	\$41,052	\$41,052	\$41,052							\$205,258
INTERSECCIONES (Presupuesto Vias)													
INTERSECCION CIRCUNVALACION													\$998,181
INTERSECCION SANTA ROSA													\$830,738
INTERSECCION PRICE SMART	\$187,558	\$111,706											\$598,531
INTERSECCION SAN FRANCISCO							\$388,899	\$202,139	\$194,759				\$779,798
INTERSECCION BRAULIO CARRILLO										\$164,260	\$92,560	\$61,700	\$308,660
VIA ACCESO PUENTES													
ACCESO PUENTE FLORENTINO CASTRO (Abscisado Radial heredia K0+300)													\$133,928
ACCESO BARRIO LEON XII (Abscisado Radial heredia K0+690)													\$21,009
ACCESO PUENTE VIA A FOSFORERA (Abscisado Radial heredia K4+200)				\$19,191	\$19,191	\$28,574							\$67,956
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA CLOACAS (Abscisado Radial heredia K4+950)							\$11,190	\$11,190	\$14,919				\$37,299
ACCESO VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K5+950)										\$39,720	\$39,720		\$79,440
ACCESO PUENTE VIA CALLE PUBLICA (Abscisado Radial heredia K6+470)												\$102,717	\$102,717
PUENTES-BOX													
PUENTE INTERSECCION CIRCUNVALACION K0+000													\$588,717
PUENTE CALLE FLORENTINO CASTRO K0+300-RADIAL HEREDIA													\$1,087,134
BOX QUEBRADA PRECARIOS K0+520 - RADIAL HEREDIA													\$282,248
PUENTE RIO VIRILLA - K0+730- RADIAL HEREDIA	\$244,324	\$244,324	\$244,324										\$4,888,482
BOX K1+540 - RADIAL HEREDIA													\$42,455
PUENTE INTERSECCION SANTA ROSA K1+850													\$928,879
BOX QUEBRADA K1+950 - RADIAL HEREDIA													\$189,518
PUENTE SOBRE RIO BERMUDEZ K2+190-K2+291.34	\$299,438	\$103,774	\$103,774										\$1,027,728
BOX QUEBRADA GERTRUDIS K3+242 - RADIAL HEREDIA													\$291,110
PUENTE INTERSECCION PRICE SMART K3+500	\$318,871	\$218,871	\$218,871										\$1,052,004
BOX QUEBRADA GRANADA K3+625 - RADIAL HEREDIA													\$179,481
BOX QUEBRADA TROPICAL K4+117.5 - RADIAL HEREDIA	\$80,801	\$80,801											\$161,601
PUENTE VIA FOSFORERA K4+235				\$118,489	\$177,748	\$177,748	\$118,489						\$929,494
PUENTE SOBRE RIO PIRRO K4+720-K4+845		\$140,802	\$140,802	\$210,802	\$210,802	\$210,802	\$210,802	\$140,802	\$140,802	\$140,802			\$1,408,017
PUENTE CALLE CLOACAS K4+880						\$89,141	\$188,283	\$278,424	\$278,424	\$93,141			\$931,414
PUENTE CALLE HEREDIA No.1 K5+957- RADIAL HEREDIA									\$488,108	\$488,108			\$976,216
PUENTE CALLE HEREDIA No.2 K6+470- RADIAL HEREDIA										\$469,289	\$469,289		\$938,578
PUENTE INTERSECCION SAN FRANCISCO						\$133,788	\$200,884	\$200,884	\$133,788				\$668,847
PUENTE PEATONAL													\$155,042
PUENTE INTERSECCION URUCA													\$641,038
PUENTE SOBRE AVENIDA CIRCUNVALACION													\$24,671
PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA K0+835-K0+955-AVENIDA CIRCUNVALACION													\$1,876,542
BOX K1+480 - CIRCUNVALACION			\$21,205	\$21,205									\$42,411
BOX CALLE COLIMA K2+045-AVENIDA CIRCUNVALACION						\$87,102	\$100,853	\$100,853	\$87,102				\$339,211
BOX FERROCARRIL COSTA RICA K2+300-AVENIDA CIRCUNVALACION	\$148,288	\$148,288	\$87,524										\$468,821
BOX CALLE PANTANO K2+786-AVENIDA CIRCUNVALACION			\$82,130	\$93,204	\$93,204	\$82,130							\$310,668
BOX VIA PUBLICA A CINCO ESQUINAS K3+001.3-AVENIDA CIRCUNVALACION							\$124,842	\$83,632	\$83,632				\$312,108
BOX K3+240-AVENIDA CIRCUNVALACION				\$36,850	\$36,850								\$73,699
PUENTE CALLE ESPINAL K3+497-K3+546-AVENIDA CIRCUNVALACION									\$317,869	\$478,801	\$478,801	\$317,869	\$1,588,338
PUENTE INTERSECCION BRAULIO CARRILLO-AVENIDA CIRCUNVALACION									\$194,217	\$231,325	\$231,325	\$194,217	\$771,084
REDES DE ALUMBRADO													
RED ALUMBRADO RADIAL HEREDIA K0+212-K8+444	\$29,083	\$58,127	\$58,127	\$29,083	\$29,083	\$29,083	\$29,083	\$29,083	\$29,083				\$581,268
RED ALUMBRADO CIRCUNVALACION K0+000-K3+718			\$15,890	\$15,890	\$31,781	\$31,781	\$31,781	\$15,890	\$15,890				\$317,807
PEAJES (Obra civil Casetas- Oficinas Administración)													
ESTACION PEAJE 2 CARRILES													\$123,221
ESTACION PEAJE 4 CARRILES													\$468,188
ESTACION PEAJE 6 CARRILES													
CENTRO CONTROL OPERACIONAL (Obra Civil Administración)													
CENTRO CONTROL OPERACIONAL											\$126,000	\$126,000	\$252,000
INTERFERENCIAS SERVICIOS PUBLICOS													
INTERFERENCIA K0+300 Florentino Castro - RADIAL HEREDIA													\$28,219
INTERFERENCIA K0+500 Avenida 9 - RADIAL HEREDIA													\$23,827
INTERFERENCIA K0+695 - RADIAL HEREDIA													\$9,438
INTERFERENCIA K0+935 - RADIAL HEREDIA													\$58,583
INTERFERENCIA K1+510 - RADIAL HEREDIA													\$9,870
INTERFERENCIA K1+780 - RADIAL HEREDIA													\$29,729
INTERFERENCIA K3+125 - RADIAL HEREDIA													\$20,961
INTERFERENCIA K3+500 - RADIAL HEREDIA													\$18,179
INTERFERENCIA K4+200 - RADIAL HEREDIA			\$11,895										\$11,895
INTERFERENCIA K4+520 - RADIAL HEREDIA				\$67,048									\$67,048
INTERFERENCIA K4+950 - RADIAL HEREDIA							\$35,632						\$35,632
INTERFERENCIA K5+100 - RADIAL HEREDIA								\$21,987					\$21,987
INTERFERENCIA K5+230 - RADIAL HEREDIA									\$27,302				\$27,302
INTERFERENCIA K5+880 - RADIAL HEREDIA										\$13,493			\$13,493
INTERFERENCIA K6+175 - RADIAL HEREDIA											\$12,589		\$12,589
INTERFERENCIA K6+340 - RADIAL HEREDIA												\$16,447	\$16,447
INTERFERENCIA K0+000 - CIRCUNVALACION													\$4,187
INTERFERENCIA K0+840 - CIRCUNVALACION													\$29,859
DESVIOS VEHICULARES													
Desvio Intersección Santa Rosa													\$88,651
Desvio Intersección Price Smart													\$88,651
Desvio Intersección San Francisco							\$88,801						\$88,801
SUBTOTAL	\$1,405,335	\$1,461,377	\$1,803,338	\$1,783,965	\$2,285,198	\$2,788,500	\$2,633,258	\$2,258,823	\$2,155,885	\$1,803,723	\$2,008,532	\$1,246,245	\$44,735,829

precios unitarios de contratos ejecutados en los últimos años en el MOPT y están referidos al año 2001.

El costo de los predios que se deben adquirir para conformar un corredor de 50 metros de ancho es de 28 millones de dólares del año 2001.

A nivel preliminar se ha estimado un costo de construcción para las obras de segunda etapa de 21.2 millones de dólares y un costo de predios de 12 millones de dólares del 2001. Se debe tener en cuenta que estos costos no tienen la misma precisión de los de primera etapa, dado que no se cuenta con prediseños de la vía, solo corresponden a valores estimados por kilómetro.

El costo de mantenimiento de la vía durante 25 años de operación, incluyendo las sobrecarpetas asfálticas necesarias será de 8.5 millones de dólares del 2001.

La obra podrá ser construida en 24 meses utilizando 9 frentes de trabajo, según la programación que se adjunta. Se estima que en el mes 15 se podrá comenzar a utilizar el tramo entre la Avenida de la Uruca y la intersección de la Esperanza (Price Smart), con lo cual se podrá iniciar el cobro de peajes. Una vez terminado este plazo se podrá dar comienzo a la construcción de los tramos adicionales de conexión con la Avenida 7ª. Y con Calle Blancos, los cuales no han sido incluidos en el programa de construcción por no contar con los prediseños correspondientes.

Costo 2001

	<i>Primera Etapa</i>	<i>Segunda Etapa</i>
Construcción	\$ 29.5 millones (AV. 7)	\$ 21.2 mill
Apropiaciones	\$ 28 millones	\$ 12 millones

*Total Construcción
(incluye dos etapas)
\$ 50.7 millones → construcción
\$ 30 " → apropiaciones*

4. EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA

4.1. OBJETIVOS Y ALCANCES

El presente capítulo contiene los resultados de las evaluaciones, tanto económica como financiera del proyecto Radial Heredia-San José, con base en proyecciones hasta el año 2029 y el cálculo de los indicadores usuales en este tipo de análisis.

Es importante tener en cuenta que el presente es un estudio de factibilidad que persigue disminuir los riesgos de la decisión, es decir, busca mejorar la calidad de la información que tendrá a su disposición la autoridad que deberá decidir sobre la ejecución del proyecto.

Al ser éste un estudio que realiza predicciones, se trabaja con fundamento en modelos, cuyos supuestos respecto al comportamiento futuro de variables clave podrían no responder al que efectivamente puedan tener dichas variables en el futuro, cuestión que afectaría la calidad de las predicciones. Con el propósito de disminuir el impacto de esta limitación, se presentan sensibilizaciones respecto al modelo básico, que permiten conocer, mediante la evaluación de situaciones alternativas, los resultados que se esperaría obtener al modificarse algunas de las variables claves del modelo.

El informe se inicia con una descripción de los conceptos fundamentales que conforman el marco metodológico. Posteriormente, se presentan los supuestos en que se fundamenta cada uno de los análisis, las tasas de interés utilizadas y luego se muestran las evaluaciones propiamente dichas y el cálculo de los correspondientes indicadores, para culminar con conclusiones y recomendaciones con relación a su ejecución.

4.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

En toda economía, el problema económico aparece debido a dos hechos básicos: a) los recursos de que se dispone son escasos y tienen usos alternativos, y b) existen múltiples necesidades a satisfacer. En otras palabras, los recursos disponibles no alcanzan para satisfacer todas las necesidades, y a su vez cada uno de ellos puede ser utilizado para distintos fines. De allí que se debe decidir cómo utilizar los recursos de forma de satisfacer lo mejor posible las necesidades. Para ayudar a tomar decisiones que tiendan a lograr el objetivo de mejor utilización de los recursos, se han creado las técnicas de evaluación de proyectos, con las cuales se trata de evaluar las consecuencias futuras de una decisión tomada hoy.

En general, cualquier plan de acción que implique el uso de recursos de cuyo empleo se espera obtener resultados en el futuro, puede llegar a constituir un proyecto. Sólo en el caso de que la

realización del mismo suponga el empleo de recursos durables formados mediante un proceso previo de inversión, se debe hablar de proyectos de inversión.

La evaluación de proyectos es una herramienta que permite emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar el mismo e involucra una serie de estudios de factibilidad que abordan los aspectos técnicos, administrativos, legales, financieros, económicos y ambientales, entre otros.

Tanto el estudio de factibilidad financiera, como el de factibilidad económica consisten en establecer principios para identificar, medir y valorar los costos y beneficios para toda la vida del proyecto, aplicando criterios de decisión. La diferencia entre ellos es que el primero considera todas las fuentes de financiamiento y determina la rentabilidad de capital propio invertido y las necesidades de financiamiento externo. El segundo, en cambio, supone que todas las transacciones son al contado y que todo el capital es propio, determinándose la rentabilidad del proyecto.

Tanto la evaluación financiera como la económica se pueden realizar desde el punto de vista privado o desde el social, según los principios elegidos. El objetivo de la evaluación financiera es determinar si el proyecto incrementa la riqueza del individuo o unidad económica que lo ejecuta, sin importar los efectos que el emprendimiento imputa a terceros. En la evaluación económica interesa saber si la comunidad en su conjunto aumenta o disminuye su bienestar por efecto del proyecto.

Existen diversos indicadores que suelen utilizarse para la evaluación de proyectos, entre los principales se encuentran el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), y la razón de beneficio a costo (B/C), de acuerdo a indicaciones del Banco Interamericano de Desarrollo. El análisis que se aplica para las presentes evaluaciones es de tipo incremental, lo que significa que sólo se consideran aquellos aspectos (inversiones, costos beneficios, entre otros) que puedan ser atribuibles a la ejecución del proyecto, en contraposición a la opción de no realizarlo.

Existen tres enfoques para realizar la evaluación de proyectos en condiciones inflacionarias:

- Precios nominales o corrientes (precios proyectados)
- Precios constantes (inflación neutral)
- Precios relativos (pesos constantes, inflación no neutral en los precios descontando el efecto de la inflación proyectada)

El enfoque de los precios corrientes o nominales proyecta los precios de los insumos y productos y descuenta los flujos de caja futuros a las tasas de descuento futuras nominales o corrientes. El enfoque de precios constantes no proyecta aumento de precios, supone que los precios se mantienen iguales y constantes al precio del instante cero a través de toda la vida del proyecto, y descuenta los flujos de caja futuros a la tasa de descuento real. El enfoque de pesos constantes proyecta los aumentos relativos de precios y descuenta los flujos de caja futuros con la tasa de descuento real. El presente estudio sigue el enfoque de precios constantes al ser el recomendado por el Banco Mundial para este tipo de proyectos de inversión.

Con el objeto de considerar posibles cambios en las situaciones a futuro en relación con el modelo básico de análisis, se plantean escenarios alternativos que se obtienen mediante la modificación de supuestos claves del modelo original.

4.3. CRITERIOS Y SUPUESTOS BÁSICOS

Las evaluaciones económica y financiera comparten algunas cuestiones en común sobre las cuales es necesario que ambas guarden las necesarias relaciones de consistencia o consecuencia. Por este motivo, algunos de los aspectos metodológicos y de los supuestos son comunes a ambas; entre éstos cuales se encuentran:

- Las cifras utilizadas para cuantificar los costos y los beneficios han sido confirmadas por los expertos para cada uno de los componentes y, a manera de evitar desviaciones sustanciales en los valores obtenidos, se ha mantenido la estimación de los indicadores económicos sobre una base monetaria en colones expresados en dólares de los Estados Unidos de Norte América a precios de septiembre de 2001. Esto permitirá observar que las variaciones que se presenten no obedecerán a cambios del valor del dinero a través del tiempo.
- Para efectos de la conversión, se utilizó como tipo de cambio C333.00 = US\$1.00, que fue el tipo de cambio vigente a finales de septiembre de 2001.
- Las proyecciones se realizan con un horizonte fijado en 25 años a partir de que comienza la construcción, bajo el supuesto de que ésta comienza en 2004 y el proyecto entra en operación a partir del año 2006.
- Para los efectos de descontar los flujos correspondientes al proyecto, se utiliza el año 2004 como año 0, con lo que a partir del año 2005 y hasta el 2029, se aplica la tasa de descuento sobre los beneficios netos.
- No se incluyen costos en los que ya se ha incurrido, como diseños y estudios preliminares, ya que para efectos del presente análisis se consideran costos hundidos por lo que no impactan la decisión a tomar.

4.4. TASAS DE INTERÉS

Se puede considerar que la magnitud de la tasa de interés corriente, o sea, la que se encuentra en el mercado (la que utilizan los bancos o cualquier otra entidad financiera) tiene tres componentes o causas: la inflación, el riesgo y la tasa real de interés.

- La inflación es una medida del aumento del nivel general de precios, su efecto se nota en la pérdida del poder adquisitivo de la moneda.
- El efecto riesgo, que es intrínseco al negocio o inversión en que se coloca el dinero o capital, a mayor riesgo, mayor tasa de interés.
- El interés real o la productividad en su uso, que es un efecto intrínseco del capital independiente de la existencia de inflación o riesgo.

El presente estudio se apega al enfoque de precios constantes, no proyecta aumentos de precios y asume que los precios se mantienen iguales y constantes a los precios de septiembre 2001, a través de toda la vida del proyecto y descuenta los flujos de caja futuros a la tasa de descuento real. Este enfoque requiere consistencia por lo que no se deben mezclar flujos de caja nominales o corrientes con tasas de descuento reales y viceversa.

Una parte de la evaluación financiera del proyecto lo constituye el análisis del valor presente neto de sus flujos. Dicho análisis emplea una tasa de descuento, la tasa de interés que mide el costo del dinero del inversionista que en este caso es el costo de oportunidad, es decir, lo que el inversionista deja de ganar al dedicar sus recursos al proyecto.

Para mantener la consistencia mencionada anteriormente, es necesario que la tasa de descuento que se utilice en la evaluación se encuentre libre de los efectos de la inflación. Por esto, partiendo de una tasa básica nominal del 15% (septiembre 2001) más seis puntos porcentuales (21%), considerado lo mínimo aceptable por parte del inversionista para este tipo de proyectos de inversión, obtenemos una tasa de descuento real del 8.34%.

En el caso de la evaluación económica la tasa de descuento social empleada coincide con la tasa básica y es de 15% nominal.

Para la parte del financiamiento del proyecto se consideró el esquema de "project finance" que es generalmente utilizado en proyectos de infraestructura. Dicho financiamiento corre a cargo de bancos o instituciones extranjeras y tiene la particularidad de manejar esquemas con intereses más bajos que los créditos comerciales por tratarse de proyectos con un alto beneficio económico y con un riesgo relativamente bajo al considerarse deuda soberana por encontrarse respaldados por el gobierno. Las tasas de interés que se determinan en estos casos se encuentran referenciados a la tasa LIBOR (London InterBank Offering Rate) y actualmente se encuentran alrededor de LIBOR más cinco puntos porcentuales. La tasa LIBOR para el mes de septiembre fue de 2.64%, lo que implica una tasa nominal de 7.64% que se convierte en 5.53% real considerando la inflación de 2.4 en Estados Unidos.

Para la evaluación del presente proyecto se emplean las tasas locales de Costa Rica y no de Estados Unidos, a pesar de que todas las cifras presentadas se encuentran en dólares. Lo anterior se debe a que el proyecto generará recursos en moneda nacional, así mismo los costos relacionados con la operación y mantenimiento también se devengarán en moneda nacional. En el caso de las tasas de interés de los créditos obtenidos para el financiamiento de la inversión, se consideran las tasas mencionadas ya que se pretende obtener dichos recursos en el mercado internacional.

Las fuentes de información sobre las tasas de interés vigentes en Costa Rica son: el Banco Central, el Ministerio de Planeación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Banco Mundial, entre otras.

4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El objeto del presente apartado es la evaluación económica de la Radial "Heredia - San José" a manera de determinar su factibilidad con profundidad en la estimación de los costos y beneficios sociales para los usuarios de la vialidad. Es así como se evalúan la fortaleza y los riesgos del proyecto desde el punto de vista social. Los beneficios económicos constituyen un punto de referencia para cuantificar, en términos monetarios, qué beneficio representa para el país un proyecto de inversión, como es en este caso la vialidad en cuestión.

Cabe destacar que gran parte de los insumos utilizados provienen del estudio de asignación del tránsito y del estudio técnico de costos del proyecto y que las variables que se utilizan aquí, han sido empleadas también para la realización del análisis financiero.

A fin de observar el comportamiento de la factibilidad del proyecto, fue necesario aplicar diversos análisis de sensibilidad al escenario base obtenido, acordes a la propuesta presentada por el Consultor. Las variables que son alteradas en cada uno de los análisis de sensibilidad se comentan en detalle en la parte de análisis de sensibilidad.

En caso de que el proyecto sea viable, se indicará en los resultados de la evaluación económica cuál es el año recomendable para inicio del proyecto, la rentabilidad máxima teórica que ofrecería y la rentabilidad total del proyecto en el año 25 (por ser el horizonte máximo utilizado en el presente estudio).

4.6. PROCEDIMIENTO

La evaluación económica se presenta como un método de evaluar los beneficios sociales y proveer información objetiva para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura. Por medio de dicha evaluación, y mediante el análisis de Índice de Rentabilidad Inmediata y la relación Beneficio-Costo, se estimaron los beneficios en términos monetarios, asignándole un valor a los ahorros en costo de operación y en tiempo.

Para llevar a cabo la evaluación económica, se utilizó la metodología establecida por Banco Mundial, mediante el desarrollo de una hoja de cálculo que compara la alternativa vial actual contra el proyecto. Los componentes que se utilizan para la comparación son: i) los beneficios producidos por ahorros en costo de operación vehicular y ii) los generados por ahorro en tiempos de viaje, contra iii) los costos de inversión del proyecto y iv) los costos de mantenimiento y v) los costos de operación del mismo. Cada uno de estos elementos se explica a continuación.

i) Ahorros en los costos de operación.

El beneficio en costos de operación se obtiene al calcular las funciones de costos de operación para todos los vehículos que utilizan la red vial de San José, para las situaciones SIN y CON el proyecto de la Radial Heredia.

ii) Ahorros en tiempo de viaje de los usuarios.

El beneficio por ahorro en tiempo se refiere a la disminución del tiempo total de viaje por causa de la construcción de la radial Heredia – San José. El ahorro se obtiene por la reducción de la distancia de recorrido total y/o por el incremento de la velocidad de operación. La función con la que se obtuvo el ahorro en tiempo considera el aforo, la ocupación promedio por vehículo y los ingresos medios de los usuarios.

iii) Costos de Inversión del Proyecto.

Este concepto comprende la totalidad de recursos que se deben destinar para la construcción y puesta en marcha de la autopista, siendo en este caso clasificados en costos de predios y costos de construcción.

iv) Costos de Mantenimiento del Proyecto.

En este rubro se incluyen los siguientes conceptos: mantenimiento rutinario anual, limpieza alcantarillas y box, señalización y pintura vías, bacheos y refuerzo carpeta asfáltica.

v) Costos de Operación del Proyecto.

Incluyen los costos necesarios para la operación de la vía: costos de sueldos del personal de administración y operación, insumos (como por ejemplo, traslado de valores, servicios como agua, luz, teléfonos, etc.) y otros.

Con relación a los beneficios, aun cuando se reconoce la existencia de elementos potenciales adicionales tales como la disminución en costos por accidentes y en costos de mantenimiento de la nueva ruta en comparación con la actual, sobre la base de la experiencia de estudios anteriores realizados por el Consultor, se considera que su impacto positivo sobre el total es relativamente poco significativo, en comparación al resto de las variables utilizadas. El resultado constituye, por lo tanto, un escenario conservador con relación a los beneficios.

En lo tocante a los costos, los precios de mercado no reflejan precisamente los costos sociales de los recursos a utilizar en el proyecto, ya que en la mayoría de los casos dichos precios se encuentran distorsionados por factores como impuestos y subsidios, entre otros. Es por este motivo que se requiere valorar los diferentes factores productivos utilizando precios que reflejen dichos costos sociales.

Como no se cuenta a nivel nacional con un factor de precios de cuenta o precios sombra, que permita valorar el costo total en que la sociedad incurre por el empleo de los recursos que se destinarían al proyecto, se tomó como guía un informe elaborado por el Departamento de Evaluación de Proyectos de la Dirección General de Planificación del MÓPT, que indica la utilización de un factor de 0.90 para pasar de los costos financieros a los económicos.

4.6.1. INDICADORES PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD ECONÓMICA

Una vez calculado el vector de beneficios (incisos i y ii) y el de costos (incisos iii, iv y v), se obtiene por diferencia el Flujo Neto de Beneficios, sobre el cual se calculan los indicadores de rentabilidad para conocer la viabilidad del proyecto.

