

6. Estado Actual de las Rutas Existentes

6.1 Introducción

En este estudio de factibilidad, se examinó el plan de mejoramiento de las rutas nacionales existentes y los trazados de las circunvalaciones en algunos tramos de la Ruta Nacional No. 2 a través de encuestas sobre el estado actual de las rutas, inspección técnica de estructuras y drenajes, etc.

- Estudio de la situación actual de rutas existentes
- Estudio de estructuras existentes
- Estudio del terreno
- Estudio de los patrimonios culturales, catastro y otros temas relacionados al proyecto.

6.2 Información General sobre el Sistema Vial

6.2.1 Sistema de Clasificación de la Red Vial en Paraguay

La red vial del Paraguay se clasifica en 4 niveles, dependiendo de su importancia y el rol que desempeña en el sector del transporte.

1) Rutas Nacionales

- Las que partiendo de la Capital se internan o cruzan el interior del país.
- Las que atravesando dos o más departamentos conectan a la ciudad o centro urbano.
- Las que desempeñan un rol de corredor para la integración socio-económica y geográfica de las regiones del MERCOSUR.
- La supervisión y control de las rutas nacionales está a cargo del MOPC.

2) Ramales o Caminos Departamentales

- Las que recorren todo o gran parte de un departamento
- Las que unen menos de dos departamentos
- Las rutas departamentales que se unen a las rutas nacionales
- Las que ligan dos Rutas Nacionales
- Las que ponen en comunicación un departamento con algún punto en la frontera
- La supervisión de las rutas departamentales está a cargo del MOPC.

3) Caminos Vecinales

- Todos los caminos que no corresponden a las rutas nacionales ni los caminos departamentales.

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

4) Rutas de las Zonas Urbanas

- Las que se sitúan dentro de la ciudad excepto las que corresponde a las rutas nacionales. Todas estas rutas están bajo de la supervisión de MOPC.
- El MOPC controla las principales carreteras (caminos vecinales, rutas de zonas urbanas) excepto las de pequeña dimensión.

6.2.2 Estado Actual de las Principales Rutas del Paraguay

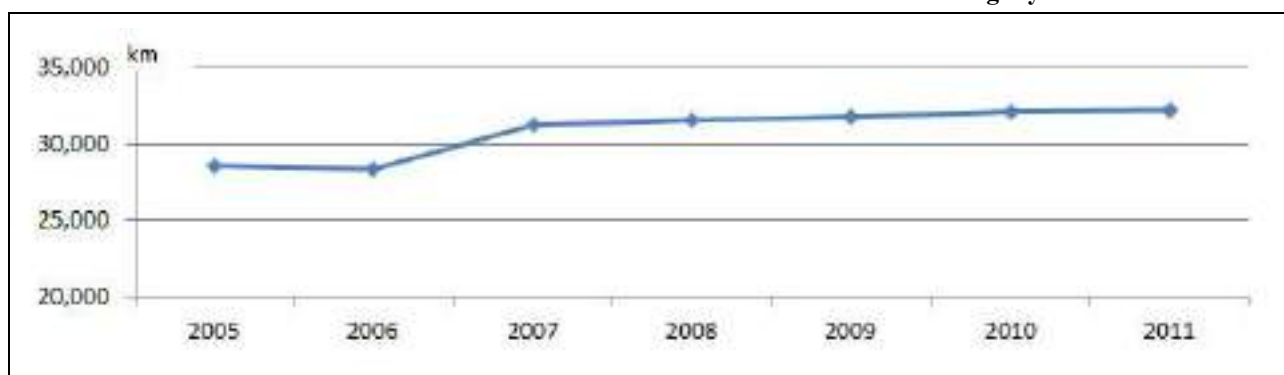
A Estado de las Rutas

En el año 2005, la extensión total de la red vial en Paraguay era de 28.576 km, la cual se ha incrementado en los últimos 6 años a una tasa anual del 2%. En el año 2011, la longitud total de la red vial en Paraguay era 32.235 km lo que representó la construcción de 3.658 km de nueva infraestructura vial.

<Tabla 6-1> Extensión de la Red Vial en Paraguay

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Tasa de Crecimiento Promedio Anual
Total	28,576	28,318	31,265	31,531	31,729	32,059	32,236	2.0%

<Gráfico 6-1> Evolución de la Extensión de la Red Vial en Paraguay



La extensión de la red vial de acuerdo a su clasificación es la siguiente:

- Rutas Nacionales 9.963 km (30,9%).
- Rutas Departamentales 6.792 km (21,1%).
- Rutas Locales/Rutas de Zonas Urbanas 15.480 km (48,0%), siendo estas últimas la de mayor longitud.

<Tabla 6-2> Extensión de la Red Vial del Paraguay según su Clasificación

Clasificación	Nacional	Departamental	Local/Zona Urbana	Total
Extensión (Porcentaje)	9.963 km (30,9%)	6.792 km (21,1%)	15.480 km (48,0%)	32.235 km (100,0%)

La extensión total de red vial del Paraguay es de 32.235 km. Se estima que la tasa de pavimentación de las rutas es de alrededor del 27.7%. La longitud total de las rutas asfaltadas es de 4.932 km (15.3%), los tramos enripiados suman un total de 2.452 km (7.6%) y los tramos de empedrados 1.540 km (4.8%). La extensión de las rutas asfaltadas es insuficiente considerando el tamaño del país y las condiciones actuales de las mismas.

<Tabla 6-3> Estado de las Rutas según el Tipo de Pavimento

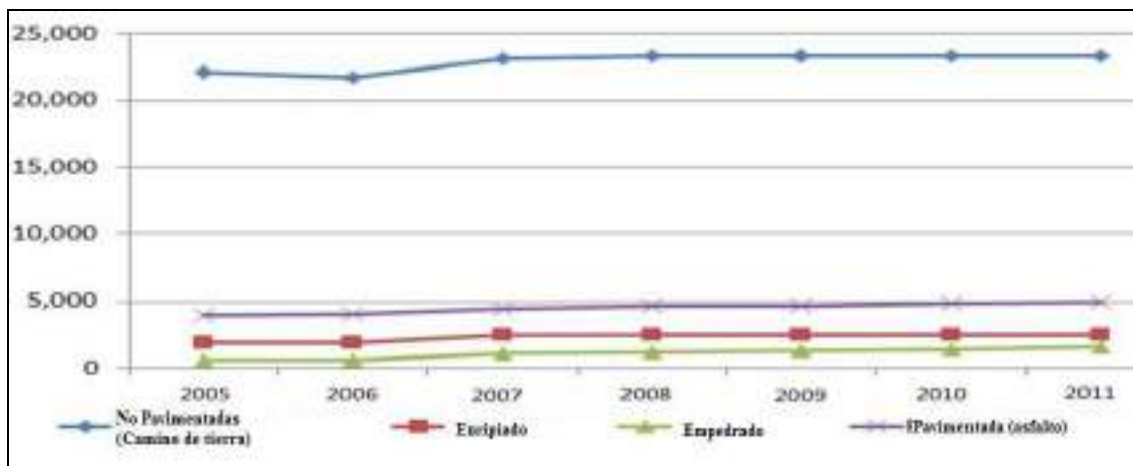
Descripción	Tipo de Pavimentos				No Pavimentadas	Total
	Asfálticos	Enripiados	Empedrados	Sub-Totales		
Extensión (Porcentaje)	4,932 (15.3%)	2,452 (7.6%)	1,540 (4.8%)	8,925 (27.7%)	23,310 (72.3%)	32,235 (100.0%)

Con referencia al método de pavimentación utilizado se observa que los pavimentos empedrados muestran un alto porcentaje de utilización media anual, 18.7%. En el 2005 se contaba con 551 km de caminos empedrados, sin embargo esta cifra se incrementó a 1.540 km en el año 2011. Esto se debe principalmente al menor costo de construcción de los pavimentos empedrados en comparación con los pavimentos de mezclas asfálticas.

<Tabla 6-4> Evolución del Estado de las Rutas Pavimentadas

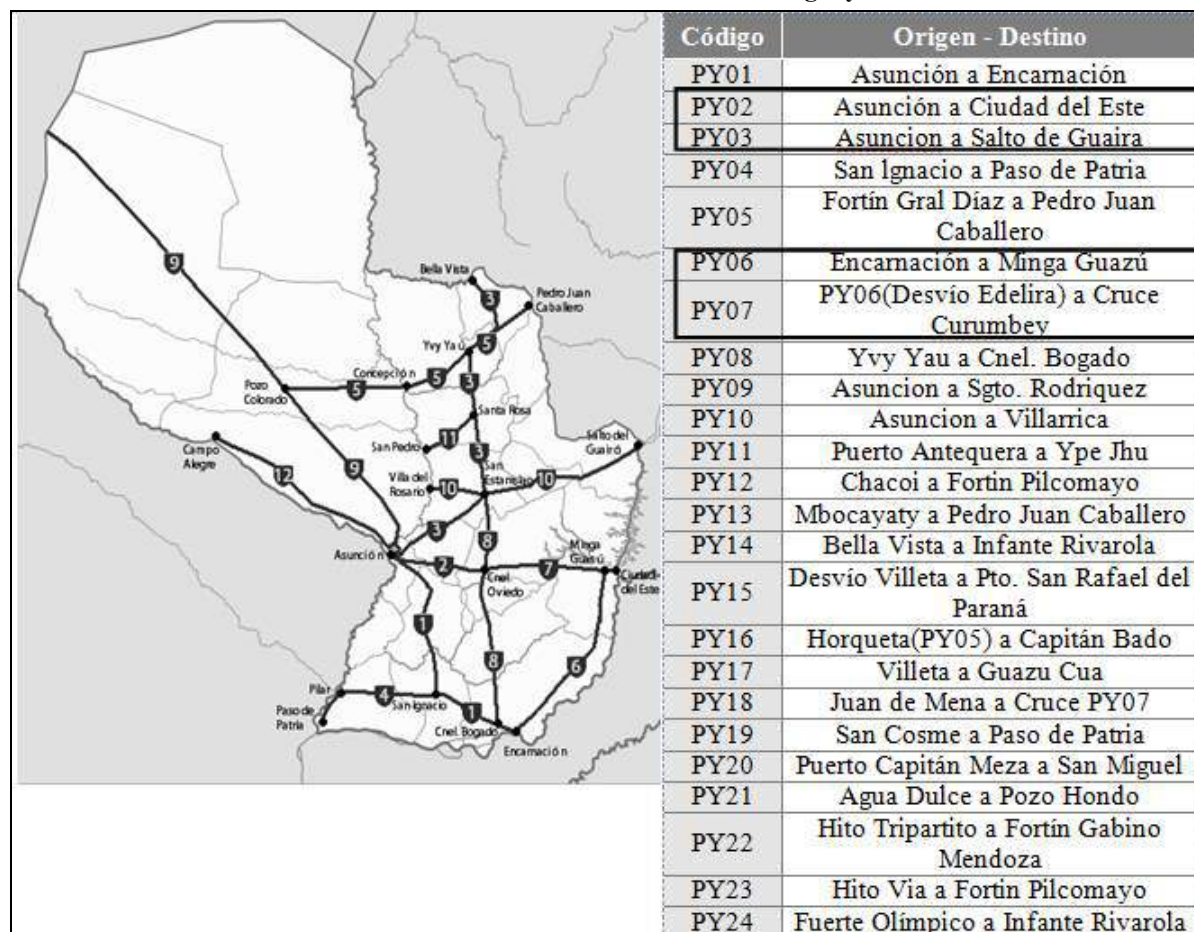
Clasificación		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Tasa de Crecimiento Promedio Anual
No pavimentadas		22,156	21,796	23,135	23,302	23,303	23,310	23,310	0.8%
Tipo de Pavimentos	Asfálticas	4,008	4,068	4,507	4,622	4,668	4,860	4,932	3.5%
	Enripiadas	551	593	1,106	1,155	1,299	1,437	1,540	18.7%
	Empedradas	1,861	1,861	2,516	2,452	2,459	2,452	2,452	4.7%
Total		28,576	28,318	31,264	31,531	31,729	32,059	32,234	

<Gráfico 6-2> Evolución del Estado de las Rutas Pavimentadas



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

<Gráfico 6-3> Red Vial Actual del Paraguay



Las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7 conforman el triángulo de la red vial que conecta la capital del Paraguay Asunción con las ciudades más importantes del país, Ciudad del Este y Encarnación, respectivamente. Estas rutas nacionales tienen el mayor volumen de tráfico de todo el país y 82% de la población total reside en estas ciudades cuya superficie total representa 1/3 del territorio paraguayo.

Desde el punto de vista geopolítico de Sudamérica, Paraguay se encuentra encerrado dentro del continente debido a su mediterraneidad y no posee salida directa a puertos marítimos como sus países vecinos. A fin de asegurar su competitividad económica resulta imperioso que posea un sistema eficiente de transporte y bajos costos de logística.

En particular, el volumen de tráfico medio diario de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 registrado en el 2008 excedía los 12.000 vehículos diarios, con una tasa de crecimiento del 3% anual e incrementos en la congestión del tráfico, demoras en el tiempo de viaje y accidentes de tránsito. Consecuentemente, esto hace perentorio la necesidad de buscar medidas paliativas que reduzcan las pérdidas económicas generadas al país por la ineficiencia de la red vial. Entre estas medidas se citan el mejoramiento y mantenimiento de las rutas nacionales y la construcción de circunvalaciones para el desvío del tráfico en las zonas urbanas.

Durante nuestra investigación de campo observamos que una gran cantidad de vehículos pesados se desplazan a muy baja velocidad a través de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 debido a la ausencia de terceros carriles. También observamos la necesidad de mejorar los dispositivos e instalaciones de seguridad para prevenir

accidentes. A tal efecto, nuestro equipo condujo una investigación in-situ de las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7 para analizar su estado actual y sugerir las mejores medidas aplicables al mejoramiento de las mismas.

6.3 Situación Actual de las Rutas Existentes

6.3.1 Investigación de la Situación Actual de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7

Las Rutas Nacionales No. 2 y No.7 conectan la capital del Paraguay, Asunción, con Ciudad del Este.

- **Tramo bajo Estudio:** Asunción ~ Minga Guazú (L=307 km)

- 1) **Asunción ~ Caacupé (L=42 km):** Carretera de cuatro carriles de doble sentido (Ruta No.2).
- 2) **Caacupé ~ Cnel. Oviedo (L=78 km):** Carretera de dos carriles de doble sentido (Ruta No.2).
- 3) **Cnel. Oviedo ~ Caaguazú (L=47 km):** Carretera de dos carriles de doble sentido (Ruta No.7).
- 4) **Caaguazú ~ Minga Guazú (L=140 km):** Carretera de dos carriles de doble sentido (Ruta No.7).

A Asunción ~ Caacupé (L=42 km)

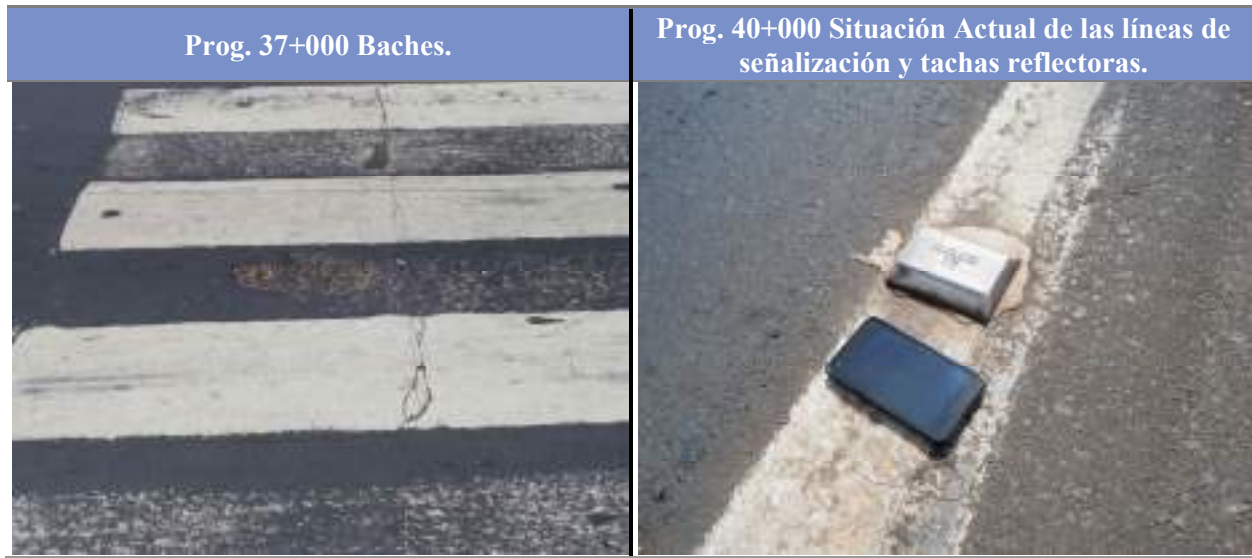
- **Sección Transversal:** El tramo de Asunción ~ Caacupé (L=42 km) está constituido por 4 carriles.

<Gráfico 6-4> Situación Actual de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7.



- **Tipo de Pavimento y Condición Actual:** el pavimento es tipo asfáltico y su estado actual es malo, se observaron baches en algunos puntos de este tramo.
- **Instalaciones de Seguridad e Instalaciones Auxiliares:** No existen instalaciones de seguridad, se observan algunas señalizaciones como tachas reflectoras insertadas en la calzada, pero estas no cumplen su función.

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

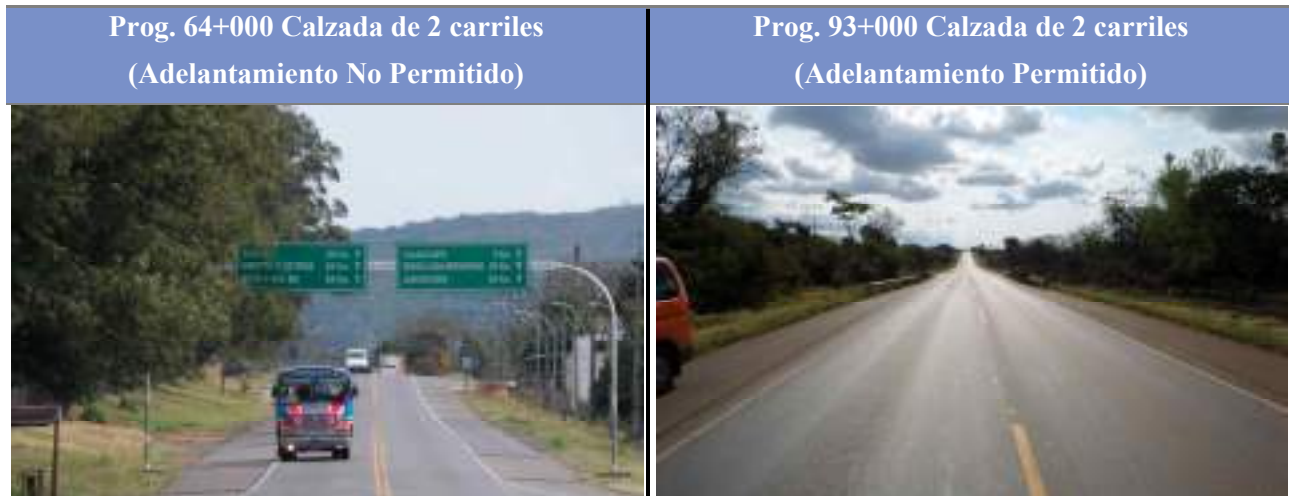


- **Terceros Carriles (Carril de Subida):** Esta sección cuenta con algunos carriles de ascenso pues este tramo atraviesa una zona de colinas.



B Caacupé ~ Cnel. Oviedo (L=78 km)

- **Sección Transversal:** El tramo de Caacupé ~ Cnel. Oviedo (L=78 km) está constituido por 2 carriles.



- **Tipo de Pavimento y Condición Actual:** el pavimento es tipo asfáltico y el estado actual de la calzada es bueno debido a un recapado reciente. Sin embargo, la situación de las banquetas es mala.
- **Instalaciones de Seguridad e Instalaciones Auxiliares:** No existen barandas de seguridad en las curvas, se observan algunas señalizaciones como tachas reflectoras insertadas en la calzada, pero estas no cumplen su función. También existen riesgos de atropellamiento por parte de los conductores.
- **Terceros Carriles (Carril de Ascenso):** Existen carriles de ascenso en todo el tramo pero es necesario contar con las señalizaciones de adelantamiento de camiones pesados.

Prog. 70+000 Pavimentos Dañados



Prog. 130+000 Baches



Prog. 70+000 Atropellamientos



Prog. 73+000 Falta de Instalación de Barandas Protectoras en Zonas de Curvas Inversas



Prog. 105+000 Punto de Control de Sobrecarga



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Prog. 61+000 Tramo de Carril de Ascenso



Prog. 84+000 Necesidad de Banquina



C Cnel. Oviedo ~ Caaguazú (L=47 km)

- **Sección Transversal:** El tramo de Cnel. Oviedo ~ Caaguazú (L= 47 km) está constituido por 2 carriles.

Prog. 144+000 Calzada de 2 Carriles
(Adelantamiento Permitido)



Prog. 170+000 Calzada de 2 Carriles
(Adelantamiento No Permitido)



- **Tipo de Pavimento y Condición Actual:** el pavimento es tipo asfáltico y el estado actual de la calzada es bueno debido a un recapado reciente. Sin embargo, la situación de las banquetas es mala

Prog. 155+000 Pavimentación de Banquina
Dañada



Prog. 172+000 Pavimentos Dañados



- **Instalaciones de Seguridad e Instalaciones Auxiliares:** Existen barandas de seguridad de madera en las curvas, y algunas señalizaciones de precaución en las mismas. Sin embargo, estas señalizaciones no cumplen sus funciones.

Prog. 155+000 Barandas Protectoras de Madera en Zonas de Curva



Prog. 135+000

Tramo de Alto Riesgo de Atropellamiento por Presencia de Animales Suelos



Prog. 156+000 Pérdida de Funcionalidad de las Marcas Reflectivas



- **Terceros Carriles (Carril de Ascenso):** Existen carriles de ascenso en todo el tramo pero es necesario contar con las señalizaciones de adelantamiento de camiones pesados. No existen carriles especiales para entrada y salida de vehículos de las fábricas, esto aumenta la probabilidad de accidentes en la zona.

Prog. 160+000 Falta de Instalación de Carriles de Aceleración y Desaceleración en Zonas de Entrada y Salida de Vehículos



Prog. 161+000
Instalación de Carriles de Ascenso



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

D Caaguazú ~ Minga Guazú (L=140km): Tramo Concesión TAPE PORA

- **Sección Transversal:** El tramo Caaguazú ~ Minga Guazú (L= 140 km) está constituido por 2 carriles.



- **Tipo de Pavimento y Condición Actual:** el pavimento es tipo asfáltico y el estado actual de la calzada es bueno debido a un recapado reciente. Sin embargo, la situación de las banquetas es mala. Cuando nuestro equipo de investigación pasó por este tramo en agosto de 2013 se estaban llevando a cabo trabajos de reparación de la capa asfáltica.



- **Instalaciones de Seguridad e Instalaciones Auxiliares:** Existen barandas de seguridad metálicas en los tramos curvos, y algunas señalizaciones de precaución en las mismas, pero estas señalizaciones no cumplen sus funciones.



Prog. 183+000 Tramo Concesionado
TAPE PORA



Prog. 200+000
Puesto de Peaje



- **Terceros Carriles (Carril de Ascenso):** El trazado vertical es relativamente bueno, se han instalados algunos carriles de ascenso en zonas de pendiente pronunciada. Sin embargo, existen deficiencias en los tramos curvos, donde el riesgo de accidentes por causa de adelantamiento indebido y escasa distancia de frenado se encuentra latente.

Prog. 191+000
Instalación de Carril de Ascenso



Prog. 193+000 Retraso y Congestión
del Tráfico en Tramos Curvos



Prog. 255+000 Necesidad de Instalación de
Carriles de Ascenso



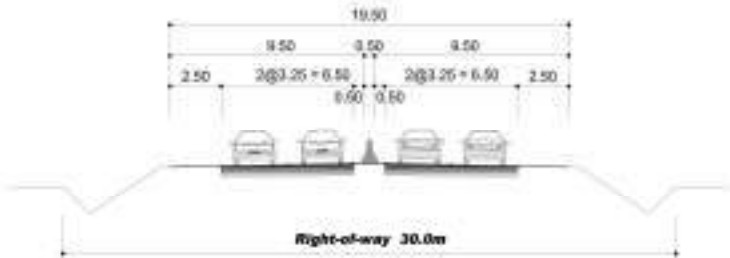


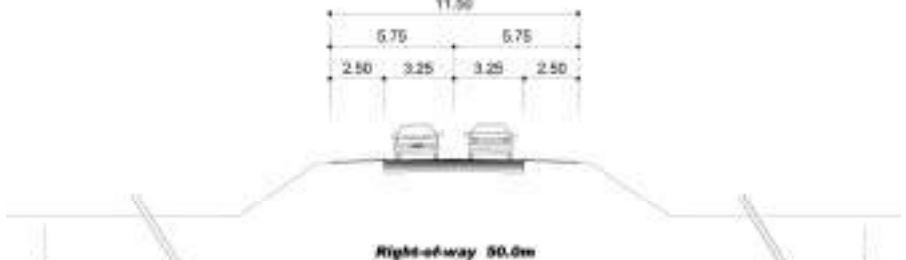
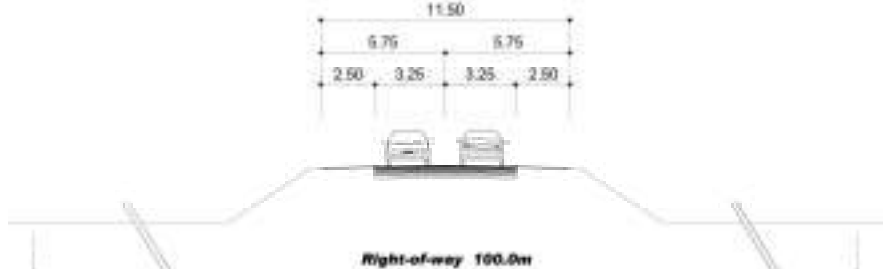
Prog. 265+000 Necesidad de Instalación de
Carriles de Ascenso



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

6.3.2 Sección Normal Transversal por Tramo

<Gráfico 6-5> Sección Normal Transversal por Tramo

Tramo	Sección Normal Transversal
San Lorenzo ~ Ypacaraí	 <p>Right-of-way 30.0m</p>
Ypacaraí ~ Caacupé	 <p>Right-of-way 30.0m</p>
Área Urbana (Caacupé, Itacurubí de la Cordillera, San José de los Arroyos)	 <p>Right-of-way 16m to 20.0m</p>
Caacupé ~ Cnel. Oviedo	 <p>Right-of-way 50.0m</p>
Cnel. Oviedo ~ Caaguazú	 <p>Right-of-way 100.0m</p>

6.4 Estudios de las Estructuras Existentes

6.4.1 Inspección de la Estructuras Existentes sobre las Rutas No. 2 y No. 7

El MOPC no dispone de un registro de planos constructivos, hojas de cálculos estructurales, dimensiones ni registros de mantenimiento de las estructuras localizadas sobre las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7. Nuestro equipo técnico realizó una inspección para verificar el estado actual de las estructuras, su ubicación, tipo de estructura y especificaciones técnicas relacionadas con los puentes de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7, excepto los pequeños alcantarillados celulares. La ubicación de estos puentes se muestra en el siguiente gráfico.

<Gráfico 6-6> Ubicación de Puentes



La mayoría de los puentes ubicados sobre las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 atraviesan arroyos. En total existen 32 puentes a lo largo de todo el trayecto, 24 puentes sobre la Ruta Nacional No. 2 y 8 puentes sobre la Ruta Nacional No. 7, siendo la longitud de los mismos menor a 100 m. Los tipos de puentes se pueden clasificar en: 4 alcantarillados celulares, 21 losa de H^oA^o, 8 vigas-T y 3 marcos rígidos, 1 arco tipo alcantarilla. Los puentes de tipo marco rígido se encuentran emplazados sobre vigas-T que descansan sobre pilares.

Cinco de los puentes localizados al inicio de la Ruta Nacional No. 2 poseen 4 carriles y ocho de los puentes restantes están constituidos por carriles separados de un solo sentido. Todos los otros puentes están constituidos por 2 carriles.