A continuación se presentan los principales indicadores, que se utilizan en la evaluación de proyectos de transporte: i) Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI), ii) Valor Presente Neto (VPN), iii) Relación Beneficio Costo (B/C) y iv) Tasa Interna de Retorno (TIR). Aun cuando el IRI es el indicador fundamental para determinar la viabilidad de un proyecto, se calculan los otros indicadores como un refuerzo al análisis basado en dicho indicador.

i) Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI)

Este es un indicador propuesto por el Banco Mundial que se basa en suponer que los proyectos de transporte tienden a generar beneficios crecientes a través del tiempo, por lo que resulta conveniente la determinación del momento óptimo de operación, el cual consiste en comparar el beneficio neto actualizado generado por el proyecto en el primer año de operación (B_i), con el costo total actualizado de la inversión y los costos por mantenimiento, conservación y operación (C_i). El criterio de decisión para determinar si el proyecto es viable en función del IRI es el siguiente:

$B_i / C_i > \text{Tasa Social de Descuento} \Rightarrow$ momento óptimo de ejecutar el proyecto

$B_i / C_i < \text{Tasa Social de Descuento} \Rightarrow$ El proyecto no es viable de realizar en el año B_i

donde:

B_i = Beneficios netos en el año i $i = 1, \dots, n$

C_i = Valor Presente Neto de la Inversión total y los costos de mantenimiento y operación

tasa social de descuento = 15%

Los beneficios netos (B_i), se definen como los ahorros en los costos de operación y tiempo de viaje en el año i que obtendrían los usuarios que utilicen la nueva vía. El Índice de Rentabilidad Inmediata es entonces una proporción que debe ser comparada contra la tasa social de descuento y en caso de que no sea viable al primer año de operación, se utilizan los beneficios del segundo año y así sucesivamente hasta encontrar una proporción mayor a la tasa social. Este procedimiento tiene sentido siempre y cuando el VPN sea positivo.

La tasa social de descuento (r) o costo de oportunidad de los recursos públicos utilizados, es uno de los precios sombra aplicados en la evaluación económica y que para efectos de este análisis se determina en el 15% nominal. El concepto teórico de esta variable es el de reconocer que el dinero tiene un valor a través del tiempo, equivalente al costo de oportunidad de invertir los recursos en un

proyecto en lugar de hacerlo en otro u otros y sería el equivalente al Costo Ponderado del Capital de un inversionista privado para utilizarlo como su Tasa de Rendimiento Mínima Atractiva.

ii) Valor Presente Neto (VPN).

El valor presente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente y recibe el nombre de valor Presente Neto, porque es la diferencia entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos. Representa la inversión inicial, en otras palabras, es la ganancia o pérdida en términos monetarios, después de haber recuperado la inversión inicial. Si el VPN es positivo, significará que habrá ganancias después de haber recuperado la inversión inicial, y por el contrario si el VPN es negativo, indicará que las ganancias no son suficientes para recuperar el dinero invertido.

iii) Relación Beneficio - Costo (B/C).

La razón beneficio-costos se utiliza para evaluar inversiones de interés social y representa las veces que se recupera la inversión en un proyecto determinado. Una relación $B/C > 1.0$, nos indica que el proyecto analizado es rentable.

iv) Tasa Interna de Retorno (TIR).

La TIR, es la tasa de descuento que hace el $VPN=0$, lo que implica decir, que el valor presente de los beneficios, sea igual al valor presente de los costos, y representa la tasa de interés que devenga el dinero que permanece invertido en el proyecto. Si la TIR es mayor o igual que la Tasa Social de Descuento, el proyecto se considera viable.

4.7. EVALUACIÓN FINANCIERA

El objetivo de esta sección es estimar, desde el punto de vista financiero, si el proyecto de la Radial "Heredia – San José" es rentable para los inversionistas interesados en aportar el capital necesario para su construcción. Se comprobará la fortaleza financiera mediante las técnicas de análisis e interpretación de los estados financieros pro-forma durante los 25 años que comprende el horizonte del proyecto, utilizando valores constantes de septiembre de 2001.

Como resultado, se estimará cual es el tiempo necesario en el que los inversionistas recuperarán sus aportaciones, y el tiempo que necesitarán para obtener los rendimientos equivalentes, en caso de haber destinado sus recursos a otro tipo de inversión, considerando un periodo equivalente al de la concesión de la autopista.

A fin de comprobar la solidez de la estructura financiera del proyecto, se realizará un análisis de sensibilidad al escenario base, dicho análisis se aplicará sobre las variables correspondientes a ingresos, costos y gastos. Las variables modificadas en cada uno de los análisis de sensibilidad se comentan en detalle en la parte de análisis de sensibilidad.

4.7.1. PROCEDIMIENTO

Para poder efectuar la evaluación financiera sobre los estados financieros pro-forma se realizarán pronósticos de las variables necesarias, como son: ingresos del proyecto, costos fijos y variables, costos financieros, así como sus requerimientos de inversión, resultantes del proceso de estimación de la demanda y de la estimación de costos relacionada con el diseño de la vía. También se realizarán análisis de sensibilidad para una mejor toma de decisiones, en donde las variables a sensibilizar serán: ingresos, inversión, monto de mantenimiento, cuotas, tasa de interés y estructura financiera.

La determinación de la estructura financiera se realizará a través de la obtención de dos rubros, el primero concerniente a los indicadores económicos y financieros de mediano y largo plazo; y un segundo rubro referente a los montos de inversión para la Radial Heredia - San José. Los resultados de ésta última se determinarán a precios constantes de septiembre de 2001.

Para la elaboración del programa de inversión requerida para el proyecto se contemplan principalmente las inversiones en activos fijos como son la terracería, obras de drenaje, pavimentos, puentes, señalamientos, casetas de cobro, y supervisión entre otros; en el informe que se presenta en el anexo correspondiente este rubro aparece como inversión total. Luego, se

consideran a lo largo del tiempo los costos de mantenimiento para conservar la vía en buen estado físico y los costos de operación.

Una vez obtenidos tanto los indicadores económicos como el monto de inversión total para el proyecto se determinará la mezcla financiera que involucrará a dos componentes, el primero se refiere a la aportación de los inversionistas, y el segundo componente son los préstamos adquiridos a través de la banca de desarrollo y/o la banca comercial.

Para poder partir de una base de análisis de comparación sólida en el presente estudio, se utilizará una mezcla de recursos del 20% de capital privado y 80% de endeudamiento. La tasa de interés que se aplica al préstamo es la utilizada el financiamiento de proyectos de infraestructura ofrecido por diversos bancos comerciales y de desarrollo que se estima en la tasa LIBOR + 5 puntos porcentuales.

Para el cálculo del flujo de ingresos netos se considera el año 2006 como período de inicio de las operaciones de la radial "Heredia – San José". De acuerdo con los datos proporcionados por el cliente se considera que la operación de la radial "Heredia – San José" generará ingresos única y exclusivamente por la prestación de la utilización de la vía, es decir por el cobro de cuota a los diferentes tipos de vehículos que transiten por esta vía.

Los ingresos que se puedan generar por enajenación de activos fijos al final de su vida útil; se consideran igual a "cero", a efecto de sensibilizar las proyecciones financieras y mantener un margen de seguridad en cuanto a la obtención de ingresos extraordinarios. La operadora de la Radial estará en posibilidad de contar con ingresos extraordinarios producto del valor de rescate de los activos, venta de espacios publicitarios y por intereses ganados por depósitos bancarios. Es importante señalar que el proyecto sustenta sus ingresos principalmente por cuota, mientras que la obtención de recursos por otras fuentes no es elemento relevante en la determinación de la capacidad de endeudamiento.

En el estudio de demanda, se consideró el tráfico de automóviles, autobuses y camiones de carga. Después de evaluar diferentes valores de peaje, se llegó a la conclusión de que la tarifa básica de ₡400 (US \$1.20) para automóviles, es la que maximiza los ingresos durante el horizonte del proyecto. Para los demás tipos de vehículos, la tarifa se encuentra relacionada con la de los automóviles (\$2.40 para autobuses y camiones de 2 y 3 ejes, \$3.60 para camiones de 4 y más ejes).

Por el lado de las inversiones y costos se considerarán para la evaluación financiera los mismos rubros incluidos en la evaluación económica, los cuales son: costos de inversión del proyecto, costos de mantenimiento y costos de operación de la vía.

4.7.2. INDICADORES PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD FINANCIERA

A partir de los estados financieros contruidos con la información obtenida, se construye el flujo de caja libre para los accionistas sobre el cual se calculan los indicadores de rentabilidad financiera que revelarán la factibilidad financiera del proyecto.

Los indicadores empleados en la evaluación financiera son: i) Valor Presente Neto (VPN) y ii) Tasa Interna de Retorno (TIR). Dichos indicadores han sido explicados en el apartado de la evaluación económica. A pesar de ser coincidentes estos dos indicadores, los resultados de la evaluación financiera y económica son diferentes debido a que consideran distintos rubros en el lado de los ingresos.

Para el presente análisis financiero se tomó el supuesto de la estabilidad de las variables que lo afectan, dichas variables se presentan a continuación:

- Estabilidad de tasas de interés (siendo para el año base la tasa nominal pasiva de 15.00% promedio anual).
- Estabilidad inflacionaria (estimada para fin de período en el primer año en 11.7%).
- Estimación de costos de fijos y variables con base a valores constantes de septiembre del 2001.
- La mezcla de recursos es de: el 80% mediante créditos con banca de desarrollo y comercial (según sea el destino de los recursos) y 20% con aportación directa de los socios.
- Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable del 21% nominal (tasa básica más 6 puntos).

4.8. ESCENARIOS EVALUADOS Y RESULTADOS

La evaluación económica y financiera fue realizada en 4 etapas:

- ETAPA A: En esta etapa se evaluó la alternativa seleccionada: Radial Heredia de San Francisco a Circunvalación y Circunvalación de Radial Uruca a Braulio Carrillo.
- ETAPA B: Tuvo el objetivo de evaluar el momento más adecuado en el tiempo para la entrada en operación de los tramos Circunvalación- Avenida Séptima Radial y Braulio Carrillo – Calle Blancos, bajo los puntos de vista económico y financiero.
- ETAPA C: Consiste en la evaluación del efecto del inicio de operación de Periférico sobre los indicadores de rentabilidad de la Radial Heredia, ya que existe un porcentaje significativo de la demanda que es potencial de ambas vías, o sea, éstas competirían por el tránsito en el caso de diversos pares de origen destino.

- ETAPA D: En las etapas A y B se considera que el Concesionario invierta en la construcción, operación y mantenimiento de la vía, pero no en los costos de los predios a expropiar. En esta etapa, se evalúa el efecto de cargar los costos de expropiación al concesionario.
- ETAPA E: Finalmente, al realizar recomendaciones para cada etapa anterior, se llega a la configuración recomendada para el sistema, durante el periodo de la concesión de la Radial Heredia. La última etapa de análisis de sensibilidad permite analizar el impacto en variaciones en los costos e ingresos estimados.

4.8.1. ETAPA A

La configuración seleccionada en la primera etapa de este proyecto por el Consultor consta de la Radial Heredia, entre San Francisco y Av. Séptima y la Av. Circunvalación entre Radial Uruca y Calle Blancos. El desempeño económico y financiero para esta vía se resume con sus indicadores:

Tabla 4. 1. Resultados de la evaluación económica – Etapa A (miles de dólares)

Total Beneficios	Rentabilidad Inmediata (IRI)	Interna de Retorno (TIR)	Valor Presente Neto (VPN)
2,130,300	69%	80%	194,481

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. 2. Indicadores de rentabilidad financiera – Etapa A

VPN	TIR
34,705,206	20.56%

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores muestran que la alternativa seleccionada es viable económica y financieramente, mostrando rendimientos atractivos a sus inversionistas.

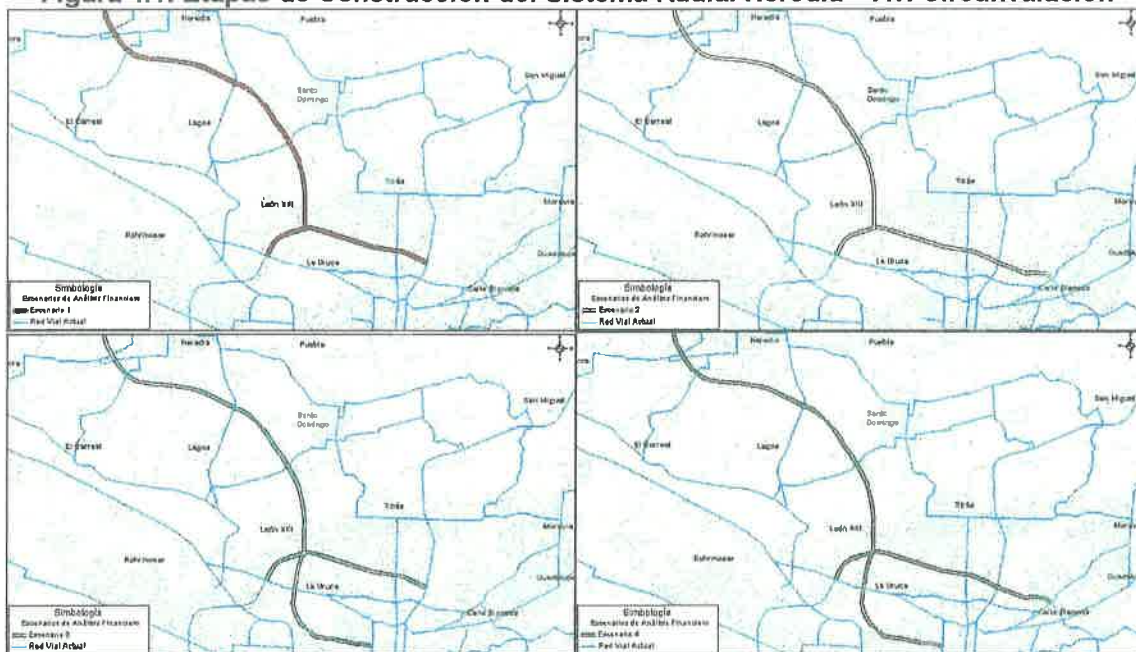
4.8.2. ETAPA B

La configuración ideal del sistema adiciona los tramos Av. Circunvalación – Av. Séptima y Braulio Carrillo – Calle Blancos a la alternativa seleccionada. El objetivo de esta etapa de la evaluación económica y financiera es recomendar el mejor momento durante el periodo de concesión para

construir el tramo Av. Circunvalación – Avenida Séptima, verificar si se puede cargar al concesionario la construcción del tramo Braulio Carrillo Calle Blancos, y en caso positivo, cual sería el mejor momento para ello.

Para lograr este objetivo, se conformaron 22 escenarios, considerando diferentes configuraciones del sistema a lo largo del tiempo. Cada uno de estos escenarios consiste en una combinación de las etapas posibles de evolución de la red vial, que se ilustran en la figura siguiente.

Figura 4.1. Etapas de Construcción del Sistema Radial Heredia – Av. Circunvalación



Fuente: Elaboración Propia.

La evolución de la construcción del sistema puede seguir la combinación de etapas 1-2-4 o 1-3-4, lo que se puede distribuir en los 5 años horizonte de proyecto en diversas combinaciones, que dan origen a los 22 escenarios, presentados en la tabla siguiente.

Tabla 4. 3. Escenarios de evolución de la red vial

Escenario	AÑO				
	2006	2011	2016	2021	2026
Básico	1	2	2	2	2
1	4	4	4	4	4
2	3	3	3	3	3
3	3	4	4	4	4
4	3	3	4	4	4
5	3	3	3	4	4
6	2	2	2	2	2
7	2	4	4	4	4
8	2	2	4	4	4
9	2	2	2	4	4
10	1	3	3	3	3
11	1	4	4	4	4
12	1	1	2	2	2
13	1	1	3	3	3
14	1	1	4	4	4
15	1	1	1	2	2
16	1	1	1	3	3
17	1	1	1	4	4
18	1	2	4	4	4
19	1	3	4	4	4
20	1	2	2	4	4
21	1	3	3	4	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de la evaluación económica y financiera de estos escenarios se muestran en las siguientes tablas. Las hojas de evaluación completa de cada uno de los escenarios, se incluyen en los anexos correspondientes.

Tabla 4. 4. Resultados de la evaluación económica – Etapa B (miles de dólares)

Escenario	Total	Rentabilidad	Interna de	Valor Presente	Relación
Razón	2 402 400	66%	82%	217 506	7.02
1	2 551 552	61%	74%	230,100	6.55
2	2,246,084	56%	69%	195,988	6.14
3	2,521,657	54%	71%	219,693	6.54
4	2,471,092	55%	69%	208,448	6.36
5	2,419,226	56%	69%	202,735	6.27
6	2,430,293	74%	84%	227,192	7.85
7	2,543,425	66%	84%	231,022	7.21
8	2,531,609	69%	84%	230,226	7.54
9	2,516,833	71%	84%	229,511	7.72
10	2,239,968	61%	80%	197,722	6.84
11	2,515,541	58%	82%	221,350	7.23
12	2,354,995	67%	80%	207,106	7.76
13	2,231,302	65%	80%	197,678	7.20
14	2,456,311	63%	80%	210,132	7.43
15	2,386,377	66%	80%	203,307	7.51
16	2,213,234	67%	80%	196,575	7.38
17	2,299,837	68%	80%	200,987	7.64
18	2,503,725	62%	82%	220,668	7.60
19	2,464,976	60%	80%	210,349	7.09
20	2,488,949	64%	82%	219,904	7.78
21	2,413,110	61%	80%	204,651	7.00

Fuente: Elaboración propia

Por lo observado la Tabla 4. 4, se verifica que bajo el punto de vista económico el proyecto de la Radial Heredia – San José es viable, ya que todos los indicadores presentan resultados favorables que demuestran la viabilidad del proyecto. El VPN asume un valor positivo, la TIR alcanza niveles bastante superiores a la tasa utilizada como descuento, la razón B/C es fuertemente superior a la unidad y, de acuerdo a los valores generados del IRI, el año 2 se marca como el año óptimo para la operación de la Radial, para cualquiera de los 22 escenarios. Como era de esperarse, los escenarios en los cuales la evaluación económica denota mayores beneficios corresponden a los que consideran la operación de los tramos analizados más prontamente, pues trae beneficios de tiempo y costos de operación muy importantes en el corto plazo.

Tabla 4. 5. Indicadores de rentabilidad financiera – Etapa B

Escenario	VPN	TIR
Básico	34,705,206	20.56%
1	50,133,085	21.61%
2	51,698,374	23.42%
3	51,080,515	22.88%
4	51,656,854	23.33%
5	51,668,473	23.41%
6	34,821,454	19.48%
7	49,031,564	22.48%
8	44,604,260	21.01%
9	40,828,893	20.24%
10	35,221,492	20.40%
11	50,054,014	24.20%
12	49,329,295	23.53%
13	34,991,880	20.49%
14	44,811,231	22.17%
15	44,755,099	22.07%
16	41,065,814	21.36%
17	41,116,061	21.38%
18	35,165,354	20.61%
19	47,676,362	22.40%
20	50,324,130	24.20%
21	41,203,120	21.16%
22	50,379,774	24.30%
23	54,032,740	23.84%

Fuente: Elaboración propia

Los cuadros de flujo de efectivo, que son presentados en el anexo correspondiente a las evaluaciones financieras, muestran que en los primeros años los ingresos no son suficientes para hacer frente a los compromisos financieros adquiridos con la banca, lo que da como resultado que la insuficiencia de efectivo acumulado sea negativa en los primeros años del proyecto (el número de años varía de acuerdo con los flujos de cada escenario).

Los ingresos cubren en su totalidad necesidades de mantenimiento y operación del proyecto (representan en promedio el 30% del ingreso), mas no ocurre lo mismo con las no operativas, las cuales la superan con un amplio margen a los ingresos particularmente durante los periodos de pago de los préstamos bancarios.

Esto resulta que, aún cuando se generan utilidades antes de impuestos en la mayoría de los casos, a partir del año tres, las amortizaciones de pérdidas anteriores son tan elevadas que no permiten la generación de utilidades netas hasta el año siete, momento a partir del cual se generan año con año utilidades que hacen que el proyecto sea financieramente viable.

Los resultados obtenidos en la evaluación financiera para los escenarios analizados muestran que el proyecto es rentable bajo un esquema de financiamiento puro (20% inversionistas y 80% crédito bancario a una tasa del 5.53% real durante 10 años). Como se podrá observar en la tabla anterior, para todos los escenarios el VPN es positivo y la TIR superior a la TREMA, lo que indica la viabilidad financiera del proyecto. Esto se debe, a pesar de la fuerte inversión y los pagos de amortización e intereses, a los ingresos obtenidos por concepto de peaje, ya que se estima que volúmenes importantes de vehículos circularán por el proyecto propuesto.

Los mejores escenarios, en términos financieros, son aquellos que consideran la construcción más pronta del tramo entre Av. Circunvalación y Av. Séptima, pues permiten la recaudación de un porcentaje importante de ingresos adicionales.

Después de haber analizado los resultados de los diferentes escenarios tanto en el caso de la evaluación financiera como en el de la evaluación económica se observa que al considerar los diferentes indicadores de rentabilidad no hay un escenario en el cual coincidan todos los indicadores con mejores resultados.

Al realizar una comparación cruzada entre los indicadores de rentabilidad económicos y financieros por un lado, y entre los beneficios y costos e ingresos y gastos por el otro, se llegó a la conclusión de que el escenario que más conviene se desarrolle es el aquel que la vialidad AV. Circunvalación – Av. Séptima y el tramo Braulio Carrillo –Calle Blancos comienzan operaciones a partir del año 2006 y del cual se presentan los resultados a continuación. Esta decisión se ve reforzada por el problema del derecho de vía, que puede empeorar con el tiempo, por lo que se recomienda realizarlo lo más pronto posible.

Tabla 4. 6. Indicadores de Rentabilidad Financiera del Escenario Seleccionado

VPN	TIR	TREMA	Sobrante Neto de Operación	Valor Máximo de la Deuda
50,133,085	22%	8.34%	389,909,816	71,719,821

Fuente: Elaboración propia

El TREMA indica la tasa de rendimiento mínima aceptable para el proyecto equivalente a una tasa nominal de 21%. El sobrante de operación corresponde a la suma de los flujos disponibles después de haber cubierto los gastos operativos. El valor máximo de deuda se refiere al total de pagos que se tendrán que realizar por la vía de préstamos, esta incluye pago por intereses y pago al principal.

4.8.3. ETAPA C

Una vez definido el escenario ideal para la construcción de la Radial Heredia - San José, se procedió a evaluar el impacto que sobre ésta tendrá la construcción y operación del proyecto del Anillo Periférico. Para éstos fines se determinó el efecto que tendrá dicha vialidad sobre la demanda y por lo tanto los ingresos de la radial Heredia - San José.

A simple vista resulta obvio que dicho Periférico tendrá un efecto positivo sobre los indicadores económicos globales, pues ofrece beneficios especialmente al tránsito de paso de la ciudad, pero negativo con relación al desempeño de la Radial, debido a que será una competencia natural de la vialidad, al presentarse como una alternativa de camino para diversos usuarios de esta vía, lo cual representaría una disminución en los ingresos de la radial.

En este caso, el análisis consistió en evaluar el proyecto considerando el inicio de operaciones del periférico en los años 2011, 2016, 2021 y 2026. Se ajustaron los flujos y se procedió a determinar cuál es el momento en el que el comienzo de operaciones del periférico afecta los indicadores financieros de la menor forma posible permitiendo que el proyecto de la radial Heredia - San José continúe siendo una opción atractiva para los inversionistas.

Tabla 4. 7. Indicadores de rentabilidad financiera – Etapa C

Año inicio Periférico	VPN sin Periférico	VPN con Periférico	Diferencia	TIR
2011	50,133,085	-3,626,140	53,759,232	N/A
2016	50,133,085	14,611,581	35,521,504	15%
2021	50,133,085	28,871,867	21,261,218	19%
2026	50,133,085	37,756,682	12,376,402	21%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observa la disminución que sufre el VPN y la TIR con la entrada en operación del Periférico. Al analizar dicha tabla, se concluye que para que la Radial Heredia – San José se mantenga en los niveles requeridos de desempeño financiero, el Periférico no debiera hincar operaciones antes del año 2021. En caso contrario, el rendimiento que recibirán los inversionistas se verá severamente disminuido.

Claro está que debido a los beneficios económicos sobre el sistema, el Gobierno de Costa Rica puede decidir iniciar las operaciones de este proyecto antes del año recomendado, pero será necesario considerar los impactos sobre los ingresos de Circunvalación y, por lo tanto, sobre los resultados de su concesión.

4.8.4. ETAPA D

La etapa D analiza el impacto que provoca sobre los indicadores financieros el hecho de que el inversionista realice el desembolso necesario para la compra de los terrenos que se necesita adquirir para la construcción de la Radial Heredia -San José. Este supuesto, a su vez, considera dos alternativas:

- a) El inversionista asume el total de los costos de predios como parte del proyecto, financiándose de la misma forma que los escenarios anteriores: 20% capital contribuido y 80% de endeudamiento.
- b) El inversionista considera los costos de los predios como un préstamo al gobierno y éste amortizará dicho préstamo en un periodo de cinco años a partir del 2010, realizando pagos específicamente en los años 2010, 2012 y 2014.

Tabla 4. 8. Indicadores de rentabilidad financiera – Etapa D

Escenario	VPN	TIR	TREMA
A	-4,267,388	N/A	8.34%
B	6,486,093	10%	8.34%

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, podemos observar que el proyecto no es financieramente viable si el inversionista tiene que afrontar los costos concernientes a la adquisición de los predios. En el caso de que el gobierno le reembolse dichos costos, el proyecto es apenas rentable con 1.64 puntos arriba de la TREMA. Se recomienda, por lo tanto, que éstos costos no sean cargados al Concesionario.