En algunos puentes se han instalado aceras para peatones y otros han sido construidos adicionalmente. En todos los puentes se han instalado barandas de seguridad prefabricadas excepto en un puente localizado sobre la Ruta Nacional No. 7. La mayoría de los puentes de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 se encuentran en buenas condiciones. No obstante, deben realizarse tareas de mantenimiento y refuerzo en algunas estructuras para evitar daños mayores o su deterioro.

Existen algunas diferencias entre los resultados de las inspecciones llevadas a cabo por la JICA en el año 2000 y los resultados obtenidos por nuestro equipo técnico. Esto se debe principalmente a que los puentes señalados por la JICA como seriamente dañados han sido reparados, mientras que otros puentes han empezado a presentar signos de deterioro después de la inspección conducida por la JICA.

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

< Tabla 6.5 > Dimensiones de los Puentes Existentes



Clasificación	Ubicación	Longitud (m)	Ancho (m)	Tipo de Super Estructura	Tipo de Estribo	Tipo de Pila	Observación
B2-01	Prog. 16+000	5.6	21.75	Losa H°A° + Alcantarilla	Mampostería	-	Expansión
B2-02	Prog. 21+000	3 X 6.1=18.3	21.75	Losa H°A°	H°A° + Mampostería	Pantalla+Portico	Expansión
B2-03	Prog. 25+000	<u>3 X 6.1=18.3</u>	21.75	Losa H°A°	Mampostería	Portico	Expansión
B2-04	Prog. 25+200	<u>3 X 6.0=18.0</u>	23.1	Losa H°A°	Mampostería	Portico	Expansión
B2-05	Prog. 29+000	<u>3 X 6.0+alcantarilla=27.4</u>	20.41	Losa H°A°	Mampostería	Portico	Expansión
B2-06	Prog. 38+700	3.0	24.5	Losa H°A°+ Alcantarilla	Mampostería	-	Expansión
B2-07	Prog. 38+800	8.25+16.5+8.25=33.0	12.08	Viga-T	H°A°	Columna	Hcia Del Este
B2-08	Prog. 38+800	<u>3 X 8.5=25.5</u>	11.4	Losa H°A°	H°A°	Portico	Hcia Asuncion
B2-09	Prog. 39+000	<u>4 X 4.6=18.4</u>	11.5	Losa H°A	H°A°	Portico	Hcia Del Este
B2-10	Prog. 39+000	6.25+16.5+6.25=29.0	11.67	Viga-T	H°A°	Columna	Hcia Asuncion
B2-11	Prog. 39+900	<u>7.0+5.4+2 X 6.2+4.8=29.6</u>	11.3	Losa H°A°	H°A°	Pantalla	Hcia Del Este
B2-12	Prog. 54+000	8.25+16.5+8.25=33.0	12.08	Viga-T	H°A°	Columna	Hcia Del Este
B2-13	Prog. 54+500	alcantarilla+9.9=18.0	12.0	Viga-T	Mampostería	-	Hcia Asuncion
B2-14	Prog. 56+500	7.0	9.85	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B2-15	Prog. 61+500	alcantarilla+10.0=24.25	9.81	Viga-T	Mampostería	-	-
B2-16	Prog. 70+000	<u>alcantarilla+4 X 6.0=29.0</u>	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-17	Prog. 73+000	6.25+16.5+6.25=29.0	11.67	Viga-T	H°A°	Columna	-
B2-18	Prog. 81+000	5.5	9.8	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B2-19	Prog. 84+000	12.7+14.7+12.6=40.0	9.8	Viga-T	H°A°	Portico	-
B2-20	Prog. 94+000	<u>2 X 5.7=11.4</u>	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-21	Prog. 94+100	<u>2 X 5.7=11.4</u>	10.0	Viga-T	Mampostería	Portico	-



B2-22	Prog. 100+000	$5.6+3 \times 6.1+5.6=29.5$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-23	Prog. 114+000	$5.6+2 \times 5.7+5.6=22.6$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-24	Prog. 118+000	$3 \times 5.9=17.7$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B7-01	Prog. 151+000	6.0	10.65	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B7-02	Prog. 153+600	5.2	11.0	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B7-03	Prog. 153+900	6.2	11.25	Losa H°A°	H°A°	-	-
B7-04	Prog. 154+100	$6.9+19.85+6.9=33.65$	8.95	Marco Rígido	Mampostería	Columna	-
B7-05	Prog. 157+000	6.5	15.4	Arco tipo alcantarilla	-	-	-
B7-06	Prog. 161+000	$4.0+12.25+4.0=20.2$	8.2	Marco Rígido	Mampostería	Columna	-
B7-07	Prog. 193+000	$2 \times 10.0+16.0+2 \times 10.0=55.8$	9.68	Viga-T	H°A°	Portico	-
B7-08	Prog. 203+000	6.0	10.0	Losa H°A°	H°A°	-	-

Nota: B2 - ○○ = Puente sobre la Ruta No. 2. B7 - ○○ = Puente sobre la Ruta No. 7



06 Estado Actual de las Rutas Existentes



<Tabla 6-6> Estado Actual de los Puentes

Puente No.	B2-01	Ubicación	Prog. 16+000
Luz/Longitud	5.6m	Río que Atraviesa	A°. San Lorenzo
Ancho del Puente	21.75m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A° + Alcantarilla
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	○
	Vigas	○	△
	Drenajes	-	-
	Barandas	×	○
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	-	-
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-02	Ubicación	Prog. 21+000
Luz/Longitud	3 X 6.1=18.3m	Río que Atraviesa	A°. Paso Mburica
Ancho del Puente	21.75m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	H°A° + Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Pantalla+Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	○	-
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	△
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	○	-
	Soporte	○	○
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		


06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-03	Ubicación	Prog. 25+000
Luz/Longitud	3 X 6.1=18.3m	Río que Atraviesa	A°. Carumbe Cua
Ancho del Puente	21.75m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	△
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	○
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	×
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	×
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	△	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-04	Ubicación	Prog. 25+200
Luz/Longitud	3 X 6.0=18.0m	Río que Atraviesa	A°. Mbaepirunga
Ancho del Puente	23.1m	Tipo de Super Estructura	Losa de H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	△	○
	Losa	○	×
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	×
	Barandas	○	△
	Banquina	○	△
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	△
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	△
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, -:No Aplicable		


06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-05	Ubicación	Prog. 29+000
Luz/Longitud	3 X 6.0+alcantarilla=27.4m	Río que Atraviesa	A°. Yuquyry
Ancho del Puente	20.41m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	△
	Losa	○	×
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	×
	Barandas	○	×
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	×
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-06	Ubicación	Prog. 38+700
Luz/Longitud	3.0m	Río que Atraviesa	-
Ancho del Puente	24.5m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°+ Alcantarilla
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
-			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	×
	Vigas	-	×
	Drenajes	-	-
	Barandas	-	○
	Banquina	-	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	-	○
	Muro de Defensa	-	○
	Pilar	-	○
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, Δ:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		


06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-07	Ubicación	Prog. 38+800
Luz/Longitud	8.25+16.5+8.25=33.0m	Río que Atraviesa	A°. Y Pucu
Ancho del Puente	12.08m	Tipo de Super Estructura	Viga - T
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Columnas / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	○
	Vigas	○	○
	Drenajes	○	△
	Barandas	△	×
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	×	×
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	△
Canal	Revestimiento	×	○
	Erosión	×	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-08	Ubicación	Prog. 38+800
Luz/Longitud	3 X 8.5=25.5m	Río que Atraviesa	A°. Y Pucu
Ancho del Puente	11.4m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	○
	Vigas	-	×
	Drenajes	-	△
	Barandas	-	×
	Banquina	-	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	×
Sub-Estructura	Estribo	-	○
	Muro de Defensa	-	○
	Pilar	-	×
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

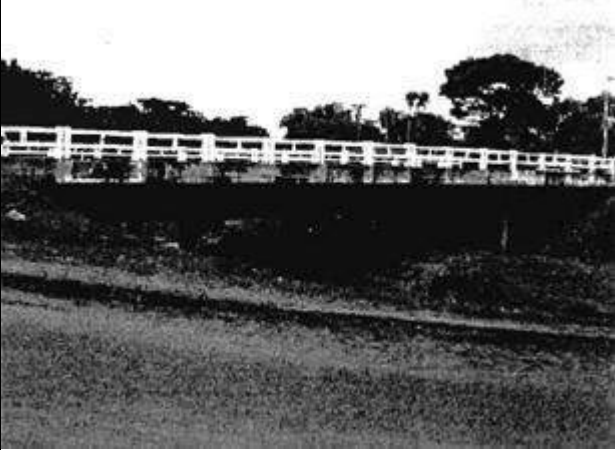

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-09	Ubicación	Prog. 39+000
Luz/Longitud	4 X 4.6=18.4m	Río que Atraviesa	A°. Yagua Resa-u
Ancho del Puente	11.5m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Portico / 3
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	○
	Vigas	○	×
	Drenajes	○	×
	Barandas	○	△
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
Sub-Estructura	Soporte	○	×
	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
Canal	Pilar	○	×
	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		


Puente No.	B2-10	Ubicación	Prog. 39+000
Luz/Longitud	6.25+16.5+6.25=29.0m	Río que Atraviesa	A°. Yagua Resa-u
Ancho del Puente	11.67m	Tipo de Super Estructura	Viga-T
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Columna / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
-			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	○
	Vigas	-	△
	Drenajes	-	×
	Barandas	-	×
	Banquina	-	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	×
Sub-Estructura	Estribo	-	×
	Muro de Defensa	-	○
	Pilar	-	○
Canal	Revestimiento	-	○
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-11	Ubicación	Prog. 39+900
Luz/Longitud	7.0+5.4+2 X 6.2+4.8=29.6m	Río que Atraviesa	A°. Pirayu I
Ancho del Puente	11.3m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Pantalla / 4
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	○	×
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	×
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	-
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	○
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-12	Ubicación	Prog. 54+000
Luz/Longitud	8.25+16.5+8.25=33.0m	Río que Atraviesa	A°. Tobati
Ancho del Puente	12.08m	Tipo de Super Estructura	Viga-T
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Columna / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	○	×
	Drenajes	○	×
	Barandas	○	×
	Banquina	○	○
	Juntas de Dilatación	-	-
Sub-Estructura	Soporte	△	×
	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
Canal	Pilar	○	○
	Revestimiento	×	-
	Erosión	×	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-13	Ubicación	Prog. 54+500
Luz/Longitud	alcantarilla+9.9=18.0m	Río que Atraviesa	-
Ancho del Puente	12.0m	Tipo de Super Estructura	Viga-T
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
-			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	×
	Vigas	-	×
	Drenajes	-	×
	Barandas	-	×
	Banquina	-	○
	Juntas de Dilatación	-	-
Sub-Estructura	Soporte	-	-
	Estribo	-	○
	Muro de Defensa	-	○
Canal	Pilar	-	-
	Revestimiento	-	-
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

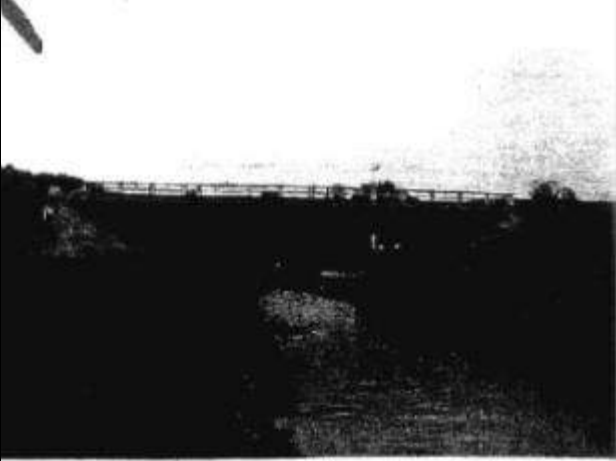

Puente No.	B2-14	Ubicación	Prog. 56+500
Luz/Longitud	7.0m	Río que Atraviesa	A°. Izala
Ancho del Puente	9.85m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	–
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	○
	Vigas	○	×
	Drenajes	–	○
	Barandas	○	×
	Banquina	–	–
	Juntas de Dilatación	○	○
	Soporte	–	–
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	–	–
Canal	Revestimiento	–	–
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, – :No Aplicable		


06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-15	Ubicación	Prog. 61+500
Luz/Longitud	alcantarilla+10.0=24.25m	Río que Atraviesa	A°. Ytu
Ancho del Puente	9.81m	Tipo de Super Estructura	Viga - T
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	○
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	△
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	○
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-16	Ubicación	Prog. 70+000
Luz/Longitud	alcantarilla+4 X 6.0=29.0m	Río que Atraviesa	A°. Yuquyry
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 3
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	○	○
	Drenajes	○	×
	Barandas	△	×
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
Sub-Estructura	Soporte	△	○
	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
Canal	Pilar	○	×
	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

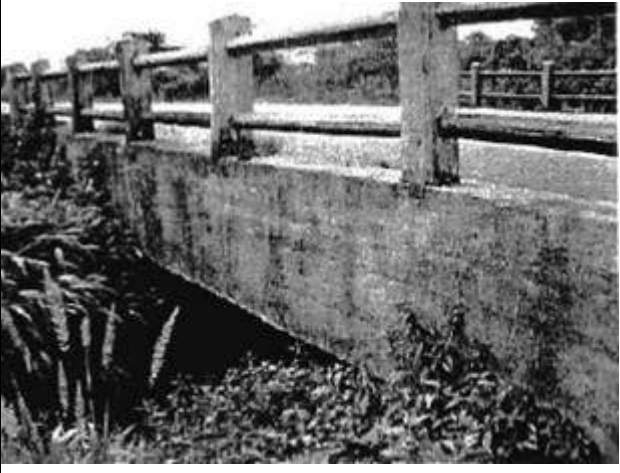

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-17	Ubicación	Prog. 73+000
Luz/Longitud	6.25+16.5+6.25=29.0m	Río que Atraviesa	A°. Piribebuy
Ancho del Puente	11.67m	Tipo de Super Estructura	Viga-T
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Columna / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	△
	Vigas	○	△
	Drenajes	○	×
	Barandas	×	×
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	○
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	○
Canal	Revestimiento	○	○
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-18	Ubicación	Prog. 81+000
Luz/Longitud	5.5m	Río que Atraviesa	-
Ancho del Puente	9.8m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado del estudio de puentes		JICA	Este proyecto
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	○
	Vigas	-	-
	Drenajes	-	-
	Barandas	-	○
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	-	○
	Muro de Defensa	-	○
	Pilar	-	-
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, Δ:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

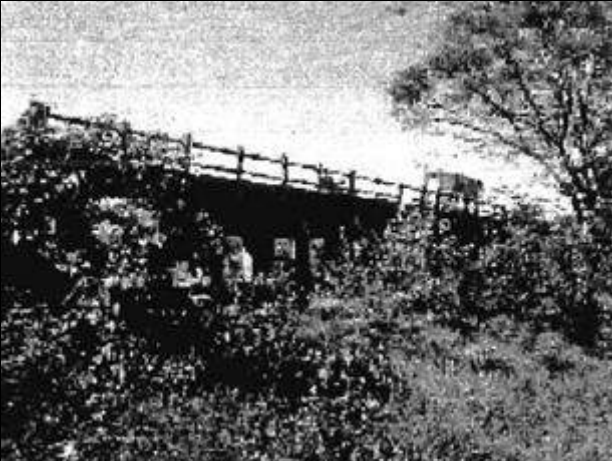

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-19	Ubicación	Prog. 84+000
Luz/Longitud	12.7+14.7+12.6=40.0m	Río que Atraviesa	A°. Yhaguy
Ancho del Puente	9.8m	Tipo de Super Estructura	Viga - T
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	△
	Losa	○	×
	Vigas	○	△
	Drenajes	○	○
	Barandas	△	△
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	○
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	△
Canal	Revestimiento	○	○
	Erosión	△	△
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

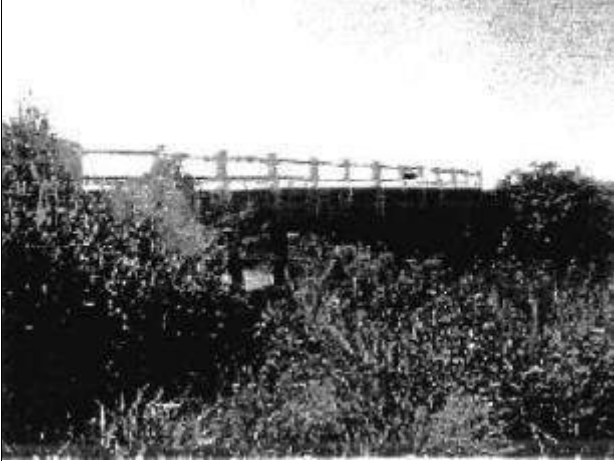

Puente No.	B2-20	Ubicación	Prog. 94+000
Luz/Longitud	2 X 5.7=11.4m	Río que Atraviesa	A°. Carity
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 1
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	○	○
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	○
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	○
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-21	Ubicación	Prog. 94+100
Luz/Longitud	2 X 5.7=11.4m	Río que Atraviesa	A°. Carity
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Vigas - T
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 1
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	○
	Vigas	○	-
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	△
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	○	○
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-22	Ubicación	Prog. 100+000
Luz/Longitud	5.6+3 X 6.1+5.6=29.5m	Río que Atraviesa	A°. Moroti
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 4
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	○
	Barandas	○	○
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	○
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	○
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, Δ:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B2-23	Ubicación	Prog. 114+000
Luz/Longitud	5.6+2 X 5.7+5.6=22.6m	Río que Atraviesa	A°. Ytau
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 3
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	△	×
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	×
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	○
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



Puente No.	B2-24	Ubicación	Prog. 118+000
Luz/Longitud	3 X 5.9=17.7m	Río que Atraviesa	A°. Yacarey
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Portico / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	-	-
	Drenajes	○	○
	Barandas	○	×
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	○	×
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	○	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B7-01	Ubicación	Prog. 151+000
Luz/Longitud	6.0m	Río que Atraviesa	A°. Potrero Balbina
Ancho del Puente	10.65m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	○	×
	Vigas	○	○
	Drenajes	-	-
	Barandas	○	△
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	○	△
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	-	-
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	△	△
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		


Puente No.	B7-02	Ubicación	Prog. 153+600
Luz/Longitud	5.2m	Río que Atraviesa	–
Ancho del Puente	11.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	–
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	×	○
	Losa	×	×
	Vigas	△	×
	Drenajes	–	–
	Barandas	△	○
	Banquina	–	–
	Juntas de Dilatación	–	–
	Soporte	–	–
Sub-Estructura	Estribo	△	×
	Muro de Defensa	×	○
	Pilar	–	–
Canal	Revestimiento	–	–
	Erosión	△	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, – :No Aplicable		



06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B7-03	Ubicación	Prog. 153+900
Luz/Longitud	6.2m	Río que Atraviesa	-
Ancho del Puente	11.25m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	×	×
	Vigas	×	×
	Drenajes	-	-
	Barandas	○	○
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	△	○
	Muro de Defensa	×	○
	Pilar	-	-
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	△	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		


Puente No.	B7-04	Ubicación	Prog. 154+100
Luz/Longitud	6.9+19.85+6.9=33.65m	Río que Atraviesa	A°. Guazu
Ancho del Puente	8.95m	Tipo de Super Estructura	Marco Rígido
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Columna / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	○	○
	Losa	△	×
	Vigas	○	×
	Drenajes	-	△
	Barandas	○	×
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	-
Sub-Estructura	Estribo	○	○
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	×
Canal	Revestimiento	○	△
	Erosión	○	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		


06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B7-05	Ubicación	Prog. 157+000
Luz/Longitud	6.5m	Río que Atraviesa	-
Ancho del Puente	15.4m	Tipo de Super Estructura	Arco tipo alcantarilla
Tipo de Estribo	-	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	△
	Losa	-	○
	Vigas	-	-
	Drenajes	-	-
	Barandas	-	-
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
Sub-Estructura	Estribo	-	-
	Muro de Defensa	-	-
	Pilar	-	-
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

Puente No.	B7-06	Ubicación	Prog. 161+000
Luz/Longitud	4.0+12.25+4.0=20.2m	Río que Atraviesa	A°. Moroti
Ancho del Puente	8.2m	Tipo de Super Estructura	Marco Rígido
Tipo de Estribo	Mampostería	Tipo/Número de Pilares	Columna / 2
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	×	○
	Losa	×	○
	Vigas	○	×
	Drenajes	○	△
	Barandas	○	△
	Banquina	–	○
	Juntas de Dilatación	○	–
	Soporte	○	○
Sub-Estructura	Estribo	○	×
	Muro de Defensa	○	○
	Pilar	○	○
Canal	Revestimiento	×	×
	Erosión	×	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, – :No Aplicable		

06 Estado Actual de las Rutas Existentes

Puente No.	B7-07	Ubicación	Prog. 193+000
Luz/Longitud	2 X 10.0+16.0+2 X 10.0=55.8m	Río que Atraviesa	A°. Yrungu
Ancho del Puente	9.68m	Tipo de Super Estructura	Viga - T
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	Portico / 4
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
-			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	×
	Vigas	-	×
	Drenajes	-	△
	Barandas	-	△
	Banquina	-	○
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	○
Sub-Estructura	Estribo	-	△
	Muro de Defensa	-	○
	Pilar	-	○
Canal	Revestimiento	-	×
	Erosión	-	×
Nota	○:Condición Buena, △:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

Puente No.	B7-08	Ubicación	Prog. 203+000
Luz/Longitud	6.0m	Río que Atraviesa	A°. Pastoreo
Ancho del Puente	10.0m	Tipo de Super Estructura	Losa H°A°
Tipo de Estribo	H°A°	Tipo/Número de Pilares	-
Estudio de Factibilidad JICA, 2000		Estudio de Factibilidad KOICA	
-			
Resultado de la Inspección de Puentes		JICA	KOICA
Super Estructura	Superficie de Rodamiento	-	○
	Losa	-	×
	Vigas	-	×
	Drenajes	-	-
	Barandas	-	×
	Banquina	-	-
	Juntas de Dilatación	-	-
	Soporte	-	○
Sub-Estructura	Estribo	-	×
	Muro de Defensa	-	○
	Pilar	-	-
Canal	Revestimiento	-	-
	Erosión	-	○
Nota	○:Condición Buena, Δ:Necesidad de Reparaciones, ×:Necesidad de Reparaciones Urgentes, - :No Aplicable		

7. Evaluación de los Criterios de Diseño

7.1 Información General


Para este estudio de factibilidad, los temas mencionados a continuación fueron revisados después de una exhaustiva recolección de datos, análisis y consultas con las agencias relacionadas tomando como base los datos recopilados en las investigaciones in-situ sobre aspectos técnicos y económicos relacionados a la construcción vial en el Paraguay.

Durante la investigación bibliográfica se consultó la primera edición del "Manual de Carreteras del Paraguay" publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) en el año 2011. Se consultaron temas referentes a las características de la red vial y el tráfico del Paraguay, características regionales y geológicas del país, así como las variaciones económicas y sociales.

También se realizó una comparación entre la norma americana AASHTO (A Policy of Geometric Design of Highways and Streets, 2004), las regulaciones de Corea del Sur referentes a estructuras e instalaciones de seguridad vial (Regulation of Structures and Road Safety Facilities for Civil Society, South Korea - 2009) y el Manual de Carreteras del Paraguay.

A través de esta comparación observamos que no existe diferencia entre la norma americana AASHTO, de aceptación internacional, y la norma paraguaya. Consecuentemente, decimos adoptar como guía de diseño los criterios contenidos en la última versión de esta norma.

<Tabla 7-1> Norma Paraguaya

Manual de Carreteras del Paraguay, MOPC (2011).	
	
<ul style="list-style-type: none"> • Tomo No. 1: Normas para la Evaluación de Proyectos y Geometría Vial. • Tomo No. 2: Norma para la Estructura del Pavimento. • Tomo No. 3: Normas para Obras de Drenaje Vial. • Tomo No. 4: Normas para Estructuras y Puentes. • Tomo No. 5: Normas para Señalización y Seguridad Vial. • Tomo No. 6: Normas para Materiales y Ensayos de Materiales. • Tomo No. 7: Normas y Especificaciones para Mantenimiento de Obras. • Tomo No. 8: Medio Ambiente y Fiscalización de Obras. 	

07 Evaluación de los Criterios de Diseño

7.2 Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño es un factor fundamental para la determinación del diseño geométrico de carreteras y la definición del trazado que garantice confort y seguridad a los conductores y pasajeros. Para la determinación de la velocidad de diseño apropiada, debe tenerse en cuenta las condiciones geográficas del lugar, los planes de utilización del terreno, las instalaciones a ser construidas (intersecciones, estructuras complementarias, puestos de peajes y control de peso de vehículos, etc.), volumen de tráfico y costo-efectividad del proyecto, que en particular debe asegurar la movilidad de la región.

La velocidad de diseño de este proyecto fue seleccionada previa comparación de las normas estandarizadas de Paraguay, EE.UU. y Corea del Sur, así como los datos operativos actuales recabados durante la investigación. La velocidad de diseño adoptada para la Ruta Nacional No. 2 es 80 km/h, y fue seleccionada en base a las características de las principales rutas del país, la conectividad y condiciones geográficas de la región. Sin embargo, en las zonas urbanas comprendidas entre las variantes a ser construidas en algunos tramos de la Ruta Nacional No. 2 resulta imposible mantener la velocidad de diseño de 80 km/h, por este motivo se estableció que la velocidad de diseño en estos trayectos sea de 60 Km/h.

7.3 Criterio de Diseño Geométrico

El diseño geométrico de este proyecto fue determinado en base a los estándares de la norma paraguaya contenida en el "Manual de Carreteras del Paraguay" (MOPC, 2011) como se muestra en la <Tabla 7.1>, y se basa en una velocidad de diseño de 80 km/h o mayor que este valor de referencia, satisface los criterios establecidos y asegura la seguridad y confort de los conductores. A modo de comparación se presenta la <Tabla 7.2> que contiene un resumen de las normas de Paraguay, EE.UU. y Corea del Sur.

<Tabla 7-2> Criterio de Clasificación de la Red Vial del Paraguay

CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS POR TIPO DE RED Y CATEGORÍA																			
RED	PRIMARIA						SECUNDARIA			TERCIARIA									
CATEGORÍA	AUTOPISTA			MULTICARRIL			BIDIRECCIONAL			COLECTOR			LOCAL			DESARROLLO			
VELOCIDAD DE PROYECTO	120	100	80	100	80	60	80	60	40	60	40	30	20	60	50*	40	30*	20*	
TIPO DE TOPOGRAFÍA	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	
DIRECCIÓN DE TRANSITO	UNIDIRECCIONAL			UNIDIRECCIONAL			UNIDIRECCIONAL O BIDIRECCIONAL			UNIDIRECCIONAL O BIDIRECCIONAL			BIDIRECCIONAL			BIDIRECCIONAL			
CONTROL DE ACCESO	CONTROL TOTAL			CONTROL TOTAL			CONTROL PARCIAL			CONTROL PARCIAL			SIN CONTROL			SIN CONTROL			
NIVEL DE SERVICIO	A, B, C			B, C, D						C, D			NO APLICABLE						
VOLUMEN TÍPICO DE TRANSITO AL AÑO INICIAL (TPDA)	UD > 8,000			UD > 3,000			UD > 2,000 BD > 1,000			UD > Cero Especial BD > 500			Variable Según Actividad Productiva						
INTERACCIÓN VIAL	AUTOPISTAS, MULTICARRIL, BIDIRECCIONAL			AUTOPISTAS, MULTICARRIL, BIDIRECCIONAL, COLECTORES			AUTOPISTAS, MULTICARRIL, BIDIRECCIONAL, COLECTORES, LOCALES			TODOS			COLECTORES, LOCALES, DESARROLLO			COLECTORES, LOCALES, DESARROLLO			
TIPO DE CONEXIÓN	ENLACE			ENLACE, DISTRIBUIDOR			ENLACE, DISTRIBUIDOR, INTERSECCIONES			TODOS			INTERSECCION, ACCESO DIRECTO			ACCESO DIRECTO			

* Menor que las velocidades establecidas para sectores puntuales conflictivos

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 1 Vol. 2, Normas para la Evaluación de Proyectos y Geometría Vial. Página 60.