4.8.5. ETAPA E

En concordancia con la propuesta realizada por el Consultor, se realizaron análisis de sensibilidad a las siguientes variables: i) Inversión y costos de mantenimiento y operación y ii) Ingresos, para observar de qué manera afectan estos parámetros a los cálculos de la evaluación. Las tablas que contienen la información detallada de cada escenario se incluyen en el anexo correspondiente de este documento.

La Tabla 4. 9 muestra el resumen del análisis de sensibilidad a las diversas variables.

Tabla 4. 9. Resultados de la evaluación económica - Etapa E (miles de dólares)

Escenarios	VPN	TIR	Relación B/C	IRI	VPN de los Beneficios del Usuario	
Base	230,100	74%	6.55	61%	271,522	
Sensibilidad a los Costos de Inversión	Costo 105%	228,029	71%	6.24	58%	271,522
	Costo 110%	225,957	68%	5.96	55%	271,522
	Costo 115%	223,886	66%	5.70	53%	271,522
	Costo 120%	221,815	64%	5.46	50%	271,522
	Costo 125%	219,744	61%	5.24	48%	271,522
	Costo 130%	217,673	59%	5.04	46%	271,522
Sensibilidad a los Beneficios	Benef 95%	216,524	71%	6.23	58%	257,946
	Benef 90%	202,947	68%	5.90	55%	244,370
	Benef 85%	189,371	65%	5.57	51%	230,794
	Benef 80%	175,795	61%	5.24	48%	217,218
	Benef 75%	162,219	58%	4.92	45%	203,642
	Benef 70%	148,643	55%	4.59	42%	190,066
Sensibilidad Cruzada	Costo 120% y Benef 80%	167,511	53%	4.37	40%	217,218

Fuente: Elaboración propia

Considerando los resultados obtenidos a los grupos de escenarios analizados, se obtiene:

i) Sensibilidad a cambios en la inversión y costos

Las variaciones aplicadas a estas variables van desde el 5% hasta el 30% del escenario base. Se observa que soporta los aumentos sin cambios sustanciales en ninguno de los indicadores y no se observa que ningún indicador sea particularmente sensible a estos aumentos.

ii) Sensibilidad a variaciones en los beneficios

Las variaciones aplicadas a esta variable van desde el 5% hasta el 30%. En este caso el resultado es similar a la sensibilidad a cambios en la inversión y costos, ninguno de los indicadores presenta disminuciones que pongan en riesgo la viabilidad del proyecto. Sin embargo se observa que el proyecto es más sensible a los cambios en beneficios ya que principalmente el VPN presenta cambios más que proporcionales a las variaciones en los beneficios.

iii) Sensibilidad cruzada a variaciones en inversión, costos y beneficios

Se realizó un análisis de sensibilidad considerando el peor escenario que sería aquel con un incremento en inversión y costos del 20% y una disminución en los beneficios del 20% y nuevamente se pudo constatar la solidez del proyecto ya que no presentó cambios que impliquen la no-viabilidad del proyecto.

Como se observa, el proyecto tiene una alta rentabilidad económica ya que al manejar los diferentes escenarios de sensibilidad, en ningún caso los indicadores se ven afectados en tal forma que resulte de consideración.

Con el efecto de medir la fortaleza financiera del proyecto, se realizaron los mismos escenarios para la evaluación financiera, presentándose los resultados en la Tabla 4. 10.

Tabla 4. 10. Indicadores de rentabilidad financiera – Etapa 2

Escenario		VPN	TIR
Base		28,871,867	19.38%
Sensibilidad a los costos de inversión, operación y mantenimiento	Costo 105%	25,974,213	17.76%
	Costo 110%	23,074,258	16.31%
	Costo 115%	20,178,660	14.99%
	Costo 120%	17,286,010	13.80%
	Costo 125%	14,395,993	12.70%
	Costo 130%	11,505,975	11.69%
Sensibilidad a los ingresos	Ingreso 95%	24,727,853	17.75%
	Ingreso 90%	20,578,702	16.14%
	Ingreso 85%	16,436,091	14.55%
	Ingreso 80%	12,292,027	12.97%
	Ingreso 75%	8,132,886	11.40%
	Ingreso 70%	3,962,303	9.83%
Sensibilidad cruzada	Costo 120% e Ingreso 80%	675,603	8.55%

Fuente: Elaboración propia

Considerando los resultados obtenidos a los grupos de escenarios analizados, se obtiene:

i) Sensibilidad a cambios en la inversión y costos

Las variaciones aplicadas a esta variable van desde el 5% hasta el 30%. A pesar del incremento en los costos, los indicadores financieros no llegan a ningún nivel que indique la no-rentabilidad de la viabilidad, siendo siempre superiores a la TREMA, con un valor mínimo superior a este índice en un 3.35%.

ii) Sensibilidad a variaciones en los beneficios

Las variaciones aplicadas a esta variable van desde el 5% hasta el 30%. A pesar de la reducción en los ingresos, los indicadores financieros no llegan a ningún nivel que indique la no-rentabilidad de la vialidad, siendo siempre superiores a la TREMA, con un valor mínimo superior a este índice en un 1.49%.

iii) Sensibilidad cruzada a variaciones en inversión, costos y beneficios

Para este análisis se manejó un incremento del 20% sobre los costos y una disminución en 20% sobre los ingresos. En este caso la TIR tiene un valor muy cercano a la TREMA, indicando encontrarse cercana a los niveles mínimos aceptables de rentabilidad.

Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad para la estructura financiera a aplicar en el estudio de la Radial Heredia – San José, donde el renglón concerniente a la participación de accionistas privados se considera en niveles del 20% al 40%, lo que trae como consecuencia una disminución en el monto del crédito bancario.

De este análisis podemos observar que los indicadores de rentabilidad no son muy sensibles a la estructura financiera, conforme aumenta la inversión privada, tanto el VPN como la TIR disminuyen, llegando ésta última a niveles del 17% para una aportación del 40% debido al peso que tiene el invertir el dinero de los accionistas al principio del proyecto vs. Financiarse con deuda e ir pagando con los flujos que genere la vialidad. Lo anterior se observa en la Tabla 4. 11.

Tabla 4. 11. Cuadro de participación porcentual, de acuerdo a estructura financiera

Participación Accionaria	Escenario Base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Capital Privado	20%	25%	30%	35%	40%
Préstamo Bancario	80%	75%	70%	65%	60%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Indicadores

VPN	28,871,867	28,676,691	28,483,714	28,291,523	28,100,102
TIR	19%	19%	18%	17%	17%
TREMA	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%	8.34%
Sobrante Neto de Operación	253,569,584	247,501,336	247,342,558	247,185,162	247,029,015
Valor Máximo de la Deuda	92,123,397	67,237,332	62,754,844	58,272,355	53,789,866

Fuente: Elaboración propia

4.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las evaluaciones económica y financiera muestran que el proyecto analizado es viable, resultando en fuertes ganancias económicas para los usuarios de la red vial de San José, así como la recuperación del capital invertido y una retribución atractiva a sus inversionistas.

La entrada en operación de los tramos Av. Circunvalación- Av. Séptima y Braulio Carrillo -Calle Blancos se recomienda para los años 2006 y 2011, respectivamente; siendo posible considerar la operación de ambas vías desde el año 2006.

Con relación a la operación del Periférico, este tiene fuerte impacto sobre los resultados financieros de la Radial Heredia-Circunvalación, por lo que lo más adecuado, de acuerdo a este criterio es posponer su construcción hasta el año 2021. Como su operación conlleva a beneficios económicos a la población, el Gobierno de Costa Rica puede decidir iniciar las operaciones de este proyecto antes del año recomendado, pero será necesario considerar los impactos sobre los ingresos de Circunvalación y, por lo tanto, sobre los resultados de su concesión.

Los costos de expropiación, si son cargados al concesionario, ocasionan fuertes reducciones sobre sus rendimientos, tornando el proyecto inviable si no existe el regreso del monto correspondiente.

En caso de que el gobierno regrese el monto correspondiente a los predios al concesionario, los resultados muestran que la concesión es viable, pero que la tasa interna de retorno no es sustancialmente superior a la TREMA, por lo que no resulta una inversión muy atractiva.

Finalmente, considerando los análisis de sensibilidad sobre el escenario seleccionado, se verifica que el proyecto de la Radial Heredia presenta una solvencia financiera suficiente para cubrir sus compromisos de deuda, de costos administrativos y de operación, con un margen suficientemente amplio para enfrentar posibles cambios del entorno económico.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. GENERALIDADES

Se describe en esta sección la ubicación, características principales en forma resumida, áreas de influencia, fases, equipo, necesidades de recursos, mano de obra y manejo de desechos.

Ubicación Geográfica: El proyecto de la Nueva Radial Heredia - San José tiene una extensión de 13 km aproximadamente, ubicándose en la Hoja Topográfica Abra N° 3345 I, escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional, entre los puntos definidos por las coordenadas Lambert 213.750 N / 526.750 E y 220.000 N / 521.700 E.

Ubicación Político-Administrativa: Administrativamente se ubica en varios distritos y cantones de las provincias de San José y Heredia.

Diseño y operación: Su desarrollo se ampara en la Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Ley N° 7762) y el Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto Ejecutivo N° 27098-MOPT).

El diseño preliminar y estudio de factibilidad fué realizado por el Consorcio Radial Heredia, quien debió garantizar un nivel de operación adecuado, nivel de servicio y seguridad en la fase de diseño.

La radial consta de dos componentes: la radial entre San José (Ave. 7) y Heredia (Sector de San Francisco, al oeste de la ciudad); y la Circunvalación Norte, la obra incluye la construcción de pasos deprimidos, pasos elevados, puentes para automóviles y peatonales

Es importante recalcar que el EsIA se realiza para el diseño preliminar de la obra. Posteriormente el concesionario deberá obtener los permisos constructivos y desarrollar un nuevo EsIA o actualizar el existente de acuerdo con las recomendaciones de SETENA.

Los diferentes alcances del proyecto son; en el campo de inversión un estimado de US\$40,273.000, los alcances técnicos están definidos por las obras que se realizarán para en el corredor vial, los alcances sociales incluyen la mano de obra que se contratará en forma temporal en la fase de construcción y en forma permanente en la fase de operación de la Radial y el beneficio a los usuarios, los alcances ambientales involucran la conservación y ampliación de la cobertura vegetal.

Legislación y Normas que regulan el Proyecto y su espacio físico: El Marco Legal de tipo General así como el Especifico son considerados para todas las actividades relacionadas con el Proyecto y permite la actuación apegada a ese cuerpo legal. La cita de éstas normas y de los principios contemplados en ellas, comprometen el desempeño del proyectista y de terceros relacionados con él, en donde consecuentemente se incluyen los aspectos ambientales. Todas las normas serán consideradas al elaborar el Plan de Gestión Ambiental del proyecto. En la siguiente tabla se enlistan las principales normas de carácter legal que regulan el proyecto.

Tabla 5.1

EslA Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Normas legales que regulan el proyecto según condición.

Condición	Legislación
<p>Uso del suelo: El área del proyecto se encuentra afectada por el Plan Director Urbano de San José, planes reguladores urbanos y reglamentos para áreas silvestres protegidas. Se encuentra afectada por legislación que regula la protección del patrimonio arqueológico. El proyecto como tal no estará afectando de una manera negativa las condiciones de uso del suelo predominantes, por el contrario, el recurso suelo es fundamental para el desarrollo y se verá mejorado en su estado de desarrollo. El recurso suelo deberá ser manejado conforme a normas técnicas adecuadas y a la normativa.</p>	<p>Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Uso y Conservación del Suelo (N° 7779). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley Forestal y su Reglamento (N° 7575). Ley General de Salud (N° 5395). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (N° 7317). Ley sobre Manejo de Basuras (N° 19049-S). Ley de Concesión de Obra Pública (N° 7762). Código Municipal (N° 7794). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley de Biodiversidad (N° 7788). Ley de Defensa y Conservación del Patrimonio Nacional Arqueológico (N° 5980). Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico (N° 6277). Código Sísmico. Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE). Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT). Reglamento de la Comisión Arqueológica Nacional (Decreto N° 19016-C). Plan Regulador del Cantón Central de San José. Plan Regulador del Cantón de Goicoechea</p>
<p>Construcción de obras civiles: El proyecto involucra la construcción de un corredor vial y facilidades de servicios y para utilización de los usuarios sujetas a leyes y normas particulares.</p>	<p>Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Construcciones, sus Reformas y su Reglamento (N° 833). Código Municipal (N° 7794). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley General de Salud (N° 5395). Ley General de Caminos y sus Reformas (N° 5060). Código Sísmico. Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Reglamento sobre el Manejo de Basuras (Decreto N° 19049-S). Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).</p>

Condición	Legislación
<p>Patrimonio arqueológico: La siguiente es la legislación que regula la protección del patrimonio arqueológico:</p>	<p>Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Defensa y Conservación del Patrimonio Nacional Arqueológico. Ley N° 5980. Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico. Ley N° 6277. Ley Orgánica del Ambiente. Ley N° 7554. Reglamento de la Comisión Arqueológica Nacional. Decreto Ejecutivo N° 19016-C. Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA. Decreto Ejecutivo N° 25705. Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).</p>
<p>Uso del agua: El proyecto requerirá el aprovechamiento del recurso agua para la preparación de la mezcla de concreto.</p>	<p>Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Ley Forestal y sus Reformas (N° 7575). Reglamento Ley Forestal (Decreto N° 25721). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley General de Salud (N° 5395). Ley de Aguas (N° 276). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (N° 7317). Ley de Biodiversidad (N° 7788). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Código Municipal (N° 7794). Reglamento de Vertido y Rehuso de Aguas Residuales (Decreto 26042-S-MINAE). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto No. 25705-MINAE) Reglamento sobre Calidad del Agua Potable. Reglamento Ley Forestal (Decreto N° 25721). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).</p>
<p>Calidad del aire y protección atmosférica: Existen lineamientos generales.</p>	<p>Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Caminos Públicos (N° 5060). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE). Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (N° 10541-TSS). Reglamento para el Control de Emisiones de Gases y Partículas Producidas por Vehículos Automotores. Convenio sobre Protección de los Trabajadores, Cuadro de Riesgos Debidos a la Contaminación del Aire, el Ruido y las Vibraciones. Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).</p>

Condición	Legislación
Paisaje: Al igual que el caso de la protección atmosférica, no existe una norma que regule lo relacionado con el paisaje, aunque existen lineamientos en la siguiente normativa.	Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE).

Áreas de Influencia: Se definieron de acuerdo con el Orientador Conceptual para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (OCE), de la SETENA. También se definen técnicamente con base en el criterio técnico de los profesionales que participaron en la elaboración del EIA; Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII). (Figura 5.1)

Disposición de Desechos: En virtud de que el proyecto se encuentra en la fase de pre-diseño, no es posible estimar con precisión el volumen de desechos que el proyecto podría generar, en las fases constructiva y operativa. No obstante se ha realizado una estimación preliminar y se ha profundizado en el análisis de las opciones de disposición final para efectos de contar con soluciones adecuadas, que permitan disponer desechos en forma ambientalmente adecuada.

Por lo anterior se identifican para los desechos sólidos dos fuentes:

Actividad de los trabajadores, desechos ordinarios. Se componen de materiales orgánicos, empaques plásticos, aluminio, de cartón y papel y envases de vidrio. Actualmente se cuenta con tres rellenos sanitarios para su disposición, así como facilidades para el uso de contenedores estacionarios.

Construcción de obras en diferentes sectores del trazado y diferentes actividades: Para el caso de los desechos procedentes de la construcción de las obras, se tienen:

Desechos de la demolición de obras existentes
Desechos de cobertura vegetal.
Material natural excedente
Excedentes o materiales de desecho de la construcción de obras de concreto,
Materiales provenientes del mantenimiento y operación de la maquinaria:

Para la disposición de estos desechos sólidos se analizan varias opciones. se estimaron los excedentes de materiales provenientes del movimiento de tierras en 116.518m³ y que cerca del 84% del material de corte es aprovechado como material de relleno.

Con el fin de valorar el manejo adecuado de los desechos provenientes de la construcción de las obras, se detallan propuestas en la etapa inicial de Análisis de Factibilidad, indicando las consecuencias de la ejecución desde el punto de vista del manejo de los desechos sólidos.

Sector 1: Avenida 7° — Intersección Circunvalación

Para el material de demoliciones se recomienda utilizar el sitio de disposición actual ubicado en la comunidad de Lagunilla de Heredia, tajo Salazar.

Para la disposición de los excedentes de excavación y del material vegetal, podría utilizarse el tajo abandonado ubicado en la margen derecha del río Virilla, enfrente del Cementerio Jardines del Recuerdo.

Los materiales provenientes de las actividades de mantenimiento de equipos y los ordinarios deberán ser dispuestos en los rellenos sanitarios de Río Azul, La Carpio o Los Mangos

Es importante mencionar que el material excedente del proceso constructivo será de 266 837 m³, que serán movilizados hacia los sitios de disposición indicados, los que a su vez cuentan con un espacio mínimo disponible de 906 000 m³.

Sector 2: Intersección Circunvalación – Intersección Santa Rosa

Para la disposición del material proveniente de las obras de demolición de estructuras existente y de la construcción de obras civiles se recomienda utilizar los mismos sitios indicados para el Sector 1, utilizando para la evacuación, exclusivamente la vía principal de La Uruca, dirección oeste, hasta la intersección de la Pozuelo y luego de ahí partir hacia los diferentes sitios posibles de disposición final.

Para la disposición de los excedentes de excavación y del material de vegetal se recomienda igualmente la utilización del tajo abandonado en la margen izquierda del río Virilla, indicado para el Sector 1. La vía de recorrido de los camiones de transporte de material sería la misma vía principal de La Uruca dirección oeste.

Para los desechos de las actividades de mantenimiento de camiones y otros desechos ordinarios, incluidos los ordinarios se recomienda el relleno La Carpio debido a su proximidad con este sector.

Para los efectos de esta sección, se ha estimado un excedente de material a ser dispuesto de 97 913 m³ y los sitios indicados para el depósito de desechos tienen una capacidad mínima actual de 906 000 m³

Sector 3: Intersección Santa Rosa — San Francisco de Heredia

Para la disposición del material proveniente de las obras de demolición de estructuras existente y de la construcción de obras civiles, se recomienda utilizar el sitio de disposición actual ubicado en la comunidad de Lagunilla de Heredia. El recorrido para el movimiento de camiones transportadores tendrá varias vías principales, la carretera principal de Santa Rosa hacia La Valencia y de ahí carretera al Barreal o bien la carretera Heredia al Barreal.

Para la disposición de los excedentes de excavación y del material vegetal, podría utilizarse los tajos abandonados ubicados en la margen izquierda y derecha del río Virilla, desde San Miguel de Santo Domingo de Heredia, hasta el ubicado enfrente del Cementerio Jardines del Recuerdo.

Los materiales provenientes de las actividades de mantenimiento de equipos y los desechos ordinarios deberán ser dispuestos en los rellenos sanitarios de Río Azul, La Carpio o Los Mangos

5.2. DIAGNÓSTICO DEL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIOECONÓMICO

Se presentan los resultados del diagnóstico de cada uno de los componentes ambientales que se encuentran en el área de influencia de la Nueva Radial Heredia – San José.

Geológicamente, la Nueva Radial Heredia – San José se encuentra afectada por la Fosa Mesoamericana, Arco Volcánico, Zona de Deformación Central de Costa Rica, Cuenca Transtensiva (Pull-Apart) del Valle Central. Las rocas que afloran en el área de influencia son de origen volcánico pertenecientes a las formaciones Lavas Intracañón, Depósitos de Avalancha Ardiente, Barva, lahares, cenizas y depósitos aluviales que generan una morfología plano – ondulada característica del ambiente geológico. Desde el punto de vista geológico, no se observan limitantes para desarrollar la Nueva Radial Heredia – San José. (Figura 5.2)

Desde el punto de vista de la geomorfología regional, la Nueva Radial Heredia – San José se encuentra en un terreno plano ondulado, donde prevalecen altitudes que entre 1000 y 1200 m.s.n.m. aproximadamente, se ubica en la sección central de la Depresión Tectónica Central en la que es evidente la presencia de áreas planas, áreas con pendientes medias y fuertes, y que están asociados fundamentalmente a la presencia de valles originados por la erosión hídrica, por lo que las áreas de mayor pendientes se encuentran en las vertientes de los ríos y sus áreas aledañas, el caso más representativo lo constituye el Río Virilla, que presenta un cañón bastante ensanchado, presentando pendientes entre fuertes y muy fuertes, otras áreas de pendiente media, se asocian a ríos o quebradas de menor jerarquía que el Río Virilla, sin embargo, en sí representan otra unidad desde el punto de vista topográfico o de pendientes.

Se plantea que es una forma más o menos regular, debido a que únicamente se identifican tres unidades geomorfológicas, las cuales no se diferencian de gran manera en sus características fenoménicas o aparantales, sin embargo, su diferencia básica parte más bien, a los procesos de la geodinámica (interna y externa) que las originó.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas presentes en el área del proyecto, permiten la generación de suelos residuales tipo Inceptisoles desarrollados a partir de la meteorización de los depósitos existentes y las rocas que se encuentra en profundidad.

Climatológicamente, el proyecto se localiza en la región climática denominada Valle Central, la cual comprende parte de las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago. En esta región la precipitación es variable dependiendo de la zona, pero en promedio oscila alrededor de 1967.2 mm anuales. La zona más seca corresponde a la ciudad de Cartago, con una precipitación promedio menor a 1400 mm, mientras que las zonas más lluviosas se encuentran en las faldas de las montañas, con precipitaciones que van desde 2500 hasta 3500 mm.

Contrario a la precipitación, la temperatura presenta muy poca variación a lo largo del año. Para un periodo de 15 años (1982-1997) la temperatura media anual en la zona fue de 22.7 °C. Los promedios mensuales varían poco entre el promedio anual máximo (26.9 °C) y el mínimo (18.5 °C).

La humedad relativa presenta un promedio anual de 75%, con poca variación en los diferentes meses. Durante los meses de septiembre y octubre se da un leve aumento en la humedad relativa (81%), lo cual coincide con el pico de la época lluviosa. En febrero y marzo ocurre un leve descenso de esta variable (67%), durante el pico de la época. El brillo solar presenta un valor promedio anual de 5.7 horas.

Desde el punto de vista red hidrográfica, se tiene que por su ubicación la nueva Radial Heredia – San José pertenece la cuenca del Río Virilla, la cual cuenta con éste como río principal, al cual también se le unen cantidades importantes de ríos, muchos de los cuales también drenan diferentes puntos. (Figura 5.3)

El sistema de drenaje, es del tipo subparalelo, lo que implica que todos los cauces corren en la misma dirección de una manera más o menos paralela. Para el caso de la subcuenca del Río Virilla, el sistema hídrico muestra una dirección predominante noreste – suroeste, esto sobre todo en la sección media de la subcuenca área de interés para el proyecto de la Nueva Radial San José – Heredia, sin embargo, llegan a un punto tal donde cada uno de los tributarios o afluentes llegan a unirse con el río principal, este tipo de drenaje está asociado a una condición de homogeneidad en las rocas por donde se desplaza el agua canalizada y que además representa cierto grado de control estructural ya que determina las secciones por donde el agua puede erosionar.

Bajo el área del proyecto, se encuentran dos acuíferos importantes para el abastecimiento de agua de parte de la población de Alajuela, Heredia y San José. Los acuíferos presentes se relacionan con las formaciones Lavas Intracañón (Formación Colima) y Barva, las cuales se encuentran separadas por la Formación Depósitos de Avalancha Ardiente (Formación Tiribí) que se comporta como un acuitardo. El agua subterránea tiene un flujo preferencial noreste–suroeste. Considerando las condiciones hidrogeológicas, se estima que no habrá afectación por parte de la Nueva Radial Heredia – San José a los acuíferos existentes, por cuanto ésta no entra en contacto con ellos.

Con respecto a la calidad del aire, se debe indicar que en ciertos sectores por donde se estima que pasará la carretera y zonas aledañas a la misma, ya existen alteraciones a los ecosistemas de magnitud significativa y la calidad del aire se ve influenciada por las emisiones antropogénicas. En este apartado, se consideran ruido, partículas totales en suspensión (TPS), monóxido de carbono(CO); para dióxido de nitrógeno (NO₂)y Ozono (O₃). Asimismo, se consideró la magnitud, prevalencia de la emisión, duración y frecuencia, riesgo, importancia para la salud humana, y mitigación.

A nivel de ruido se nota una directa correlación entre los niveles de ruido y flujo vehicular, la tendencia promedio indica que un aumento del flujo en 10 veh / min, eleva el nivel de ruido en 1.5 dB(A). En la gran mayoría de los lugares estudiados se obtuvieron valores altos de intensidad sonora, aún en algunos puntos con bajo flujo de vehículos, pero que registraban ruidos de fondo de carreteras circunvecinas o actividades industriales.

La nueva Radial Heredia – San José podría ser afectada por fenómenos naturales, tales como sismicidad, movimientos en masa, erosión e inundaciones en secciones puntuales cerca de los ríos y quebradas. Se descarta la posibilidad de eventos volcánicos. (Figura 5.4)

En términos de la clasificación biológica establecida por Holdridge, el área del proyecto Nueva Radial Heredia – San José se encuentra inmersa dentro de la Zona de Vida denominada Bosque Húmedo Tropical de Premontano, la cual está restringida a la cuenca intermontana del Valle Central. Esta zona de vida es la más alterada del país debido a la acción antrópica. Entre algunas de las causas se puede citar la alta densidad de población y la práctica de actividades agropecuarias a grande escala. Debido a esto, actualmente los parches de vegetación intacta en la zona son prácticamente inexistentes, sobreviven algunos remanentes de vegetación secundaria en las riberas de los ríos y las zonas con pendientes acentuadas y de difícil acceso.