La selección del criterio de diseño fue seleccionado después de una comparación entre las normas de los países mencionados anteriormente.

<Tabla 7-3> Criterio de Diseño Aplicado al Estudio de Factibilidad

Clasificación	Unidad	MOPC	AASHTO	Corea del Sur	Estudio de Factibilidad KOICA
Radio Mínimo de Curvatura	m	250	250	280	250
Longitud Mínima de Curva	m	112	3V	90	112
Pendiente	%	8	8	8	8
Distancia de Frenado	m	115	140	110	115
Pendiente Máxima	Terreno Llano	%	4	4	4
	Terreno Ondulado	%	5	5	-
	Terreno Montañoso	%	7	7	7

7.4 Nivel de Servicio del Diseño

El nivel de servicio del diseño de una carretera refleja las condiciones de la vía y del tráfico, el volumen, la densidad y velocidad del tráfico. De acuerdo al "Manual de Carreteras del Paraguay" (MOPC, 2011) y la norma americana "A Policy of Geometric Design of Highways and Streets" (AASHTO, 2004) los niveles de servicio de una carretera pueden clasificarse de la A a la F como se detalla en la siguiente tabla.

<Tabla 7-4> Nivel de Servicio en Carreteras Bidireccionales

Level of service	General operating conditions
A	Flujo Libre Describe el funcionamiento a flujo libre. La operación de los vehículos no se encuentra perturbada por la presencia de otros vehículos ni las operaciones se encuentran restringidas por las condiciones geométricas. La maniobrabilidad con el tráfico es buena. Los efectos de incidentes menores o averías en un punto son fácilmente absorbidos en este nivel sin cambiar la velocidad de viaje.
B	Flujo Libre Razonable Este nivel de servicio también indica el flujo libre, aunque la presencia de otros vehículos se vuelve notable. Las velocidades medias de viaje son igual que en el nivel de servicio A, pero los conductores tienen menos libertad para maniobrar. Todavía se absorben fácilmente las rupturas menores locales en un punto, el deterioro en el nivel de servicio es más obvio.
C	Flujo Estable El nivel de servicio C, marca la influencia de densidad de tráfico en el funcionamiento. La habilidad de maniobrar dentro de la corriente de tráfico está claramente afectada por la presencia de otros vehículos. En las vías multicarriles con una velocidad a flujo libre, VFL sobre los 80 Km/h, las velocidades de viaje se reducen un poco. Las rupturas menores pueden causar un deterioro local serio en el servicio, y se pueden formar colas detrás de cualquier ruptura de tráfico significativa.
D	Flujo Inestable de Aproximación En el nivel de servicio D, la habilidad de maniobrar se restringe severamente a la congestión de tráfico. La velocidad de viaje está reducida debido al aumento del volumen creciente. Sólo rupturas menores pueden ser absorbidas sin formación de colas extensas y el servicio está seriamente deteriorado.
E	Flujo Inestable Este nivel de servicio representa el funcionamiento cercano de la capacidad de la vía, es un nivel inestable. Las densidades varían, mientras dependen de la velocidad a flujo libre que experimenta la corriente de tráfico. Los vehículos se encuentran operando con un mínimo espaciamiento para mantener un flujo uniforme. No pueden disiparse las rupturas prontamente y se causan a menudo colas que llegan a deteriorar el nivel de servicio a F. Para la mayoría de vías multicarriles con velocidad a flujo libre entre 70 y 100 Km/h, la velocidad media de los vehículos livianos se registra en el rango de 68 a 88 Km/h pero es muy inconstante e imprevisible.
F	Flujo Forzado o Flujo Cortado Representa condiciones de flujo forzado o de ruptura. Ocurre cuando los vehículos que llegan, son mayores que la proporción a que ellos se descargan o cuando la demanda de previsión excede la capacidad computada de un medio planeado.

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 1 Vol. 2, Normas para la Evaluación de Proyectos y Geometría Vial. Página 54-55.

07 Evaluación de los Criterios de Diseño

El "Manual de Carreteras del Paraguay" (MOPC, 2011) presenta una diferenciación del nivel de servicio de diseño de acuerdo a la clasificación de la red vial y la configuración del terreno. Por esta razón, para este estudio de factibilidad el nivel de servicio según esta clasificación fue determinado a partir de la norma americana "A Policy of Geometric Design of Highways and Streets" (AASHTO, 2004), y se utilizó la norma estandarizada coreana como referencia.

<Tabla 7-5> Nivel de Servicio de Diseño, Paraguay

DEC.	PRIMARIA			SECUNDARIA	TERCIARIA	
	AUTOPISTA	MULTICARRIL	BIDIRECCIONAL	COLECTOR	LOCAL	DESARROLLO
Nivel	A, B, C	B, C, D	-	C, D	NO APLICABLE	

<Tabla 7-6-1> Nivel de Servicio de Diseño, AASHTO

Clasificación	Zona Rural			Zona Urbana
	Terreno Llano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	
Autopista	B	B	C	C
Ramales	B	B	C	C
Vía Colectora	C	C	D	D
Camino Vecinal	D	D	D	D

<Tabla 7-6-2> Nivel de Servicio de Diseño según el Tipo de Carretera, Corea del Sur

Clasificación	Zona Rural	Zona Urbana
Autopista	C	D
Carretera	D	D

En el caso particular de Paraguay, el comportamiento demográfico de la población no es estable como en el caso de otros países, consecuentemente resulta una tarea complicada predecir con exactitud el futuro comportamiento del tráfico. El nivel de servicio de diseño se considera como la herramienta más eficiente para estimar a escala aproximada la inversión necesaria para el proyecto y el sistema de operación del mismo. En este estudio, se aplicará el nivel de servicio de diseño C considerando las condiciones locales y las funciones de las rutas.

7.5 Normas de la Sección Transversal

La sección transversal de una carretera está compuesta por la calzada, la mediana y la banquina. El ancho de los carriles que constituyen la calzada se determina en función del tipo de carretera y el volumen de tráfico estimado. El número de carriles de la calzada se determina a través de un balance entre el volumen de tráfico, el mejoramiento de las funciones de los ramales, la garantía del mantenimiento del nivel de servicio actual y la operación ininterrumpida de las rutas de enlace.

Los componentes que constituyen la sección transversal de este estudio de factibilidad fueron revisados y se aplicaron los estándares técnicos y económicos referentes al diseño de carreteras en Paraguay. La sección transversal fue evaluada en dos secciones, la primera referente al movimiento de suelos y la segunda a la sección de puentes. Después de la etapa de análisis se optó por una calzada de 4 carriles.

La velocidad de diseño asumida para este proyecto es de 80 km/h y el ancho de la sección transversal fue determinada en base a la futura demanda de tráfico, el volumen de diseño, las características de la vía, los costos de construcción y expropiación de tierras, de acuerdo a las especificaciones de diseño del MOPC y otras normas utilizadas como referencia.

<Tabla 7-7> Criterio de la Sección Transversal - Calzada Única

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 1 Vol. 2, Normas para la Evaluación de Proyectos y Geometría Vial. Página 117.

CUADRO RESUMEN DE ANCHOS DE PLATAFORMA EN TERRAPLEN Y DE SUS ELEMENTOS A NIVEL DE RASANTE													
NUMERO DE CALZADAS Y CATEGORIA	VELOCIDAD PROYECTADA (km/h)	ANCHO VERTAS "A" (m)	ANCHO BANQUINAS		ANCHO SAP (S)		ANCHO MUEDELA - M (m)			ANCHO TOTAL DE PLATAFORMA A NIVEL DE RASANTE (m)			
			"B" INTERIOR (m)	"B" EXTERIOR (m)	"S" INTERIOR (m)	"S" EXTERIOR (m)	PRINCIAL 4 PISTAS AMPANADO A-K	FINAL 2 PISTAS	FINAL - INICIAL 4 PISTAS	REPITAS Y A. MUEDELA	4 PISTAS	2 PISTAS	
CALZADA UNIDIRECCIONALES	AUTODISCA	100	2,5	1,2	1,0	0,5 - 0,8	1,5	10,0	6,0	6,0	15	26	—
		80	2,0	1,0	1,0	0,5 - 0,8	1,0	10,0	6,0	6,0	14	27	—
		60	2,5	1,0	1,0	0,5 - 0,8	0,8	11,0	6,0	6,0	10,5	24,5	—
	PRIMARIO Y AUTODISCA	100	3,5	1,0	1,0	0,5 - 0,8	1,0	10,0	6,0	6,0	12	27	—
		80	2,5	1,0	1,0	0,5 - 0,8	1,0	12,0	6,0	6,0	10	26	—
		40	3,5	1,0	1,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 (S)	10,0	6,0	1,0 (S)	14	27	—
	COLECCION	80	2,0	1,0	1,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 (S)	10,0	6,0	1,0 (S)	10	27	—
		70	2,5	0,5 - 0,50	1,5	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 (S)	9,8	7,0	1,0 (S)	11	26	—
		60	3,5	0,4 - 0,50	1,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 (S)	8,8	7,0	2,0 (S)	16	19	—
CALZADA BIDIRECCIONAL	PRIMARIO	100 - 80	2,5	—	1,5	—	1,0	—	—	—	—	—	14
		60	3,5	—	1,0	—	0,5 - 0,8	—	—	—	—	—	12
	CANTON	80	2,0	—	1,0	—	0,5 - 0,8	—	—	—	—	—	11
		70	2,5	—	1,0 - 1,5 (S)	—	0,5 - 0,8	—	—	—	—	—	10 - 11,0
	SOCAL	60	3,0 - 3,5	—	0,5 - 1,0 (S)	—	0,5 - 0,8	—	—	—	—	—	8,0 - 10,0
		70	3,0 - 3,5	—	0,5 - 1,0 (S)	—	0,5	—	—	—	—	—	8,0 - 10,0
		40	3,0	—	0,0 - 0,5 (S)	—	0,5	—	—	—	—	—	7,0 - 8,0
		30	2,0 - 3,0	—	0,0 - 0,5 (S)	—	0,5	—	—	—	—	—	5,0 - 6,5

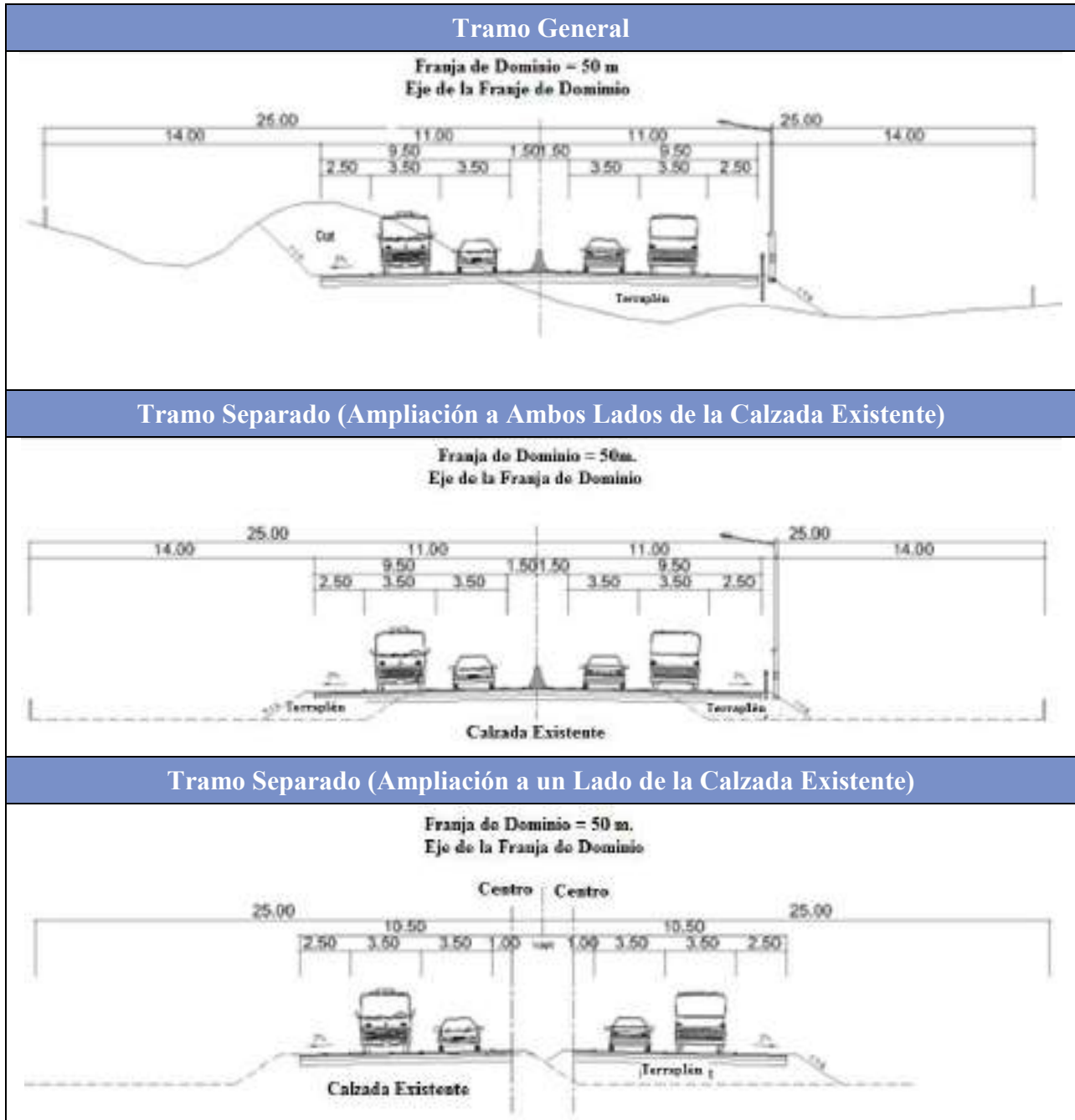
(1) Pistas de ancho de 3,5 m deberán ser autopistas expresamente por la Dirección de Vialidad.
 (2) El ancho de las Bases de Locales y de Desarrollo se definirá función del tráfico y dificultad del emplazamiento.
 (3) La Tabla especifica anchos de SAP en Terraplen, con vía Banqueta Seguridad SAP=0,5 m, con Banqueta SAP=0,8 m.
 (4) Para Ancho Real de Mediana de T y Z m, los SAP interiores se juntan presentando un ancho conjunto de 3m y 0,5 a 0,8 m respectivamente, según o que servir de base para una Banqueta Rápida de Formigón con anchos en la base de: Tipo I (0,55 m ó 0,82 m) o New Jersey (0,61 m)
 (5) Ancho Total de Plataforma en Terraplen con SAP mínimo=0,5 m, Para corte cerrado o Perfil Mixto agregar Ancho(s) Carretero(s) y corregir Ancho del SAP exterior. Si Carretero se Inverte (S) Se=0,0m - Carretero sin Reverte Se=0,5m. En Unidireccionales "B" y "S" están comprendidos en el ancho de la Mediana.

<Tabla 7-8> Criterios de la Sección Transversal

Clasificación	Unidad	MOPC	AASHTO	Corea del Sur	2000 (JICA)	2013 (CIA)	Estudio de Factibilidad KOICA
Ancho de carril	m	3.5	3.6	3.5	3.65	3.65	3.5
Banquina (exterior)	m	2.5	3.0	2.0	2.5	2.5	2.5
Banquina (interior)	m	1.0	1.0	0.75	1.0	1.0	1.0
Cantero Central	m	3.0	3.0	2.0	5.0	2.0	3.0

07 Evaluación de los Criterios de Diseño

<Tabla 7-9> Sección Transversal Estándar



7.6 Criterio de Diseño de Estructuras

7.6.1 Información General

Los estándares mencionados a continuación fueron aplicados al diseño de estructuras.

- Normas para Estructuras y Puentes (Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 4 Vol. I, II y III).
- Especificación Estándar para Puentes de Carreteras (Standard Specification for Highway Bridges. AASHTO, 2012).
- Criterio de Diseño del Puentes de Carretera (KRTA, Korea Road & Transportation Association, 2010)

El criterio de diseño utilizado para la determinación del esfuerzo máximo de diseño para las estructuras de hormigón armado y hormigón pretensado se basa en el método de diseño por tensiones admisibles (ASD, Allowable Stress Design) y el Método de Factor de Distribución de Carga (LFD, Load Factor Design).

<Tabla 7-10> Comparación de los Métodos de Diseño

Clasificación	Método de Diseño por Tensiones Admisibles (ASD)	Método de Diseño de Distribución de Carga (LFD)
Concepto	Es un método que garantiza que el esfuerzo desarrollado en una estructura debido a las cargas de servicio no excede el límite elástico. Este límite es usualmente determinado para asegurar que los esfuerzos se mantienen dentro del límite gracias a la utilización del factor de seguridad.	Consistente en enumerar una serie de situaciones arriesgadas cuantificables mediante una magnitud, y asegurar gracias a un margen de seguridad razonable que la respuesta máxima favorable de la estructura en cada una de esas situaciones es superior a la exigencia real sobre la estructura.
Aplicación	- Estructura de Hormigón Pretensado - Prueba de Serviciabilidad de Estructuras de H ^o A ^o	- Estructuras de H ^o A ^o

7.6.2 Carga de Diseño

Se aplicaron los criterios establecidos en el Manual de Carreteras del Paraguay Tomo 4 y la norma americana AASHTO.

En el diseño estructural no se consideraron las cargas sísmicas debido a que Paraguay no se encuentra en una región sísmica.

A Carga Muerta

- **Hormigón Simple:** 22.0 kN/m³
- **Hormigón Armado / Hormigón Pretensado:** 24.0~25.0 kN/m³
- **Asfalto:** 24.0 kN/m³
- **Acero y Refuerzos:** 78.5 kN/m³

B Carga Viva

07 Evaluación de los Criterios de Diseño

◦ Se consideró el peso de un camión de carga por cada carril en la dirección longitudinal, se consideraron varias cargas posibles actuando en la dirección transversal. Después del análisis del comportamiento de las cargas vivas consideradas se seleccionó la máxima carga viva posible como parámetro de diseño a fin de brindar seguridad al diseño.

<Tabla 7-11> Carga Viva de Diseño

Carga del Vehículo									
	Carga de Carril								
Nota	Ancho de carril: 3.0m							Pi Cortante (Ton)	Pi Momento Flector (Ton)
	Tipo	Peso (Ton)	P (Ton)	a (m)	b (m)	We (kg/m)	Pi Cortante (Ton)	Pi Momento Flector (Ton)	
	HS-20	32.667	14.515	4.30	4.30~9.00	952.4	11.793	8.165	
HS-25	40.834	18.144	4.30	4.30~9.00	1,190.5	14.741	10.26		

C Presión del Suelo

◦ **Presión Activa del Suelo (Active Earth Pressure):** muro de contención, contrafuerte.

➤ **Suelo Arenoso:** $P_a = K_a(q + \gamma \cdot h)$

➤ **Suelo Viscoso:** $P_a = K_a(q + \gamma \cdot h) - 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a}$

◦ **Presión del Suelo en Reposo (Earth Pressure at Rest):** se aplica a muros de contención, marcos rígidos, alcantarillas, etc.

$$P_s = K_0(q + \gamma \cdot h)$$

Dónde:

- K_a : Coeficiente de Empuje Lateral Activo
- K_s : Coeficiente de Empuje Lateral en Reposo
- P_a : Intensidad del Empuje Activo (kN/m^2)
- P_s : Intensidad del Empuje en Reposo (kN/m^2)
- q : Carga Viva por área (kN/m^2)
- γ : Peso Específico del Suelo (kN/m^3)
- h : Profundidad a la cual actúa el empuje del suelo (m)

◦ **Coeficiente del Empuje Lateral del Suelo – Teoría de Coulomb:** para la determinación del empuje lateral máximo del suelo.

$$K_a = \frac{\cos^2(\varnothing - \theta)}{\cos^2\theta \cdot \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varnothing + \delta) \cdot \sin(\varnothing - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varnothing + \theta)}{\cos^2\theta \cdot \cos(\theta + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varnothing - \delta) \cdot \sin(\varnothing + \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

Dónde: $\varnothing \pm \alpha < 0$, $\sin(\varnothing \pm \alpha) = 0$

◦ **Coeficiente del Empuje Lateral del Suelo – Teoría de Rankine:** para la verificación de estabilidad del suelo.

$$K_a = \cos\alpha \cdot \frac{\cos\alpha + (\cos^2\alpha - \cos^2\varnothing)}{\cos\alpha - \sqrt{(\cos^2\alpha - \cos^2\varnothing)}}$$

$$K_p = \cos\alpha \cdot \frac{\cos\alpha + (\cos^2\alpha - \cos^2\varnothing)}{\cos\alpha - \sqrt{(\cos^2\alpha - \cos^2\varnothing)}}$$

Dónde:

- K_a : Coeficiente de Empuje Lateral Activo
- K_s : Coeficiente de Empuje Lateral en Reposo
- \varnothing : Angulo de resistencia a esfuerzo cortante del suelo
- α : Angulo entre la superficie del suelo y el plano horizontal
- θ : Angulo entre el muro y el plano vertical
- δ : Angulo de fricción mural entre el muro y el plano horizontal ($\varnothing/3$)

◦ **Coeficiente de Empuje Lateral en Reposo:** $K_s = 1 - \sin\varnothing$

7.6.3 Resistencia de Materiales

La resistencia de los principales materiales de construcción utilizados en Paraguay fueron revisados en base a las normas estandarizadas de la última versión del Manual de Carreteras del Paraguay y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, American Society for Testing and Materials). La resistencia de los principales materiales de construcción se detalla en la siguiente tabla.

<Tabla 7-12> Resistencia de los Principales Materiales de Construcción

Material	Características	Resistencia
Hormigón	Hormigón Pretensado	Resistencia a la Compresión a los 28 días= 25 MPa
hormigón	Hormigón Armado	Resistencia a la Compresión a los 28 días = 30 MPa
Armadura	Tamaño 40	Límite Elástico = 280
Alambre de Acero	Tamaño 270	Límite Elástico = 420

9. Predicción de la Demanda de Tráfico

9.1 Directrices Básicas

9.1.1 Propósito de la Predicción de la Demanda de Tráfico

La Predicción de la Demanda de Tráfico es utilizada como base para determinar la factibilidad de las inversiones en los proyectos de estructuras viales y para calcular el dimensionamiento de las mismas.

A través de la conducción de la Predicción de la Demanda de Tráfico en las vías del proyecto considerado y demás vías conectadas a estas, se pretende estimar el dimensionamiento de la estructura (número de carriles requeridos) para el año horizonte y realizar una revisión previa del flujo de tránsito y los problemas de seguridad vial que pueden surgir durante la fase de construcción de las rutas del proyecto.

Para la predicción de la demanda de tráfico, primeramente se deben revisar los planes principales y los planes relacionados con el proyecto. La predicción precisa y objetiva de la demanda de tráfico debe llevarse a cabo de manera a reflejar completamente los resultados de predicción mostrada por el análisis socio-económico, como se ofrece en el Plan Maestro del Transporte del Paraguay.

9.1.2 Procedimientos para la Predicción de la Demanda de Tráfico

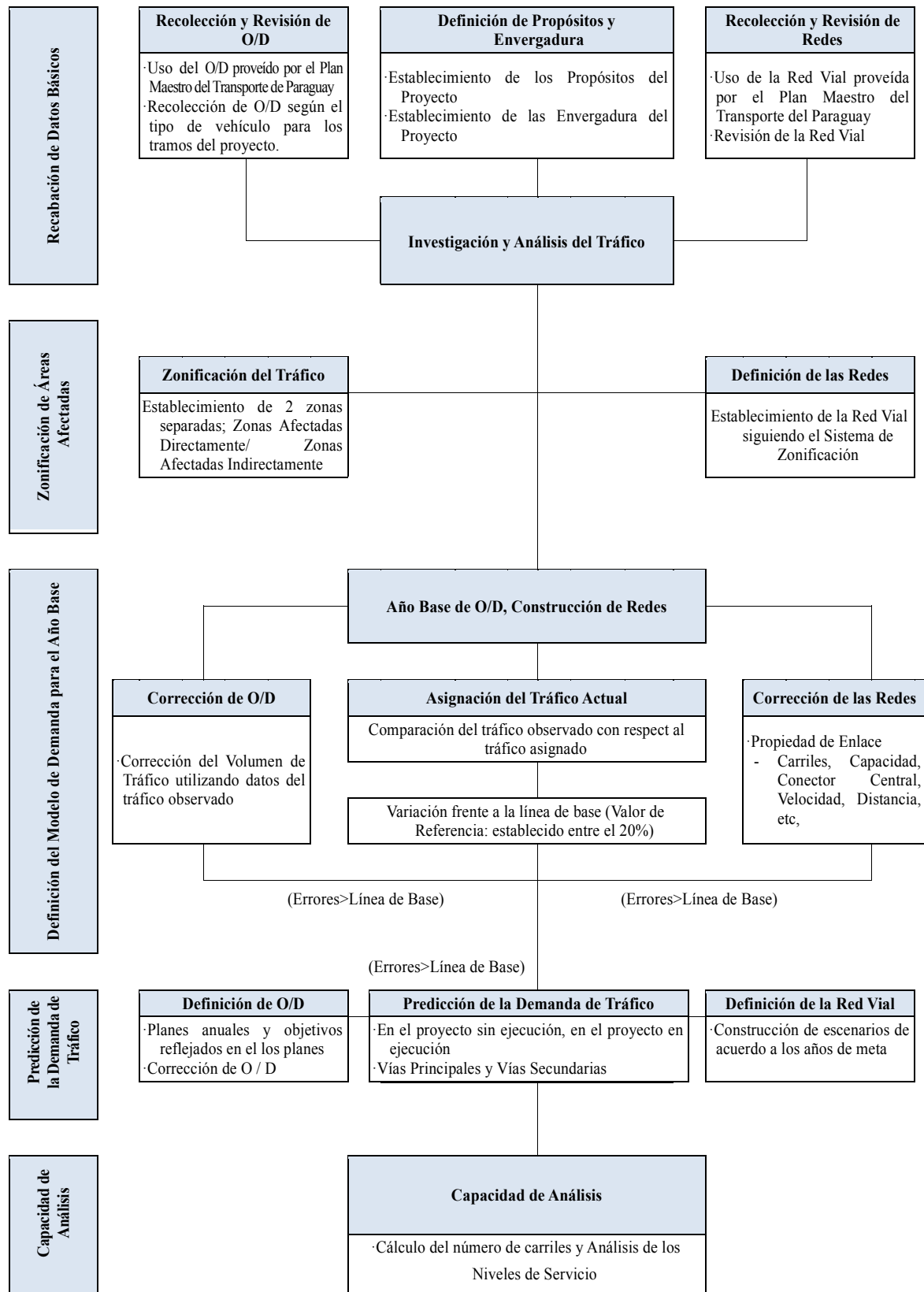
Los métodos de predicción de la demanda de tráfico pueden variar dependiendo del sujeto, tipo, envergadura del plan de tráfico, etc. Igualmente, en la estimación se pueden emplear diferentes modelos dependiendo de la fase de predicción, y los métodos aplicables por cada fase pueden ser a su vez diversos.

Para este proyecto, se ha utilizado el tradicional Modelo de 4 Etapas para la Predicción del Tráfico, es decir, el modelo conducido en 4 fases, Generación del Viaje, Distribución del Viaje, Selección del Transporte y Asignación del Tráfico. El proceso se llevó a cabo en torno a la zona de tráfico con el fin de adquirir datos más fidedignos, a fin de reflejar las características de este proyecto.

En la etapa de Generación del Viaje, hemos empleado el Modelo de Análisis por Regresión en base a los indicadores socio-económicos y las cantidades generadas en el Año Base de Generación, el cual fue previamente establecido. En la etapa de Distribución del Viaje, se utilizó el Modelo de Gravedad. Para la etapa de Asignación del Tráfico, se aplicó el Método de Asignación Balanceada de Tráfico y Usuarios.

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

<Gráfico 9-1> Procedimientos para la Predicción de la Demanda de Tráfico



9.1.3 Áreas Afectadas y Selección del Año Horizonte

A Zonificación de Áreas Afectadas

Este proyecto se compone de las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7 que conectan la capital del Paraguay Asunción con las ciudades de Encarnación y Ciudad del Este. Los departamentos que serán afectados por la expansión y mejoramiento de este proyecto vial han sido definidos como las zonas de afectación directa.

Los departamentos que conforman la zona de afectación directa son los departamentos en contacto directo con las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7, mientras que los departamentos restantes son definidos como zonas de afectación indirecta.

El Paraguay está constituido por la capital Asunción y 17 departamentos, estos se subdividen en distritos. La división política del Paraguay es la siguiente.

<Tabla 9-1> Principales Ciudades del Paraguay según la División Política

No.	Departamento	Capital	Area (km ²)
1	Alto Paraguay	Fuerte Olimpo	82,349
2	Alto Paraná	Ciudad del Este	14,895
3	Amambay	Pedro Juan Caballero	12,933
4	Asunción (Capital del País)	Asunción	117
5	Boquerón	Filadelfia	91,669
6	Caaguazú	Coronel Oviedo	11,474
7	Caazapá	Caazapá	9,496
8	Canindeyú	Salto del Guairá	14,667
9	Central	Areguá	2,465
10	Concepción	Concepción	18,051
11	Cordillera	Caacupé	4,948
12	Guairá	Villarrica	3,846
13	Itapúa	Encarnación	16,525
14	Misiones	San Juan Bautista	9,556
15	Neembucú	Pilar	12,147
16	Paraguarí	Paraguarí	8,705
17	Presidente Hayes	Villa Hayes	72,907
18	San Pedro	San Pedro	20,002

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

<Gráfico 9-2> División Política del Paraguay



B Selección del Año Horizonte

El año base seleccionado para el análisis de este proyecto fue el año 2013. El año 2021, el año de puesta en servicio, fue seleccionado como el año horizonte a corto plazo, mientras que el año 2030 fue seleccionado como el año horizonte a mediano plazo, es decir, 10 años después la puesta en servicio de la obra. El año horizonte a largo plazo seleccionado fue el año 2040, 20 años después de la puesta en servicio.

<Table 9-2> Selección del Año Horizonte

Clasificación	Año de Análisis	Descripción
Análisis de Año Base	2013	Tomando en consideración los datos recabados a partir de datos estadísticos como indicadores socio-económicos, cantidad de tráfico, etc.
Año Horizonte a Corto Plazo	2021	Año de Puesta en Servicio
Año Horizonte a Mediano Plazo	2030	10 Años después de la Puesta en Servicio
Año Horizonte a Largo Plazo	2040	20 Años después de la Puesta en Servicio

9.2 Estimación de Indicadores Socio-Económicos

Los indicadores socio-económicos son los datos más básicos para la predicción de la tasa de Generación de Viaje.

Para este proyecto, en lugar de calcular los futuros indicadores socio-económicos por separado, se utilizaron los ingresos per cápita (renta per cápita), tasa de empleo, predicción de la producción futura contenidos en el Plan Maestro del Transporte.

9.2.1 Estado Actual

A Demografía

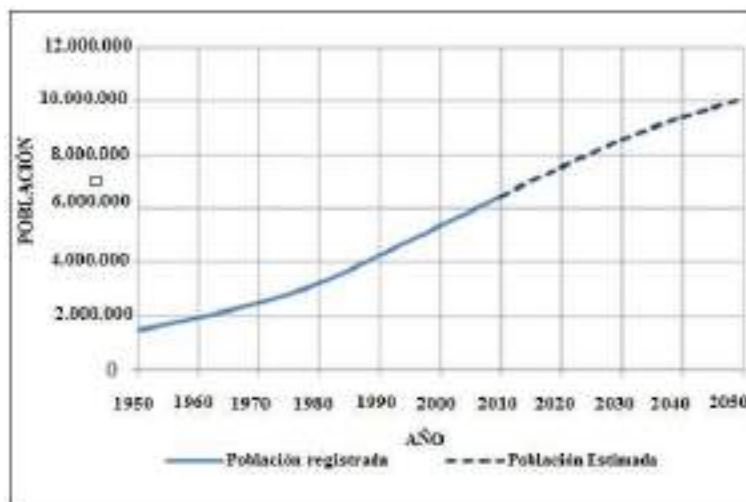
1) Distribución de la Población por Departamento

La población del Paraguay en 1992 fue de 4.046.995 habitantes y en el 2010 se registró un aumento del 59% (6.451.122) con respecto al año 1992. Durante los últimos 10 años, ha mostrado un crecimiento promedio anual de 1,9%. En años recientes, la tasa de crecimiento se ha reducido. Sin embargo, sigue siendo alta en comparación con la tasa de crecimiento medio mundial (1.2%).

La tasa de crecimiento poblacional ha registrado un promedio anual de 2,3% en 1950, 2,7% en 1960, siendo el mayor promedio anual registrado el correspondiente al año 1970, 3,3%. En el año 1980 se registró un crecimiento promedio anual de 2,9% y 2,7% en el año 1990. Desde el año 2000, la tasa de crecimiento poblacional registrado ha sido de 1.9%.

El siguiente gráfico muestra el crecimiento poblacional registrado en el periodo 1950 al 2010 y el crecimiento esperado para el año 2050.

<Gráfico 9-3> Evolución y Estimación de la Población del Paraguay



Fuente: Plan Maestro del Transporte (2011) con datos de la DGEEC, proyecciones de la Secretaría Técnica de Planificación y la Base de Datos Oxford Latin American.

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

La población del Paraguay aumentó 2.74% en comparación con el promedio anual correspondiente al periodo de 1982 y 2010. El departamento central registró el mayor incremento poblacional promedio del país con un 5.22%.

En la siguiente tabla se observa que Asunción, la capital del Paraguay, presenta la menor tasa de crecimiento poblacional promedio de todo el país 0.47%.

<Tabla 9-3> Tendencia Poblacional según la División Política del Paraguay

(Unidad: Personas)

Departamentos	Población (Personas)					Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)
	1982	1992	2002	2009	2010	
Asunción	454,881	500,938	512,112	518,507	518,222	0.47%
Concepción	133,977	167,289	179,450	190,322	190,464	1.26%
San Pedro	191,002	280,336	318,698	355,115	357,251	2.26%
Cordillera	194,011	198,701	233,854	273,606	276,945	1.28%
Guairá	143,510	161,991	178,650	196,130	197,030	1.14%
Caaguazú	299,437	386,412	435,357	478,612	480,786	1.71%
Caazapá	109,452	129,352	139,517	150,910	151,288	1.16%
Itapúa	262,680	377,536	453,692	529,358	535,512	2.58%
Misiones	77,475	89,018	101,783	115,851	116,953	1.48%
Paraguarí	204,399	208,527	221,932	239,050	239,576	0.57%
Alto Paraná	199,644	406,584	558,672	736,942	753,658	4.86%
Central	497,388	866,856	1,362,893	1,998,994	2,068,066	5.22%
Ñeembucú	70,338	69,770	76,348	83,504	83,833	0.63%
Amambay	68,395	99,860	114,917	124,848	125,341	2.19%
Canindeyú	66,409	103,785	140,137	179,656	183,668	3.70%
Presidente Hayes	33,021	64,417	82,493	101,656	103,436	4.16%
Boquerón	14,790	29,060	41,106	56,164	57,752	4.99%
Alto Paraguay	9,021	12,156	11,587	11,413	11,339	0.82%
Total Paraguay	3,029,830	4,152,588	5,163,198	6,340,638	6,451,120	2.74%

Fuente: Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo.

Alrededor del 70% de los habitantes del Paraguay residen en Asunción y en los 4 departamentos más importantes del país (Central 31.5%, Alto Paraná 11.6%, Itapúa 8.3%, Caaguazú 7.5%), mientras que el 30% reside en los 14 departamentos restante.

La distribución de la población por sexo es de alrededor de 50.5% hombres (3.260.000) y 49.5% de mujeres (3.190.000).

<Tabla 9-4> Población de los Departamentos del Paraguay por Género (2010)

(Unidad: Personas)

Departamentos	Población por Género		
	Total	Hombres	Mujeres
Asunción	518,222	240,239	277,983
Concepción	190,464	97,115	93,349
San Pedro	357,251	189,282	167,970
Cordillera	276,945	142,959	133,986
Guairá	197,030	102,393	94,637
Caaguazú	480,786	251,188	229,598
Caazapá	151,288	79,925	71,363
Itapúa	535,512	278,815	256,698
Misiones	116,953	59,787	57,166
Paraguarí	239,576	124,613	114,963
Alto Paraná	753,658	385,786	367,872
Central	2,068,066	1,017,807	1,050,260
Ñeembucú	83,833	42,838	40,995
Amambay	125,341	63,176	62,165
Canindeyú	183,668	96,389	87,279
Presidente Hayes	103,436	52,639	50,798
Boquerón	57,752	29,497	28,255
Alto Paraguay	11,339	5,778	5,562
Total Paraguay	6,451,120	3,260,226	3,190,899

Fuente: Anuario del 2010, Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censo (DGEEC).

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

2) Datos Demográficos por Edad

La distribución de la población del Paraguay muestra un reducido número de personas de avanzada edad, mientras que la población joven se encuentra en constante crecimiento. La población del Paraguay es predominantemente joven con edades que oscilan entre 30 años o menos. Estas representa el 63% de la población total y la población con edades de 55 años o menos representa el 90% de la población total. Las personas mayores de 70 años constituyen alrededor del 2% de la población.

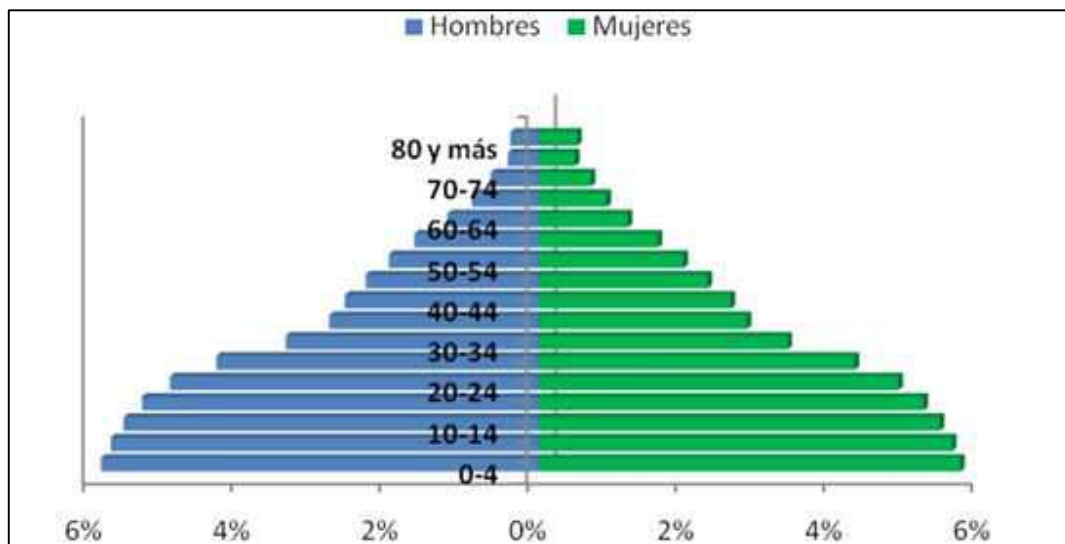
La población que puede participar en las actividades económicas representa gran parte de la población. Además, el 58,4% de la población, aproximadamente 3.770.000 personas, residen en la ciudad y el 41,6% restante reside en zonas rurales.

<Table 9-5> Demografía del Paraguay por Grupos de Edades (año 2010)

Edad	Total	Zona	
		Urbana	Rural
0~4	738,114	405,186	332,928
5~9	724,202	402,009	322,193
10~14	703,572	385,537	318,035
15~19	675,633	369,294	306,339
20~24	632,623	349,397	283,226
25~29	564,432	339,097	225,335
30~34	447,050	298,215	148,835
35~39	365,397	242,899	122,498
40~44	336,344	215,296	121,048
45~49	299,428	185,467	113,961
50~54	258,851	157,503	101,348
55~59	216,804	130,176	86,628
60~64	161,638	94,918	66,720
65~69	119,452	70,010	49,442
70~74	89,617	51,313	38,304
75~79	58,572	34,032	24,540
80 over	59,393	34,778	24,615
Total	6,451,122	3,765,127	2,685,995

Fuente: Anuario del 2010, Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censo (DGEEC).

<Gráfico 9-4> Distribución de la Población del Paraguay por Edad



Fuente: Plan Maestro del Transporte (2011), con datos estadísticos de la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo (DGEEC).

B Estado del Parque Automotor

El número de automóviles en Paraguay aumentó de 534.881 vehículos en el año 2005 a 890.931 vehículos en 2010, con un incremento aproximado de 356.000 unidades y un promedio de crecimiento anual del 8,2%, mostrando una tendencia alta de crecimiento.

<Tabla 9-6> Tendencia de Crecimiento del Registro de Vehículos Pequeños en Paraguay

(Unidad: Vehículos)

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Crecimiento
Total	534,881	576,167	637,882	710,890	792,626	890,931	8.2%

Fuente: Anuario del 2010, Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censo (DGEEC).

<Tabla 9-7> Tendencia de Crecimiento del Registro de Camiones en Paraguay

(Unidad: Vehículos)

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Crecimiento
Total	534,881	576,167	637,882	710,890	792,626	-	10.3%

Fuente: Anuario del 2010, Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censo (DGEEC).

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

C Economía

El Paraguay cuenta con bastas y fértiles tierras, su economía se basa en actividades primarias como la agricultura y la ganadería. El centro de la estructura económica industrial del Paraguay consiste principalmente en el procesamiento de alimentos y los productos derivados del cuero.

El producto interno bruto (PIB) del Paraguay ha registrado un continuo crecimiento desde el 2008 al 2012, creciendo de USD 16.9 billones (2008) a USD 22,4 billones (2012). Excluyendo las pérdidas del 2008 debido a la disminución en la producción agrícola como consecuencia de la sequía y la crisis financiera mundial y la recesión del 2009.

<Tabla 9-8> Principales Indicadores Económicos del Paraguay

Categoría	Indicador Económico	Unidad	2008	2009	2010	2011	2012
Economía Local	PIB	USD Cientos de millones	169	142	190	212	224
	PIB Per Cápita	USD	2,759	2,268	2,961	3,252	3,357
	Tasa de Crecimiento Económico	%	5.8	-3.8	15.0	4.4	-1.5
	Balance Fiscal/PIB	%	2.5	0.1	0.9	0.5	-1.5
	Inflación de Precios al Consumidor	%	7.5	1.9	7.2	4.9	5.8
Comercio Exterior	Tasa de Cambio (dólar promedio anual)	Guaraníes	4,363	4,965	4,735	4,207	4,376
	Cuenta Corriente	USD Millones	-425	67	-641	-545	-1,232
	Balance de Bienes	"	-1,147	-1,043	-1,397	-1,780	-3,026
	Exportaciones	"	7,798	5,867	8,520	10,276	8,887
	Importaciones	"	8,945	6,910	9,916	12,056	11,913
	Balance de Servicio	"	558	891	714	1,052	1,056
	Balance de Capital	"	647	554	798	-	-
	Reserva Internacional	"	2,863	3,862	4,167	5,096	5,326
Estado de la Deuda Externa	Balance de Deuda Extranjera	"	4,161	4,323	4,542	4,431	4,348
	Deuda Externa a Corto Plazo	"	988	1,136	1,531	-	-
	Balance de la Deuda Externa Total/PIB	%	24.6	29.7	26.5	24.6	22.7
	Relación de Servicio de Deuda (DSR)	%	5.5	8.5	6.7	6.0	5.5

Fuente: Manual de los Países del Mundo (2012), Banco de Importaciones-Exportaciones de Corea del Sur.

D Distribución Ocupacional de la Población Económicamente Activa

A medida que la población se incrementa, se han incursionado en nuevas áreas de actividades económicas, por lo cual, se están produciendo cambios en la distribución de la ocupación poblacional. La distribución de los empleos de la población económicamente activa correspondiente a los años 1982, 2002 y 2010 se lista en la siguiente tabla.

<Tabla 9-9> Distribución Ocupacional de la Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa	1982	2002	2010
	952,054	1,751,900	2,960,843
Agricultura, Pesca, Ganadería, Caza	47%	30%	27%
Manufactura, Minería y Canteras	13%	12%	11%
Empleos relacionados al Gas, la Energía Eléctrica y el Agua	0%	0%	1%
Construcción	7%	8%	7%
Comercio, Servicios	9%	24%	24%
Transporte y Comunicaciones	3%	5%	4%
Finanzas, Seguros e Inmobiliaria	2%	4%	4%
Negocios Relacionados al Sector Público	18%	16%	22%

Fuente: Plan Maestro del Transporte (2011) con datos estadísticos de la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo y el Plan Maestro del Transporte(1992).

E Producto Interno Bruto (PIB)

Se estima que en el año 2011 el producto interno bruto (PIB) per cápita del Paraguay era de aproximadamente de USD 3,000, un cantidad relativamente baja. Sin embargo, la tasa de crecimiento del PIB de los últimos 5 años es muy alta - tasa de crecimiento promedio del 15,8%.

<Tabla 9-10> Producto Interno Bruto (PIB) per cápita del Paraguay

(Unidad: USD)

Año	2007	2008	2009	2010	2011	Tasa de Crecimiento
Producto Interno Bruto (PIB)	1,680	2,130	2,230	2,720	3,020	15.8%

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

9.2.2 Estimación de los Indicadores Socio-Económicos

A Población

En el Plan Maestro del Transporte de Paraguay, se predijo que la población paraguaya se incrementaría de 6.550.000 habitantes en el 2011 a 8.530.000 habitantes en el año 2030, con una tasa de crecimiento anual promedio de 1,39%.

<Tabla 9-11> Predicción del Crecimiento Poblacional del Paraguay

Regiones	Población (Personas)				Tasa de Crecimiento Promedio Anual		
	2011	2016	2021	2030	11-16	16-21	21-30
Concepción	196,960	210,607	227,350	256,610	1.35%	1.54%	1.35%
San Pedro Norte	116,742	124,831	134,658	152,097	1.35%	1.53%	1.36%
San Pedro Sur	250,759	268,134	289,242	326,701	1.35%	1.53%	1.36%
Cordillera Oeste	138,119	147,314	158,456	179,948	1.30%	1.47%	1.42%
Cordillera Este	145,030	154,390	166,067	188,953	1.26%	1.47%	1.44%
Guairá	202,971	217,310	234,753	264,441	1.37%	1.56%	1.33%
Caaguazú Oeste	171,738	183,871	198,630	223,749	1.37%	1.56%	1.33%
Caaguazú Este	323,567	345,987	373,224	421,560	1.35%	1.53%	1.36%
Caazapá Oeste	72,655	77,689	83,805	94,659	1.35%	1.53%	1.36%
Caazapá Este	83,519	89,306	96,336	108,812	1.35%	1.53%	1.36%
Itapúa Oeste	66,768	71,440	77,119	86,989	1.36%	1.54%	1.35%
Itapúa Centro	323,344	345,969	373,471	421,270	1.36%	1.54%	1.35%
Itapúa Este	157,708	168,743	182,157	205,470	1.36%	1.54%	1.35%
Misiones Norte	90,655	96,936	104,567	118,110	1.35%	1.53%	1.36%
Misiones Sur	29,237	31,263	33,724	38,091	1.35%	1.53%	1.36%
Paraguarí Norte	144,867	154,709	166,649	188,741	1.32%	1.50%	1.39%
Paraguarí Sur	102,520	109,624	118,254	133,568	1.35%	1.53%	1.36%
Alto Paraná Norte	161,155	172,430	186,138	209,960	1.36%	1.54%	1.35%
Alto Paraná Sur	601,490	643,576	694,737	783,653	1.36%	1.54%	1.35%
Central Norte	2,539,109	2,706,421	2,909,034	3,308,082	1.28%	1.45%	1.44%
Central Sur	66,197	70,604	75,944	86,245	1.30%	1.47%	1.42%
Ñeembucú Norte	12,968	13,761	14,717	16,895	1.19%	1.35%	1.55%
Ñeembucú Centro	43,433	46,089	49,290	56,587	1.19%	1.35%	1.55%
Ñeembucú Sur	30,015	31,850	34,063	39,105	1.19%	1.35%	1.55%
Amambay	129,202	138,155	149,138	168,332	1.35%	1.54%	1.35%
Canindeyú Oeste	109,904	117,519	126,861	143,188	1.35%	1.54%	1.35%
Canindeyú Este	76,018	81,286	87,747	99,040	1.35%	1.54%	1.35%
Presidente Hayes Norte	41,519	44,339	47,761	54,093	1.32%	1.50%	1.39%
Presidente Hayes Sur	63,683	68,009	73,258	82,969	1.32%	1.50%	1.39%
Boquerón Norte	10,310	11,010	11,860	13,432	1.32%	1.50%	1.39%
Boquerón Sur	44,265	47,272	50,921	57,671	1.32%	1.50%	1.39%
Alto Paraguay Norte	10,178	10,870	11,708	13,261	1.32%	1.50%	1.39%
Alto Paraguay Sur	1,309	1,398	1,506	1,705	1.32%	1.50%	1.39%
Población Total	6,547,735	6,991,840	7,531,436	8,530,727	1.32%	1.50%	1.39%

Fuente: Plan Maestro del Transporte de Paraguay (MOPC), 2012.

Observación: El área sombreada corresponde a las regiones directamente afectadas por el proyecto.

Las regiones directamente afectadas suman en total 14 zonas, las cuales están directamente en contacto con las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7 de este proyecto. Se estima que estas regiones experimenten una tasa de crecimiento poblacional del 1,4%, similar a la tasa neta de crecimiento poblacional estimada para todo el país, 1,4%.

En base al año horizonte de este proyecto (2040), establecida como 20 años después de la puesta en servicio de la obra, se utilizó el Método de Extensión de Tendencias Pasadas para la estimación del crecimiento poblacional de las áreas directamente afectadas para el año 2040.

Para el año 2040, se estima que la población total en las áreas directamente afectadas por el proyecto llegue a 7.339.002 habitantes, de los cuales la mayor parte correspondería a la zona norte-central (Central Norte), esperándose un crecimiento de 1.109.565 habitantes, de 2.706.421 en 2016 a 3.815.986 habitantes en 2040.

<Tabla 9-12> Estimación de la Población en las Regiones Directamente Afectadas por el Proyecto

Region	Población (Personas)				Tasa de Crecimiento Promedio Anual		
	2016	2021	2030	2040	16-21	21-30	30-40
Cordillera Oeste	147,314	158,456	179,948	207,264	1.47%	1.42%	1.42%
Cordillera Este	154,390	166,067	188,953	218,099	1.47%	1.44%	1.44%
Caaguazú Oeste	183,871	198,630	223,749	255,402	1.56%	1.33%	1.33%
Caaguazú Este	345,987	373,224	421,560	482,643	1.53%	1.36%	1.36%
Itapúa Oeste	71,440	77,119	86,989	99,444	1.54%	1.35%	1.35%
Itapúa Centro	345,969	373,471	421,270	481,588	1.54%	1.35%	1.35%
Itapúa Este	168,743	182,157	205,470	234,889	1.54%	1.35%	1.35%
Misiones Norte	96,936	104,567	118,110	135,225	1.53%	1.36%	1.36%
Misiones Sur	31,263	33,724	38,091	43,610	1.53%	1.36%	1.36%
Paraguarí Norte	154,709	166,649	188,741	216,739	1.50%	1.39%	1.39%
Paraguarí Sur	109,624	118,254	133,568	152,920	1.53%	1.36%	1.36%
Alto Paraná Sur	643,576	694,737	783,653	895,857	1.54%	1.35%	1.35%
Central Norte	2,706,421	2,909,034	3,308,082	3,815,986	1.45%	1.44%	1.44%
Central Sur	70,604	75,944	86,245	99,337	1.47%	1.42%	1.42%
Población Total Estimada para las Regiones Directamente Afectadas	5,230,847	5,632,033	6,384,429	7,339,002	1.49%	1.40%	1.40%

Fuente: Plan Maestro del Transporte (2012), MOPC.

Observación: La población para el año 2040 fue estimada utilizando el Método de Extensión de las Tendencias Pasadas.

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

B Renta per Cápita

Según predicciones del Plan Maestro del Transporte, el ingreso per cápita del Paraguay llegaría a 36.465.000 guaraníes en el 2030, en comparación con los 22.111.000 guaraníes del año 2011. Durante el periodo 2021~2030 se estima un tasa de crecimiento anual de 2.54%.

<Tabla 9-13> Predicción del Ingreso per Cápita del Paraguay

Region	Ingreso per Cápita (x1,000 Gs.)				Tasa de Crecimiento		
	2011	2016	2021	2030	11-16	16-21	21-30
Concepción	6,049	7,043	8,059	10,269	3.09	2.73	2.73
San Pedro Norte	7,758	9,014	10,301	13,070	3.05	2.71	2.68
San Pedro Sur	11,378	13,220	15,108	19,170	3.05	2.71	2.68
Cordillera Oeste	10,773	12,446	14,149	17,611	2.93	2.60	2.46
Cordillera Este	15,488	17,815	20,253	25,160	2.84	2.60	2.44
Guairá	22,677	26,426	30,277	38,789	3.11	2.76	2.79
Caaguazú Oeste	8,951	10,431	11,951	15,311	3.11	2.76	2.79
Caaguazú Este	15,318	17,798	20,340	25,809	3.05	2.71	2.68
Caazapá Oeste	6,471	7,518	8,592	10,902	3.04	2.71	2.68
Caazapá Este	5,961	6,927	7,916	10,044	3.05	2.71	2.68
Itapúa Oeste	8,792	10,231	11,707	14,926	3.08	2.73	2.74
Itapúa Centro	31,941	37,167	42,529	54,224	3.08	2.73	2.74
Itapúa Este	10,636	12,376	14,162	18,056	3.08	2.73	2.74
Misiones Norte	8,267	9,606	10,977	13,929	3.05	2.70	2.68
Misiones Sur	4,471	5,195	5,937	7,533	3.05	2.71	2.68
Paraguarí Norte	11,561	13,394	15,267	19,187	2.99	2.65	2.57
Paraguarí Sur	10,320	11,991	13,703	17,387	3.05	2.71	2.68
Alto Paraná Norte	9,783	11,384	13,026	16,608	3.08	2.73	2.74
Alto Paraná Sur	26,972	31,385	35,913	45,788	3.08	2.73	2.74
Central Norte	33,970	39,185	44,492	55,111	2.90	2.57	2.41
Central Sur	4,808	5,554	6,314	7,859	2.93	2.60	2.46
Ñeembucú Norte	3,352	3,828	4,307	5,158	2.69	2.39	2.02
Ñeembucú Centro	4,204	4,801	5,402	6,469	2.69	2.39	2.02
Canindeyú Oeste	8,982	10,257	11,540	13,820	2.69	2.39	2.02
Canindeyú Este	4,275	4,978	5,696	7,258	3.09	2.73	2.73
Presidente Hayes Norte	4,944	5,756	6,587	8,392	3.09	2.73	2.73
Presidente Hayes Sur	15,785	18,379	21,030	26,796	3.09	2.73	2.73
Boquerón Norte	2,287	2,650	3,020	3,796	2.99	2.65	2.57
Boquerón Sur	6,024	6,979	7,955	9,997	2.99	2.65	2.57
Canindeyú Oeste	2,586	2,996	3,415	4,292	2.99	2.65	2.57
Canindeyú Este	2,586	2,996	3,415	4,292	2.99	2.65	2.57
Alto Paraguay Norte	3,307	3,831	4,367	5,488	2.99	2.65	2.57
Alto Paraguay Sur	3,307	3,832	4,368	5,489	2.99	2.65	2.57
Ingreso per Cápita (x1,000)	22,111	25,572	29,100	36,465	2.95	2.62	2.54

Fuente: Plan Maestro del Transporte del Paraguay (2012), MOPC.

Observación: Las áreas sombreadas corresponden a las regiones directamente afectadas por el proyecto.

Las regiones afectadas directamente por el proyecto muestran un incremento similar (2.62%) comparado con la tasa de crecimiento del ingreso per cápita de todo el país (2,54%). La tasa de crecimiento del ingreso per cápita de las regiones directamente afectadas fue estimada aplicando el Método de Extensión de las Tendencias Pasadas para el año horizonte 2040.

Se estima que para el año 2040 el ingreso per cápita total para las regiones directamente afectadas será de 437.751.000 guaraníes. La región Itapúa Centro será la zona de mayor crecimiento y se espera que crezca de 234.574.000 guaraníes en 2016 a 437.751.000 guaraníes en 2040, aproximadamente 33,86 millones de guaraníes.