Es importante mencionar que no existen zonas protegidas dentro del área del proyecto ni en su periferia inmediata, a excepción de las zonas de protección establecidas por la Ley Forestal en las riberas de los cursos de agua.

En las visitas de campo, se verificó que la fauna del área en estudio es escasa. Un grupo que presenta un número relativamente considerable de especies es el de las aves, ya que allí se encuentran especies adaptadas a vivir en zonas abiertas y crecimiento secundario joven, como el mosquero o pecho amarillo, la viuda y el zanate. En las zonas de crecimiento secundario se pueden encontrar algunas especies que habitan áreas con mayores extensiones de bosque.

En cuanto a mamíferos, en los pastizales y charrales son numerosos los roedores, principalmente de especies introducidas por el ser humano, como el ratón de casa y la rata de caño. Los anfibios y reptiles son escasos en el área de estudio, aunque en las riberas de los ríos se pueden observar algunas especies como el sapo.

El diagnóstico de las condiciones del medio socioeconómico en el área de influencia directa e indirecta, se resume a continuación.

Los usos actuales del suelo no muestran modificaciones importantes con respecto a los registros existentes, en los que se señala el carácter mayoritariamente urbano de la zona, en concordancia con su clasificación como parte de la Gran Área Metropolitana (GAM), entre los que se encuentran residencial, industrial, comercial, servicios, mixto, cobertura vegetal y caminos y vías públicas. (Figura 5.6)

Las comunidades del área corresponden, por lo general, a unidades político – administrativas de extensión más bien pequeña, cuya concentración de población denota los acelerados procesos de urbanización experimentados, la pérdida progresiva de espacios agrícolas y remanentes de vegetación, y la sobreexplotación del suelo para uso urbano, principalmente los componentes residencial y comercial. Como tendencia general, es posible señalar que los distritos con mayor extensión corresponden a la provincia de Heredia, mientras que los de menor extensión y con una densidad de población más alta, a la provincia de San José.

El área del proyecto cuenta con una amplia oferta de servicios educativos, públicos y privados, en todos los niveles (académico, técnico, diurno, nocturno, preescolar, primaria, secundaria y universitario), lo cual determina una ampliación de las oportunidades sociales de los residentes en la zona. En otro orden de cosas, el número de miembros por hogar es ligeramente inferior al promedio nacional. En ese sentido, el área de influencia en su totalidad, alcanza las 3.9 personas, mientras que en el país el promedio es de 4.1 personas.

El jefe de familia del área de influencia tiene, en promedio, 46.3 años de edad. El total de jefes de familia menores de 20 años es poco significativo con respecto al total, mientras que el peso relativo de grupos mayores de 60 y 70 años es bastante destacado. Este fenómeno se refleja en las condiciones de la fuerza de trabajo, donde cerca del 13% de los jefes de familia se encuentran, actualmente, pensionados.

El proceso de desarrollo económico de la zona ha determinado el abandono progresivo de las actividades agrícolas (si bien persisten prácticas como el cultivo de café), para orientarse sobre todo a la función residencial y en términos productivos, hacia el sector terciario de la economía. Las

tendencias de los últimos años, particularmente de 1994 hasta la fecha, señalan las brechas existentes entre la Región Central y las regiones periféricas.

La Población Económicamente Activa (PEA) de la región está constituida por 908404 personas, es decir 42.3% del total de residentes en la zona; el número de ocupados es de 769117, de los cuales 93028 se encuentran en condiciones de subempleo visible y 80321 en subempleo invisible; el número de desocupados asciende a 55993 personas, mientras que para 77735 no se conoce su situación de ingreso, lo cual puede obedecer a que se trate de actividades vinculadas con el sector informal de la economía. La población inactiva, por su parte, está constituida por 1239511 personas, de las cuales 517317 son menores de 12 años y 722194 de 12 años o más.

La variable tenencia de la tierra se encuentra estrechamente relacionada con el carácter predominante del uso del suelo del área de influencia del proyecto, que en este caso es urbano. Se determina que predominan los componentes urbano – residencial, comercial e industrial. En el área de influencia del proyecto también es posible encontrar pequeñas con porcentajes poco significativo del área total destinadas al uso público y comunal, como son los parques, canchas y plazas, así como las zonas de protección de acuíferos.

Los distritos comprendidos dentro del área de estudio cuentan con una amplia provisión de servicios, tales como electricidad, agua potable, telecomunicaciones, centros educativos, correo, servicios municipales, evacuación de aguas servidas, seguridad pública, transporte terrestre, servicios de emergencia, oficinas de extensión gubernamental y servicios privados.

Con respecto a la percepción local del proyecto, 92% de los residentes se muestra a favor de la construcción de la nueva Radial Heredia – San José y en el caso de los negocios y facilidades sociales, esta cifra asciende a un 98%. Esta actitud se basa en factores como el posible descongestionamiento y la agilización del tránsito, así como una mayor eficiencia del transporte. En el caso de la actitud desfavorable, se vincula principalmente con efectos sobre el ambiente biótico y físico.

Con respecto al patrimonio arqueológico, debido a que el área de influencia del proyecto está caracterizada por representar un espacio altamente urbanizado, se disminuye la posibilidad de encontrar material arqueológico, de acuerdo con investigación documental realizada en el Banco Unificado de Datos sobre Sitios Arqueológicos de Costa Rica, en el área de influencia indirecta existen reportados 38 sitios. De estos, 12 se ubican en el área de influencia directa; mientras que solamente dos se encuentran en el área del proyecto, por lo que se espera que sean afectados en forma directa.

Las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas no representan impedimentos para el desarrollo de la Nueva Radial Heredia – San José.

5.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se describe a continuación la evaluación de impactos ambientales para cada uno de los Componentes del Ambiente Ecológico (CAE) y los Componentes del Ambiente Socioeconómico (CAS).

5.3.1 ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los criterios de evaluación de impactos ambientales definen la significancia de los efectos negativos para cada CAE y CAS. Cada uno de estos parámetros se utiliza para cada impacto evaluado, asignándoles en la matriz un valor numérico, considerando los siguientes aspectos:

Magnitud	1, Baja: Efecto sobre las condiciones del medio dentro de los límites normales de variabilidad. 2, Media: incremento / disminución de las condiciones del medio, pero dentro de estándares y objetivos del diagnóstico. 3, Alta: contribución significativa en forma simple o conjunta en las variaciones del medio superiores a los estándares o fuera del área de influencia directa del proyecto .
Espacialidad	1, Puntual. 2, Local. 3, Regional .
Duración	1, Temporal. Los efectos del impacto se manifiestan durante un período definido, con pocas posibilidades de recurrencia. 2, Permanente. Los cambios al medio provocados por estos impactos serán manifiestos de manera indefinida.
Reversibilidad	R, Reversible, Una vez ocurrido el impacto, el medio regresa a las condiciones previas a la ocurrencia del impacto. I, Irreversible. El medio impactado no regresará a sus condiciones originales.
Contexto Ecológico / Socioeconómico / Cultural	1, Área poco o nada alterada por actividades humanas. 2, Área con evidencias de efectos adversos (alteración) ocurridos en el pasado.

5.3.2. INTERACCIONES POTENCIALES Y PREOCUPACIONES

Las interacciones de los CAE's y CAS's con las actividades del proyecto, se describen en términos generales en los Tabla 5. 2 y la Tabla 5. 3.

5.3.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE COMPONENTES DEL MEDIO ECOLÓGICO

5.3.3.1 CALIDAD DEL AIRE

a. Construcción

Se dará una generación potencial de polvo debido a las actividades de construcción, particularmente durante las actividades de preparación del sitio, incluyendo las labores de

limpieza del terreno y movimientos de tierra, todos debidos principalmente a la acción del viento. Una vez que inicien las actividades de preparación de base, las actividades de voladura, excavación, rellenos y conformación de taludes existe potencial de generar nubes de polvo. Este polvo tiene potencial de afectar las viviendas (áreas residenciales) que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto. Se estima que el polvo se dispersaría 200 m desde el punto de generación. Los sitios de préstamos se constituirían en fuentes potenciales de polvo que afectarían las comunidades cercanas.

El tránsito y trabajos de la maquinaria presente a lo largo de la fase de construcción del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, aumentarían el aporte de emisiones de gases a la atmósfera en particular dióxido de azufre, partículas sulfatadas, monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno; se esperaría un efecto potencial negativo sobre las comunidades cercanas al área de las obras.

Tabla 5. 2

ESIA Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Interacciones Potenciales entre Componentes del Ambiente Ecológico (CAE) y Actividades del Proyecto

Actividad	Calidad del aire	Ambiente acústico	Ambiente acuático (hábitat acuático)	Ambiente terrestre (hábitat terrestre)	Suelo Agrícola	Efecto Potencial
Fase de Construcción						
Preparación del sitio: Topografía, limpieza, movimiento de tierra	✓	✓	✓	✓	✓	Remoción de cobertura vegetal; suelo expuesto a procesos erosivos; generación de nubes de polvo; emisiones atmosféricas; generación de ruido; aumento en la sedimentación de ríos y quebradas; pérdida de suelo agrícola.
Preparación de base: Voladura, excavación, relleno, taludes	✓	✓	✓	✓		Emisiones atmosféricas, generación de ruido de maquinaria; afectación a fauna remanente por voladuras; aumento en la sedimentación de ríos y quebradas.
Obras en ríos y quebradas: preparación del sitio, desviación de cauces, instalación de boxes y puentes, restauración		✓	✓			Generación de ruido por la maquinaria; aumento en la sedimentación; afectación a fauna relacionada con cobertura vegetal de los cauces y sus riberas.
Actividades finales: pavimentado, señalización	✓	✓		✓		Emisiones atmosféricas; generación de ruido de maquinaria.
Fase de Operación						
Mantenimiento de radial y derecho de vía: reparación del pavimento, señalización, cunetas	✓	✓	✓	✓		Emisiones atmosféricas y generación de ruido de maquinaria; afectación a vegetación remanente; erosión del suelo; aumento en la sedimentación por obras en

Actividad	Cantidad del aire	Ambiente acústico	Ambiente acuático (hábitat acuático)	Ambiente terrestre (hábitat terrestre)	Suelo Agrícola	Efecto Potencial
Operación de radiat: presencia de derecho de vía, tráfico vehicular.	✓	✓	✓	✓		Alteración permanente en el hábitat en los alrededores de la radial; emisiones atmosféricas y generación de ruido; interacciones entre vehículos y la fauna remanente.

Tabla 5. 3

ESIA Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Interacciones Potenciales entre Componentes del Ambiente Socioeconómico (CAS) y Actividades del Proyecto

Actividad	Transporte	Catata-les	Seguir-idad pública y vial	Desplazamiento de la población	Recursos o arqueológico	Economi-a local y regional	Uso del suelo	Calidad de vida	Efecto Potencial
Preparación del sitio: Topografía, limpieza, movimiento de tierra	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Afectación a los usos del suelo existentes; afectación en la red vial regional (deterioro y saturación); expropiación; afectación del recurso arqueológico; generación de empleo; afectación a la salud humana por emisiones atmosféricas, generación de ruido y generación de polvo.
Preparación de base: Voladura, excavación, relleno, taludes			✓			✓		✓	Generación de empleo; afectación a la salud humana por emisiones



Actividad	Transporte	Cafeta-les	Seguir-idad pública y vial	Desplazamiento de la pobla-ción	Recurs o arqueo-lógico	Econo-mía local y regional	Uso del suelo	Calidad de vida	Efecto Potencial
Obras en ríos y quebradas: preparación del sitio, desviación de cauces, instalación de boxes y puentes, restauración						✓			Generación de empleo atmosféricas, generación de ruido y generación de polvo.
Actividades finales: pavimentado, señalización									Generación de empleo
Fase de Operación									
Mantenimiento de radial y derecho de vía: reparación del pavimento, señalización, cunetas			✓			✓		✓	Afectación de la seguridad pública; generación de empleo.
Operación de radial: presencia de derecho de vía, tráfico vehicular.	✓		✓	✓		✓		✓	Afectación en la red vial regional; aumento en la eficiencia del tráfico vehicular; disminución de la seguridad pública (accidentes de tránsito); generación de empleo; afectación a comunidades circundantes por emisiones atmosféricas y generación de ruido.

Los puntos donde se prepararía la mezcla asfáltica, quema de materia orgánica y basuras tendrían un impacto potencial calificado como reversible. En los patios de preparación de la mezcla asfáltica, las concentraciones de dióxidos de azufre serían mayores con un impacto reversible temporal y es muy probable que se detecten problemas de acidez ambiental muy local que podría afectar la vegetación circundante, pero una vez terminada la fase de construcción y se de la recuperación ambiental, el impacto finaliza casi en su totalidad.

Por otro lado, el aporte conjunto de partículas en suspensión (polvo) y emisiones gaseosas tendrían un efecto sobre las condiciones de visibilidad en los alrededores de las áreas de trabajo.

b. Operación

Se espera que el impacto potencial negativo debido a la operación del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José sea bajo.

Al contrario, se estima que debido a que los vehículos transitarían a altas velocidades habría una reducción en el aporte de emisiones gaseosas con la fluidez del tránsito, evitando de esta manera la existencia de vehículos detenidos y encendidos innecesariamente. Mejorando el flujo vehicular, se reduciría en forma regional la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

5.3.3.2 AMBIENTE ACÚSTICO

a. Construcción

En la fase de construcción las obras que se realizarán generarían un aumento potencial en la intensidad de sonidos en las áreas circundantes al Proyecto Nueva Radial Heredia – San José.

Se estima que las actividades que generarían el mayor aumento en la intensidad del sonido son la limpieza del terreno, movimientos de tierra y excavación por el uso de maquinaria pesada.

La actividad voladuras tendría un comportamiento particular por cuanto los eventos se comportarían como picos temporales con generación potencial de vibraciones del terreno. Debido a que el EsIA forma parte del Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental, no es posible definir los sitios donde se realizarán voladuras, ni se conocen las propiedades dinámicas del medio para establecer la magnitud del efecto ni su espacialidad.

Con respecto al aumento en la intensidad de sonido debido a las actividades de construcción, se estima que la afectación se centrará principalmente en las viviendas que se encontrarían a una distancia estimada de 200 m alrededor de la fuente de generación, las cuales serían las mismas que estarían afectadas por los efectos en la calidad del aire.

b. Operación

La fase de operación del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, implica el tránsito continuo de vehículos livianos y pesados en las cercanías de las viviendas.

Se estima que habría un efecto potencial negativo en una franja aproximada de 200 m a ambos lados de la radial. Los valores futuros de intensidad de sonido quedan sujetos a una cuantificación más específica. Este impacto es calificado como un impacto reversible y temporal.

5.3.3.3 HÁBITAT ACUÁTICO

a. Construcción

Se estima que las obras constructivas del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, tendrían un efecto potencial negativo sobre la calidad de las aguas superficiales y por lo tanto en el hábitat acuático. Los impactos potenciales se darían en las actividades de preparación del terreno, preparación de la base y obras en ríos y quebradas, debido al aporte de sedimentos desde los terrenos que quedarían desprovistos de cobertura vegetal y desde los taludes que se construirían para las obras en quebradas y ríos. El efecto negativo de las aguas pluviales se establece en razón del arrastre de contaminantes identificado por medio del trabajo de campo y la activación de procesos erosivos esperada. La única relación de impacto esperada con el medio biótico (en particular la fauna), se asocia con el efecto sobre ecosistemas acuáticos que aún persistan en los cuerpos de agua superficial del entorno y que recibirán a partir de esa descarga, sedimentación y otros contaminantes.

El efecto de la descarga de aguas pluviales es poco significativo. Sobre la infraestructura y los servicios, el impacto se valoró en función del deterioro a la calidad de las aguas en el entorno y el riesgo sobre la salud y seguridad comunal.

b. Operación

Se estima que en la fase de operación del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, habría un impacto potencial sobre la calidad del agua superficial y el hábitat acuático originado por procesos de arrastre de materiales a través del alcantarillado pluvial.

Asimismo, se estima que debido a las actividades de mantenimiento del pavimento y señalización, habría un aporte de solventes, pinturas y otras sustancias contaminantes de escurrimiento libre; por otro lado, la preparación de cunetas implicaría el aporte de sedimentos arrastrados a través del alcantarillado pluvial, afectando ambos el ambiente acuático de por sí alterado de los cuerpos de agua que se encuentran en el área del proyecto. Dependiendo del tipo de contaminante que se aporte, el efecto podría ser irreversible.

5.3.3.4 HÁBITAT TERRESTRE

a. Construcción

La información de los resultados obtenidos en el diagnóstico del hábitat terrestre, indica que las aves serán la fauna más afectada por las obras constructivas, con efecto particular en la época de apareamiento y el nacimiento de nuevos individuos debido a potenciales perturbaciones, tales como estímulos visuales (personal y maquinaria transitando) y ruido por la operación de la maquinaria. Como consecuencia del impacto, había una migración a otros nichos ecológicos capaces de sustentarlos, así como una disminución de la población en el área.

b. Operación

Se estima que el mayor impacto sobre el hábitat terrestre será sobre la población de aves de los alrededores, relacionado con el aumento en la intensidad del sonido que derivaría en una migración de las aves a otros nichos ecológicos.

Asimismo, existirían estímulos visuales que afectarían las costumbres de alimentación, apareamiento y cría de animales juveniles que podría generar también la migración hacia otros nichos ecológicos y una posible disminución en la población de determinadas especies.

5.3.3.5 SUELO AGRÍCOLA

a. Construcción

Se estima que las actividades de limpieza y movimientos de tierra generarían procesos de erosión hídrica y eólica. Tanto el movimiento de tierra como la erosión afectarían las capas superiores y la regolita del perfil de suelo que derivaría en una pérdida de utilidad del recurso. Por otro lado, en los sitios de apilamiento del stock de suelo sobrante así como las áreas de parques de la maquinaria y stock de materiales de construcción serán cubiertos y potencialmente tendrían aporte de contaminantes desde la superficie.

5.3.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE COMPONENTES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

5.3.4.1 TRANSPORTE

a. Construcción

En la fase de construcción, la red vial será potencialmente afectada que se reflejarían en retrasos. Se esperan embotellamientos debido al cierre parcial de las carreteras de la red vial circundante, así como la utilización de rutas alternas. En las rutas alternas utilizadas en la fase de construcción existe un potencial deterioro de la carpeta asfáltica debido al tránsito de maquinaria pesada.

b. Operación

Una vez que el Proyecto Nueva Radial Heredia – San José entre en operación, se espera un impacto positivo sobre las condiciones de transporte, por cuanto habría una disminución en el tiempo de viaje entre Heredia y San José, un descongestionamiento potencial de las vías utilizadas por los usuarios y gracias a la disminución en el tiempo de tránsito, se obtendría una disminución en la cantidad de emisiones gaseosas contaminantes. Se estima que un viaje de Heredia a San José y viceversa utilizando la radial tomaría unos 16 minutos en hora pico.

Sin embargo, se espera que junto con los impactos positivos se dé un incremento potencial en el costo por la utilización del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, debido a que ésta será otorgada por concesión, lo que derivaría en una limitante para los usuarios de la radial.

5.3.4.2 CULTIVOS DE CAFÉ

a. Construcción

El impacto sobre los cultivos de café como actividad productiva se relacionan con la pérdida potencial del recurso suelo como soporte para el cultivo de café. Esta situación derivaría en un aumento en el costo de producción del café que afectaría a medianos y pequeños productores. Asimismo, debe considerarse que la radial se constituiría en una barrera que dividiría los terrenos dedicados al cultivo de café.

5.3.4.3 SEGURIDAD PÚBLICA Y VIAL

a. Construcción

Se estima que en la fase de construcción del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José se daría una situación de riesgo laboral en la construcción de los componentes de la radial. Debido a la complejidad de las obras que se construirían, podría existir un grado de riesgo relacionado con caídas desde las estructuras de los puentes y los sitios donde se realizarían cortes y rellenos. Se estima que se daría un aumento en la cantidad potencial de ocurrencia de accidentes por el ingreso de personas residentes de los alrededores y ajenas al proyecto que se interesen por involucrarse con él. Debe agregarse que la radial podría convertirse en un “atajo” para ser utilizado por los vecinos de áreas circundantes, aumentando de esta manera la posibilidad de accidentes.

b. Operación

En la fase de operación se estima que la utilización del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, disminuiría la ocurrencia de accidentes de tránsito en las rutas tradicionalmente utilizadas para trasladarse de Heredia a San José y viceversa, por cuanto la radial tendría principalmente salidas hacia carreteras utilizadas actualmente. Sin embargo, debido al tránsito de alta velocidad habría un aumento en la cantidad de accidentes de tránsito debido a la pérdida de control del vehículo.

Debido a que la radial cortaría rutas de paso tradicionales de peatones, estos cruzarían la radial aumentando de esta manera la cantidad de accidentes de tránsito que involucren vehículos y peatones.

5.3.4.4 DESPLAZAMIENTO DE LA POBLACIÓN

a. Construcción

Los impactos potenciales principales debido al desplazamiento de la población se darían principalmente en la fase de construcción del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José.

En primer término se tiene que la construcción de la radial implica la expropiación de tierras que serían utilizadas para la construcción. El desplazamiento de la población que va ser expropiada es un aspecto que implica desarticulación social y desarraigo, tanto para la población movilizadora como para la que se queda en su lugar actual. Estos fenómenos variarán de intensidad dependiendo de las condiciones actuales de ocupación del terreno, de la magnitud del desplazamiento (número de familias o negocios desplazados).

Con respecto a las partes donde se deberá expropiar a los actuales ocupantes, se podría verificar la pérdida, para las familias movilizadas, de las fuentes de empleo e ingreso actuales, lo cual representa un impacto negativo de carácter permanente para esta población.

5.3.4.5 RECURSO ARQUEOLÓGICO

a. Construcción

El conocimiento de la zona en la cual se construiría el Proyecto Nueva Radial Heredia – San José y el diagnóstico arqueológico ejecutado, permitieron identificar la presencia de patrimonio de interés arqueológico.

Se estima la destrucción potencial del patrimonio arqueológico en los sitios con evidencia de restos de interés.

Con respecto al patrimonio arqueológico, las áreas donde no se hayan dado procesos de urbanización, destinadas históricamente a usos agrícolas o lotes en desuso, tienen un alto potencial de contener recursos arqueológicos. De desarrollarse obras que impliquen movilización de maquinaria pesada y modificación de uso del suelo, este recurso quedaría destruido, por lo que es necesario llevar a cabo una evaluación arqueológica completa en los sitios donde se vayan a desarrollar dichas obras.

5.3.4.6 ECONOMÍA LOCAL Y REGIONAL

a. Construcción – Operación

En primera instancia se tiene que el Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, como proyecto se constituiría en una fuente generadora de empleo temporal para los pobladores de sus alrededores y mejorando su calidad de vida. Además la radial se

constituiría en un elemento atrayente para la inversión de actividades económicas que se instalarían cerca de ella para optimizar su ingreso, entre las que se incluyen estaciones de servicios, industrias, restaurantes, centros comerciales, entre otros.

Por otro lado, disminuirían los costos por viaje entre Heredia y San José, situación que se reflejaría en una disminución del costo para los usuarios de servicios públicos que utilicen la radial, así como los transportistas de carga. Se incluye una condición de atracción de la radial para el desarrollo de la industria como actividad relacionada.

5.3.4.7 USO DEL SUELO

a. Construcción – Operación

Como impactos indirectos de esta fase sobre el uso del suelo, se tiene a corto plazo la limitación en cuanto a la posibilidad de destinar a ciertos usos las áreas aledañas a la carretera (esta situación se refiere sobre todo a las difíciles condiciones para la actividad agrícola, la protección y conservación de áreas de bosque, así como la construcción y habilitación de áreas recreativas). Es posible que a mediano y largo plazo se desarrollen focos de actividad comercial o industrial en las zonas aledañas a la carretera, específicamente en los puntos donde se habiliten salidas o accesos. Esto, en razón de que la mayoría de dichos puntos ya están ocupados, se espera que ocurra a baja escala.

5.3.4.8 CALIDAD DE VIDA

a. Construcción

El desarrollo del proyecto va a representar interferencia con la movilización de los residentes locales, a raíz de la suspensión del tráfico vehicular, para ejecutar las obras. Esto puede significar un incremento en el tiempo de desplazamiento de la población, incomodidades y malestar, así como aumento del costo derivado del transporte. El desplazamiento de la población que va ser expropiada es un aspecto que implica desarticulación social y desarraigo, tanto para la población movilizada como para la que se queda en su lugar actual.

Otro impacto es el desplazamiento de locales o empresas que brindan empleo a pobladores locales, privando a estos de la fuente de ingreso, sin embargo este fenómeno, de ocurrir, sería en pequeña escala, pues en la zona predomina la pequeña y mediana empresa, donde laboran pocas personas, por lo que no representaría un rompimiento del equilibrio económico.