<Tabla 9-14> Predicción del Ingreso per Cápita de las Regiones Directamente Afectadas por el Proyecto

Región	Ingreso per Cápita (x1,000 Gs.)				Tasa de Crecimiento (%)		
	2016	2021	2030	2040	2016-2021	2021-2030	2030-2040
Cordillera Oeste	12,446	14,149	17,611	22,460	2.60	2.46	2.46
Cordillera Este	17,815	20,253	25,160	32,018	2.60	2.44	2.44
Caaguazú Oeste	10,431	11,951	15,311	20,163	2.76	2.79	2.79
Caaguazú Este	17,798	20,340	25,809	33,627	2.71	2.68	2.68
Itapúa Oeste	10,231	11,707	14,926	19,551	2.73	2.74	2.74
Itapúa Centro	37,167	42,529	54,224	71,027	2.73	2.74	2.74
Itapúa Este	12,376	14,162	18,056	23,651	2.73	2.74	2.74
Misiones Norte	9,606	10,977	13,929	18,149	2.70	2.68	2.68
Misiones Sur	5,195	5,937	7,533	9,814	2.71	2.68	2.68
Paraguarí Norte	13,394	15,267	19,187	24,734	2.65	2.57	2.57
Paraguarí Sur	11,991	13,703	17,387	22,653	2.71	2.68	2.68
Alto Paraná Sur	31,385	35,913	45,788	59,976	2.73	2.74	2.74
Central Norte	39,185	44,492	55,111	69,907	2.57	2.41	2.41
Central Sur	5,554	6,314	7,859	10,023	2.60	2.46	2.46
Total (Regiones Directamente Afectadas)	234,574	267,694	337,891	437,751	2.68	2.62	2.62

Fuente: Plan Maestro del Transporte (2012), MOPC.

Observación: Para la estimación del Ingreso per Cápita para el año horizonte (2040) se utilizó el Método de Extensión de Tendencias Pasadas.

C Tasa de Empleo

Según predicciones hechas en el Plan Maestro del Transporte del Paraguay, el número de trabajadores estimado para el año 2011 fue de 2,5 millones de personas, es decir, una tasa de empleo de aproximadamente 38%. De acuerdo a la predicción del PIB y la estimación del Crecimiento Económico para el 2030, se espera que la tasa de empleo se incremente alrededor de un 48%, generando un incremento en el número de trabajadores de aproximadamente 4,11 millones de personas.

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

<Table 9-15> Predicción del Número de Trabajadores

Región	Número de Trabajadores (Personas)				Tasa de Crecimiento (%)		
	2011	2016	2021	2030	11-16	16-21	21-30
Concepción	62.955	72.571	84.493	107.443	2,88	3,09	2,71
San Pedro Norte	35.082	41.494	48.780	61.753	3,41	3,29	2,65
San Pedro Sur	78.000	92.716	109.232	138.371	3,52	3,33	2,66
Cordillera Oeste	48.479	54.367	62.334	78.326	2,32	2,77	2,57
Cordillera Este	47.855	53.816	61.369	75.509	2,38	2,66	2,33
Guairá	76.204	88.472	103.615	132.465	3,03	3,21	2,77
Caaguazú Oeste	59.853	68.968	80.537	103.654	2,88	3,15	2,84
Caaguazú Este	105.374	121.324	139.923	173.616	2,86	2,89	2,43
Caazapá Oeste	23.282	27.093	31.365	38.683	3,08	2,97	2,36
Caazapá Este	26.917	31.649	36.802	45.560	3,29	3,06	2,40
Itapúa Oeste	23.256	27.329	32.267	41.781	3,28	3,38	2,91
Itapúa Centro	119.216	136.520	159.231	205.328	2,75	3,13	2,87
Itapúa Este	51.869	62.356	74.127	95.355	3,75	3,52	2,84
Misiones Norte	32.740	37.506	43.519	55.120	2,76	3,02	2,66
Misiones Sur	10.983	12.512	14.469	18.223	2,64	2,95	2,60
Paraguarí Norte	53.904	60.325	68.649	84.575	2,28	2,62	2,35
Paraguarí Sur	30.042	35.146	41.098	51.966	3,19	3,18	2,64
Alto Paraná Norte	60.331	69.782	81.932	106.324	2,95	3,26	2,94
Alto Paraná Sur	234.620	263.082	304.968	399.872	2,32	3,00	3,06
Central Norte	1.075.928	1.167.338	1.328.597	1.681.616	1,64	2,62	2,65
Central Sur	27.167	30.386	34.822	44.028	2,26	2,76	2,64
Ñeembucú Norte	5.061	5.569	6.243	7.753	1,93	2,31	2,44
Ñeembucú Centro	17.748	19.203	21.422	25.943	1,59	2,21	2,15
Ñeembucú Sur	12.427	14.311	16.389	19.926	2,86	2,75	2,20
Amambay	51.933	58.637	67.704	86.681	2,46	2,92	2,78
Canindeyú Oeste	34.719	41.507	48.978	61.833	3,64	3,37	2,62
Canindeyú Este	29.651	34.841	41.156	53.310	3,28	3,39	2,92
Presidente Hayes Norte	2.032	2.459	2.926	3.717	3,89	3,54	2,69
Presidente Hayes Sur	38.603	44.649	52.098	66.356	2,95	3,13	2,72
Boquerón Norte	18.355	21.041	24.422	30.852	2,77	3,03	2,63
Boquerón Sur	4.275	4.901	5.688	7.186	2,77	3,02	2,63
Alto Paraguay Norte	490	569	663	840	3,03	3,11	2,66
Alto Paraguay Sur	3.812	4.423	5.161	6.532	3,02	3,13	2,65
Total de Empleo	2.503.161	2.806.864	3.234.981	4.110.497	2,32	2,88	2,70
Total de Población	6.547.735	6.991.840	7.531.436	8.530.727	1,32	1,50	1,39
Tasa Empleo	0,38	0,40	0,43	0,48	-	-	-

Fuente: Plan Maestro del Transporte (2012), MOPC.

Observación: Las áreas sombreadas corresponden a las regiones directamente afectadas por el proyecto.

Como en predicciones previas, la estimación de la cantidad de trabajadores para las regiones afectadas directamente por el proyecto fue calculada a través del Método de Extensión de las Tendencias Pasadas. Se estima que el número total de trabajadores para el año 2040 en las regiones directamente afectadas por la ejecución del proyecto sea de 4.059.714 personas. La zona con mayor número de trabajadores sería la región central norte, con un incremento de aproximadamente 1 millón de trabajadores, partiendo de 1.167.338 personas en el 2016 a 2.184.896 personas en 2040.

Igualmente, la predicción de la tasa de empleo de las regiones de afectación directa, estimadas a partir de la tendencia del periodo 2021-2030, se incrementaría de 49% en el 2030 a aproximadamente 55% en el 2040.

<Tabla 9-16> Predicción de la Tasa de Empleo de las Regiones Afectadas por el Proyecto

Región	Empleo (Personas)				Tasa de Crecimiento (%)		
	2016	2021	2030	2040	16-21	21-30	30-40
Cordillera Oeste	54,367	62,334	78,326	100,950	2.77	2.57	2.57
Cordillera Este	53,816	61,369	75,509	95,072	2.66	2.33	2.33
Caaguazú Oeste	68,968	80,537	103,654	137,200	3.15	2.84	2.84
Caaguazú Este	121,324	139,923	173,616	220,649	2.89	2.43	2.43
Itapúa Oeste	27,329	32,267	41,781	55,676	3.38	2.91	2.91
Itapúa Centro	136,520	159,231	205,328	272,356	3.13	2.87	2.87
Itapúa Este	62,356	74,127	95,355	126,143	3.52	2.84	2.84
Misiones Norte	37,506	43,519	55,120	71,671	3.02	2.66	2.66
Misiones Sur	12,512	14,469	18,223	23,547	2.95	2.60	2.60
Paraguarí Norte	60,325	68,649	84,575	106,639	2.62	2.35	2.35
Paraguarí Sur	35,146	41,098	51,966	67,443	3.18	2.64	2.64
Alto Paraná Sur	263,082	304,968	399,872	540,333	3.00	3.06	3.06
Central Norte	1,167,338	1,328,597	1,681,616	2,184,896	2.62	2.65	2.65
Central Sur	30,386	34,822	44,028	57,138	2.76	2.64	2.64
Total de Empleo	2,130,975	2,445,910	3,108,969	4,059,714	2.80%	2.70%	2.70%
Total de Población	5,230,847	5,632,033	6,384,429	7,339,002	1.49%	1.40%	1.40%
Tasa de Empleo	0.41	0.43	0.49	0.55	-	-	-

Fuente: Plan Maestro del Transporte (2012), MOPC.

Observación: Las áreas sombreadas corresponden a las regiones directamente afectadas por el proyecto.

D Industria y Productos

Según estimaciones del Plan Maestro del Transporte del Paraguay la industria de productos y alimentos se incrementarían de 44,5 millones de toneladas en el 2011 a 137,5 millones de toneladas en el 2030, con un crecimiento promedio anual de 6,1%. Las mayores industrias y productos se listan a continuación.

<Tabla 9-17> Principales Industrias y Productos

Industrias y Productos		
Producto	Insumo de Materiales de Construcción	Otros Granos y Alimentos
Algodón	Leche	Soja
Caa de Azúcar	Madera	Tabaco
Cemento	Producto	Trigo
Clinker	Maíz convencional	Carne
Frutas y Hortalizas	Maíz zafriña	
Ganado	Minerales	

La estimación del crecimiento de las industrias para el año 2040 en las regiones afectadas directamente por el proyecto fue realizada por medio del Método de Extensión de las Tendencias Pasadas. Se estima que la producción y manufacturación en estas regiones sea de 135,11 millones de toneladas y que experimenten un crecimiento promedio anual de 4,9% con respecto al año 2016.

<Tabla 9-18> Producción de las Regiones Afectadas por el Proyecto

Region	Producción				Tasa de Crecimiento (%)		
	2016	2021	2030	2040	2016-2021	2021-2030	2030-2040
Cordillera Oeste	4,957,091	6,750,806	9,218,714	13,032,269	6.37	3.52	3.52
Cordillera Este	4,445,486	6,159,743	8,550,693	12,310,241	6.74	3.71	3.71
Caaguazú Oeste	1,186,275	1,678,069	2,432,877	3,675,817	7.18	4.21	4.21
Caaguazú Este	4,844,004	7,493,681	12,062,620	20,471,983	9.12	5.43	5.43
Itapúa Oeste	231,367	277,478	333,164	408,238	3.70	2.05	2.05
Itapúa Centro	7,896,705	10,638,559	14,568,005	20,657,889	6.14	3.55	3.55
Itapúa Este	2,992,680	4,239,650	6,230,029	9,554,841	7.21	4.37	4.37
Misiones Norte	473,991	556,927	657,334	790,265	3.28	1.86	1.86
Misiones Sur	190,862	230,512	278,629	343,959	3.85	2.13	2.13
Paraguarí Norte	1,520,809	2,299,510	3,526,887	5,672,668	8.62	4.87	4.87
Paraguarí Sur	4,216,518	6,400,503	10,314,132	17,525,707	8.71	5.44	5.44
Alto Paraná Sur	4,648,404	7,370,436	11,947,834	20,435,998	9.66	5.51	5.51
Central Norte	4,935,164	6,160,552	7,690,947	9,841,169	4.54	2.50	2.50
Central Sur	239,003	280,300	329,100	393,349	3.24	1.80	1.80
Total	42,778,359	60,536,726	88,140,965	135,114,393	7.19%	4.26%	4.36%

Fuente: Plan Maestro del Transporte (2012), MOPC.

Observación: Las áreas sombreadas corresponden a las regiones directamente afectadas por el proyecto.

9.3 Predicción de la Demanda de Tráfico

9.3.1 Método de Aproximación

A Directrices Básicas

Como se mencionó anteriormente, para la realización de la predicción del tráfico para este proyecto, se seleccionó el método de aproximación tradicional (Modelo de Predicción del Tráfico en 4 Pasos), para lo cual se llevaron a cabo los pasos de Generación del Viaje, Distribución del Viaje, Selección del Transporte y Asignación de Tráfico en las Zonas de tráfico, las cuales fueron establecidas alrededor de las áreas de afectación directa e indirecta del proyecto.

Los datos básicos necesarios para la estimación de la demanda de tráfico, tales como zonas, O/D, red vial, etc., fueron tomados como referencia del Plan Maestro del Transporte del Paraguay (2012), MOPC.

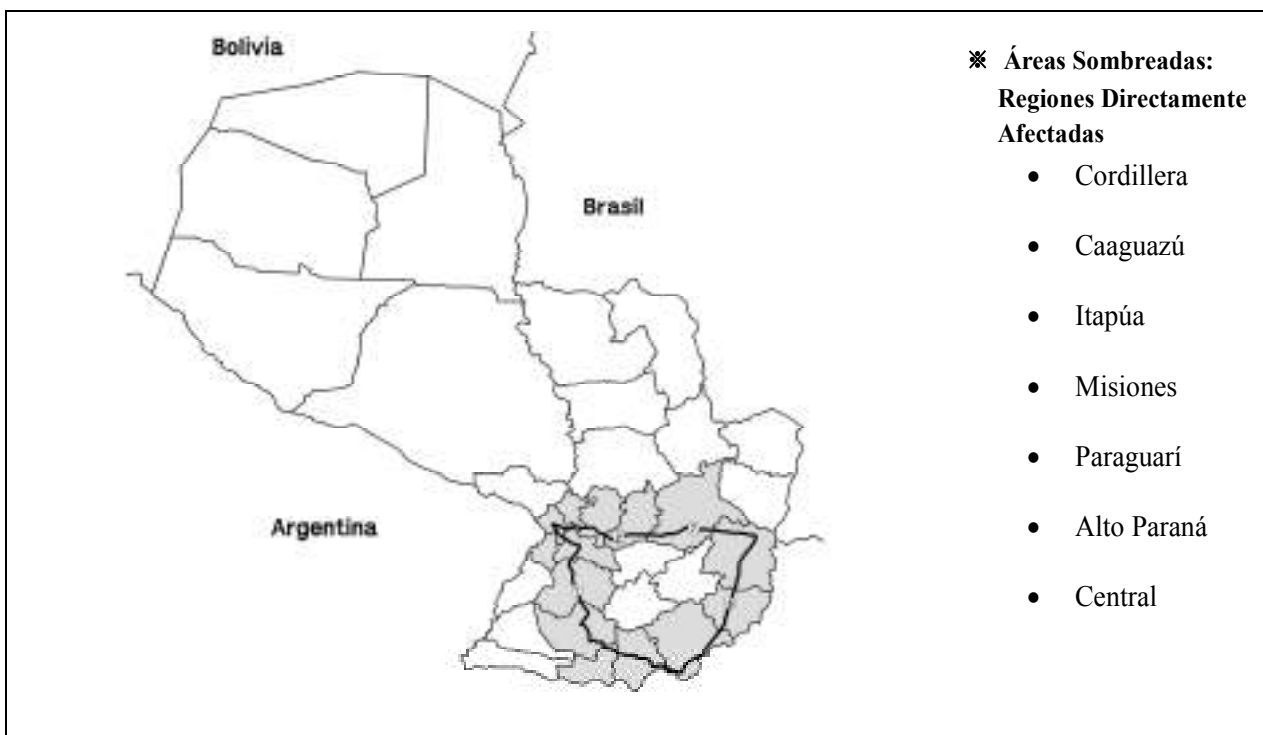
B Zonificación de las Regiones Afectadas

Para este proyecto, definimos 7 regiones de afectación directa, 9 regiones de afectación indirecta y 9 regiones de afectación externa (puntos fronterizos, no regiones interiores). Con el objeto de realizar un análisis exhaustivo de las áreas localizadas alrededor de los tramos del proyecto fue necesaria la separación de las zonas en Regiones Afectadas Directamente, Regiones Afectadas Indirectamente y Regiones Afectadas Externamente (Puntos Fronterizos).

<Tabla 9-19> Zonificación de las Regiones Afectadas

Clasificación	Regiones Afectadas Directamente	Regiones Afectadas Indirectamente	Regiones Afectadas Externamente (Puntos Fronterizos)
Cantidad	7	9	9

<Gráfico 9-5> Zonificación de las Áreas Afectadas



9.3.2 Establecimiento de Datos Básicos

A Establecimiento de Zonas de Tráfico

Las zonas que se componen de distritos administrativos donde los indicadores socio-económicos son fáciles de recabar fueron definidos como las Zonas de Tráfico. Al momento de predecir las demandas de tráfico, y de ser posible, los distritos de tráfico deben ser una unidad separada de patrones de tráfico homogéneos en principio para analizar la estimación espacial de la demanda de tráfico.

Las Regiones Afectadas Directamente por este proyecto (Cordillera, Caaguazú, Itapúa, Misiones, Paraguairí, Alto Paraná y Central) son subdivididos en 14 zonas, mientras que las Regiones Afectadas Indirectamente son subdivididas en 19 zonas y las áreas fronterizas en 9 zonas, sumando en total 42 zonas.

<Tabla 9-20> Establecimiento de Zonas de Tráfico

No.	Departamento	No. de Zona	Nombre
1	Concepción	10	Concepción
2	San Pedro	21	San Pedro Norte
		22	San Pedro Sur
3	Cordillera	31	Cordillera Oeste
		32	Cordillera Este
4	Guairá	40	Guairá
5	Caaguazú	51	Caaguazú Oeste
		52	Caaguazú Este
6	Caazapá	61	Caazapá Oeste
		62	Caazapá Este
7	Itapúa	71	Itapúa Oeste
		72	Itapúa Centro
		73	Itapúa Este
8	Misiones	81	Misiones Norte
		82	Misiones Sur
9	Paraguairí	91	Paraguairí Norte
		92	Paraguairí Sur
10	Alto Paraná	101	Alto Paraná Norte
		102	Alto Paraná Sur
11	Central	111	Central Norte
		112	Central Sur
12	Ñeembucú	121	Ñeembucú Norte
		122	Ñeembucú Centro
		123	Ñeembucú Sur

No.	Departamento	No. Zona	Nombre
13	Amambay	130	Amambay
14	Canindeyú	141	Canindeyú Oeste
		142	Canindeyú Este
15	Pdte. Hayes	151	Pdte. Hayes Norte
		152	Pdte. Hayes Sur
16	Boquerón	161	Boquerón Norte
		162	Boquerón Sur
17	Alto Paraguay	171	Alto Paraguay Norte
		172	Alto Paraguay Sur
Zonas Externas			
90	Puntos de Frontera Terrestre	901	Pozo Hondo
		902	Infante Rivalora
		903	Bella Vista Norte
		904	Pedro Juan Caballero
		905	Capitán Bado
		906	Salto del Guairá
		907	Ciudad del Este
		908	Encarnación
		909	Puerto Falcón

Observación: Las áreas sombreadas corresponden a las regiones directamente afectadas.

<Gráfico 9-6> Mapa de División Zonal



9 Predicción de la Demanda de Tráfico

B Definición del Conteo O / D del Año Base

El conteo de O/D del año base (2013) fue establecido por medio del conteo de O/D (Tipo de Vehículo) correspondiente al año 2011 y el O/D del año 2016 propuesto en el Plan Maestro del Transporte del Paraguay. En correspondencia con este plan maestro, se definieron tres conteo O/D para cada tipo de vehículo (vehículos livianos, ómnibus y camiones).

<Tabla 9-21> Conteo O / D del Año Base (2013)

Vehículos Livianos (Vehículos/Día)		Regiones Afectadas Directamente						Indirectamente	Externa mente	Total	
		3	5	7	8	9	10				11
Regiones Directamente Afectadas	3	259	202	35	34	182	33	1,972	279	53	3,049
	5	156	652	144	53	91	300	942	1,449	147	3,934
	7	18	100	1,436	368	41	303	350	738	2,734	6,088
	8	22	45	446	338	95	29	399	501	55	1,930
	9	164	110	74	137	495	33	1,356	515	46	2,930
	10	11	142	207	16	12	0	164	1,124	11,121	12,797
	11	1,565	940	516	470	1,121	357	855	3,625	1,829	11,278
Regiones Indirectamente Afectadas		219	1,533	938	460	463	1,368	3,577	5,868	2,653	17,079
Zonas Externas		27	102	2,274	46	26	10,582	1,082	2,383	68	16,590
Total		2,441	3,826	6,070	1,922	2,526	13,005	10,697	16,482	18,706	75,675

Ómnibus (Vehículos/Día)		Regiones Directamente Afectadas						Indirectamente	Externa mente	Total	
		3	5	7	8	9	10				11
Regiones Directamente Afectadas	3	1	2	1	0	1	0	51	5	0	61
	5	2	10	5	1	3	4	49	27	1	102
	7	0	1	20	4	0	6	23	9	32	95
	8	0	0	9	1	1	0	17	4	0	32
	9	1	1	1	2	2	1	32	5	0	45
	10	0	4	16	0	0	0	19	56	40	135
	11	68	56	74	30	69	16	26	240	20	599
Regiones Indirectamente Afectadas		3	20	21	5	6	27	198	123	10	413
Zona Externa		0	1	21	0	0	51	7	13	0	93
Total		75	95	168	43	82	105	422	482	103	1,575

Camiones (Vehicle/day)	Regiones Directamente Afectadas							Indirecta mente	Externa mente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Directamente Afectadas	3	27	17	42	5	25	12	676	131	43	978
	5	14	0	64	17	10	187	238	289	70	889
	7	18	25	0	152	128	313	502	193	131	1,462
	8	0	0	49	10	0	8	77	34	57	235
	9	0	18	45	65	16	64	277	176	11	672
	10	41	308	256	29	10	0	886	162	251	1,943
	11	435	476	493	42	150	529	0	1,541	480	4,146
Regiones Indirectamente Afectadas	103	209	283	236	213	114	1,830	962	577	4,527	
Zonas Externas	6	11	30	96	3	100	529	277	16	1,068	
Total	644	1,064	1,262	652	555	1,327	5,015	3,765	1,636	15,920	

C Definición de la Red Vial del Año Base (2013)

A fin de reflejar cambios en el estado actual de las rutas se realizó una investigación in-situ para el establecimiento de la red vial del año base (2013) de este proyecto, propiedades relacionadas como distancia, número de carriles velocidad entre otras fueron reflejadas en esta red.

<Gráfico 9-7> Red Vial del Año Base (2013)



9.3.3 Generación de Viaje

La Generación de Viaje es el primer paso de los 4 pasos necesarios para la Predicción de la Demanda de Tráfico, y este es el proceso de estimación-predicción de la Cantidad de Viaje Generado, basado en las estimaciones cuantitativas de los factores socio-económicos futuros, uso de la tierra para las zonas de tráfico dentro de las áreas del plan objetivo. El tráfico puede ser definido en Viajes como la unidad básica con actividades de salida y llegada.

Los viajes se componen de un Origen (O) y un Destino (D) con sus dos puntos finales del recorrido. Dependiendo de la ubicación de las vías de travesía, se categorizan en tráfico en la zona, tráfico fuera de la zona y tráfico a través del recorrido vía. La Generación de Viaje calcula la cantidad de tráfico generado basándose en las unidades de zonas de tráfico y el tráfico atraído al área. Esto se basa en el hecho que el tráfico es una demanda derivada.

La Generación de Viaje puede ser entendida como una estimación de la demanda de tráfico de toda el área de estudio a partir de una visión integral de los resultados. Desde un punto de vista microscópico, en términos del proceso real de las características del tráfico, variables exógenas socio-económicas y las características de uso del suelo, y tiene en cuenta las características físicas del transporte individual por distrito. La cantidad de viaje generado calculado por medio de la suma total del área de estudio comparado con la cantidad de viaje generado sigue un proceso de ajuste, donde los métodos de análisis para la formulación del modelo utilizan 2 modelos llamados Método de Análisis por Categoría y Método de Análisis por Regresión, respectivamente.

Generalmente en los Modelos de Travesías por el Método de Análisis por Categoría, las estimaciones de la Generación de Viajes se basa usualmente por simplicidad en la economía doméstica y las características sociales, y es estimada multiplicando los valores característicos de Grupos Similares – características específicas de cada valor unitario para el futuro reforzamiento del tráfico existente generado para la predicción de la futura generación de viaje.

El Método de Análisis de Regresión utiliza la cantidad de tráfico entrante/saliente, las características socio-económicas y del uso de la tierra como variables en la ecuación de regresión para representar las relaciones entre las variables con el objeto de obtener el futuro flujo de tráfico entrante/saliente.

Generalmente, el método más utilizado es el Método de Análisis por Regresión. En el Plan Maestro del Transporte de Paraguay se aplicó el Método de Análisis por Regresión de Alineamiento Múltiple. El modelo de la ecuación y las variables independientes utilizadas en la misma son las siguientes:

- **Variables del Modelo de Generación de Viajes de Camiones:** población, ocupación, ingreso anual neto per cápita, ingreso bruto, producción (toneladas/año).
- **Variables del Modelo de Generación de Viajes de Pasajeros (Buses y Vehículos de pasajeros):** población, ocupación, ingreso anual neto per cápita.

$$G_i = a_i * X1_i + b_i * X2_i + D_i \quad A_j = a_j * X1_j + b_j * X2_j + D_j$$

Dónde, G_i : Generación a partir de la zona i

A_j : Atracción a la zona j

$X1_i, X2_j$: Atributos en la zona i, j

$a_i, a_j, b_i,$ and b_j : Coeficientes

D_i, D_j : Variable ficticia en la zona i, j

Tabla 9-22> Generación de Cantidad de Viaje por Regiones Afectadas Directamente

Vehículos Livianos (Vehículos/Día)		2013	2016	2021	2030	2040	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)		
							2013~ ~2021	2021~ ~2030	2030~ ~2040
31	Cordillera Oeste	1,297	1,460	1,827	2,601	3,462	4.38	4.00	2.90
32	Cordillera Este	1,751	1,980	2,495	3,596	4,819	4.53	4.15	2.97
51	Caaguazú Oeste	1,624	1,849	2,342	3,454	4,689	4.68	4.41	3.10
52	Caaguazú Este	2,310	2,609	3,261	4,708	6,316	4.4	4.16	2.98
71	Itapúa Oeste	1,053	1,208	1,557	2,354	3,239	5.01	4.70	3.24
72	Itapúa Centro	3,707	3,889	4,861	7,151	9,696	3.45	4.38	3.09
73	Itapúa Este	1,328	1,503	1,897	2,782	3,766	4.56	4.35	3.07
81	Misiones Norte	1,242	1,421	1,813	2,695	3,675	4.84	4.50	3.15
82	Misiones Sur	688	791	1,016	1,528	2,096	4.99	4.64	3.21
91	Paraguarí Norte	1,672	1,899	2,401	3,498	4,717	4.63	4.27	3.03
92	Paraguarí Sur	1,257	1,433	1,822	2,688	3,652	4.75	4.42	3.11
102	Alto Paraná Sur	12,797	13,543	14,602	18,342	22,498	1.66	2.57	2.06
111	Central Norte	10,713	11,767	14,571	20,482	27,050	3.92	3.86	2.82
112	Central Sur	567	638	797	1,132	1,505	4.35	3.98	2.89
Total		42,006	45,990	55,262	77,011	101,180	3.49	3.76	2.77

Ómnibus (Vehículos/Día)		2013	2016	2021	2030	2040	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)		
							2013~ ~2021	2021~ ~2030	2030~ ~2040
31	Cordillera Oeste	36	39	46	60	76	3.11	3.00	2.39
32	Cordillera Este	25	27	32	42	53	3.13	3.07	2.35
51	Caaguazú Oeste	40	43	51	67	85	3.08	3.08	2.41
52	Caaguazú Este	61	66	78	102	130	3.12	3.03	2.46
71	Itapúa Oeste	14	15	17	23	30	2.46	3.42	2.69
72	Itapúa Centro	46	18	21	28	36	-9.34	3.25	2.54
73	Itapúa Este	36	37	44	58	74	2.54	3.12	2.47
81	Misiones Norte	25	27	32	43	54	3.13	3.34	2.30
82	Misiones Sur	9	9	11	15	19	2.54	3.51	2.39
91	Paraguarí Norte	32	34	40	53	67	2.83	3.18	2.37
92	Paraguarí Sur	13	14	17	22	29	3.41	2.91	2.80
102	Alto Paraná Sur	136	104	124	165	210	-1.15	3.22	2.44
111	Central Norte	586	622	739	998	1,287	2.94	3.39	2.58
112	Central Sur	13	14	17	22	28	3.41	2.91	2.44
Total		1,072	1,069	1,269	1,698	2,178	2.13	3.29	2.52

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

Camiones (Vehículos/Día)		2013	2016	2021	2030	2040	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)		
							2013~ 2021	2021~ 2030	2030~ 2040
31	Cordillera Oeste	542	612	765	1,004	1,269	4.4	3.07	2.37
32	Cordillera Este	438	581	729	963	1,223	6.58	3.14	2.42
51	Caaguazú Oeste	284	378	453	576	713	6.01	2.70	2.16
52	Caaguazú Este	604	1,027	1,477	2,458	3,548	11.83	5.82	3.74
71	Itapúa Oeste	109	120	130	150	172	2.23	1.60	1.38
72	Itapúa Centro	947	1,109	1,315	1,696	2,118	4.19	2.87	2.25
73	Itapúa Este	407	432	459	589	732	1.51	2.81	2.20
81	Misiones Norte	172	182	201	236	275	1.97	1.80	1.54
82	Misiones Sur	63	60	65	76	88	0.39	1.75	1.48
91	Paraguarí Norte	299	343	419	554	705	4.31	3.15	2.44
92	Paraguarí Sur	337	497	680	1,026	1,410	9.17	4.68	3.23
102	Alto Paraná Sur	1,944	2,389	2,775	3,647	4,614	4.55	3.08	2.38
111	Central Norte	4,025	4,272	4,614	5,355	6,179	1.72	1.67	1.44
112	Central Sur	122	127	137	157	179	1.46	1.53	1.32
Total		10,290	12,129	14,219	18,487	23,225	4.13	2.96	2.31

9.3.4 Distribución del Viaje

La Distribución del Viaje, el segundo paso en el proceso tradicional de Predicción de la Demanda de Tráfico, es la etapa donde la cantidad de viaje generado estimado en la etapa previa es distribuida en cada zona de tráfico. La Distribución de Viaje es calculada en base a los datos del flujo de tráfico entrante y saliente de cada una de las zonas de tráfico actuales (datos del conteo de O/D) considerando variables como indicadores socio-económicos, características del tráfico, entre otros. El flujo de tráfico es estimado en base al Modelo de Distribución del Tráfico.

El Modelo de Distribución de Viaje tiene un modelo de factor de crecimiento, Modelo de Gravedad, Programación Linear, Modelo de entropía máxima, y así sucesivamente. El Plan Maestro de Transporte de Paraguay utilizó el Modelo de Gravedad para los vehículos livianos y ómnibus y el Modelo de Factor de Crecimiento para camiones, en base a las características de cada modelo.

Para la distribución de viaje interregional, se aplicó la distribución de viaje estimada para el año 2021 y el año 2030 en el Plan Maestro del Transporte de Paraguay y en base a esto se estimó la distribución de viaje interregional para el año horizonte final del proyecto (2040).

Para la estimación del O/D se aceptó el O/D estimado en el Plan Maestro del Transporte de Paraguay para el año 2021 y el año 2030, el O/D final para el año horizonte 2040 fue estimado a través de una progresión aritmética.

<Tabla 9-23> O/D Año Horizonte (Año 2021)

Vehículo Liviano (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	379	293	51	50	268	41	2,763	676	68	4,589
	5	228	942	209	78	134	379	1,318	2,256	194	5,738
	7	27	145	2,145	551	61	388	497	1,152	3,411	8,377
	8	33	66	667	506	142	37	566	881	73	2,971
	9	241	160	109	204	733	42	1,911	1,494	60	4,954
	10	15	181	265	20	16	0	204	1,382	12,534	14,617
	11	2,196	1,302	729	665	1,580	434	1,194	6,660	2,189	16,949
Regiones Afectadas Indirectamente	324	2,238	1,384	678	689	1,747	5,037	9,264	3,543	24,904	
Zonas Externas	37	142	2,995	64	36	13,004	1,351	3,489	87	21,205	
Total	3,480	5,469	8,554	2,816	3,659	16,072	14,841	27,254	22,159	104,304	

Ómnibus (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	1	2	1	0	1	0	64	8	0	77
	5	3	13	6	1	4	5	62	39	0	133
	7	0	1	26	5	1	8	29	13	0	83
	8	0	1	13	2	1	0	21	7	0	45
	9	1	1	2	2	3	1	41	9	0	60
	10	0	5	21	1	0	0	23	73	0	123
	11	89	73	98	39	91	20	33	404	0	847
Regiones Afectadas Indirectamente	4	26	28	7	7	35	250	168	0	525	
Zonas Externas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	98	122	195	57	108	69	523	721	0	1,893	

Camiones (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	46	26	79	0	43	19	935	263	80	1,491
	5	21	0	89	4	12	253	276	510	93	1,258
	7	26	34	0	158	176	418	585	439	182	2,018
	8	0	0	60	0	0	8	72	46	67	253
	9	0	24	83	114	16	115	415	276	5	1,048
	10	53	456	327	15	10	0	890	219	305	2,275
	11	516	506	618	44	164	557	0	1,934	557	4,896
Regiones Afectadas Indirectamente	164	291	411	47	291	170	2,112	1,718	763	5,967	
Zonas Externas	10	21	46	7	4	135	660	403	19	1,305	
Total	836	1,358	1,713	389	716	1,675	5,945	5,808	2,071	20,511	

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

<Tabla 9-24> O/D Año Horizonte (Año 2030)

Vehículo Liviano (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	557	430	76	75	397	54	3,908	1,001	97	6,595
	5	338	1,387	312	117	200	494	1,871	3,366	277	8,362
	7	40	215	3,265	843	93	513	716	1,731	4,965	12,381
	8	49	98	1,019	773	215	49	815	1,315	106	4,439
	9	359	236	165	308	1,099	55	2,731	2,244	87	7,284
	10	19	232	345	27	21	0	253	1,789	15,678	18,364
	11	3,104	1,831	1,046	954	2,249	543	1,682	9,455	3,000	23,864
Regiones Afectadas Indirectamente	484	3,332	2,076	1,007	1,039	2,300	7,184	13,665	5,130	36,217	
Zonas Externas	53	201	4,349	93	52	16,458	1,857	5,042	121	28,226	
Total	5,003	7,962	12,653	4,197	5,365	20,466	21,017	39,608	29,461	145,732	

Ómnibus (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	2	3	1	0	2	0	84	11	0	103
	5	4	18	8	1	5	6	80	52	0	174
	7	0	2	36	7	1	10	38	17	0	111
	8	0	1	17	2	2	1	28	9	0	60
	9	2	2	3	3	4	1	53	13	0	81
	10	0	7	28	1	1	0	30	98	0	165
	11	120	98	133	53	123	27	44	546	0	1,144
Regiones Afectadas Indirectamente	5	34	38	9	10	46	325	225	0	692	
Zonas Externas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	133	165	264	76	148	91	682	971	0	2,530	

Camiones (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	65	36	112	0	55	25	1,209	349	123	1,974
	5	29	0	133	6	15	378	387	777	132	1,857
	7	35	45	0	192	229	546	734	565	234	2,580
	8	0	0	72	0	0	9	80	56	79	296
	9	0	33	126	163	20	181	605	378	6	1,512
	10	65	690	402	16	11	0	1,027	279	369	2,859
	11	613	574	749	47	180	623	0	2,206	683	5,675
Regiones Afectadas Indirectamente	231	404	522	55	372	263	2,625	2,406	996	7,874	
Zonas Externas	12	32	62	8	5	168	822	562	22	1,693	
Total	1,050	1,814	2,178	487	887	2,193	7,489	7,578	2,644	26,320	

<Tabla 9-25> O/D Año Horizonte (Año 2040)

Vehículo Liviano (Vehículos/Día)	Regiones Directamente Afectadas							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	755	582	104	102	540	68	5,179	1,363	129	8,822
	5	460	1,881	426	160	273	623	2,486	4,600	370	11,279
	7	55	294	4,509	1,166	128	652	960	2,374	6,691	16,829
	8	67	134	1,409	1,069	295	62	1,091	1,796	143	6,066
	9	489	321	228	424	1,506	70	3,642	3,077	117	9,874
	10	24	289	434	34	26	0	307	2,240	19,171	22,525
	11	4,112	2,419	1,398	1,275	2,992	665	2,224	12,560	3,903	31,548
Regiones Afectadas Indirectamente	661	4,548	2,845	1,372	1,427	2,914	9,570	18,555	6,893	48,785	
Zonas Externas	70	267	5,854	125	70	20,296	2,419	6,768	159	36,028	
Total	6,693	10,735	17,207	5,727	7,257	25,350	27,878	53,333	37,576	191,756	

Ómnibus (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	2	3	1	1	2	0	106	15	0	130
	5	5	22	11	2	6	8	101	67	0	222
	7	0	2	46	10	1	13	47	22	0	141
	8	0	1	22	3	2	1	35	11	0	75
	9	2	2	3	4	5	1	67	16	0	100
	10	1	9	36	1	1	0	38	126	0	212
	11	154	125	173	69	158	34	56	703	0	1,472
Regiones Afectadas Indirectamente	6	43	49	12	13	58	408	287	0	876	
Zonas Externas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	170	207	341	102	188	115	858	1,247	0	3,228	

Camiones (Vehículos/Día)	Regiones Afectadas Directamente							Indirectamente	Externamente	Total	
	3	5	7	8	9	10	11				
Regiones Afectadas Directamente	3	87	47	148	0	69	32	1,514	444	169	2,510
	5	38	0	182	8	18	517	510	1,075	176	2,524
	7	45	57	0	231	289	688	901	705	291	3,207
	8	0	0	85	0	0	10	89	67	93	344
	9	0	44	173	218	23	254	815	491	8	2,026
	10	79	949	485	17	11	0	1,180	346	440	3,507
	11	720	649	894	50	199	694	0	2,508	823	6,537
Regiones Afectadas Indirectamente	306	530	645	64	461	368	3,194	3,169	1,256	9,993	
Zonas Externas	16	46	80	9	5	205	1,003	737	26	2,127	
Total	1,291	2,322	2,692	597	1,075	2,768	9,206	9,542	3,282	32,775	

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

9.3.5 Asignación del Tráfico

La Asignación del Tráfico, el último paso del método tradicional de Predicción de la Demanda de Tráfico en 4 pasos, es el proceso de calcular la cantidad de carga del tráfico en cada segmento del recorrido o empalme a través de la asignación sistemática de la distribución del tráfico entre las zonas de tráfico de la red vial.

Los propósitos de la Asignación de Tráfico son los siguientes:

- Identificación de problemas de la red vial a través de una comparación del tráfico actual y el modelo de tráfico.
- Revisión de los problemas del sistema de transporte existente por medio de la asignación del tráfico futuro entre las zonas de la red vial actual.
- Revisión de prioridades de los proyectos de infraestructura vial.
- Evaluación de los proyectos alternativos de infraestructura vial.

Por otro lado, la técnica más utilizada para el Modelo de Asignación de Tráfico es la técnica de Distribución de Todo o Nada, la cual dispersa todo el tráfico en el recorrido de menor costo, y las técnicas que basan la asignación del tráfico en probabilidades estadísticas como Asignación Estocástica, Asignación de Múltiples Rutas, Asignación Balanceada, etc.

Para este proyecto, se utilizó el método de Asignación Balanceada, una de las técnicas más sofisticadas desarrolladas hasta ahora para la Asignación del Tráfico.

La teoría de Asignación Balanceada puede ser dividida en Teoría Optima de Sistema que estima el flujo de tráfico en la red vial de forma tal que el costo del tráfico en la red total sea la mínima posible y la Teoría Optima del Usuario que ha evolucionado en base a los menores costos y los mismos principios de los costos de la teoría del equilibrio de la economía.

La Teoría Optima del Usuario fue aplicada a este proyecto ya que se consideró que es la más adecuada para la simulación de la realidad. La ecuación modelo de la Teoría Optima del Usuario es la siguiente:

$$\text{Min} \sum_i f \int_0^{f_i} C_i(x) dx$$
$$\text{s.t.} \quad f_1 = \sum_i \sum_j \sum_r \delta_{ir} \cdot h_r, \quad \sum_r h_r = T_{ij}, h_r > 0$$

9.3.6 Resultados de la Predicción de la Demanda de Tráfico

A Predicción de la Demanda de Tráfico en los Tramos del Proyecto

De acuerdo a los resultados de la Predicción de la Demanda de Tráfico, se estima que para el año 2040 la demanda de tráfico para las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 será de 17.686 a 21.187 vehículos/día, para la Ruta Nacional No. 1 será de 6.648 a 21.313 vehículos/día y para la Ruta Nacional No. 6 será de 6.135 a 6.843 vehículos/día. Por lo tanto, las rutas con mayor demanda de tráfico de toda la red vial analizada serán las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7.

<Tabla 9-26> Resultados de la Predicción de la Demanda de Tráfico para los Tramos del Proyecto

(Unidad: Vehículos/Día)

Tramos		Año Horizonte	Vehículos Livianos	Ómnibus	Camiones	Total (AADT)	
Ruta Nacional No. 1	1	Itá ~ Paraguari	2021	8,983	931	2,535	12,449
			2030	12,036	1,248	3,397	16,681
			2040	15,378	1,594	4,340	21,313
	2	Paraguari ~ Carapegua	2021	7,730	595	2,165	10,490
			2030	10,967	844	3,071	14,883
			2040	14,387	1,108	4,029	19,524
	3	Carapegua ~ San Ignacio	2021	8,233	468	1,743	10,444
			2030	11,531	656	2,440	14,627
			2040	15,047	856	3,185	19,088
	4	San Ignacio ~ Cnel. Bogado	2021	3,032	197	914	4,143
			2030	3,813	248	1,149	5,210
			2040	4,866	316	1,466	6,648
	5	Cnel. Bogado ~ Encarnación	2021	2,898	268	985	4,150
			2030	3,858	356	1,311	5,525
			2040	4,955	457	1,684	7,096
Ruta Nacional No. 2 y No. 7	0	San Lorenzo ~ Ypacarai	2021	36,604	3,359	15,329	55,292
			2030	53,294	4,891	22,319	80,504
			2040	69,069	6,338	28,926	104,333
	1	Ypacarai ~ Caacupé	2021	7,174	658	3,005	10,837
			2030	10,421	956	4,364	15,741
			2040	13,556	1,244	5,677	20,478
	2	Caacupé ~ Cnel. Oviedo	2021	6,706	434	2,559	9,699
			2030	9,511	615	3,630	13,756
			2040	12,228	791	4,667	17,686
	3	Cnel. Oviedo ~ Caaguazú	2021	7,641	494	2,916	11,051
			2030	10,319	667	3,938	14,925
			2040	12,601	815	4,809	18,225
	4	Caaguazú ~ Yguazú	2021	9,021	549	3,036	12,606
			2030	11,096	675	3,734	15,505
			2040	15,162	922	5,103	21,187
Ruta Nacional No. 6	1	Encarnación ~ Edelira	2021	2,752	207	734	3,694
			2030	3,837	289	1,023	5,150
			2040	5,099	384	1,360	6,843
	2	Edelira ~ Minga Guazú	2021	2,257	132	1,060	3,449
			2030	3,109	182	1,460	4,751
			2040	4,014	235	1,886	6,135

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

<Gráfico 9-8> Resultado de la Predicción de la Demanda de Tráfico (2040)



B Revisión de la Capacidad y Número de Carriles

La capacidad de la calzada es la cantidad máxima del flujo de tráfico de vehículos de pasajeros que puede pasar durante un periodo de 15 minutos en las condiciones actuales de la vía y es convertido al valor unitario por hora.

Este es calculado en condiciones ideales de velocidad de diseño, basado en el máximo valor de servicio del tráfico, y tomando en cuenta consideraciones referentes al ancho de los carriles, el ancho de las banquetas y los vehículos pesados a fin de calcular el número apropiado de carriles y analizar el Nivel de Servicio de las vías que representen el estado de operación de las rutas. El número de carriles es calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{V}{MSF_i \times PHF \times f_{HV} \times f_p}$$

$$V = DDHV = AADT \times K \times D$$

Dónde, DDHV - Diseño direccional del volumen por hora (Tráfico/Hora)

MSFi = Máxima tasa del flujo de servicio

AAADT = Promedio Anual Diario de Tráfico (Tráfico/Día)

K = Volumen de Diseño Hora (factor K)

D = Porcentaje de tráfico en movimiento en la dirección de desplazamiento de pico (factor D)

PHF = Factor de Hora Pico

f_p = Factor de ajuste para la población de conductores (factor de población de conductores)

f_{HV} = Factor de ajuste para vehículos pesados (factor de vehículo pesado)

$$= \frac{1}{[1 + P_{T_1} (E_{T_1} - 1) + P_{T_2} (E_{T_2} - 1)]}$$

Aquí, E_{T_1} , E_{T_2} = Equivalentes de pasajeros-coches para Vehículos medianos y grandes

P_{T_1} , P_{T_2} = Proporción de camiones y autobuses en el flujo de tráfico

Fuente: *Highway Capacity Manual (HCM) 2010, TRB.*

El valor del cociente de Diseño de volumen por hora y el valor del factor K es la relación entre el DDHV (Diseño Direccional del Volumen por Hora) y el AAADT (Tráfico Anual Medio Diario) y cambia de acuerdo a los patrones de tráfico de las regiones objetivo, y también debido a la utilización de datos provenientes de investigaciones regulares sobre el tráfico y se deriva para ajustarse apropiadamente al proyecto. Sin embargo, como no se cuenta con datos regulares de los tramos del proyecto, aplicamos un valor de 0.1 para este proyecto considerando el Área urbana (0.08~0.10) y el Área Rural (0.09~0.13) tal como figura en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Para el valor PHF, aplicamos el valor general tal como figura en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) que varía de 0.85 a 0.98. El valor PHF es menor para vías rurales y a medida que se acerca a áreas urbanas exhibe un valor más alto. En este estudio, hemos considerado ambas áreas y aplicamos un valor promedio de 0.9.

9 Predicción de la Demanda de Tráfico

Para el porcentaje de tráfico que se desplaza en la dirección pico (Factor-D) se aplicó los valores de la investigación in situ realizada en las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7. Para el Flujo Máximo de Servicio (MSFi) en el carril seleccionado, aplicamos 1.280pc/h/ln que es el Flujo a la velocidad de diseño de 80km/h y Nivel de Servicio (LOS) C.

<Tabla 9-27> Factor de Servicio Máximo por Nivel de Servicio y Velocidad de Diseño

mi/h	km/h	Nivel de Servicio Previsto (LOS)				
		A	B	C	D	E
75	121	820	1,310	1,750	2,110	2,400
70	113	770	1,250	1,690	2,080	2,400
65	105	710	1,170	1,630	2,030	2,350
60	97	660	1,080	1,560	2,010	2,300
55	89	600	990	1,430	1,900	2,250
-	80	560	880	1,280	1,760	2,240

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, TRB.

Observación: Se ha convertido mi/h en HCM a km/h y se ha estimado la capacidad de Servicio Máxima a 80 km/h.

Después de la revisión del Número de Carriles (N), el análisis determinó que para mantener el Nivel de Servicio C (LOS) el número de carriles requerido es 2 carriles por sentido para las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7.

En el presente estudio de factibilidad se han analizado los tramos correspondientes a las Rutas Nacionales No.1 (San Lorenzo - Encarnación), No. 6 (Encarnación – Minga Guazú), No. 2 y No. 7 (San Lorenzo – Cnel. Oviedo, Cnel. Oviedo – Caaguazú, Caaguazú – Minga Guazú) y se ha encontrado que las mismas aún pueden mantener el nivel de servicio C con la configuración de la calzada existente (2 carriles, 1 por sentido). Sin embargo, la evaluación del número de carriles necesarios para satisfacer la demanda de tráfico para el año 2040 arrojó un valor mayor a 0.9, el cual es cercano al valor requerido para la duplicación de la calzada existente.

<Tabla 9-28> Resultado del Análisis de Carriles para los Tramos del Proyecto

Tramo		Año Horizonte	AADT	K	D	V (DDHV)	MSF (D)	PHF	fHV	fp	N (Sentido Único)	
Ruta Nacional No. 1	1	Itá ~ Paraguari	2021	12,449	0.1	0.52	646.18	1,280	0.9	0.88	1.0	0.64
			2030	16,681	0.1	0.52	865.85	1,280	0.9	0.88	1.0	0.85
			2040	21,313	0.1	0.52	1,106.28	1,280	0.9	0.88	1.0	1.09
	2	Paraguari ~ Carapegua	2021	10,490	0.1	0.52	544.50	1,280	0.9	0.88	1.0	0.54
			2030	14,883	0.1	0.52	772.52	1,280	0.9	0.88	1.0	0.76
			2040	19,524	0.1	0.52	1,013.42	1,280	0.9	0.88	1.0	1.00
	3	Carapegua ~ San Ignacio	2021	10,444	0.1	0.52	542.11	1,280	0.9	0.88	1.0	0.53
			2030	14,627	0.1	0.52	759.23	1,280	0.9	0.88	1.0	0.75
			2040	19,088	0.1	0.52	990.79	1,280	0.9	0.88	1.0	0.97
	4	San Ignacio ~ Cnel. Bogado	2021	4,143	0.1	0.52	215.05	1,280	0.9	0.88	1.0	0.21
			2030	5,210	0.1	0.52	270.43	1,280	0.9	0.88	1.0	0.27
			2040	6,648	0.1	0.52	345.07	1,280	0.9	0.88	1.0	0.34
	5	Cnel. Bogado ~ Encarnación	2021	4,150	0.1	0.52	215.41	1,280	0.9	0.88	1.0	0.21
			2030	5,525	0.1	0.52	286.78	1,280	0.9	0.88	1.0	0.28
			2040	7,096	0.1	0.52	368.33	1,280	0.9	0.88	1.0	0.36
Ruta Nacional No. 2 y No. 7	0	San Lorenzo ~ Ypacarai	2021	55,292	0.08	0.51	2,233.92	1,760	0.95	0.86	1.0	1.54
			2030	80,504	0.08	0.51	3,252.57	1,760	0.95	0.86	1.0	2.25
			2040	104,333	0.08	0.51	4,215.31	1,760	0.95	0.86	1.0	2.91
	1	Ypacarai ~ Caacupé	2021	10,837	0.1	0.51	547.30	1,280	0.9	0.86	1.0	0.55
			2030	15,741	0.1	0.51	794.97	1,280	0.9	0.86	1.0	0.80
			2040	20,478	0.1	0.51	1,034.20	1,280	0.9	0.86	1.0	1.04
	2	Caacupé ~ Cnel. Oviedo	2021	9,699	0.1	0.51	489.83	1,280	0.9	0.86	1.0	0.49
			2030	13,756	0.1	0.51	694.72	1,280	0.9	0.86	1.0	0.70
			2040	17,686	0.1	0.51	893.20	1,280	0.9	0.86	1.0	0.90
	3	Cnel. Oviedo ~ Caaguazú	2021	11,051	0.1	0.51	558.11	1,280	0.9	0.86	1.0	0.56
			2030	14,925	0.1	0.51	753.76	1,280	0.9	0.86	1.0	0.76
			2040	18,225	0.1	0.51	920.42	1,280	0.9	0.86	1.0	0.92
4	Caaguazú ~ Yguazú	2021	12,606	0.1	0.51	636.64	1,280	0.9	0.86	1.0	0.64	
		2030	15,505	0.1	0.51	783.05	1,280	0.9	0.86	1.0	0.79	
		2040	21,187	0.1	0.51	1,070.01	1,280	0.9	0.86	1.0	1.07	
Ruta Nacional No. 6	1	Encarnación ~ Edelira	2021	3,694	0.1	0.53	194.63	1,280	0.9	0.87	1.0	0.19
			2030	5,150	0.1	0.53	271.34	1,280	0.9	0.87	1.0	0.27
			2040	6,843	0.1	0.53	360.54	1,280	0.9	0.87	1.0	0.36
	2	Edelira ~ Minga Guazú	2021	3,449	0.1	0.53	181.72	1,280	0.9	0.87	1.0	0.18
			2030	4,751	0.1	0.53	250.32	1,280	0.9	0.87	1.0	0.25
			2040	6,135	0.1	0.53	323.24	1,280	0.9	0.87	1.0	0.32

10. Evaluación de la Tecnología Disponible

10.1 Planificación del Movimiento de Suelo

10.1.1 Planificación

Este proyecto contempla dos tipos de actuaciones diferentes, circunvalaciones en zonas urbanas y expansión de la calzada existente. Los tramos que conforman este proyecto atraviesan terrenos planos y ondulados, por este motivo, al planificar el diseño de la sección transversal es necesario considerar el movimiento de suelo necesario para el desarrollo de la obra.

10.1.2 Terraplenes

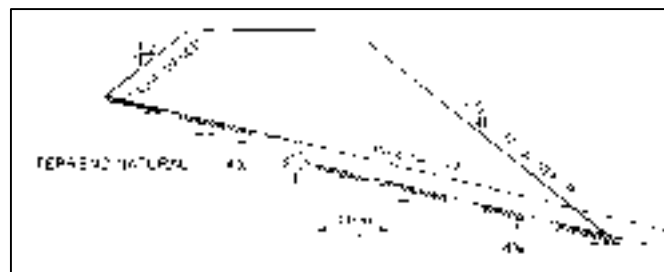
A Terraplenes en Laderas

Según el criterio de diseño establecido en el "Manual de Carreteras del Paraguay" se debe aplicar una pendiente de 1:1.0 ~ 1:3.0 para la construcción de terraplenes dependiendo del material utilizado. Para este proyecto en particular se optó por el empleo de una pendiente de 1:1,5 ya que es el estándar utilizado generalmente en Paraguay y recomendado tanto en la norma americana (AASHTO) como en la norma coreana. Sin embargo, ésta pendiente es solo de carácter referencial, en la fase de diseño detallado se debe reexaminar la pendiente a ser aplicada a cada uno de los tramos, realizando una interpretación de la seguridad de la pendiente seleccionada, la estabilidad del suelo y el lugar para conseguir el material de préstamo.

<Tabla 10-1> Estado Actual de Algunos Tramos de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7

Tramos en Terraplén	Tramos en Terraplén	
	Suelos Rocosos	Suelo Arenoso
		

<Gráfico 10-1> Ejemplo de Diseño de Terraplén

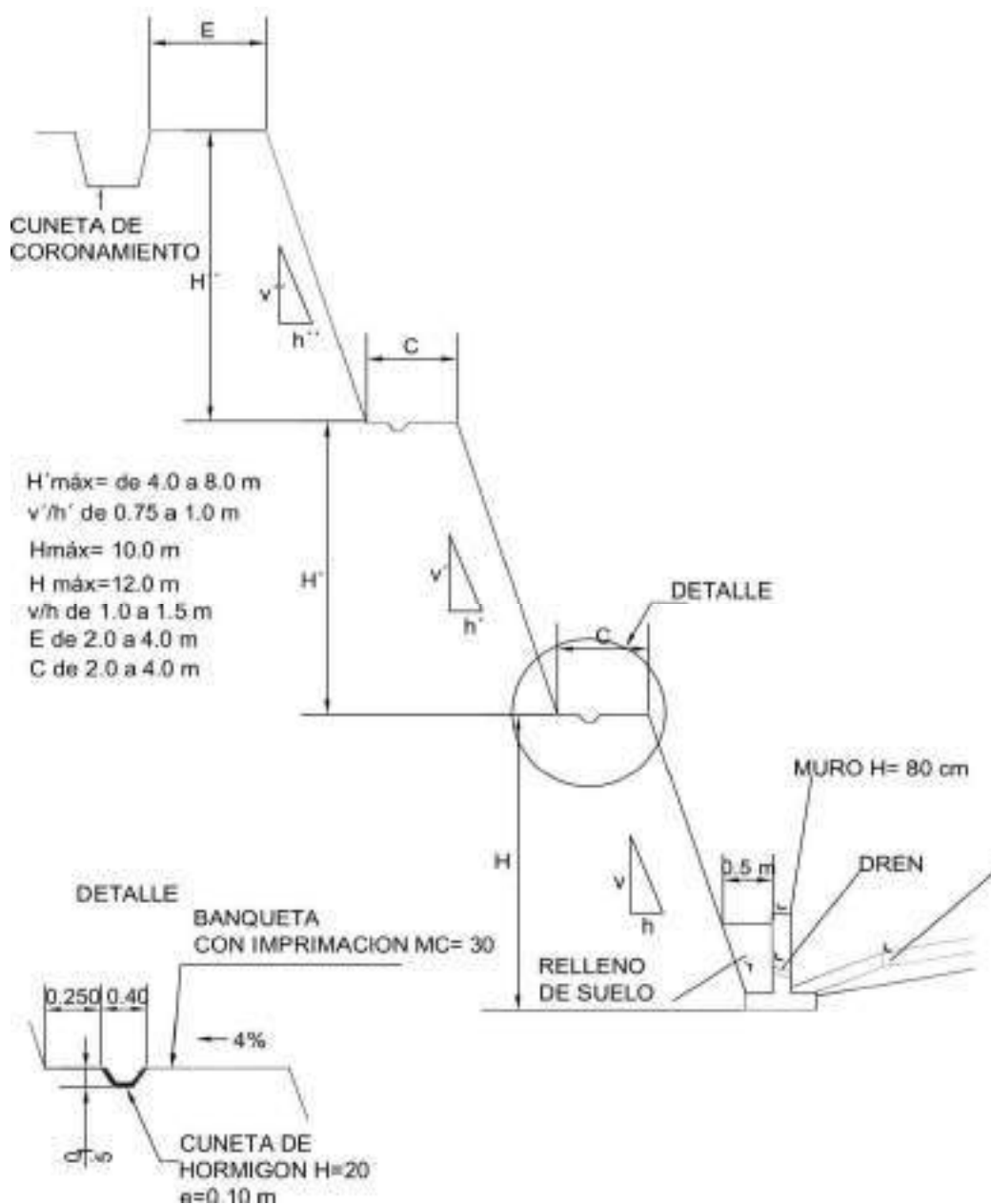


Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 2, Volumen 1 - Normas para la Estructura del Pavimento, Página 183.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

B Taludes en Corte

La pendiente se determina a partir de una evaluación de la estabilidad del terreno y la cantidad de movimiento de suelo necesario, considerando las características geotécnicas del suelo, eflorcencia, la velocidad de ejecución, etc. Al igual que en el caso de los terraplenes se reexamina la pendiente por tramos, realizando una interpretación de seguridad por medio de la investigación del tipo de suelo presente en el lugar.