Durante esta fase, la movilización de maquinaria pesada y el cierre de vías representan una disminución de la seguridad vial.

b. Operación

La operación del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, se vincula con la desarticulación de las redes de cobertura de servicios comunales. Asimismo, la radial podría afectar las redes de cobertura de servicios de emergencia y/o gubernamentales y se estima un aumento en la contaminación del ambiente debido a un aumento en el ruido,

aporte de líquidos contaminantes desde la radial, entre otros y que tendrían implicaciones en los alrededores de la radial.

En la fase de operación, la radial podría representar una interferencia con la movilización de los residentes locales, por la eliminación de accesos a comunidades aledañas. Esto puede significar un incremento en el tiempo de desplazamiento de la población, así como del costo derivado del transporte.

Por otro lado la radial tendría como un impacto directo, la pérdida de algunos accesos actualmente existentes, lo cual podría dificultar la movilización de la población local. También puede conducir, a mediano y largo plazo, a la construcción de nuevos caminos secundarios u opciones de paso, de manera no planificada.

Las siguientes tablas muestran la evaluación de impactos realizada.

5.4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Es importante aclarar que las medidas de mitigación que se proponen, tienen el carácter de preliminares debido a que el proyecto se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad.

Tabla 5.4
EsIA Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Resultados obtenidos de la Evaluación de Impactos Ambientales

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental							
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Ecológico	Efecto Residual	Factor de confiabilidad	
COMPONENTE DEL AMBIENTE ECOLOGICO									
1. Calidad del Aire									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía	Generación de nubes de polvo (-).	1	1	1	1	2	S	2
	Limpieza	Emissiones atmosféricas (-).	1	1	1	1	2	S	2
Preparación de base	Movimientos de tierra	Generación de nubes de polvo (-).	1	1	1	R	2	S	2
	Voladura	Emissiones atmosféricas (-).	1	1	1	R	2	S	2
	Excavación	Generación de polvo (-), Emissiones atmosféricas (-).	1	2	1	R	2	S	2
Actividades finales	Relleno								
	Taludes								
b. Operación	Pavimentado	Emissiones atmosféricas (-).	1	3	1	R	2	S	2
	Señalización								
Mantenimiento de radial y derecho de vía	Reparación del pavimento	Emissiones atmosféricas (-).	2	2	1	1	2	S	2
			Señalización						
	Cunetas								
Operación de la radial	Presencia de derecho de vía	Disminución de emisiones gaseosas a la atmósfera (+)	2	3	2	1	2	P	3
	Tráfico vehicular								
2. Ambiente Acústico									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía								
	Limpieza	Aumento en los niveles de ruido (-).	2	2	1	R	2	S	3
Movimiento de tierra		Aumento en los niveles de ruido (-).	2	2	1	R	2	S	3



Continuación Tabla 5. 4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de confiabilidad
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Ecológico			
Preparación de base	Aumento en los niveles de ruido (-).	2	2	1	R	2	S	3	
									Voladura
									Excavación Relleno Taludes Preparación del sitio
Obras en ríos y quebradas	Aumento en los niveles de ruido (-).	2	2	1	R	2	S	3	
									Desviación de cauces
									Instalación de boxes y puentes Restauración
Mantenimiento o de radial y derecho de vía	Aumento en los niveles de ruido (-).	1	1	1	R	2	N	3	
									Reparación del pavimento
									Señalización Cunetas Presencia de derecho de vía
Operación de la radial	Aumento en los niveles de ruido por tráfico vehicular (-).	2	2	2	R	2	S	3	
									Tráfico vehicular
3. Hábitat Acuático									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Movimiento de tierra	2	2	1	R	2	S	3	
									Topografía
	Limpeza								
		Activación de procesos erosivos y aumento en la sedimentación de cuerpos de agua (-). Incremento de riesgo de accidentes con potencial aporte de hidrocarburos (-). Efecto por mal manejo de desechos sólidos y líquidos (-).							

Continuación Tabla 5. 4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confiabilidad
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Ecológico			
Preparación de base	Voladura Excavación Relleno Taludes	Activación de procesos erosivos y aumento en la sedimentación de cuerpos de agua (-). Incremento de riesgo de accidentes con potencial aporte de hidrocarburos (-).							
		2	2	1	R	2	S	3	
		Preparación del sitio							
Obras en ríos y quebradas	Desviación de cauces Instalación de boxes y puentes Restauración	Activación de procesos erosivos y aumento en la sedimentación de cuerpos de agua (-). Afectación a fauna acuática relacionada con cuerpos de agua (-).							
		2	2	1	R	2	S	3	
		b. Operación							
Mantenimiento de radial y derecho de vía	Reparación del pavimento Señalización Cunetas	Aporte de sedimentos desde la radial (-).							
		1	1	1	R	2	N	3	
		Precipitación de lluvia con hidrocarburos y gases disueltos (-) Incremento de riesgo de accidentes que aportarian hidrocarburos (-).							
Operación de la radial	Tráfico vehicular	Riesgo de aporte de hidrocarburos desde la radial (-).							
		1	1	2	1	2	S	2	
		4. Ambiente Terrestre							
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía Limpieza Movimiento de tierra	Potencial destrucción y abandono de nichos ecológicos (-).							
		2	2	2	R	2	S	2	
		Potencial migración a otros nichos ecológicos (-).							
Preparación del sitio	Movimiento de tierra	Estrujos visuales y ruido sobre la fauna (-).							
		2	2	1	R	2	S	2	



Continuación Tabla 5.4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confiabilidad			
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Ecológico						
Preparación de base	Voladura											
	Excavación											
	Relleno Taludes	Aumento del ruido y afectación a aves (-).	3	2	1	R	2	S	2			
Actividades finales	Pavimentado	Estímulos visuales y ruido sobre la fauna (-)	2	2	1	R	2	S	2			
	Señalización											
b. Operación												
Mantenimiento o de radial y derecho de vía	Reparación del pavimento	Estímulos visuales y ruido sobre la fauna (-).	2	2	2	R	2	N	2			
	Señalización											
Operación de la radial	Cunetas	Presencia de derecho de vía	Disminución en la población de fauna (-). Migración a otros nichos ecológicos (-).	2	2	2	R	2	S	2		
				Tráfico vehicular	Estímulos visuales y ruido sobre la fauna (-). Interacción con vehículos (-).	2	2	2	R	2	S	2
5. Suelo Agrícola												
a. Construcción												
Preparación del sitio	Topografía	Limpieza	Activación de procesos erosivos (-).	3	1	2	I	2	S	3		
				Movimiento de tierra	Remoción del suelo vegetal y pérdida del suelo como recurso (-)	3	2	2	I	2	S	3
COMPONENTE DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO												
6. Transporte												
a. Construcción												
Preparación del sitio	Topografía	Limpieza	Afectación a la red vial regional (-).	3	3	1	R	2	S	3		
				Movimiento de tierra	Detenoreo de vías alternas (-).	2	2	1	R	2	S	3

Continuación Tabla 5. 4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confiabilidad
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Ecológico			
Preparación de base	Interrupción y modificación del flujo vehicular y la red vial (-). Inhabilitación de vías de uso actual (-). Deterioro de vías alternas (-).	2	2	1	R	2	S	3	
		Voladura							
		Excavación							
		Relleno							
Operación de la radial	Modificación de rutas (-). Incremento en el costo por el uso de la radial (-). Disminución en el tiempo de tránsito (+). Disminución en la ocurrencia de congestiones (+). Reducción de emisiones atmosféricas (+).	2	2	2	1	2	S	3	
		Presencia de derecho de vía							
		Tráfico vehicular	3	3	2	1	2	P	3
		Movimiento de tierra							
7. Cultivos de Café									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía								
	Limpieza	Perdida del cafetal como actividad productiva (-). Incremento en el costo de producción del café (-).	2	1	2	1	2	N	3
8. Seguridad Pública y Vial									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía								
	Limpieza	Aumento de riesgo laboral (-).	2	1	1	R	2	N	3
	Movimiento de tierra	Aumento de riesgo laboral (-). Accidentes en áreas de trabajo (-).	2	1	1	R	2	N	3
Preparación de base	Voladura								
	Excavación	Aumento de riesgo laboral (-).	2	1	1	R	2	N	3
	Relleno	Accidentes en áreas de trabajo (-).							
	Taludes								



Continuación Tabla 5. 4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confiabilidad
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Socioeconómico			
Obras en ríos y quebradas	Aumento de riesgo laboral (-). Accidentes en áreas de trabajo (-).	2	1	1	R	2	N	3	
									Preparación del sitio
Actividades finales	Aumento de riesgo laboral (-).	2	1	1	R	2	N	3	
b. Operación									
Operación de la redial	Disminución de accidentes de tránsito (+) Accidentes de tránsito por alta velocidad (-). Accidentes de tránsito que involucra peatones (-).	3	1	2	R	2	P	3	
9. Desplazamiento de la Población									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Pérdida de viviendas, negocios y fuentes de empleos (-).	2	1	2	1	2	S	3	
									Topografía
10. Recurso Arqueológico									
a. Construcción									
Preparación del sitio									



Continuación Tabla 5. 4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confiabledad
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Socioeconómico			
Movimiento de tierra	Destrucción de terrenos con evidencia arqueológica (-). Financiamiento de investigaciones arqueológicas y divulgación del patrimonio arqueológico (+).	2	1	2	R	2	S/R	2	
		Preparación del sitio	Destrucción de terrenos con evidencia arqueológica (-).	2	1	2	R	2	S
Obras en ríos y quebradas	Desviación de cauces	Instalación de boxes y puentes							
		Restauración							
11. Economía Local y Regional									
a. Construcción – Operación									
Preparación del sitio	Topografía								
	Limpieza	Desestimulo para el desarrollo de la actividad cafetalera (-).	2	2	2	R	2	S	3
Preparación de base	Movimiento de tierra								
	Voladura								
	Excavación	Generación de fuentes de empleo (+)	2	2	1	I	2	P	3
	Relleno								
	Taludes								



Continuación Tabla 5.4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confiabilidad
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Socioeconómico			
Obras en ríos y quebradas	Preparación del sitio	Generación de fuentes de empleo (+).	2	2	1	1	2	P	3
	Desviación de cauces								
	Instalación de boxes y puentes								
Restauración									
Actividades finales	Pavimentado y Señalización	Generación de fuentes de empleo (+).	2	2	1	1	2	P	3
Mantenimiento de radial y derecho de vía	Reparación del pavimento y Señalización	Generación de fuentes de empleo (+).	2	2	2	1	2	P	3
Operación de la radial	Presencia de derecho de vía	Desestímulo para el desarrollo de la actividad cafetalera (-). Estímulo para el desarrollo de actividades comerciales relacionadas con la radial (+). Disminución en los costos de transporte (+). Aumento de plusvalía de terrenos relacionados (+). Atracción de la actividad industrial en terrenos relacionados (+).	2	2	2	1	2	N/P	3
	Tráfico vehicular								
12. Uso del Suelo									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía								
	Limpieza								
Movimiento de tierra		Modificación en el uso agrícola del suelo (-). Pérdida de áreas de interés público (-). Pérdida de oportunidades de modificar el uso del suelo (-).	2	1	2	1	2	N	3
		Estímulo para el desarrollo habitacional (+).							

Continuación Tabla 5.4

Actividad	Efecto Potencial	Criterio de Significancia para el Efecto Ambiental						Efecto Residual	Factor de Confianza
		Magnitud	Espacialidad	Duración	Reversibilidad	Contexto Socioeconómico			
13. Calidad de Vida									
a. Construcción									
Preparación del sitio	Topografía								
	Limpieza	Desarraigo (-).	2	1	2	R	2	S	3
Preparación de base	Movimiento de tierra	Pérdida de tranquilidad en las comunidades cercanas a la radial (-).	2	1	2	R	2	S	3
	Voladura	Inseguridad vial (-).							
Operación de la radial	Excavación	Pérdida de tranquilidad en las comunidades cercanas a la radial (-).	2	1	2	R	2	S	3
	Relleno								
Operación de la radial	Taludes								
	Presencia de								
	derecho de								
	vía	Pérdida de acceso a servicios (-).	2	1	2	1	2	N/P	2
	Tráfico	Incremento de tranquilidad (+).							
	vehicular								
b. Operación									

Magnitud:

1, Baja (efecto sobre las condiciones del medio dentro de los límites normales de variabilidad); 2, Media (incremento disminuido de las condiciones del medio, pero dentro de estándares y objetivos del diagnóstico); 3, Alto (contribución significativa en forma simple o conjunta en las variaciones del medio superiores a los estándares fuera del área de influencia directa del proyecto).

1, Puntual; 2, Local; 3, Regional.

1, Temporal; 2, Permanente.

R, Reversible; 1, Irreversible.

1, Área poco o nada alterada por actividades humanas; 2, Área con evidencias de efectos adversos (alteración ocurridos en el pasado).

S, Efecto ambiental adverso significativo; N, Efecto ambiental adverso poco significativo; P, Efecto ambiental positivo.

1, Nivel de confiabilidad bajo; 2, Nivel de confiabilidad medio; 3, Nivel de confiabilidad alto.

Espacialidad:

Duración:

Reversibilidad:

Contexto Ecológico / Socioeconómico / Cultural:

Efecto Residual:

Factor de Confiabilidad:

5.4.1 COMPONENTES DEL MEDIO ECOLÓGICO

5.4.1.1 CALIDAD DEL AIRE

a. Construcción

Aplicación de la normativa referente a materiales granulados en los cortes y rellenos para prevenir la formación de nubes de polvo, incluyendo el Código de Minería y Norma INTE N° 31-10-01-97 Excavaciones a Cielo Abierto y Subterráneas. Regulaciones de Seguridad, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192, publicada el 2 de octubre, 1998 y conexas; asimismo, aplicar la normativa referente a la ubicación de instalaciones y explotación de materiales granulados. Aplicar la normativa para sitios de préstamo y disposición de desechos sólidos.

Para controlar la generación potencial de nubes de polvo, aplicar agua rociada en las áreas expuestas. Los vehículos utilizados para entrada y salida de materiales, deberán tener la respectiva cubierta del cajón

Los vehículos utilizados para las labores constructivas deberán cumplir con la normativa de emisiones atmosféricas.

Los sitios destinados para la disposición de tierra y rocas, deberán ser previamente autorizados por las autoridades locales y serán objeto de inspección durante el monitoreo ambiental.

Una vez terminadas las labores de construcción y con el fin de evitar la exposición del suelo a la erosión, cubrir la superficie con algún tipo de pasto.

b. Operación

Aplicar una campaña de educación ambiental y concientización a los propietarios y usuarios de vehículos automotores acerca del mantenimiento de las condiciones óptimas del motor para controlar el ruido y las emisiones al aire de agentes tóxicos. Con respecto a los impactos debido a las emisiones atmosféricas, no es posible definir medidas de mitigación mas que la indicada con anterioridad.

5.4.1.2 AMBIENTE ACÚSTICO

a. Construcción

Aplicar la normativa legal que regula las fuentes de generación de ruido, incluyendo el Decreto Ejecutivo N° 78718-S, publicado en La Gaceta N° 155 el 14 de agosto, 2000.

Brindar el mantenimiento adecuado a la maquinaria que se utilice en las actividades de la fase de construcción, incluyendo la preparación del sitio, preparación de la base, obras en ríos y quebradas y actividades finales.

En las partes internas de las áreas verdes, utilizar para la siembra especies que presenten una altura superior a los 20 m. En los espacios destinados a áreas verdes, plantar arbustos muy ramificados, con hojas pequeñas, que no interrumpan la visibilidad de los conductores en las partes más próximas a la carretera. Emplear especies de porte bajo (de 5 a 15 m)

b. Operación

Sembrar especies de árboles de rápido crecimiento y construir paneles de concreto para utilizarlos como barreras acústicas. Promover una campaña de educación ambiental y concientización a los propietarios y usuarios de vehículos automotores acerca del mantenimiento de las condiciones óptimas del motor.

5.4.1.3 HÁBITAT ACUÁTICO

a. Construcción

Diseñar un programa de control de erosión, principalmente en los sitios con pendientes mayores de 10 % que contemple la incorporación de sistemas capaces de prevenir y/o mitigar el efecto de los diferentes agente de erosión hídrica. La implementación de este plan deberá tener lugar antes de iniciar las actividades de movimientos de tierra.

En caso de que los movimientos de tierra se ejecuten durante la estación lluviosa, antes de su inicio deberá elaborarse un programa de control de erosión, que contemple la implementación de obras temporales para evacuar y conducir las aguas pluviales de los frentes de trabajo, provistas de trampas para la retención de sedimentos y de estaciones de registro para minimizar la energía de los flujos.

Los canales de conducción pluvial deberán contar con delantales de disipación y cabezales de desfogue, que mitigue aún más el efecto de los flujos sobre los cuerpos receptores (aumento en la turbidez) de las aguas pluviales.

Para mitigar el impacto sobre los ecosistemas acuáticos (ríos del entorno) deberá procurarse que el único vertido directo de aguas en esta fase corresponda a aguas pluviales, en tanto todas las aguas residuales sean sometidas a sistemas de tratamiento antes de su disposición final, o bien que reciban tratamiento en instalaciones adecuadas (caso de las casetas sanitarias, para las cuales las empresas que venden el servicio cuentan con su propia instalación de tratamiento).

Implementar un programa de conservación del hábitat acuático en los ríos y quebradas de la cuenca, que incluya a grupos organizados de la comunidad y escuelas cercanas.

b. Operación

Implementar un programa de inspección y limpieza de la red de aguas pluviales. Durante la estación seca se realizará una vez al mes y durante la estación lluviosa una vez por semana. Durante la limpieza deberán recolectarse los desechos sólidos, almacenarse en los contenedores temporales y enviarse a una instalación sanitaria autorizada para su

disposición final. Los sedimentos podrán ser dispuestos en áreas verdes adyacentes a la Radial Heredia – San José. La red de aguas pluviales deberá ser absolutamente independiente de otras redes de aguas residuales y ninguna fuente de desechos líquidos podrá utilizar esta misma red.

El sistema permanente de desfogue de aguas pluviales deberá contar con un delantal de disipación y un cabezal de desfogue que reduzca la energía del flujo de aguas antes de ingresar al cuerpo receptor. El vertido deberá realizarse a una altura no menor a 1 m en relación con la superficie del agua en el cuerpo receptor en época de estío; el ingreso de las aguas pluviales al cauce deberá darse en un ángulo no mayor a 45°.

Para recuperar la vegetación riparia en los cauces de los ríos y quebradas, donde actualmente es escasa o no existe, sembrar individuos de Yuca guatemalensis (Itabo), Mauria heterophylla (Cirrí), Chamaedorea costaricana (Pacaya), Tabebuia rosea (Roble sabana), Cordia eriostigma (Muñeco), Croton xalapensis (Targuá), Cnidoscolus aconitifolius (Chicasquil), Zygia longifolia (Sota caballo), Erythrina costaricensis (Poró Cimarrón), Erythrina poeppigiana (Poró gigante), Persea caerulea (Aguacatillo), Ficus jimenezii (Higuerón) y Acnistus arborescens (Güitite).

Preparar un protocolo de plan de emergencia ante la ocurrencia de accidentes que involucren el aporte de contaminantes líquidos a los ríos y quebradas, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación. El protocolo debe incluir el manejo de desechos sólidos y líquidos.

5.4.1.4 HÁBITAT TERRESTRE

a. Construcción

En caso de cortar árboles en el área del proyecto, deberán obtenerse los permisos respectivos, de conformidad con lo establecido en la Ley Forestal N° 7575 y su Reglamento.

Sembrar especies de árboles mencionadas en el punto 5.4.1.2., b.

b. Operación

Sembrar especies de árboles utilizadas por la fauna como fuente de alimento y vivienda. Algunas especies son las siguientes: Yuca guatemalensis (Itabo), Mauria heterophylla (Cirrí), Chamaedorea costaricana (Pacaya), Tabebuia rosea (Roble sabana), Cordia eriostigma (Muñeco), Croton xalapensis (Targuá), Cnidoscolus aconitifolius (Chicasquil), Erythrina poeppigiana (Poró gigante), Persea caerulea (Aguacatillo), Ficus jimenezii (Higuerón) y Acnistus arborescens (Güitite).

5.4.1.5 SUELO AGRÍCOLA

a. Construcción

Aplicación de un programa de minimización de erosión y transporte, en el que se considere que el material de corte y suelo vegetal de desecho, deberá disponerse en orden de prioridad, en zonas que el concesionario deberá definir previo a la realización del movimiento de tierra. El suelo vegetal de desecho podrá ser vendido a empresas dedicadas a la venta de suelo vegetal para cultivo de plantas (principalmente viveros).

5.4.2 COMPONENTES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

5.4.2.1 TRANSPORTE

a. Construcción

Para mitigar el efecto potencial sobre los usuarios de la red vial relacionada con el proyecto, el concesionario deberá plantear un plan de comunicaciones que incluya la información a través de medios de comunicación masiva acerca del inicio de las obras, carreteras y rutas que se verán afectadas y rutas alternas para ser utilizadas por los conductores, realizando la debida señalización.

Redefinir rutas de servicio de emergencias, de modo que no se vean interrumpidas por las actividades de construcción del proyecto Nueva Radial Heredia – San José.

Incluir en la implementación de área de trabajo durante la construcción, la señalización vial que corresponda para indicar la entrada y salida de vehículos pesados desde y hacia los caminos públicos. La colocación de rotulación vertical en las vías públicas deberá ejecutarse de previo a iniciar las actividades constructivas. Aplicar planes de prevención – mantenimiento en las rutas alternas que se utilizarán, de modo que éstas conserven sus condiciones originales.

b. Operación

Para el incremento potencial en el costo por la utilización del Proyecto Nueva Radial Heredia -- San José, no es posible identificar medidas de mitigación.

5.4.2.2 CULTIVOS DE CAFÉ

a. Construcción

En la actualidad el cultivo como actividad productiva se encuentra en un proceso de contracción y desaceleración con efectos negativos para los productores. El proyecto Nueva Radial Heredia -- San José, se constituiría potencialmente en un elemento que interrumpiría los terrenos para cultivo del café.

En este sentido, deberá realizarse un análisis detallado de las condiciones de los terrenos que serán utilizados para la radial, considerando un precio real y justo de la tierra, así

como un precio de conveniencia entre las partes para el cultivo de café que potencialmente se perdería.

5.4.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA Y VIAL

a. Construcción

En la fase de construcción de la radial, deberá implementarse un programa integral de seguridad y salud ocupacional, así como de higiene personal entre los trabajadores. Este plan deberá contemplar, entre otras cosas, estrategias para la prevención de riesgos y la respuesta ante situaciones de emergencia.

Con respecto a las personas que residen en los alrededores de las áreas de trabajo, deberán colocarse mallas que impidan el ingreso, que incluyan la respectiva información de prohibición del ingreso.

Todas las áreas e instalaciones que se utilicen en esta fase para el almacenamiento y suministro de combustible, aún cuando sean temporales, deberán contar con un sistema de doble contención de derrames. El componente primario deberá tener una capacidad del 150% en relación con el volumen máximo almacenado (total o por recipiente). El componente secundario deberá consistir en una base impermeable que evite la infiltración de derrames, que facilite su escurrimiento (gradiente) hasta un sistema de conducción (cunetas) y finalmente a un sumidero que permita su almacenamiento temporal y recolección (acero inoxidable). Deberá garantizarse que todas las cisternas y recipientes de almacenamiento estén libres de fugas. Tanto los recipientes como la instalación deberán ser objeto de inspecciones periódicas. Para efectos de seguridad, el sitio deberá contar con todas las medidas de protección que corresponden cumplir con las especificaciones de la norma nacional INTE-31-02-02-97 y conexas.

Habilitar al menos una zona de seguridad. En este sitio, se concentrará el personal del proyecto en caso de presentarse situaciones de emergencia. Esta disposición es válida tanto para la fase de construcción como para la fase de operación; el personal existente en cada una de las fases deberá conocer esta normativa y la ubicación precisa del lugar seleccionado. La ubicación y procedimientos de uso de la zona de seguridad, deberán establecerse en el plan de salud ocupacional.

b. Operación

En las áreas con mayor cantidad de residentes y en sitios utilizados tradicionalmente como pasos y que se verían potencialmente interrumpidos por la radial, colocar mallas que impidan el paso de los transeúntes a través de la radial y construir pasos peatonales elevados dispuestos estratégicamente, de modo que halla una comunicación eficiente entre las comunidades.

Asimismo, deberá ejecutarse un programa de educación acerca de los beneficios obtenidos por el uso de los puentes peatonales en términos de minimización de accidentes de tránsito que involucren vehículos y transeúntes. En las comunidades, deberá realizarse una señalización de los sitios donde se encuentran los pasos peatonales para mayor facilidad de acceso por parte de los transeúntes.

Todas las sustancias químicas que se utilicen para actividades de mantenimiento de la vía, equipo y maquinaria, deberán almacenarse en instalaciones provistas de un sistema de doble contención de derrames. El componente primario deberá tener una capacidad del 150% en relación con el volumen máximo almacenado (total o por recipiente). El componente secundario deberá consistir en una base impermeable que evite la infiltración de derrames, que facilite su escurrimiento (gradiente) hasta un sistema de conducción (cunetas) y finalmente a un sumidero que permita su almacenamiento temporal y recolección (acero inoxidable).

En la instalación de almacenaje, deberá contarse con las hojas de seguridad (MSDS) de cada uno de los productos. El material deberá ser legible y estar ubicado en un sitio de acceso inmediato para su rápida consulta. La instalación de almacenaje deberá contar con los implementos de seguridad y protección que correspondan.

La instalación de almacenaje deberá contar con los implementos de seguridad y protección que correspondan. En el ámbito nacional, deberán cumplir con lo establecido en las normas INTE.

Mantener un equipo permanente encargado de atender emergencias relacionadas con accidentes de tránsito y que sea capaz de manejar situaciones en las que se produzcan derrames de sustancias peligrosas.

5.4.2.4 DESPLAZAMIENTO DE LA POBLACIÓN

a. Construcción

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, deberá promoverse un programa de comunicaciones que brinde canales de comunicación ágiles y oportunos entre las comunidades afectadas y los responsables de la ejecución del proyecto y del proceso de expropiación. Dicho programa de comunicaciones, deberá ser transparente y permanente con las comunidades afectadas.

Asimismo, deberá dársele un seguimiento al proceso de expropiación de modo que el mismo sea realizado en forma ordenada y justa, para asegurarse que los residentes sean trasladados a sitios con condiciones iguales o mejores a las actuales.

Finalmente, en todo momento, deberá aplicarse la Ley de Expropiaciones en forma adecuada y en los casos que así lo necesiten brindar la asistencia social para mejorar sus condiciones de vida.

5.4.2.5 RECURSO ARQUEOLÓGICO

a. Construcción

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, realizar investigaciones arqueológicas detalladas en los sitios afectados. En caso de descubrimiento de recurso

arqueológico, financiar y atender las recomendaciones de las actividades de conservación o rescate, según sea el caso.

Informar por escrito al Museo Nacional de Costa Rica (MNCR) con 30 días de anticipación, la fecha en la que iniciarán los movimientos de tierra, con el fin de que esta instancia programe las inspecciones y monitoreo que corresponde.

Atender todas las normas y recomendaciones que establezca el MNCR para garantizar la protección del patrimonio arqueológico nacional según la propuesta del concesionario. En aquellos sitios donde no sea posible la preservación in situ, se establecerá el rescate con la asesoría e inspección del MNCR.

Planificar en forma conjunta con consultores en arqueología y el MNCR actividades de monitoreo permanente.

5.4.2.6 ECONOMÍA LOCAL Y REGIONAL

a. Construcción - Operación

Durante la fase de construcción, deberá darse prioridad a la contratación de mano de obra local para la ejecución del trabajo, con el objeto de maximizar los efectos positivos de la misma en el entorno. El concesionario y el CNC deberán estimular en forma conjunta el uso de recursos materiales y humanos locales que manera que aumente la actividad económica en las comunidades cercanas al proyecto Nueva Radial Heredia – San José.

5.4.2.7 USO DEL SUELO

a. Construcción

Una vez que se tenga definido el trazo definitivo de la radial, deberá realizarse un inventario de las áreas de interés público potencialmente afectadas, para preparar un plan de acción que involucre su relocalización.

5.4.2.8 CALIDAD DE VIDA

a. Construcción -- Operación

Evacuar todos los canales y escorrentías de aguas pluviales hasta la red de conducción y evacuación (que estará provista con trampas de sedimentos y cajas de registro), con el objeto de eliminar el impacto de las aguas pluviales sobre viviendas en el entorno (problemas de inundación). Los canales que se implementen para esta evacuación, deberán contar con trampas para sedimentos. Asimismo, existen medidas de mitigación de los impactos ambientales potenciales sobre la calidad de vida que están íntimamente relacionadas con seguridad pública y vial.

5.5 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) presenta en forma esquemática las medidas de mitigación que se recomiendan para eliminar, reducir o compensar los impactos al ambiente y la comunidad que ocurran como resultado de la construcción y operación del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José.

5.5.1 Ejecutor de las Medidas

La Tabla 5. 5 presenta el Ejecutor de las medidas de mitigación propuestas para los componentes del medio ecológico.

Tabla 5. 5
CAP Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Ejecutor de las Medidas de Mitigación Componentes del Medio Ecológico

Medida	Ejecutor
a. Calidad del Aire	
Construcción	
Aplicación de la normativa referente a materiales granulados en los cortes y rellenos para prevenir la formación de nubes de polvo, incluyendo el Código de Minería y Norma INTE N° 31-10-01-97 Excavaciones a Cielo Abierto y Subterráneas. Regulaciones de Seguridad, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192, publicada el 2 de octubre, 1998 y conexas; asimismo, aplicar la normativa referente a la ubicación de instalaciones y explotación de materiales granulados. Aplicar la normativa para sitios de préstamo y disposición de desechos sólidos.	Concesionario Empresa Constructora
Para controlar la generación potencial de nubes de polvo, aplicar agua rociada en las áreas expuestas; la irrigación deberá aplicarse en las primeras horas de la mañana y al medio día, fundamentalmente en las áreas de trabajo y rutas de tránsito de la maquinaria. Limpiar (lavar) los desechos dejados en las carreteras utilizadas para entrada y salida de material.	Concesionario Empresa Constructora
Los vehículos utilizados para entrada y salida de materiales, deberán tener la respectiva cubierta del cajón y previo a su ingreso en las carreteras deberán estar limpios en su parte exterior; la limpieza deberá realizarse en sitios especialmente diseñados para la limpieza exterior de los vehículos.	Concesionario Empresa Constructora
Los vehículos utilizados para las labores constructivas deberán cumplir con la normativa de emisiones atmosféricas.	Empresa Constructora
En el momento de realizar la voladura (si fuera necesario), usar adecuadamente los explosivos utilizados, según las Norma INTE 31-02-03-97 Producción, Almacenamiento y Manejo de Explosivos en los Centros de Trabajo, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192 del 2 de octubre, 1998 y conexas.	Concesionario Empresa Constructora
Los sitios destinados para la disposición de tierra y rocas, deberá ser previamente autorizado por las autoridades locales y será objeto de inspección durante el monitoreo ambiental.	Concesionario
Una vez terminadas las labores de construcción y con el fin de evitar la	Concesionario

Medida	Ejecutor
exposición del suelo a la erosión, cubrir la superficie con algún tipo de pasto.	
Operación	
Aplicar una campaña de educación ambiental y concientización a los propietarios y usuarios de vehículos automotores acerca del mantenimiento de las condiciones óptimas del motor.	Concesionario
b. Ambiente Acústico	
Construcción	
Aplicar la normativa legal que regula las fuentes de generación de ruido, incluyendo el Decreto Ejecutivo N° 78718-S, publicado en La Gaceta N° 155 el 14 de agosto, 2000.	Concesionario Empresa Constructora
En el momento de realizar voladura (si fuera necesario), usar adecuadamente los explosivos utilizados, según las Norma INTE 31-02-03-97 Producción, Almacenamiento y Manejo de Explosivos en los Centros de Trabajo, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192 del 2 de octubre, 1998.	Concesionario Empresa Constructora
Brindar el mantenimiento adecuado a la maquinaria que se utilice en las actividades de la fase de construcción, incluyendo la preparación del sitio, preparación de la base, obras en ríos y quebradas y actividades finales.	Empresa Constructora
Sembrar especies de árboles de rápido crecimiento para constituirlos en barreras acústicas hacia las comunidades cercanas.	Concesionario
En las partes internas de las áreas verdes, utilizar para la siembra de las especies que presentan una altura superior a los 20 m.	Concesionario
En los espacios destinados a áreas verdes, plantar arbustos muy ramificados, con hojas pequeñas, que no interrumpan la visibilidad de los conductores en las partes más próximas a la carretera.	Concesionario
Operación	
Sembrar especies de árboles de rápido crecimiento y construir paneles de concreto para utilizarlos como barreras acústicas.	Concesionario
Promover una campaña de educación ambiental y concientización a los propietarios y usuarios de vehículos automotores acerca del mantenimiento de las condiciones óptimas del motor.	Concesionario
c. Hábitat Acuático	
Construcción	
Diseñar un programa de control de erosión, principalmente en los sitios con pendientes mayores de 10 % que contemple la incorporación de sistemas capaces de prevenir y/o mitigar el efecto de los diferentes agente de erosión hídrica. La implementación de este plan deberá tener lugar antes de iniciar las actividades de movimientos de tierra.	Concesionario Empresa Constructora
En caso de que los movimientos de tierra se ejecuten durante la estación lluviosa, antes de su inicio deberá elaborarse un programa de control de erosión, que contemple la implementación de obras temporales para evacuar y conducir las aguas pluviales de los frentes de trabajo, provistas de trampas para la retención de sedimentos y de estaciones de registro para minimizar la energía de los flujos .	Concesionario Empresa Constructora
Los canales de conducción pluvial deberán contar con delantales de disipación y cabezales de desfogue, que mitigue aún más el efecto de los flujos sobre los cuerpos receptores (aumento en la turbidez) de las aguas	Empresa Constructora

Medida	Ejecutor
pluviales.	
Para mitigar el impacto sobre los ecosistemas acuáticos (ríos del entorno) deberá procurarse que el único vertido directo de aguas en esta fase corresponda a aguas pluviales, en tanto todas las aguas residuales sean sometidas a sistemas de tratamiento antes de su disposición final, o bien que reciban tratamiento en instalaciones adecuadas (caso de las casetas sanitarias, para las cuales las empresas que venden el servicio cuentan con su propia instalación de tratamiento).	Concesionario Empresa Constructora
Implementar un programa de conservación del hábitat acuático en los ríos y quebradas de la cuenca, que incluya a grupos organizados de la comunidad y escuelas cercanas.	Concesionario
Operación	
Implementar un programa de inspección y limpieza de la red de aguas pluviales. Durante la estación seca se realizará una vez al mes y durante la estación lluviosa una vez por semana. Durante la limpieza deberán recolectarse los desechos sólidos, almacenarse en los contenedores temporales y enviarse a una instalación sanitaria autorizada para su disposición final. Los sedimentos podrán ser dispuestos en áreas verdes adyacentes a la Radial Heredia – San José. La red de aguas pluviales deberá ser absolutamente independiente de otras redes de aguas residuales y ninguna fuente de desechos líquidos podrá utilizar esta misma red.	Concesionario
El sistema permanente de desfogue de aguas pluviales deberá contar con un delantal de disipación y un cabezal de desfogue que reduzca la energía del flujo de aguas antes de ingresar al cuerpo receptor. El vertido deberá realizarse a una altura no menor a 1 m en relación con la superficie del agua en el cuerpo receptor en época de estío; el ingreso de las aguas pluviales al cauce deberá darse en un ángulo no mayor a 45°.	Concesionario
Para recuperar la vegetación riparia en los cauces de los ríos y quebradas, donde actualmente es escasa o no existe, sembrar especies arbóreas nativas de la zona de vida.	Concesionario
Preparar un protocolo de plan de emergencia ante la ocurrencia de accidentes que involucren el aporte de contaminantes líquidos a los ríos y quebradas, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación. El protocolo debe incluir el manejo de desechos sólidos y líquidos.	Concesionario
d. Hábitat Terrestre	
Construcción	
En caso de cortar árboles en el área del proyecto, deberán obtenerse los permisos respectivos, de conformidad con lo establecido en la Ley Forestal N° 7575 y su Reglamento .	Concesionario Empresa Constructora
Operación	
Sembrar especies de árboles utilizadas por la fauna como fuente de alimento y vivienda.	Concesionario
e. Suelo Agrícola	
Construcción	
Aplicación de un programa de minimización de erosión y transporte, en el que se considere que el material de corte y suelo vegetal de desecho, deberá disponerse en orden de prioridad, en zonas que el concesionario	Concesionario Empresa Constructora

Medida	Ejecutor
deberá definir previo a la realización del movimiento de tierra.	
El suelo vegetal de desecho podrá ser vendido a empresas dedicadas a la venta de suelo vegetal para cultivo de plantas (principalmente viveros).	Concesionario Empresa Constructora

La Tabla 5. 6 presenta el Ejecutor de las medidas de mitigación propuestas para los componentes del medio socioeconómico.

Tabla 5. 6

CAP Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Ejecutor de las Medidas de Mitigación Componente del Medio Socioeconómico

Medida	Ejecutor
f. Transporte	
Construcción	
El concesionario deberá plantear un plan de comunicaciones que incluya la información a través de medios de comunicación masiva acerca del inicio de las obras, carreteras y rutas que se verán afectadas y rutas alternas para ser utilizadas por los conductores, realizando la debida señalización.	Concesionario Consejo Nacional de Concesiones
Redefinir rutas de servicio de emergencias, de modo que no se vean interrumpidas por las actividades de construcción del proyecto Nueva Radial Heredia – San José.	Concesionario Ministerio de Obras Públicas y Transportes Consejo Nacional de Concesiones
Aplicar planes de prevención – mantenimiento en las rutas alternas que se utilizarán, de modo que éstas conserven sus condiciones originales.	Concesionario Ministerio de Obras Públicas y Transportes Consejo Nacional de Concesiones
Incluir en la implementación de área de trabajo durante la construcción, la señalización vial que corresponda para indicar la entrada y salida de vehículos pesados desde y hacia los caminos públicos. La colocación de rotulación vertical en las vías públicas deberá ejecutarse de previo a iniciar las actividades constructivas.	Concesionario
g. Cultivos de Café	
Construcción	
Deberá realizarse un análisis detallado de las condiciones de los terrenos que serán utilizados para la radial, considerando un precio real y justo de la tierra, así como un precio de conveniencia entre las partes para el cultivo de café que potencialmente se perdería.	Concesionario Empresa Constructora
h. Seguridad Pública y Vial	
Construcción	
Implementar un programa integral de seguridad y salud ocupacional, así como de higiene personal entre los trabajadores. Este plan deberá contemplar, entre otras cosas, estrategias para la prevención de riesgos y la	Concesionario Empresa Constructora

Medida	Ejecutor
respuesta ante situaciones de emergencia.	
Deberán colocarse mallas que impidan el ingreso, que incluyan la respectiva información de prohibición del ingreso.	Concesionario Empresa Constructora
Todas las áreas e instalaciones que se utilicen en esta fase para el almacenamiento y suministro de combustible, aún cuando sean temporales, deberán contar con un sistema de doble contención de derrames.	Concesionario Empresa Constructora
Habilitar al menos una zona de seguridad.	Concesionario Empresa Constructora
Operación	
En las áreas con mayor cantidad de residentes y en sitios utilizados tradicionalmente como pasos y que se verían potencialmente interrumpidos por la radial, colocar mallas que impidan el paso de los transeúntes a través de la radial y construir pasos peatonales elevados dispuestos estratégicamente, de modo que halla una comunicación eficiente entre las comunidades.	Concesionario
Deberá ejecutarse un programa de educación acerca de los beneficios obtenidos por el uso de los puentes peatonales en términos de minimización de accidentes de tránsito que involucren vehículos y transeúntes.	Concesionario
En las comunidades, deberá realizarse una señalización de los sitios donde se encuentran los pasos peatonales para mayor facilidad de acceso por parte de los transeúntes.	Concesionario
Todas las sustancias químicas que se utilicen para actividades de mantenimiento de la vía, equipo y maquinaria, deberán almacenarse en instalaciones provistas de un sistema de doble contención de derrames, cumpliendo con las regulaciones nacionales.	Concesionario
<i>i. Desplazamiento de la Población</i>	
Construcción	
Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, deberá promoverse un programa de comunicaciones que brinde canales de comunicación ágiles y oportunos entre las comunidades afectadas y los responsables de la ejecución del proyecto y del proceso de expropiación. Dicho programa de comunicaciones, deberá ser transparente y permanente con las comunidades afectadas.	Concesionario Consejo Nacional de Concesiones
Deberá dársele un seguimiento al proceso de expropiación de modo que el mismo sea realizado en forma ordenada y justa, para asegurarse que los residentes sean trasladados a sitios con condiciones iguales o mejores a las actuales.	Concesionario Consejo Nacional de Concesiones
En todo momento, deberá aplicarse la Ley de Expropiaciones en forma adecuada y en los casos que así lo necesiten brindar la asistencia social para mejorar sus condiciones de vida.	Concesionario Consejo Nacional de Concesiones
<i>j. Recurso Arqueológico</i>	
Construcción	
Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, realizar investigaciones arqueológicas detalladas en los sitios afectados.	Concesionario
En caso de descubrimiento de recurso arqueológico, financiar y atender las	Concesionario

Medida	Ejecutor
recomendaciones de las actividades de conservación o rescate, según sea el caso.	
Informar por escrito al Museo Nacional de Costa Rica (MNCR) con 30 días de anticipación, la fecha en la que iniciarán los movimientos de tierra, con el fin de que esta instancia programe las inspecciones y monitoreo que corresponde.	Concesionario
Atender todas las normas y recomendaciones que establezca el MNCR para garantizar la protección del patrimonio arqueológico nacional según la propuesta del concesionario. En aquellos sitios donde no sea posible la preservación in situ, se establecerá el rescate con la asesoría e inspección del MNCR.	Concesionario Empresa Constructora
Planificar en forma conjunta con consultores en arqueología y el MNCR actividades de monitoreo permanente .	Concesionario
k. Economía Local y Regional	
Construcción – Operación	
Durante la fase de construcción, deberá darse prioridad a la contratación de mano de obra local para la ejecución del trabajo, con el objeto de maximizar los efectos positivos de la misma en el entorno.	Concesionario Empresa Constructora
El concesionario y el CNC deberán estimular en forma conjunta el uso de recursos materiales y humanos locales que manera que aumente la actividad económica en las comunidades cercanas al proyecto Nueva Radial Heredia – San José.	Concesionario Consejo Nacional de Concesiones
l. Uso del Suelo	
Construcción	
Una vez que se tenga definido el trazo definitivo de la radial, deberá realizarse un inventario de las áreas de interés público potencialmente afectadas, para preparar un plan de acción que involucre su relocalización.	Concesionario Consejo Nacional de Concesiones
m. Calidad de Vida	
Construcción - Operación	
Evacuar todos los canales y escorrentías de aguas pluviales hasta la red de conducción y evacuación (que estará provista con trampas de sedimentos y cajas de registro), con el objeto de eliminar el impacto de las aguas pluviales sobre viviendas en el entorno (problemas de inundación).	Concesionario Empresa Constructora
Los canales que se implementen para esta evacuación, deberán contar con trampas para sedimentos.	Concesionario Empresa Constructora
Aplicar las medidas de mitigación de los impactos ambientales potenciales sobre la calidad de vida que están íntimamente relacionadas con seguridad pública y vial .	Concesionario Empresa Constructora

Fuente: DEPPAT S.A. Elaboración Propia, 2001.

5.5.2 MONITOREO

La ejecución del PGA, será responsabilidad del Consejo Nacional de Concesiones, el concesionario y la empresa constructora. Para la verificación de este cumplimiento, se requerirá la

supervisión técnica por parte de profesionales especializados y las autoridades ambientales correspondientes.

Esta verificación se estará realizando a través de un Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental, que además de valorar el cumplimiento de la totalidad de las normas establecidas en este capítulo de conformidad con el cronograma de actividades, permitirá identificar eventuales impactos negativos que no se han considerado en el presente CAP.

La ejecución del Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental del proyecto por parte del concesionario, así como de la empresa constructora, deberá contemplar el cumplimiento de los siguientes lineamientos legales y técnicos:

Nombrar un Regente Ambiental del proyecto, quien deberá estar debidamente inscrito ante la SETENA para desempeñarse en este tipo de actividades.

El Regente Ambiental deberá ser un profesional competente en materia ambiental y no puede ser un funcionario directo de la empresa que desarrolla el proyecto.

El Regente Ambiental deberá diseñar en Plan de Monitoreo, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación, contemplando los factores a medir, los períodos de medición, los niveles máximos permitidos y otras variables.

Programar visitas de inspección al área del proyecto; éstas deben iniciar paralelas al inicio de los movimientos de tierra. Estas visitas deberán ejecutarse con la periodicidad que determine la SETENA; no obstante, se recomienda que al menos durante el tiempo en que se realicen los movimientos de tierra, se lleven a cabo una vez a la semana.

Elaborar un informe de Regencia Ambiental luego de la realización de cada visita de inspección, en el cual se describa el avance de las obras, las condiciones ambientales del sitio y la aplicación o no de las medidas de mitigación.

Evaluar el grado de cumplimiento de las medidas y la efectividad de cada una de ellas.

Incorporar medidas complementarias o alternativas para mejorar el desempeño ambiental de las actividades.

De acuerdo a los períodos que determine la SETENA, se deberán presentar reportes técnicos ante esta entidad, a fin de informar sobre los elementos citados en el punto anterior.

5.5.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

En el punto 5.1 Ejecutor de las Medidas, se especifica la fase del proyecto para la aplicación de las medidas de mitigación, ya sea en la fase de construcción o fase de operación.

5.5.4 PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL POST-OPERACIONAL

Debido a que el Proyecto Nueva Radial Heredia – San José tendrá un carácter permanente durante la vida útil de éste, no existen gestiones para realizar clausuras, por lo que la propuesta de un plan de recuperación post-operacional no aplica.

5.5.5 PLAN DE CONTINGENCIA

Ante la ocurrencia de eventuales situaciones de emergencia, el proyecto debe contar con capacidad de respuesta, para reducir o mitigar los posibles efectos negativos. El plan de contingencia propuesto es de carácter preliminar, por lo que una vez que el proyecto sea otorgado en concesión, el concesionario deberá realizar un plan nuevo según los planos constructivos que se realicen del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José.

Ante la eventualidad de emergencias, es de suma importancia que el concesionario considere una serie de normativas que permitan en conjunto conformar un plan de contingencia. A continuación se establecen las medidas más importantes a ejecutar ante posibles situaciones adversas.

5.5.5.1 EVENTOS SÍSMICOS

La ocurrencia de eventos sísmicos es impredecible, sin embargo, los efectos negativos que podrían estar generando sobre el desarrollo del proyecto podrían disminuirse si se toman en cuenta las siguientes medidas, sin ser éstas limitativas:

Suspender las actividades cotidianas y concentrar al personal en sitios seguros.

Luego de ocurrida la emergencia, deberán trasladarse al hospital más cercano a los usuarios y personal que por su estado de salud (heridas, shock nervioso, ataque cardíaco) lo requieran.

Realizar una evaluación detallada de las pérdidas en términos económicos y de la reacción o respuesta de las instalaciones y personal a la emergencia, para de acuerdo a ello realizar las modificaciones del caso. Deberá prestársele especial atención a las medidas de mitigación propuestas en el presente CAP.

Realizar una evaluación detallada sobre el impacto o daño sobre las estructuras y mampostería, así como de todas las instalaciones, desde el punto de vista de diseño.

5.5.5.2 INUNDACIONES / AVALANCHAS

En caso de que se presenten fenómenos de esta naturaleza, el procedimiento que se seguirá es el siguiente:

Restringir el acceso del personal y usuarios al sitio afectado.

Si las condiciones de la emergencia lo permiten, el responsable de los programas de contingencia deberá coordinar con el personal a su cargo la evacuación de los vehículos, equipos, maquinaria y materiales cerca de la inundación.

El personal del concesionario deberá dar atención a las comunidades afectadas por la inundación / avalancha para verificar daños personales y materiales.

Luego de sucedida la emergencia, deberá realizarse una evaluación de las pérdidas en términos económicos así como la situación que dio origen al fenómeno y la respuesta del personal y las obra.

Estas consideraciones generales, deberán formar parte del Plan de Respuesta de Emergencias de la fase operativa que deberá ser aprobado por el Ministerio de Salud (MS) y refrendado por el Instituto Nacional de Seguros (INS). Deberá incorporar lo siguiente:

- Diagnóstico de condiciones de riesgo y áreas críticas.
- Rutas de evacuación.
- Zonas de seguridad.
- Brigadas.
- Procedimientos operativos.
- Normas técnicas aplicables.

5.5.5.3 INCENDIOS

Es importante que el concesionario coordine un curso de capacitación con el INS, para preparar al personal en caso de incendio. Para la acción a desarrollar en casos de emergencia por fuego, es fundamental la atención de las siguientes medidas:

Una vez identificada la emergencia deberá reportarse de inmediato al Cuerpo de Bomberos que corresponda. En caso de que en incendio haya afectado los sistemas de comunicación, deberán utilizarse los vehículos disponibles para dar aviso rápidamente a las autoridades locales.

Simultáneamente (sin importar su magnitud), deberán suspenderse el tránsito y evacuar a todo el personal y usuarios hasta una zona previamente establecida y claramente identificada que garantice la integridad física de todos.

Si las condiciones de la emergencia lo permiten, el personal deberá evacuar todo el equipo que por sus características podrían causar una reacción más violenta al contacto con el fuego, hasta ponerlo fuera del alcance de las llamas.

Si el fuego es detectado en su inicio y no existe riesgo de reacción explosiva inmediata, los operarios podrán combatir las llamas utilizando el equipo extintor así como los implementos de protección personal necesarios.

Si alguna persona es afectada por quemaduras leves, deberá procederse de inmediato a lavar el área afectada con agua bien fría, colocar vendar y trasladarla de inmediato al centro hospitalario más cercano.

Una vez detectado el incendio y contactado a las unidades de bomberos, al menos una persona deberá ser responsable de despejar el acceso al área de incendio y

evitar la entrada de personas y/o vehículos hasta tanto se controle la situación de emergencias.