<Gráfico 10-2> Ejemplo de Diseño de Contrataludes en Cortes Altos con Escalonamiento Suelos y Rocas
Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 2 Volumen 1, Normas para la Estructura del Pavimento. Página 181.

10.2 Plan de Drenaje

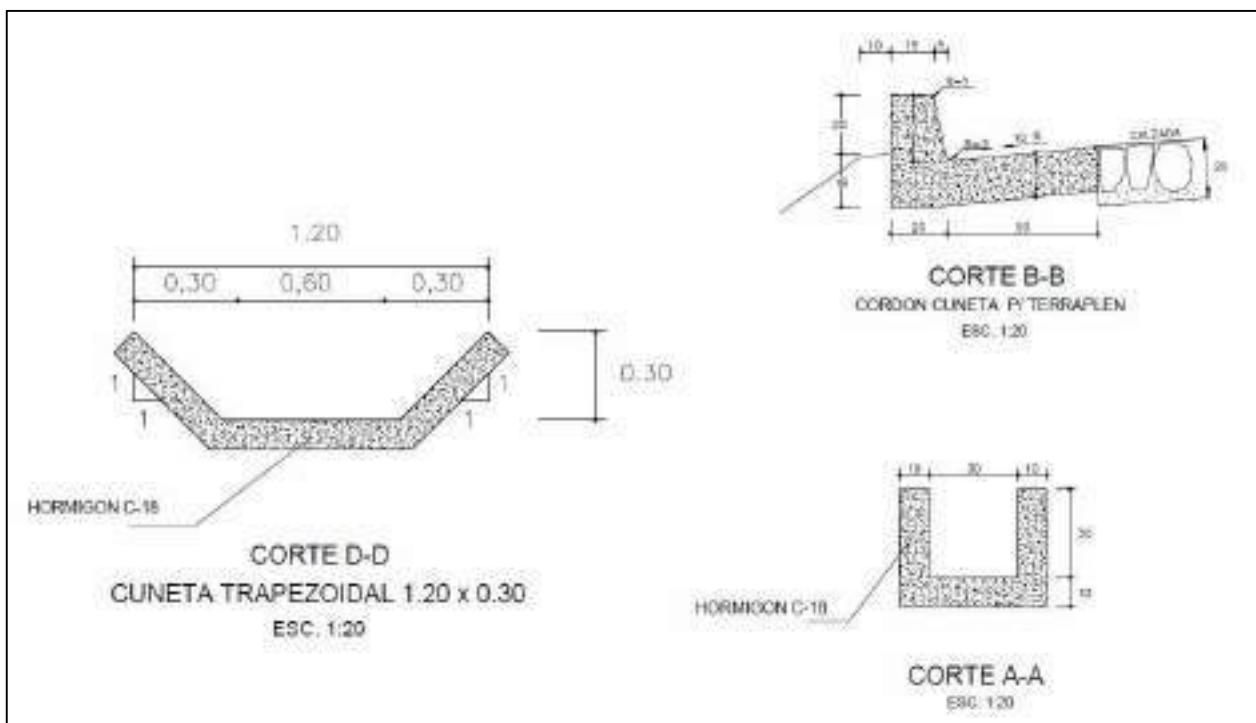
10.2.1 Objetivos Generales

En este proyecto se planifica una buena fluidez de tránsito a través de la minimización de inundaciones y daños en las calzadas, prestando especial atención al diseño de la sección de riego y drenaje de la superficie de carreteras considerando el caudal de lluvias.

10.2.2 Plan de Instalación de Cunetas

La instalación de cunetas se realiza según la condición y el cruce de carreteras. Para la selección de la forma de las cunetas se debe considerar sus características, funciones, economía, etc. En los tramos generales se debe instalar un buen sistema de drenaje y cunetas.

<Gráfico 10-3> Ejemplo de Diseño de Sistema de Drenaje



Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 3 Volumen 1, Normas para Obras de Drenaje Vial.

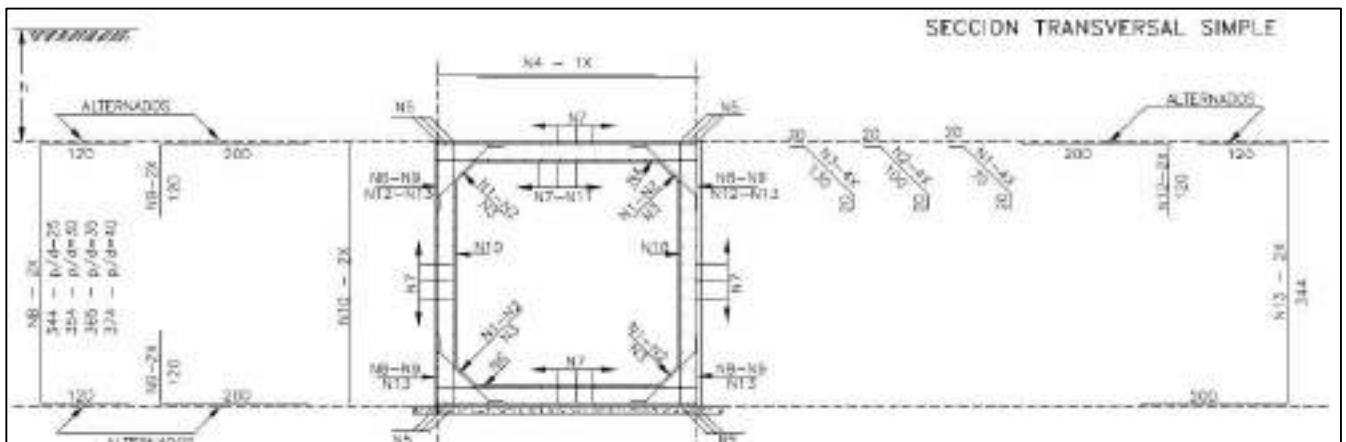
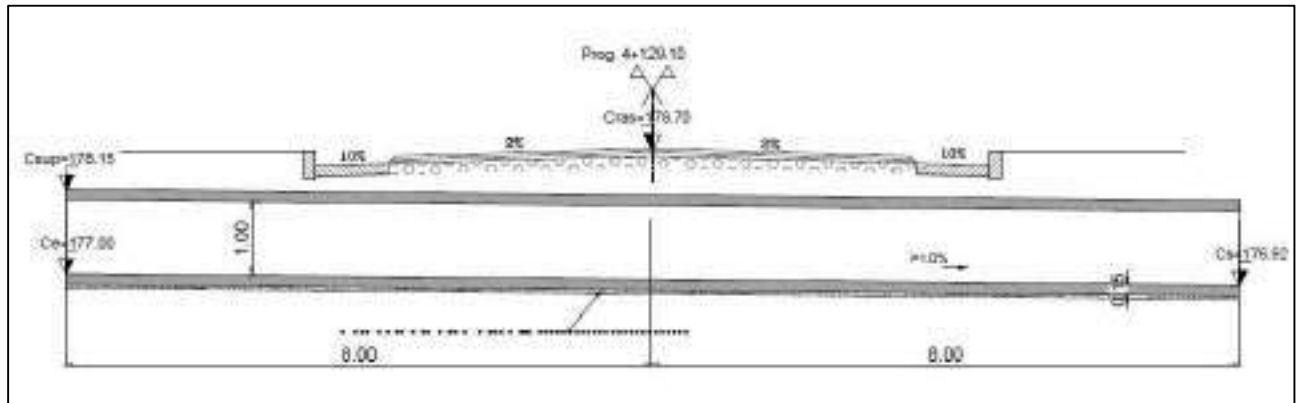
10.2.3 Plan de Drenaje y Alcantarillado

El drenaje y las alcantarillas son instalaciones diseñadas para que las aguas de lluvias y las corrientes de ríos o arroyos discurran apropiadamente sobre la superficie de las carreteras o a través de ellas. Desempeñan un rol importante para prevenir daños y conservar la estructura del pavimento.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Las cuencas de drenaje se determinaron a través de una investigación del terreno utilizando mapas topográficos y fotografía satelital. Las estructuras de drenaje serán instaladas previa investigación detallada de su ubicación, los estándares requeridos y el estado del sistema de drenaje existente.

<Gráfico 10-4> Ejemplo de Diseño de Alcantarilla



Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 3 Volumen 1, Normas para Obras de Drenaje Vial.

10.2.4 Método de Cálculo de Alcantarillas

Se estimó el caudal de diseño de las alcantarillas aplicando fórmulas utilizadas en las normas de diseño del MOPC, la norma americana (AASHTO) y la norma coreana.

Debido a la insuficiencia de datos referentes a los tramos del proyecto, durante la fase del estudio de factibilidad se aplicó un valor medio estimado. Este valor es únicamente de carácter referencial, por lo tanto, en la fase de diseño detallado este valor debe ser revisado y calculado utilizando un programa matemático considerando los coeficiente especificados en el Manual de Carreteras del Paraguay y la norma americana (AASHTO).

Caudal Máximo para un Determinado Periodo de Retorno:

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño (m³/sec)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A = Área de aporte (km²)

I = Intensidad de la lluvia de diseño (mm/h)

10.2.5 Revisión Hidrológica

Los puentes y el sistema de drenaje construido a lo largo de las vías son un factor muy importante, y se diseñan a partir de las condiciones topográficas, climáticas, hidráulicas del terreno entre otras.

El coeficiente de escorrentía (C) se refiere a la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. Para este estudio se ha aplicado un coeficiente de escorrentía igual a 0.7, para su estimación se asumió que los tramos de este proyecto están constituidos por ciudades, regiones y campos suaves, dado que los datos recabados son suficientes para calcular dicho valor.

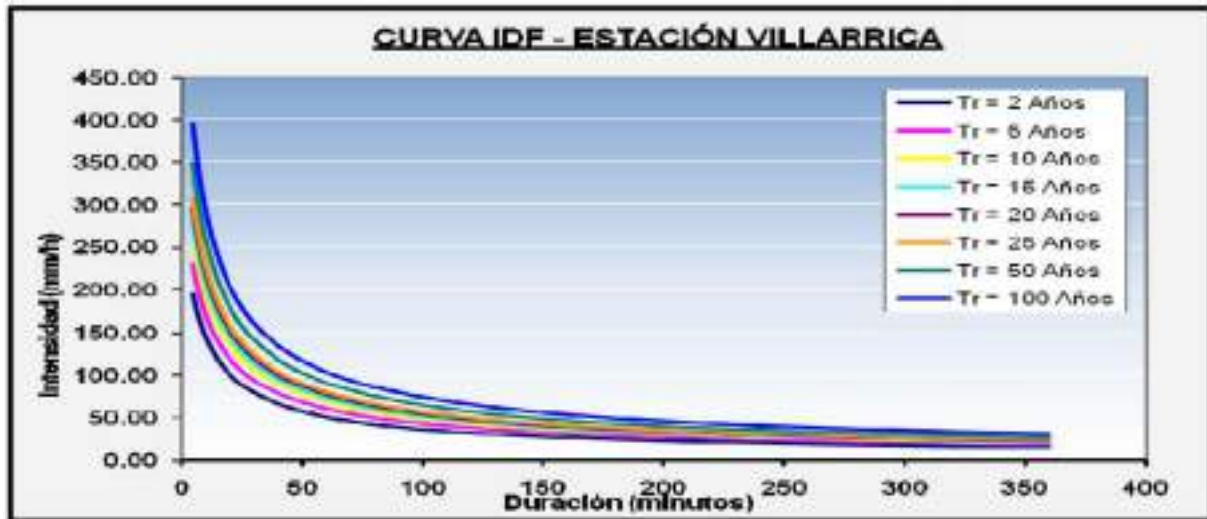
<Tabla 10-2> Coeficiente de Escurrimiento según el Tipo de Cuenca

Tipo de Terreno	Coeficiente de Escurrimiento	Tipo de Terreno	Coeficiente de Escurrimiento
Pavimentos	0.9	Areas Urbanas	0.7
Región Montañosa Escarpada y Superficie con Inclinación	0.8	Otros Terrenos	0.6
Tierra de Cultivo de Valle Escarpado	0.8	Tierra Plana para Cultivo	0.5
Arrozal	0.8	Valle Plano para Cultivo	0.6
Región Montañosa Plana	0.7	Bosque	0.3
Tierra de Cultivo Plana	0.7	Selva y Bosque de Arbustos	0.2

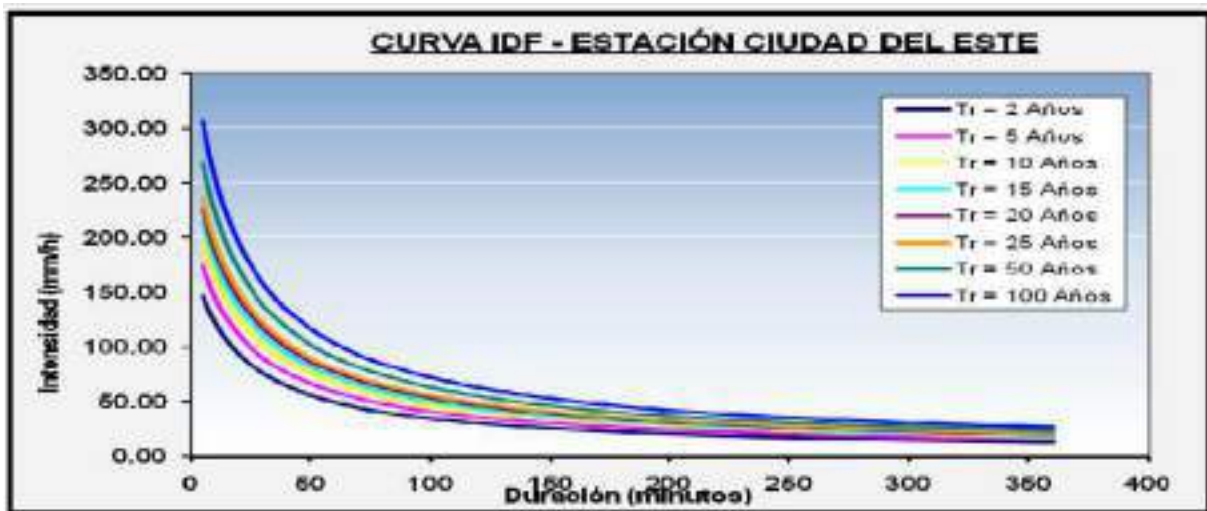
La intensidad de precipitación se refiere a las condiciones de la lluvia, es decir, es la razón de incremento de la altura que alcanza la lluvia respecto al tiempo. Este valor debe ser calculado a través de registros estadísticos de precipitaciones pasadas. Sin embargo, se ha tomado como referencia datos provenientes de otros proyectos ejecutados en Paraguay, ya que no se cuenta con datos precisos relacionados con el área del proyecto.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

<Gráfico 10-5> Curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) Estación Villarrica



<Gráfico 10-6> Curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) Estación Ciudad del Este



10.2.6 Análisis Hidrológico

Existen varios métodos para el cálculo del caudal de diseño. Sin embargo, se ha seleccionado el método propuesto en el Tomo 3 del Manual de Carreteras del Paraguay. Este método es válido únicamente para cuencas pequeñas con superficies menores a 25 km^2 (2,500ha), pues utiliza fórmulas empíricas y parámetros simples. El método de cálculo es el siguiente.

Caudal Máximo para un Determinado Periodo de Retorno:

$$Q = 0.278 C \cdot I \cdot A$$

Dónde:

- Q: Caudal Pico de Inundación (m³/sec)
- I: Intensidad de Lluvias (mm/h) en el Tiempo de Concentración (T_c)
- A: Superficie de la Cuenca (km²)
- C: Coeficiente de Escurrimiento de la Cuenca

Tiempo de Concentración para Cuencas (T_c)

$$T_c = 57(L^3 / H)^{0.386}$$

Dónde:

- T_c: Tiempo de Concentración para Cuencas
- L: Longitud del Cauce (km)
- H: Diferencia de Nivel Total entre Cotas Extremas de la Cuenca (m)

El tiempo de concentración se refiere al tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida. Está determinado por el tiempo requerido para que el agua procedente del punto hidrológicamente más alejado llegue a la salida de la cuenca, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía se vuelve constante y máximo al mismo tiempo.

El criterio de diseño empleado por el MOPC es el mismo que el utilizado en la norma americana (AASHTO) y la norma coreana. Este se clasifica según la topografía en áreas de cuencas y áreas planas, respectivamente. Dado que una gran parte de los tramos de este proyecto pasan por zonas onduladas y pendientes empinadas se utilizó el tiempo de concentración aplicado para California Culverts Practice (1942). En la fase de diseño detallado será necesario examinar el tiempo de concentración, considerando las características de cada tramo del proyecto.

<Tabla 10-3> Tiempos de Concentración Establecidos en el Manual de Carreteras del Paraguay

TABLA 10-3a TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN PARA CUENCAS (T _c)		
Autor	Expresión	Observaciones
Normas Españolas	$T_c = 18 L^{0.75} / S^{0.15}$	
California Culverts Practice (1942)	$T_c = 57 (L^3 / H)^{0.386}$	Cuencas para cordilleras y cerros empinados
Giandotti	$T_c = 60 ((4 A^{0.5} + 1.5 L) / (0.8 H m^{0.25}))$	Cuencas pequeñas con pendiente
SCS(1975)	$T_c = 258.7 L^{0.8} ((1000 / CN) - 9)^{0.9} / 1900 S^{0.48}$	Cuencas rurales

Notación:

T = Tiempo de concentración (min).
L = Longitud cauce (km).
S = Pendiente (m/m).
A = Área de la cuenca en km².

Hm = Diferencia de nivel en m, entre la cota media de la cuenca y la salida.
H = Diferencia de nivel total sobre cotas extremas de la cuenca (m).
CN = Número de Curva

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Tabla 7.3 b TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN ÁREAS PLANAS (Tc)

Autor	Expresión	Observaciones
Federal Aviation Agency, 1970	$T_c = 3,26 \{(1,1-C) L^{0,3} / (100S)^{0,37}\}$	Aeropuertos
Izard, 1946	$T_c = 525,28 \{0,0000276i+C\} L^{0,22} / (i^{0,667} S^{0,228}) (1)$	Experimentos de laboratorios
Morgali y Linsley, 1965	$T_c = 7 L^{0,6} n^{0,6} / (i^{0,4} S^{0,5}) (1)$	Fujo superficial

Notación:

Tc = Tiempo de concentración (min.)

Ls = Longitud de escurrimiento superficial (m).

L = Longitud cauce (km).

S = Pendiente (m/m).

i = Intensidad de lluvia (mm/h).

C = Coeficiente de escurrimiento.

n = Rugosidad superficial de Manning.

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 3 Volumen 1, Normas para Obras de Drenaje Vial. Página 19.

Se ha tomado como frecuencia de diseño y tolerancias a las inundaciones o desbordes las normas indicadas en el Manual de Carreteras del Paraguay. En la etapa de diseño detallado se deberán realizar estudios más pormenorizados para cada tramo del proyecto.

<Tabla 10-4> Normas para el Drenaje de la Plataforma

Características de la carretera	Límites de inundación de aguas superficiales (Basados en un tiempo de concentración de 10 minutos)	Frecuencia de la lluvia de diseño según el tipo de carretera
Vías de circulación normales		
a) Bermas dispuestas a Nivel de Calzada.	Hasta el Borde más bajo de la Calzada.	Autopistas o previstas como tales 25 años
b) Bermas transitables con solera.	Hasta 1,50 m de la calzada; pero el agua no sobrepasará la berma del lado más bajo de los peraltes.	
Mediana hundida.	Borde de la calzada.	Autorrutas y Primarios 10 años
Mediana elevada con soleras.	Hasta un ancho de 3 m de la plataforma sin que el agua llegue a desbordar la solera de la mediana.	
Rampas.	Hasta un ancho de 3 m de la plataforma sin que el agua llegue a desbordar la solera o borde de la cuneta del lado más bajo de un peralte.	
Ramales y otros empalmes de importancia similar.	Igual que a) y b) consignados más arriba.	Caminos 5 años
Puntos bajos de calzada y secciones bajo nivel de terreno.	Hasta un ancho de 1,50 m de la calzada independientemente del tipo de berma.	Autopistas: 50 años Autorrutas y Primarios: 25 años Caminos: 10 años

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay. Tomo 3 Volumen 1, Normas para Obras de Drenaje Vial. Página 48.

TIPO DE OBRAS DE DRENAJE	FRECUENCIA
Obras de Drenaje Superficial	5 años
Alcantarillas	10 - 25 años
Puentes en Caminos y Carreteras Primarias	100 - 150 años
Autopistas y Multicarriles	200 - 300 años

La siguiente frecuencia fue aplicada a nuestro estudio.

<Tabla 10-5> Frecuencia Aplicada al Estudio

TIPO DE OBRAS DE DESAGUE	FRECUENCIA
Obras de Drenaje Superficial	5 años
Alcantarillas	25 años
Puentes en Caminos y Carreteras Primarias	100 años

10.3 Pavimentación

10.3.1 Introducción

Para el diseño del pavimento de la calzada, se investigaron las condiciones actuales y los tipos de pavimentos utilizados en las vías existentes. También se revisaron los parámetros de pavimentación para el diseño de la estructura del pavimento.

10.3.2 Selección del Tipo de Pavimento

Al momento de elegir el tipo de pavimento a ser utilizado en el proyecto se debe considerar la eficiencia económica, la facilidad de construcción y las características del tráfico. Los siguientes puntos fueron considerados al momento de sugerir en las negociaciones con el MOPC la utilización del pavimento de concreto asfáltico.

- Selección del tipo de pavimento considerando la futura demanda de tráfico de vehículos pesados.
- Selección del tipo de pavimento para asegurar la planicidad y alta modularidad de la calzada.
- Necesidad de un tipo de pavimento que sea fácil de mantener y reparar.
- Selección del tipo de pavimento considerando las condiciones de suelo blando.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

<Tabla 10-6> Comparación de Tipos de Pavimento

Ítem	Resumen por la forma de pavimentación
Hormigón de asfalto	<ul style="list-style-type: none">• Se refiere a la pavimentación que tenga capa superficial e intermedio generada por combinación de agregación y materiales de betún. En general está compuesto por capa superficial, sustratos y sustratos auxiliar.• El esfuerzo generado por bajo carga se distribuye en cada capa y a medida que pase tiempo se distribuirá más, por esto, el espesor y la composición mantendrán equilibrio dinámico y deberán soportar peso de tránsito.
Hormigón de cemento	<ul style="list-style-type: none">• Lo representante de la pavimentación rígida es de hormigón de carencia de fundamento. Se refiere a que la losa de hormigón de cemento soporta el esfuerzo generado por el peso de tránsito con la resistencia a la flexión.• En general está compuesto por losa y sustratos auxiliares y encima de la losa se puede dejar la capa de desgaste de hormigón de asfalto. Y los sustratos auxiliares entregan apoyo uniforme a la losa y tienen un papel de impedir fenómeno de bombeo.• La pavimentación de hormigón de cemento incluye la de hormigón armado continuo y hormigón de carencia de fundamento.

10.3.3 Diseño de estructura de pavimentación

- El diseño de pavimentación de Paraguay sigue “Norma para la Estructura del Pavimento (MOPC, 2011)”, sin embargo, los datos de diseño son insuficientes debido a la modificación del criterio de diseño. Para este proyecto, es necesario coleccionar datos a largo plazo. Por el resultado de análisis de datos existentes de diseño de Paraguay, en general se está utilizando el criterio de 86' AASHTO. Por lo tanto, para este proyecto se aplicará 86' AASHTO a través de la conferencia con MOPC. La ecuación común de diseño utilizada en el diseño de estructura de pavimentación de AASHTO es la siguiente y está indicada en el gráfico.

$$\log(W_{8.2}) = Z_R S_c + 9.36 \log(SN+1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{6.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

donde, $W_{8.2} = 8.2t \text{ Esal}$

Z_R = Confiabilidad

S_c = Desviación estándar

ΔPSI = Pérdida de de servicio

M_R = Resilient modulus

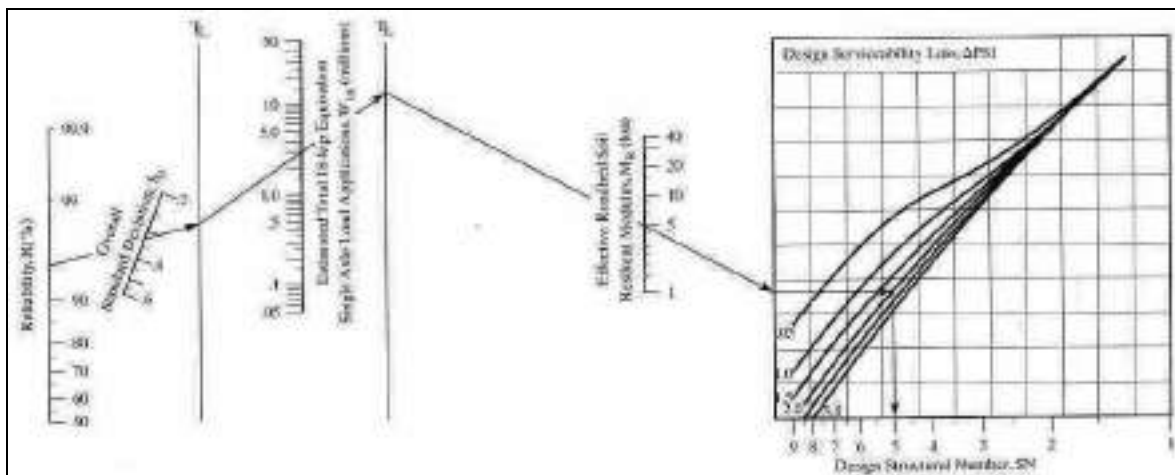
CBR = California Bearing Ratio

$$SN = a_1 D_1 m_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

a_1, a_2, a_3 = Coeficiente de fuerza de cada capa

D_1, D_2, D_3 = Espesor de cada capa

m_1, m_2, m_3 = Coeficiente múltiplo de cada capa



<Gráfico 10-7> Esquema de diseño de pavimentación de asfalto

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

- Las variables de estrada y el valor de aplicación utilizados en el momento de analizar la estructura de pavimentación de asfalto es la siguiente.