Luego de controlada en absoluto la situación, deberá realizarse un reporte de daños para cuantificar pérdidas, determinar nuevas necesidades en las instalaciones y evaluar la respuesta de las instalaciones y el personal en la emergencia para identificar deficiencias y proceder a su corrección en el menor tiempo posible.

Realizar una evaluación detallada sobre el impacto o daño sobre las estructuras, así como de todas las instalaciones, desde el punto de vista diseño.

Estas consideraciones generales, deberán formar parte del plan de respuesta de emergencias de la fase de construcción y operación que deberá ser aprobado por el MS y refrendado por el INS. Deberá incorporar lo siguiente:

- Diagnóstico de condiciones de riesgo y áreas críticas.
- Rutas de evacuación.
- Zonas de seguridad.
- Brigadas.
- Procedimientos operativos.
- Normas técnicas aplicables.

5.5.5.4 ACCIDENTES LABORALES

Por el riesgo que existe en instalaciones de esta naturaleza, deberá procederse de la siguiente forma:

Una vez identificada la persona lesionada, ésta deberá permanecer en el sitio del percance, en tanto es atendida por personal médico.

El personal de seguridad e inspección de la deberá valorar las condiciones en las cuales se dio el accidente, con el fin de verificar si las causas se debieron a un error humano o del equipo.

El personal administrativo deberá reportar el percance al MS, conforme lo establece la legislación vigente.

Deberán ejecutarse las correcciones inmediatas para garantizar que accidentes de la misma naturaleza no se presenten nuevamente.

Es importante que previo a iniciar las actividades de construcción y operación del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José se ejecuten las siguientes acciones:

En la fase de construcción debe contarse con una ambulancia y personal médico permanente para atender los accidentes laborales.

Capacitación de todo el personal respecto a los procedimientos a seguir en caso de accidentes.

Capacitación en primeros auxilios a todo el personal.

Estas consideraciones deberán formar parte del plan de respuesta de emergencias de la fase de construcción y operación que deberá ser aprobado por el MS y refrendado por el INS. Deberá incorporar lo siguiente:

- Diagnóstico de condiciones de riesgo y áreas críticas.
- Rutas de evacuación.
- Zonas de seguridad.
- Brigadas.
- Procedimientos operativos.
- Normas técnicas aplicables.

5.5.6 COSTOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

La Tabla 5. 7 presenta el costo de la gestión ambiental por la ejecución de las medidas de mitigación propuestas para los componentes del medio ecológico y socioeconómico.

Tabla 5. 7
CAP Proyecto Nueva Radial Heredia – San José
Costo de la Gestión Ambiental Componente del Medio Ecológico

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
a. Calidad del Aire		
Construcción		
Aplicación de la normativa referente a materiales granulados en los cortes y rellenos para prevenir la formación de nubes de polvo, incluyendo el Código de Minería y Norma INTE N° 31-10-01-97 Excavaciones a Cielo Abierto y Subterráneas. Regulaciones de Seguridad, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192, publicada el 2 de octubre, 1998 y conexas; asimismo, aplicar la normativa referente a la ubicación de instalaciones y explotación de materiales granulados. Aplicar la normativa para sitios de préstamo y disposición de desechos sólidos.	SC	
Para controlar la generación potencial de nubes de polvo, aplicar agua rociada en las áreas expuestas; la irrigación deberá aplicarse en las primeras horas de la mañana y al medio día, fundamentalmente en las áreas de trabajo y rutas de tránsito de la maquinaria. Limpiar (lavar) los desechos dejados en las carreteras utilizadas para entrada y salida de material.	90.00 / Tanque	Una vez definido el calendario de construcción se deberá calcular el costo total de la aplicación de esta norma, a razón de un tanque de 15 mil litros por cada 5000m ² de riego. El consumo de agua estará determinado por la estación en la que se realicen

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
		las obras de movimiento de tierra (estación seca o lluviosa). El costo es fijo durante la etapa de construcción.
Los vehículos utilizados para entrada y salida de materiales, deberán tener la respectiva cubierta del cajón y previo a su ingreso en las carreteras deberán estar limpios en su parte exterior; la limpieza deberá realizarse en sitios especialmente diseñados para la limpieza exterior de los vehículos.	CI	
Los vehículos utilizados para las labores constructivas deberán cumplir con la normativa de emisiones atmosféricas.	SC	
En el momento de realizar la voladura (si fuera necesario), usar adecuadamente los explosivos utilizados, según las Norma INTE 31-02-03-97 Producción, Almacenamiento y Manejo de Explosivos en los Centros de Trabajo, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192 del 2 de octubre, 1998 y conexas.	SC	
Los sitios destinados para la disposición de tierra y rocas, deberá ser previamente autorizado por las autoridades locales y será objeto de inspección durante el monitoreo ambiental.	SC	
Una vez terminadas las labores de construcción y con el fin de evitar la exposición del suelo a la erosión, cubrir la superficie con algún tipo de pasto.	30.000	El costo se calcula con base en las superficies del derecho de vía que quedarán descubiertas, y el costo por metro cuadrado del pasto. Una vez que se cuente con los planos constructivos detallados de estas superficies deberá calcularse el costo real. Es un costo fijo.
Operación		
Aplicar una campaña de educación ambiental y concientización a los propietarios y usuarios de vehículos automotores acerca del mantenimiento de las condiciones óptimas del motor.	3000	El costo es anual para el mantenimiento de vallas de carreteras. Las vallas deberán ser colocadas por el concesionario, y el costo de las mismas se asume como parte del costo de construcción del proyecto.
b. Ambiente Acústico		
Construcción		
Aplicar la normativa legal que regula las fuentes de generación de ruido, incluyendo el Decreto Ejecutivo N° 78718-S, publicado en La Gaceta N° 155 el 14 de agosto, 2000.	CI	Costo implícito incluido en el contrato con el constructor.
En el momento de realizar voladura (si fuera necesario), usar adecuadamente los explosivos utilizados, según las	SC	

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
Norma INTE 31-02-03-97 Producción, Almacenamiento y Manejo de Explosivos en los Centros de Trabajo, publicado en Alcance N° 68 a La Gaceta N° 192 del 2 de octubre, 1998.		
Brindar el mantenimiento adecuado a la maquinaria que se utilice en las actividades de la fase de construcción, incluyendo la preparación del sitio, preparación de la base, obras en ríos y quebradas y actividades finales.	CI	Costo implícito incluido en el contrato con el constructor.
Sembrar especies de árboles de rápido crecimiento para constituirlos en barreras acústicas hacia las comunidades cercanas.	20.000	Se estima que se necesitará sembrar árboles en 7 km en ambos lados de la vía, junto a los centros urbanos. Los árboles se sembrarán a razón de 7 árboles por cada 100m ² . Costo fijo.
En las áreas verdes de las partes internas, sembrar especies de árboles que presentan una altura superior a los 20 m.	5.000	Se sembrarán árboles a lo largo de los 11km de la vía, a razón de 3 árboles por cada 10 metros. Costo fijo.
En los espacios destinados a áreas verdes, plantar arbustos muy ramificados, con hojas pequeñas, que no interrumpan la visibilidad de los conductores en las partes más próximas a la carretera.	6.000	De nuevo se toman los 11km del proyecto como base para el cálculo de los costos.
Operación		
Sembrar especies de árboles de rápido crecimiento y construir paneles de concreto para utilizarlos como barreras acústicas.	170.000	El costo de la siembra de árboles se incluye en medidas anteriores. El costo indicado es para un estimado de 5000 paneles de concreto "Multimuro" en los sectores de más alta sensibilidad al ruido.
Promover una campaña de educación ambiental y concientización a los propietarios y usuarios de vehículos automotores acerca del mantenimiento de las condiciones óptimas del motor.	CI	Costo incluido en medidas anteriores.
c. Hábitat Acuático		
Construcción		
Diseñar un programa de control de erosión, principalmente en los sitios con pendientes mayores de 10 % que contemple la incorporación de sistemas capaces de prevenir y/o mitigar el efecto de los diferentes agente de erosión hídrica. La implementación de este plan deberá tener lugar antes de iniciar las actividades de movimientos de tierra.	CI	Costo a incluir en la fase de diseño final y construcción del proyecto.
En caso de que los movimientos de tierra se ejecuten durante la estación lluviosa, antes de su inicio deberá elaborarse un programa de control de erosión, que contemple la implementación de obras temporales para evacuar y conducir las aguas pluviales de los frentes de	CI	Costo a incluir en la fase de diseño final y construcción del proyecto.

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
trabajo, provistas de trampas para la retención de sedimentos y de estaciones de registro para minimizar la energía de los flujos.		
Los canales de conducción pluvial deberán contar con delantales de disipación y cabezales de desfogue, que mitigue aún más el efecto de los flujos sobre los cuerpos receptores (aumento en la turbidez) de las aguas pluviales.	CI	Costo a incluir en la fase de diseño final y construcción del proyecto.
Para mitigar el impacto sobre los ecosistemas acuáticos (ríos del entorno) deberá procurarse que el único vertido directo de aguas en esta fase corresponda a aguas pluviales, en tanto todas las aguas residuales sean sometidas a sistemas de tratamiento antes de su disposición final, o bien que reciban tratamiento en instalaciones adecuadas (caso de las casetas sanitarias, para las cuales las empresas que venden el servicio cuentan con su propia instalación de tratamiento).	CI	Costo a incluir en la fase de diseño final y construcción del proyecto.
El MINAE deberá implementar un programa de conservación del hábitat acuático en los ríos y quebradas de la cuenca, que incluya a grupos organizados de la comunidad y escuelas cercanas.	SC	Se asume que no tendrá un costo para el concesionario.
Operación		
Implementar un programa de inspección y limpieza de la red de aguas pluviales cada seis meses. Durante la limpieza deberán recolectarse los desechos sólidos, almacenarse en los contenedores temporales y enviarse a una instalación sanitaria autorizada para su disposición final. Los sedimentos podrán ser dispuestos en áreas verdes adyacentes a la Radial Heredia – San José. La red de aguas pluviales deberá ser absolutamente independiente de otras redes de aguas residuales y ninguna fuente de desechos líquidos podrá utilizar esta misma red.	10.000	Costo anual de la maquinaria y horas hombre para las labores de limpieza de los desagües.
El sistema permanente de desfogue de aguas pluviales deberá contar con un delantal de disipación y un cabezal de desfogue que reduzca la energía del flujo de aguas antes de ingresar al cuerpo receptor. El vertido deberá realizarse a una altura no menor a 1 m en relación con la superficie del agua en el cuerpo receptor en época de estío; el ingreso de las aguas pluviales al cauce deberá darse en un ángulo no mayor a 45°.	CI	Costo a incluir en la fase de diseño final y construcción del proyecto.
Para recuperar la vegetación riparia en los cauces de los ríos y quebradas, donde actualmente es escasa o no existe, sembrar especies arbóreas nativas de la zona de vida.	3.000	Se prevee la siembra de unos 2000 árboles en las riveras de los ríos. Costo fijo.
Preparar un protocolo de plan de emergencia ante la ocurrencia de accidentes que involucren el aporte de contaminantes líquidos a los ríos y quebradas, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación. El protocolo debe incluir el manejo de desechos sólidos y líquidos.	15.000	Costo aproximado de una consultoría para la elaboración del protocolo. Costo fijo.

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
d. Hábitat Terrestre		
Construcción		
En caso de cortar árboles en el área del proyecto, deberán obtenerse los permisos respectivos, de conformidad con lo establecido en la Ley Forestal N° 7575 y su Reglamento.	SC	
Operación		
Sembrar especies de árboles utilizadas por la fauna como fuente de alimento y vivienda.	CI	Costo incluido en medidas anteriores.
e. Suelo Agrícola		
Construcción		
Aplicación de un programa de minimización de erosión y transporte, en el que se considere que el material de corte y suelo vegetal de desecho, deberá disponerse en orden de prioridad, en zonas que el concesionario deberá definir previo a la realización del movimiento de tierra.	CI	Costo a incluir en el contrato con el constructor del proyecto.
El suelo vegetal de desecho podrá ser vendido a empresas dedicadas a la venta de suelo vegetal para cultivo de plantas (principalmente viveros).	SC	
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO		
f. Transporte		
Construcción		
El concesionario deberá plantear un plan de comunicaciones que incluya la información a través de medios de comunicación masiva acerca del inicio de las obras, carreteras y rutas que se verán afectadas y rutas alternas para ser utilizadas por los conductores, realizando la debida señalización.	56.000	Costo fijo actual de 8 páginas completas en 3 de los principales diarios de circulación nacional.
Redefinir rutas de servicio de emergencias, de modo que no se vean interrumpidas por la construcción del proyecto Nueva Radial Heredia – San José.	SC	
Aplicar planes de prevención – mantenimiento en las rutas que se utilizará la maquinaria, de modo que éstas conserven sus condiciones originales.	NE	Para determinar el costo de esta medida se deberá definir si la responsabilidad será del concesionario, el MOPT, las municipalidades, o compartida.
Incluir en la implementación de área de trabajo durante la construcción, la señalización vial que corresponda para indicar la entrada y salida de vehículos pesados desde y hacia los caminos públicos. La colocación de rotulación vertical en las vías públicas deberá ejecutarse de previo a iniciar las actividades constructivas.	5.000	Costo fijo de las señales y su colocación a razón de 2 rótulos por sitios de trabajo cercanos a comunidades existentes (16 en total).
g. Cultivos de Café		
Construcción		
Deberá realizarse un análisis de las condiciones de los terrenos que serán utilizados para la radial, considerando un precio real y justo de la tierra, así como un precio de conveniencia entre las partes para el cultivo de café que potencialmente se perdería.	CI	
h. Seguridad Pública y Vial		

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
Construcción		
Implementar un programa integral de seguridad y salud ocupacional, así como de higiene personal entre los trabajadores. Este plan deberá contemplar estrategias para la prevención de riesgos y la respuesta ante situaciones de emergencia.	CI	Costo a incluir en el contrato con el constructor.
Deberán colocarse mallas que impidan el ingreso, que incluyan la respectiva información de prohibición del ingreso.	CI	Costo a incluir dentro de los costos de construcción del proyecto.
Todas las áreas o instalaciones que se utilicen en esta fase para el almacenamiento y suministro de combustible, aún cuando sean temporales, deberán contar con un sistema de doble contención de derrames.	8.000	Costo de la construcción del sistema de contención de derrames, incluyendo la membrana geotextil impermeable.
Habilitar al menos una zona de seguridad.	CI	
Operación		
En las áreas con mayor cantidad de residentes y en sitios utilizados tradicionalmente como pasos y que se verían potencialmente interrumpidos por la radial, colocar mallas que impidan el paso de los transeúntes a través de la radial y construir pasos peatonales elevados dispuestos estratégicamente, de modo que halla una comunicación eficiente entre las comunidades.	CI	
Deberá ejecutarse un programa de educación acerca de los beneficios obtenidos por el uso de los puentes peatonales en términos de minimización de accidentes de tránsito que involucren vehículos y transeúntes.	21.000	Costo anual de dos talleres al año en cada comunidad (7 comunidades en total)
En las comunidades, deberá realizarse una señalización de los sitios donde se encuentran los pasos peatonales para mayor facilidad de acceso por parte de los transeúntes.	1.200	Costo fijo de la instalación de rótulos antes de las entradas al puente peatonal a cada lado de la radial.
Todas las sustancias químicas que se utilicen para actividades de mantenimiento de la vía, equipo y maquinaria, deberán almacenarse en instalaciones provistas de un sistema de doble contención de derrames, cumpliendo con las regulaciones nacionales.	NE	El costo deberá estimarse por el concesionario al momento de asignar el responsable del mantenimiento de la radial ya que podría ser sub-contratado.
i. Desplazamiento de la Población		
Construcción		
Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, deberá promoverse un programa de comunicaciones que brinde canales de comunicación ágiles y oportunos entre las comunidades afectadas y los responsables de la ejecución del proyecto y del proceso de expropiación. Dicho programa de comunicaciones, deberá ser transparente y permanente con las comunidades afectadas.	10.000	Costo fijo de tres talleres comunales en los principales centros poblados.
Deberá dársele un seguimiento al proceso de expropiación de modo que el mismo sea realizado en forma ordenada y justa, para asegurarse que los residentes sean trasladados a sitios con condiciones iguales o mejores a las actuales.	CI	

Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
En todo momento, deberá aplicarse la Ley de Expropiaciones en forma adecuada y en los casos que así lo necesiten brindar la asistencia social para mejorar sus condiciones de vida.	CI	
J. Recurso Arqueológico		
Construcción		
Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, realizar investigaciones arqueológicas detalladas en los sitios afectados.	40.000	Costo de la investigación detallada de los dos sitios que cruzan la radial. No contempla el rescate del material encontrado.
En caso de descubrimiento de recurso arqueológico, financiar y atender las recomendaciones de las actividades de conservación o rescate, según sea el caso.	NE	
Informar por escrito al Museo Nacional de Costa Rica (MNCR) con 30 días de anticipación, la fecha en la que iniciarán los movimientos de tierra, con el fin de que esta instancia programe las inspecciones y monitoreo que corresponde.	SC	
Atender todas las normas y recomendaciones que establezca el MNCR para garantizar la protección del patrimonio arqueológico nacional según la propuesta del concesionario. En aquellos sitios donde no sea posible la preservación in situ, se establecerá el rescate con la asesoría e inspección del MNCR.	SC	
Planificar en forma conjunta con consultores en arqueología y el MNCR actividades de monitoreo permanente.	SC	
k. Economía Local y Regional		
Construcción – Operación		
Durante la fase de construcción , deberá darse prioridad a la contratación de mano de obra local para la ejecución del trabajo, con el objeto de maximizar los efectos positivos de la misma en el entorno.	SC	
El concesionario y el CNC deberán estimular en forma conjunta el uso de recursos materiales y humanos locales que manera que aumente la actividad económica en las comunidades cercanas al proyecto Nueva Radial Heredia – San José.	SC	
l. Uso del Suelo		
Construcción		
Una vez que se tenga definido el trazo definitivo de la radial, deberá realizarse un inventario de las áreas de interés público potencialmente afectadas, para preparar un plan de acción que involucre su relocalización.	5.000	Costo aproximado de la consultoría para la realización del inventario.
m. Calidad de Vida		
Construcción – Operación		
Evacuar todos los canales y escorrentías de aguas pluviales hasta la red de conducción y evacuación (que	CI	

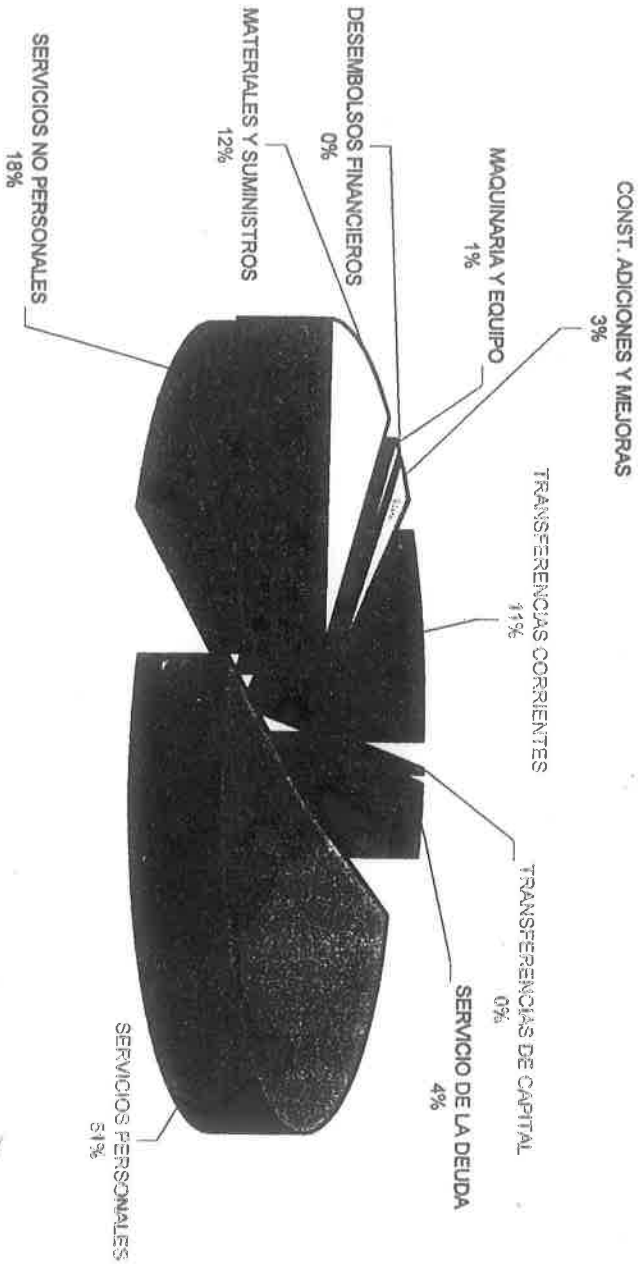
Medida	Costo Aproximado (US\$)	Comentario
estará provista con trampas de sedimentos y cajas de registro), con el objeto de eliminar el impacto de las aguas pluviales sobre viviendas en el entorno (problemas de inundación).		
Los canales que se implementen para esta evacuación, deberán contar con trampas para sedimentos.	CI	
Aplicar las medidas de mitigación de los impactos ambientales potenciales sobre la calidad de vida que están íntimamente relacionadas con seguridad pública y vial .	CI	

CI: Costo implícito.
 SC: Sin costo.
 NE: Costo no estimable

GRAFICO # 4

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DISTRIBUCION PORCENTUAL PRESUPUESTO 2002

DISTRIBUIDO POR PARTIDA
(Datos en porcentajes)



6. DESCRIPCIÓN DEL CARTEL DE LICITACION

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta una descripción del borrador del Cartel de Licitación elaborado por el Consorcio Radial Heredia, con base en el "Cartel de Licitación de la Carretera San José – Caldera" suministrado por el CNC, el cual incluye las modificaciones que se generaron durante la Licitación y en la negociación del contrato.

La estructura del documento es igual a la del modelo; es decir, está conformado por cuatro capítulos en los cuales se presentan en su orden, las Bases Administrativas, Bases Técnicas, Bases Económicas y finalmente los Criterios de Evaluación y Selección de Ofertas.

6.2 BASES ADMINISTRATIVAS

El capítulo 1 del Cartel, titulado "Bases Administrativas" comprende la Descripción del Proyecto objeto de la Licitación y el objetivo de la misma, para luego pasar a describir todos los aspectos formales y legales que tienen que ver con la apertura de la Licitación y la presentación y evaluación de las ofertas y con el Contrato de la Concesión.

Este capítulo contiene los siguientes numerales:

- Generalidades
- Definiciones
- Presupuesto Oficial Estimado de la Obra
- Costo de la Oferta
- Costo del Cartel de Licitación
- Indicaciones de Orden General
- Requisitos de las Ofertas
- Evaluación y Adjudicación de las Ofertas (Cronogramas y requisitos).
- Ejecución del Contrato de Concesión de Obra con Servicio Público.
- Garantías para la Administración.
- Causas de Resolución y Extinción de la Concesión.
- Proyecto de Contrato.

6.3 BASES TÉCNICAS

En el Capítulo 2, titulado "Bases Técnicas" se presenta una descripción de las obras que componen la Radial, los requisitos y alcances de los diseños de ingeniería a cargo del Concesionario, de las obras por realizar y del correspondiente manténimiento durante el periodo de operación. Se incluyen también los requisitos y especificaciones correspondientes a la operación y explotación de la vía y

otros factores como sanciones y multas previstas, pesos máximos permitidos, daños a terceros e inversiones adicionales.

6.4 BASES ECONÓMICAS

En este tercer capítulo del cartel se plantean las bases económicas para el diseño, construcción y operación de la vía y la compensación al Concesionario por el sistema de peajes. Se especifican las condiciones para la fijación y ajuste de tarifas y se define una Garantía de Ingresos Mínimos que ofrece el Estado al Concesionario.

6.5 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE OFERTAS

Por último, el Cartel en su Capítulo cuarto define los requisitos que deben cumplir las ofertas y los Oferentes y hace una descripción de la metodología de evaluación que será utilizada, la cual se resume así:

En primer lugar se hará una verificación del cumplimiento de todos los requisitos legales y de las calificaciones mínimas exigidas por el Cartel.

En segundo término el comité evaluador hará una revisión de la razonabilidad de los aspectos técnicos contenidos en la propuesta, revisando los costos propuestos y el programa de ejecución de los trabajos.

Posteriormente se hará una revisión de la razonabilidad de la oferta económica, verificando los costos del proyecto, la tarifa de peaje propuesta, los parámetros de los créditos solicitados, el Valor Presente Neto de los Ingresos esperados y la relación entre el programa de inversiones y el de ingresos.

De los tres análisis anteriores se determinará cuales ofertas cumplen con los requisitos y son razonables; entre estas ofertas se elegirá a la que presente una calificación mayor en la fórmula propuesta. La fórmula de evaluación incluye los siguientes factores:

- Valor Presente Neto de los Ingresos, con una ponderación de 100. El menor VPN da el mayor puntaje.
- Tarifa Básica de Peaje, con una ponderación de 40. La menor tarifa da el mayor puntaje.
- Coparticipación de los ingresos por el estado, con una ponderación de 25. El menor valor da el mayor puntaje.
- En caso de empate en el puntaje, se preferirá a las ofertas con mayor participación de costarricenses y si persiste el empate se adjudicará a la propuesta presentada primero.

Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Nueva Radial Heredia - San José

Ubicación Areas de Influencia

Elaborado por el consorcio: **GOEZ, CALIJO Y ASOCIADOS INGENIEROS CONSULTORES**, **C&M** **de Ingenieros y Asociados**, **DEPAT**

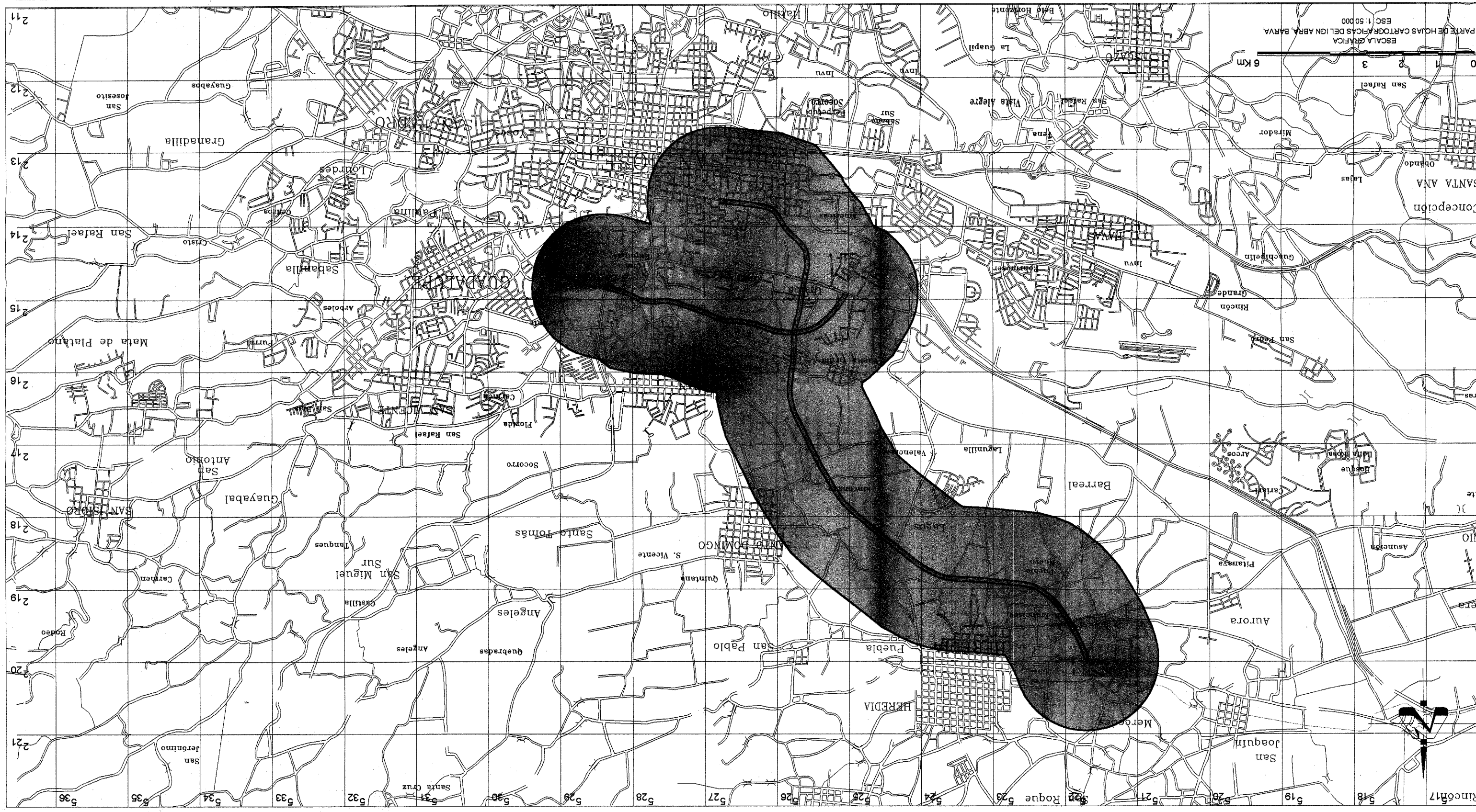
Contratado por: **Consejo Nacional de Concesiones**

Solicitado por: **setena**

Profesional Responsable: _____
 Nombre: _____
 Firma: _____
 N° de Reg: _____

Area de Influencia Directa (AID)
 Area de Influencia Indirecta (All)
 Area del Proyecto (AP)

Calles
 Coordenadas Lambert



ESCALA GRAFICA
 PARTE DE HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN ABRA, BARVA,
 ESC. 1: 50 000

Estudio Impacto Ambiental Proyecto Nueva Radial Heredia - San Jose

Geología

- SIMBOLOGIA**
- Coordenadas Lambert
 - Curvas de Nivel @ 5m
 - Infraestructura
 - Rios y Quebradas
 - Calles
 - Limite del área de influencia
 - Ferrocarril y Tendido eléctrico
 - Carretera
 - Contacto Geológico
 - Depósitos Proclásticos
 - Depósitos Litológicos FORMACIÓN BARVA
 - Basalto
 - FORMACIÓN DEPÓSITOS DE AVANCHA ARDIENTE
 - Brecha Blocosa
 - Brecha de Ladrillo
 - FORMACIÓN LAVA INTRACANON
 - Basalto
 - Brecha Litica

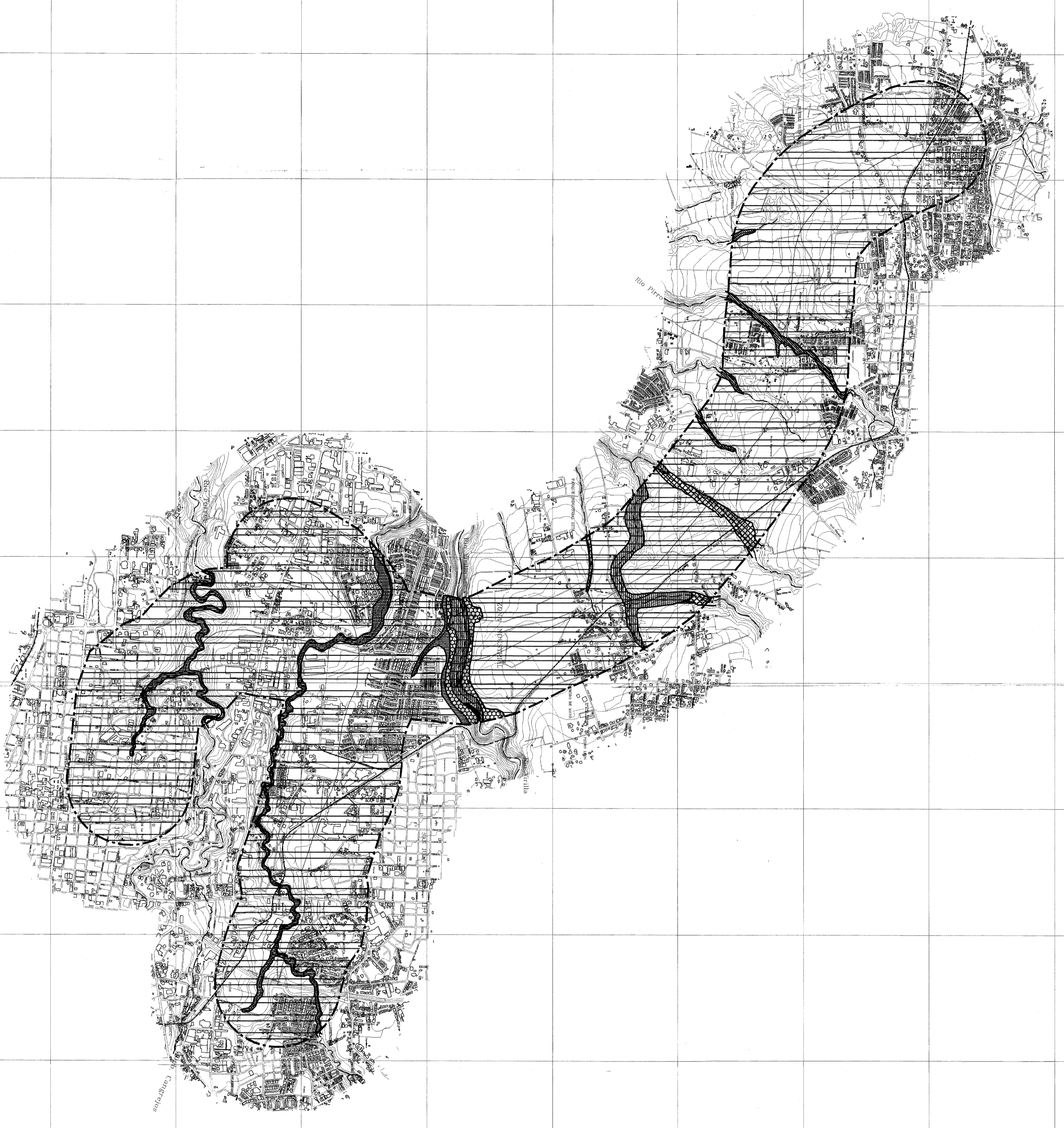
Elaborado por:
IAA
INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASOCIADOS

Contratado por:
CNC
Consejo Nacional de Colecciones

Validado por:
setema

Profesional Responsable
 Nombre _____
 Firma _____ N° de Reg _____

Escala _____ Fecha _____ Lámina _____
 1:25 000 Diciembre 2001 **5.2**



Estudio Impacto Ambiental Proyecto Nueva Radial Heredia - San Jose

Susceptibilidad Ambiental

- SIMBOLOGIA**
- Coordenadas Lambert
 - Curvas de Nivel @ 5m
 - Infraestructura
 - Rios y Quebradas
 - Calles
 - Limite del area de influencia
 - Ferrocarril y Tendido electrico
 - Carretera
 - Sin Susceptibilidad Aparante
 - Terenos susceptibles a erosion laminar (incluyendo repacion inminente)
 - Terenos susceptibles a erosion acelerada (deslizamientos, derrumbes, surcos, cárcavas)

Elaborado por: **C&M** CONSEJO CALABO Y RANCONOS **DEPARTAMENTO** DE INGENIERIA CIVIL

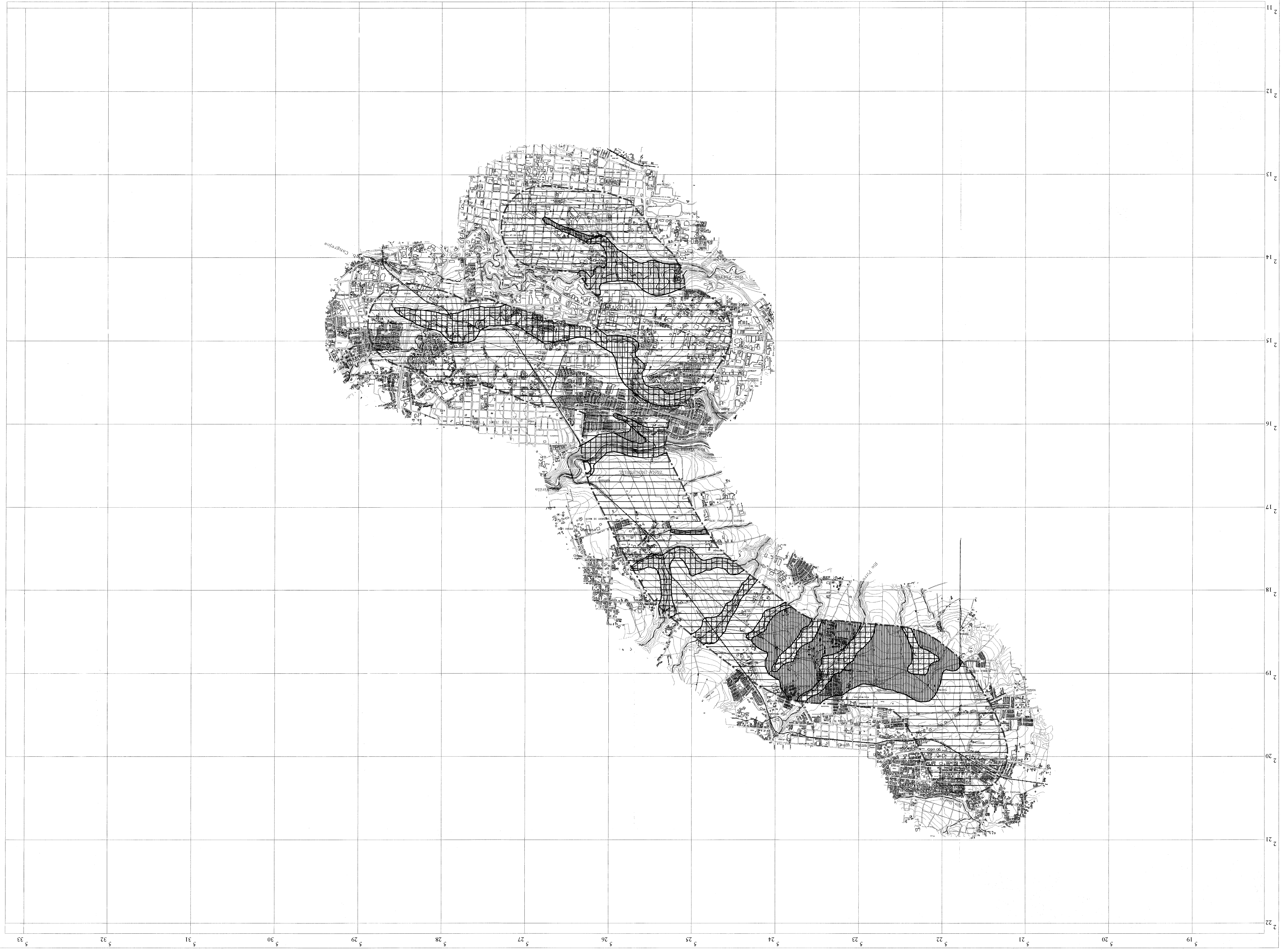
Contratado por: **Comisio Nacional de Crecimiento**

Solicitado por: **setena**

Profesional Responsable
Nombre
Firma
N° de Reg

Escala
Fecha
Lamina



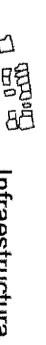
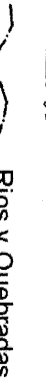

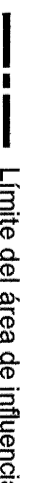
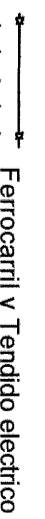


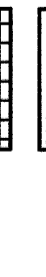
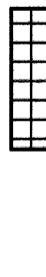


1:25 000
Diciembre 2001
5.4

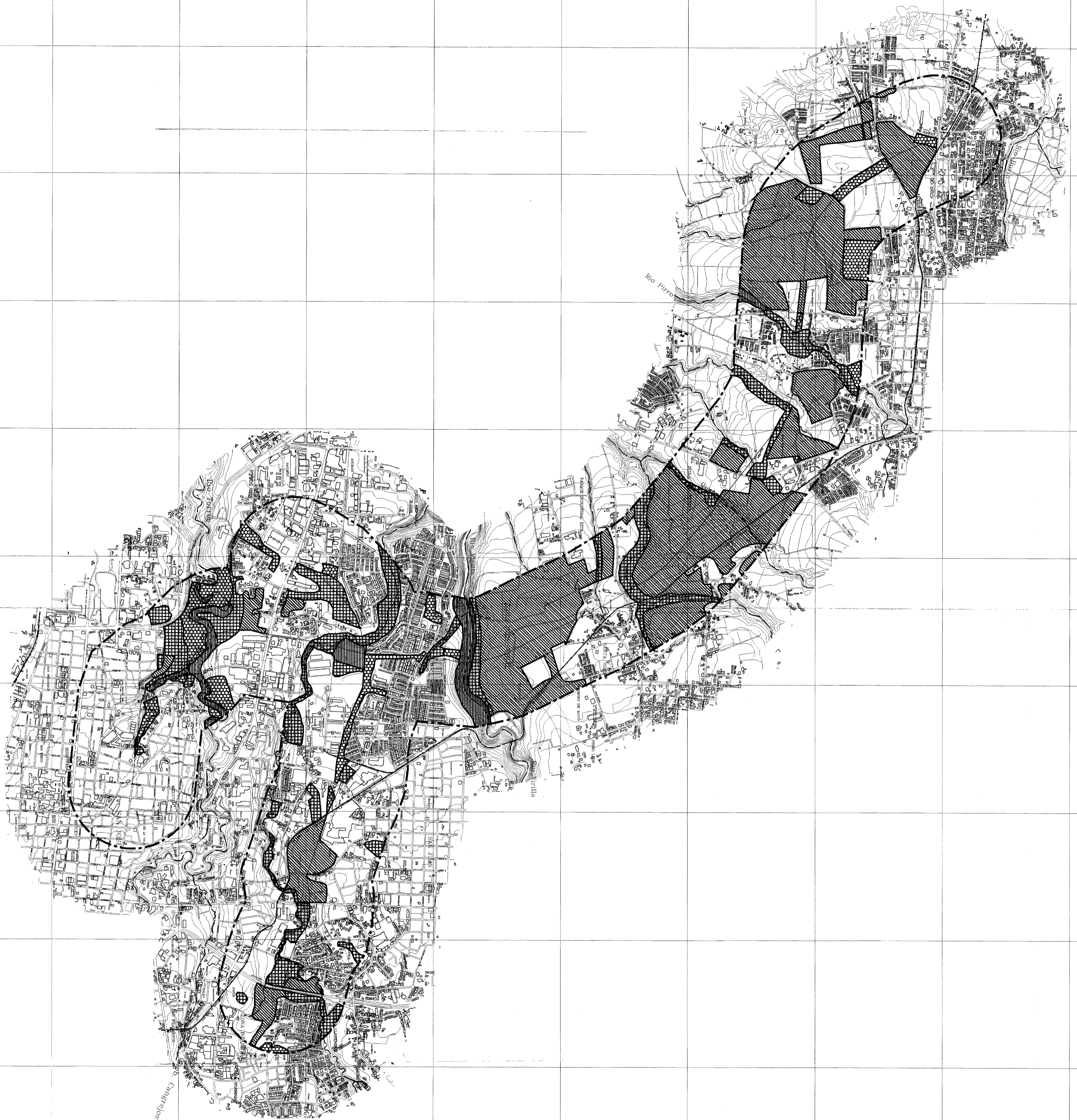


Estudio Impacto Ambiental Proyecto Nueva Radial Heredia - San Jose



Cobertura Vegetal

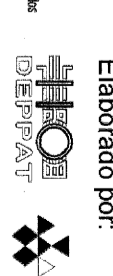
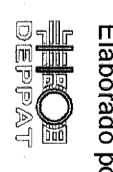

SIMBOLOGIA

-  Coordenadas Lambert
-  Curvas de Nivel @ 5m
-  Infraestructura
-  Rios y Quebradas
-  Calles
-  Limite del area de influencia
-  Ferrocarril y Tendido electrico
-  Carretera
-  Vegetación en crecimiento secundario joven
-  Pastos con arboles dispersos
-  Pastizales
-  Cultivos Agrícolas
-  Suelos Vegetal Removido



Profesional Responsable
 Nombre _____
 Firma _____ N° de Reg _____
 Escala 1:25 000
 Fecha Diciembre 2001
 Lamina 5.5

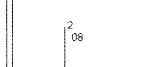
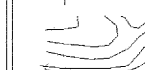



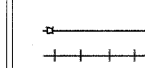



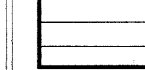





Solicitado por:
 **Ssetena**
 Contralado por:
 Consejo Nacional de Ambiente

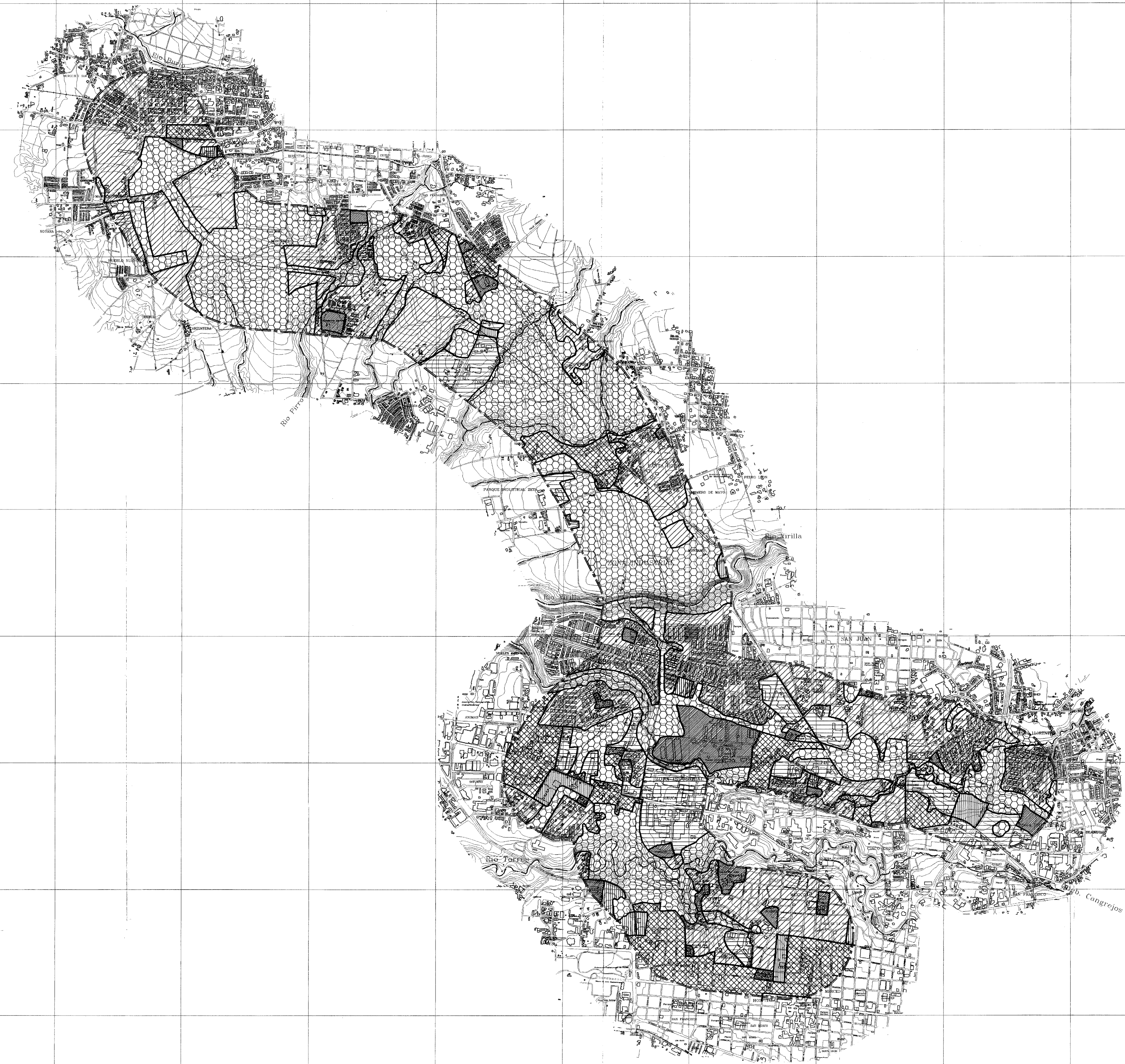
Elaborado por:
 **C&M** Ingenieros
 **HOE**
 **GEMWAY**
 CONSULTORES AMBIENTALES


Estudio Impacto Ambiental Proyecto Nueva Radial Heredia - San Jose

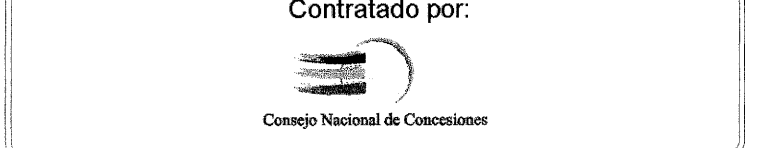
Uso Actual del Suelo

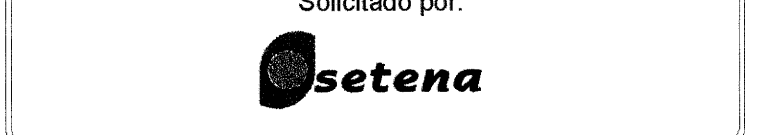
SIMBOLOGÍA

-  Coordenadas Lambert
-  Curvas de Nivel @ 5.m
-  Infraestructura
-  Rios y Quebradas
-  Calles
-  Limite del área de influencia
-  Ferrocarril y Tendido electrico
-  Carretera
-  Cobertura Vegetal
-  Uso Residencial
-  Uso Industrial
-  Uso Comercial
-  Uso Servicios
-  Uso Mixto
-  Caminos Principales



Elaborado por:


Contratado por:


Solicitado por:


Profesional Responsable
 Nombre _____
 Firma _____ N° de Reg _____

Escala	Fecha	Lámina
1:25 000	Diciembre 2001	5,6