<Tabla 10-7> Variables de entrada de diseño

Ítem		Valor de Aplicación	Obs.	
Variables de entrada de diseño	Período común	10 años		
	Período de Análisis	10 años		
	Carga Reducida de Equivalencia	8.2 ton	AASHTO	
	Coeficiente de Distribución de Dirección (D_L)	0.5	AASHTO	
	Coeficiente de distribución de caminos (D_L)	2 caminos carretiles con una dirección	0.8	AASHTO
		3 caminos carretiles con una dirección	0.6	AASHTO
	Confiabilidad (Z_R)	90%	AASHTO	
	Desviación Estándar (S_e)	0.45	AASHTO	
Coeficiente Múltiplo (m_s)	1.0	AASHTO		
Índice de Negocio Oficial	Índice de Servicio Inicial (P_e)	4.2	AASHTO	
	Índice de Servicio Final (P_f)	2.5	AASHTO	
	Pérdida de Servicio (ΔPSI)	1.7	AASHTO	
Propiedad de Materiales	Modulo de Resilencia (M_R)	50 MPa	AASHTO	
	Coeficiente de fuerza relativa de la capa del fondo de apoyo (a_3)	0.04	Paraguay (CIA)	
	Coeficiente de fuerza relativa de la capa del fondo (a_2)	0.06	Paraguay (CIA)	
	Coeficiente de fuerza relativa de la capa de hormigón (a_1)	0.17	Paraguay (CIA)	

<Tabla 10-8> 18kips cantidad de tráfico de conversión

Año	Volúmen de Tráfico							18Kips ESAL							18kips Esal (x10 ⁶)	DTN Acumulado (x10 ⁶)	Obs.	
	PC	B	LT	MT	HT	T	Total	PC	B	LT	MT	HT	T	Total				
Factor ESAL	0.0002	0.762	0.001	0.602	2.392	3.768												
2021	7,201	661	1165	598	833	419	10,877	1.440	503.682	1.165	359.996	1,992.536	1,578.792	4,438	1.620	1.620	Año de Puesta en Servicio	
2022	7,498	688	1213	623	868	436	11,326	1.500	524.256	1.213	375.046	2,076.256	1,642.848	4,621	1.687	3.306		
2023	7,807	716	1263	649	904	454	11,793	1.561	545.592	1.263	390.698	2,162.368	1,710.672	4,812	1.756	5.063		
2024	8,129	746	1315	675	942	472	12,279	1.626	568.452	1.315	406.350	2,253.264	1,778.496	5,010	1.828	6.891		
2025	8,464	777	1369	702	981	491	12,784	1.693	592.074	1.369	422.604	2,346.552	1,850.088	5,214	1.903	8.794		
2026	8,813	809	1425	731	1021	511	13,310	1.763	616.458	1.425	440.062	2,442.232	1,925.448	5,427	1.981	10.775		
2027	9,176	842	1484	761	1063	532	13,858	1.835	641.604	1.484	458.122	2,542.696	2,004.576	5,650	2.062	12.837		
2028	9,554	877	1545	792	1107	554	14,429	1.911	668.274	1.545	476.784	2,647.944	2,087.472	5,884	2.147	14.984		
2029	9,947	913	1609	824	1152	576	15,021	1.989	695.706	1.609	496.048	2,755.584	2,170.368	6,121	2.234	17.219		
2030	10,355	951	1676	860	1198	602	15,642	2.071	724.662	1.676	517.720	2,865.616	2,268.336	6,380	2.329	19.547	Después de 10 años	
2031	10,634	977	1721	883	1230	618	16,063	2.127	744.474	1.721	531.566	2,942.160	2,328.624	6,551	2.391	21.938		
2032	10,921	1,003	1768	906	1262	634	16,494	2.184	764.286	1.768	545.412	3,018.704	2,388.912	6,721	2.453	24.391		
2033	11,216	1,030	1816	930	1295	651	16,938	2.243	784.860	1.816	559.860	3,097.640	2,452.968	6,899	2.518	26.909		
2034	11,518	1,058	1865	954	1330	668	17,393	2.304	806.196	1.865	574.308	3,181.360	2,517.024	7,083	2.585	29.495		
2035	11,829	1,086	1915	979	1367	686	17,862	2.366	827.532	1.915	589.358	3,269.864	2,584.848	7,276	2.655	32.150		
2036	12,148	1,115	1967	1004	1404	704	18,342	2.430	849.630	1.967	604.408	3,358.368	2,652.672	7,469	2.726	34.876		
2037	12,476	1,145	2020	1030	1442	723	18,836	2.495	872.490	2.020	620.060	3,449.264	2,724.264	7,671	2.800	37.676		
2038	12,812	1,176	2075	1056	1481	742	19,342	2.562	896.112	2.075	635.712	3,542.552	2,795.856	7,875	2.874	40.550		
2039	13,158	1,208	2131	1084	1521	762	19,864	2.632	920.496	2.131	652.568	3,638.232	2,871.216	8,087	2.952	43.501		
2040	13,512	1,240	2189	1122	1562	785	20,410	2.702	944.880	2.189	675.444	3,736.304	2,957.880	8,319	3.036	46.538	Después de 25 años	

※1) PC(passenger car), B(bus), LT(light truck), MT (Medidum Truck), HT(heavy truck), T(trailer)

※2) DTN=W_{18kips}×DD×DL

DTN : Design traffic load for lane design
DD : Ratio of directional distribution (0.5)

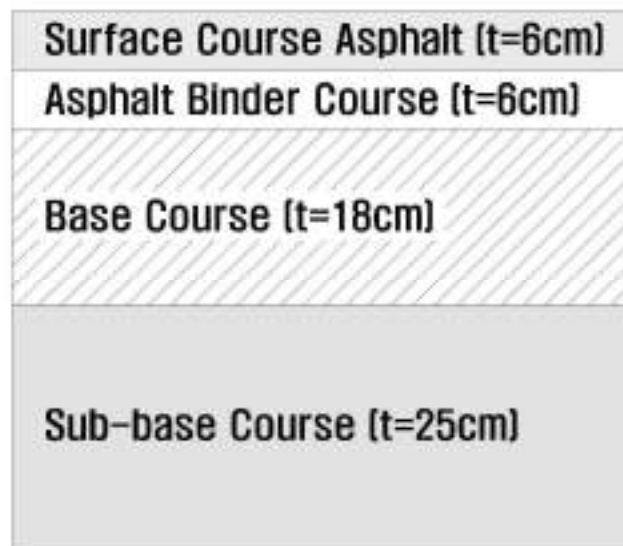
W_{18kips} : Accumulated 18kips ESAL
DL : Ratio of lane distribution (0.8)

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

- El resultado de cálculo de estructura de pavimentación por los tramos a través del método de diseño mencionado anteriormente está en la siguiente tabla y la sección de pavimentación determinada es la siguiente.

<Tabla 10-9> Resultado de cálculo de estructura de pavimentación

Ítem	Coeficiente de Fuerza Relativa	2030 (10 años de negocio oficial)			Coeficiente de Fuerza Relativa	2040 (20 años de negocio oficial)		
		Espesor (cm)	Necesidad SN	Diseño SN		Espesor (cm)	Necesidad SN	Diseño SN
Recapado (2028)					0.17	6		
Capa Superficial	0.17	6		1.02	0.153	6		1.938
Capa del Fondo	0.14	6		0.84	0.14	6		0.84
Subtotal (SN2)	0.06	18		1.08	0.06	18		1.08
Capa del fondo de apoyo		30	2.89	2.94			3.85	3.86
Total (SN3)	0.04	25		1.275	0.034	25		1.275



10.4 Plan de instalaciones accesorias

10.4.1 Asuntos generales

- Las instalaciones accesorias de carreteras son importantes para una comunicación adecuada y segura. Se instalarán en los lugares que necesitan instalaciones accesorias y seguridad de carreteras.
 - Señalizador de tránsito - Señal de superficie - Guard Rails
 - Delineator - Señalizador de distancia de carreteras
 - Instalaciones de protección de seguridad de carreteras
 - Instalaciones de descanso - caseta de peaje etc.

10.4.2 Plan de instalaciones accesorias y seguridad de carreteras

- Se toma referencia el criterio de instalación y estándar propuestos en 『Manual de Carreteras del Paraguay (MOPC, 2011)』 Tomo No. 5 Normas para Señalización y Seguridad Vial (Volumen I: Señalización vertical, Volumen II: Señalización horizontal) para comunicación buena y seguro. En este proyecto se ha calculado la cantidad con respecto a las secciones principales como etapa de investigación de factibilidad. Y se debe poner instalaciones accesorias considerando la conferencia con los organismos relacionados.

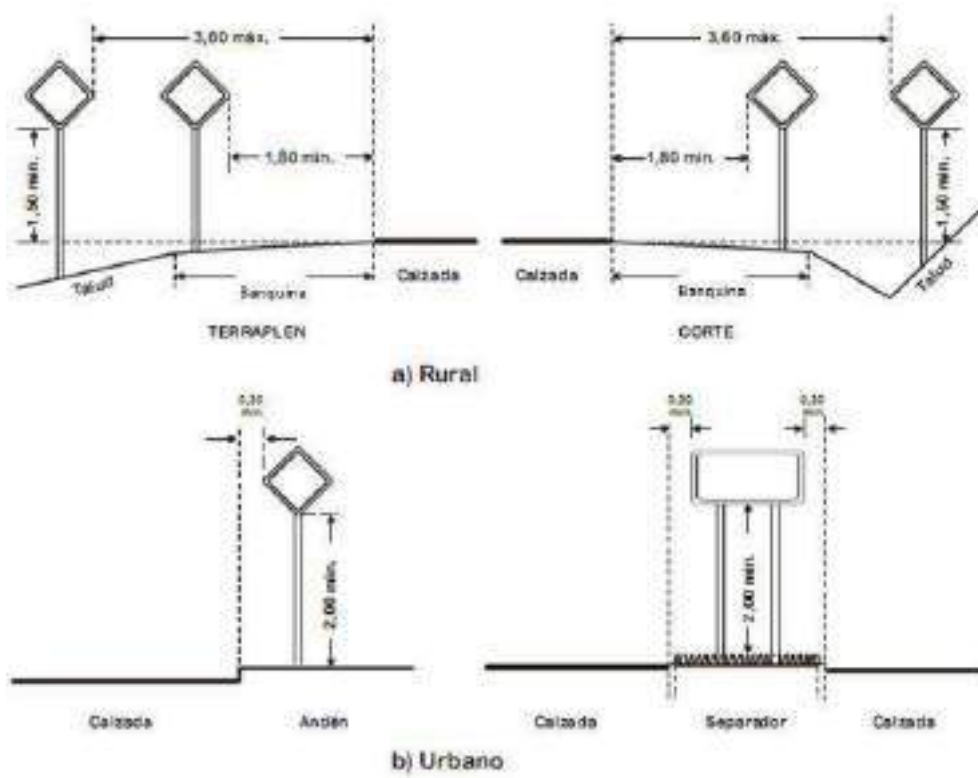
Manual de Carreteras del Paraguay (MOPC,2011) Tomo No. 5 Normas para Señalización y Seguridad Vial



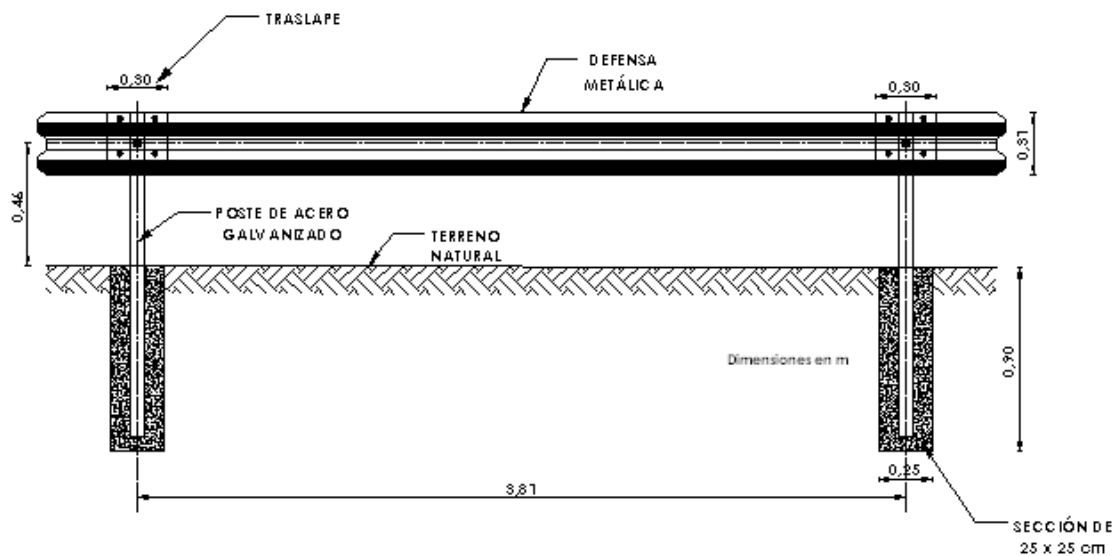
<Tabla 10-10> Actualidad de criterio de diseño de Paraguay

- En las partes de las intersecciones planas y de tres dimensiones principales se instala señalizador de tránsito y semáforo para aumentar vista de conductor y visibilidad de peatones.

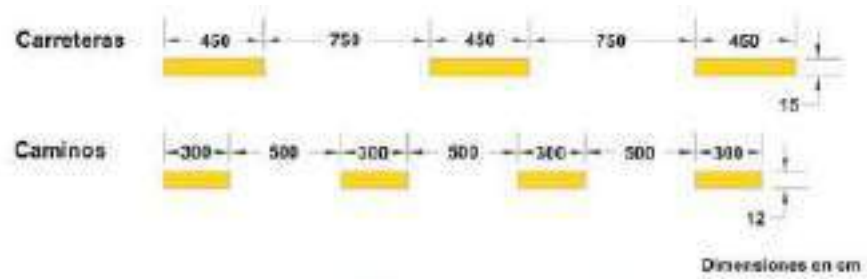
10 Evaluación de la Tecnología Disponible



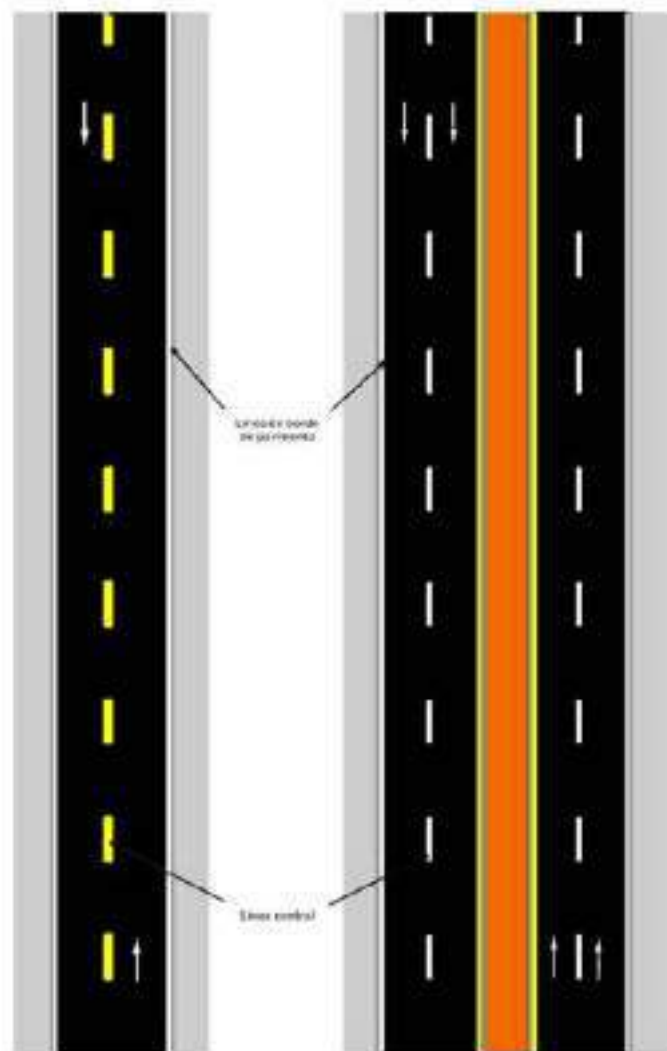
<Gráfico 10-8> Ejemplo de diseño de instalación de señalizador por región
(Tomo-5 Normas para Señalización y Seguridad Vial (Volumen I: Señalización vertical, P 26)



<Gráfico 10-9> Ejemplo de diseño de instalación de señalizador por región
(Tomo-5 Normas para Señalización y Seguridad Vial (Volumen I: Señalización vertical, P 306)



(a) Detalle de espesores y distancias

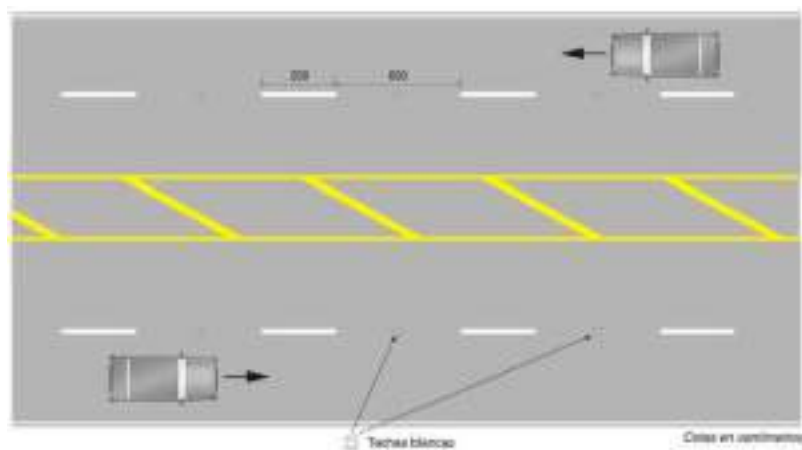


(b) Disposición general

<Gráfico 10-10> Ejemplo de diseño de señalizador superficial

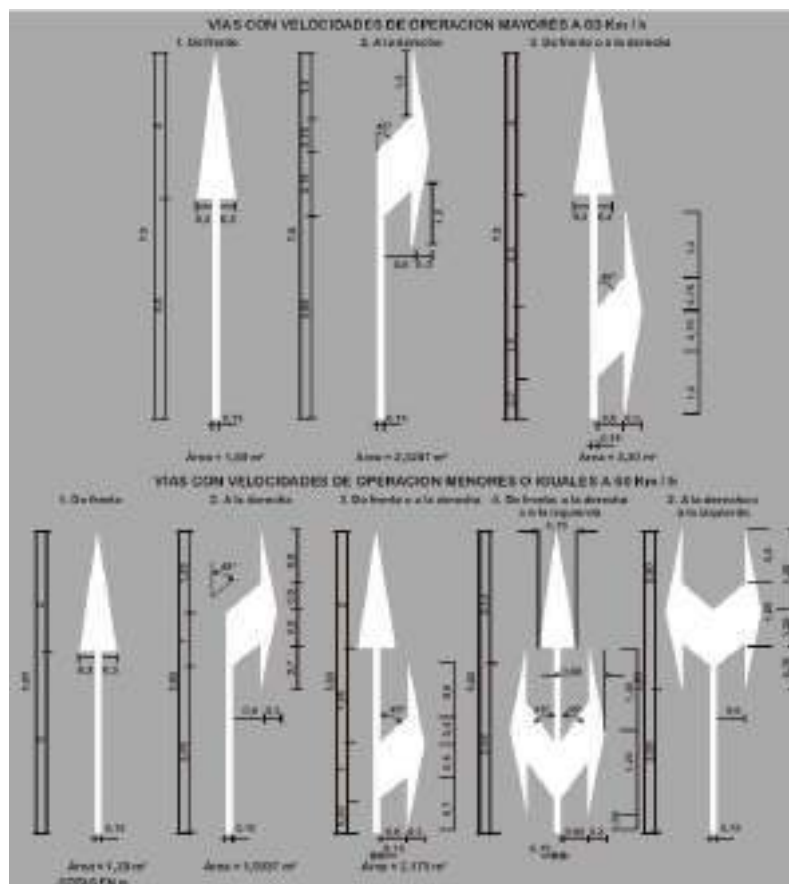
(Tomo-5 Normas para Señalización y Seguridad Vial (Volumen II: Señalización horizontal, P 32)

10 Evaluación de la Tecnología Disponible



<Gráfico 10-11> Ejemplo de diseño de instalación de balizas

(Tomo-5 Normas para Señalización y Seguridad Vial (Volumen II: Señalización horizontal,P 39)



<Gráfico 10-12> Ejemplo de diseño de señal superficial

(Tomo-5 Normas para Señalización y Seguridad Vial (Volumen II: Señalización horizontal,P 60)

10.5 Examen precisa de puentes existentes (Rutas nacionales 2y7)

10.5.1 Resumen

- Los datos relacionados con los puentes de las líneas 2 y 7 son insuficientes en el momento de tener conferencia con los responsables de puentes de Paraguay. Por el resultado de la investigación por medio de los expertos de puentes, los puentes se deterioraron.
- Aunque se observaron rastras de reparación en la parte superior de la pavimentación de las líneas 2 y 7, las grietas se avanzaron. Y las barandillas tienen daños parcialmente y armadura de acero descubierto.
- La losa inferior de los puentes tiene daños y armadura de acero descubierta parcialmente, sobre todo, se puede generar baja seguridad de los puentes debido a la erosión de los puentes.
- Por la consideración de que el grado de daños en relación con defecto de ausencia es grande y el tráfico es mucho, es necesario evaluar y examinar precisamente el estado y los elementos de riesgo de los puentes existentes para encontrar defecto de función con anticipación. Por esto, se puede realizar reparación adecuada y rápida. Y en el momento de expandir de las líneas 2 y 7, estos datos se utilizarán como datos básicos para juzgar de la posibilidad de uso de los puentes existentes.

10.5.2 Actualidad de puentes afectados de examen de seguridad de las líneas 2y7

A Actualidad de puentes afectados

- Los puentes de las líneas 2 y 7 son de que pasan por el afluente del río generalmente. En la línea 2 y 7 existen 27 puentes y 7 puentes respectivamente. Y la extensión de todos los puentes es menos de 100m.
<Tabla 10-11> Actualidad por la forma de puentes afectados

Clasificación	Forma de Puentes	Ruta Nacional 2	Ruta Nacional 7	Total
Puentes de Hormigón	Losa H°A°	17	4	21
	Viga-T	7	1	8
	Marco Rígido	7	2	2
	Arco tipo alcantarilla	0	1	1
	Total	24	8	32



<Gráfico 10-13> Ubicación de puentes afectados

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

<Tabla 10.12> Actualidad de puentes afectados

Clasificación	Ubicación	Longitud (m)	Ancho (m)	Tipo de Super Estructura	Tipo de Estribo	Tipo de Pila	Observación
B2-01	Prog. 16+000	5.6	21.75	Losa H°A° + Alcantarilla	Mampostería	-	Expansión
B2-02	Prog. 21+000	3 X 6.1=18.3	21.75	Losa H°A°	H°A° + Mampostería	Pantalla+Portico	Expansión
B2-03	Prog. 25+000	<u>3 X 6.1=18.3</u>	21.75	Losa H°A°	Mampostería	Portico	Expansión
B2-04	Prog. 25+200	<u>3 X 6.0=18.0</u>	23.1	Losa H°A°	Mampostería	Portico	Expansión
B2-05	Prog. 29+000	<u>3 X 6.0+alcantarilla=27.4</u>	20.41	Losa H°A°	Mampostería	Portico	Expansión
B2-06	Prog. 38+700	3.0	24.5	Losa H°A°+ Alcantarilla	Mampostería	-	Expansión
B2-07	Prog. 38+800	8.25+16.5+8.25=33.0	12.08	Viga-T	H°A°	Columna	Hcia Del Este
B2-08	Prog. 38+800	<u>3 X 8.5=25.5</u>	11.4	Losa H°A°	H°A°	Portico	Hcia Asuncion
B2-09	Prog. 39+000	<u>4 X 4.6=18.4</u>	11.5	Losa H°A	H°A°	Portico	Hcia Del Este
B2-10	Prog. 39+000	6.25+16.5+6.25=29.0	11.67	Viga-T	H°A°	Columna	Hcia Asuncion
B2-11	Prog. 39+900	<u>7.0+5.4+2 X 6.2+4.8=29.6</u>	11.3	Losa H°A°	H°A°	Pantalla	Hcia Del Este
B2-12	Prog. 54+000	8.25+16.5+8.25=33.0	12.08	Viga-T	H°A°	Columna	Hcia Del Este
B2-13	Prog. 54+500	alcantarilla+9.9=18.0	12.0	Viga-T	Mampostería	-	Hcia Asuncion
B2-14	Prog. 56+500	7.0	9.85	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B2-15	Prog. 61+500	alcantarilla+10.0=24.25	9.81	Viga-T	Mampostería	-	-
B2-16	Prog. 70+000	<u>alcantarilla+4 X 6.0=29.0</u>	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-17	Prog. 73+000	6.25+16.5+6.25=29.0	11.67	Viga-T	H°A°	Columna	-
B2-18	Prog. 81+000	5.5	9.8	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B2-19	Prog. 84+000	12.7+14.7+12.6=40.0	9.8	Viga-T	H°A°	Portico	-

Clasificación	Ubicación	Longitud (m)	Ancho (m)	Tipo de Super Estructura	Tipo de Estribo	Tipo de Pila	Observación
B2-20	Prog. 94+000	$2 \times 5.7=11.4$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-21	Prog. 94+100	$2 \times 5.7=11.4$	10.0	Viga-T	Mampostería	Portico	-
B2-22	Prog. 100+000	$5.6+3 \times 6.1+5.6=29.5$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-23	Prog. 114+000	$5.6+2 \times 5.7+5.6=22.6$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B2-24	Prog. 118+000	$3 \times 5.9=17.7$	10.0	Losa H°A°	Mampostería	Portico	-
B7-01	Prog. 151+000	6.0	10.65	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B7-02	Prog. 153+600	5.2	11.0	Losa H°A°	Mampostería	-	-
B7-03	Prog. 153+900	6.2	11.25	Losa H°A°	H°A°	-	-
B7-04	Prog. 154+100	$6.9+19.85+6.9=33.65$	8.95	Marco Rígido	Mampostería	Columna	-
B7-05	Prog. 157+000	6.5	15.4	Arco tipo alcantarilla	-	-	-
B7-06	Prog. 161+000	$4.0+12.25+4.0=20.2$	8.2	Marco Rígido	Mampostería	Columna	-
B7-07	Prog. 193+000	$2 \times 10.0+16.0+2 \times 10.0=55.8$	9.68	Viga-T	H°A°	Portico	-
B7-08	Prog. 203+000	6.0	10.0	Losa H°A°	H°A°	-	-
Nota: B2 -00=Puentes sobre la Ruta No. 2., B7 -00=Puentes sobre la Ruta No. 7							

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

10.5.3 Contenido y cobertura de examen de seguridad

A Cobertura de examen de seguridad

- La cobertura de examen es la siguiente.
 - 1) Colección y análisis de datos
 - 2) Prueba e investigación del lugar
 - 3) Examen preciso (examen visible, prueba, medición etc)
 - 4) Análisis y examen de resultado de inspección
 - 5) Evaluación de estado de puentes
 - 6) Propuesta de plan de reparación y refuerzo
 - 7) Propuesta de plan de gestión y mantenimiento de instalaciones

B Contenido de examen de seguridad

- 1) Colección y análisis de datos
 - Colección y análisis de datos existentes (diseño, cálculo de estructura, especificación, etc)
 - Diseño de medición de todos los puentes (si no exist, se confecciona)
 - Diseño de construcción, diseño de reparación
 - Responsable de gestión de instalaciones
 - Examen de seguridad anterior, resultado del diagnóstico preciso de seguridad
 - Historia de reparación y refuerzo
- 2) Investigación del lugar, prueba y examen detallado de seguridad
 - ① Investigación de apariencia y confección del plan de investigación de apariencia
 - Investigación de todos los daños de los puentes: grieta, salida de agua, perforado, despegadura, sarro, descubrimiento de armadura de acero, descomposición, cambio de color de hormigón, buckling, erosión básica etc.)
 - Con respecto a las partes de daño, anotar el tipo, la cantidad y la fecha con la tiza
 - Análisis de causa de generación de daños y redacción de la cantidad
 - Medición y análisis de cambio de la forma y la ubicación

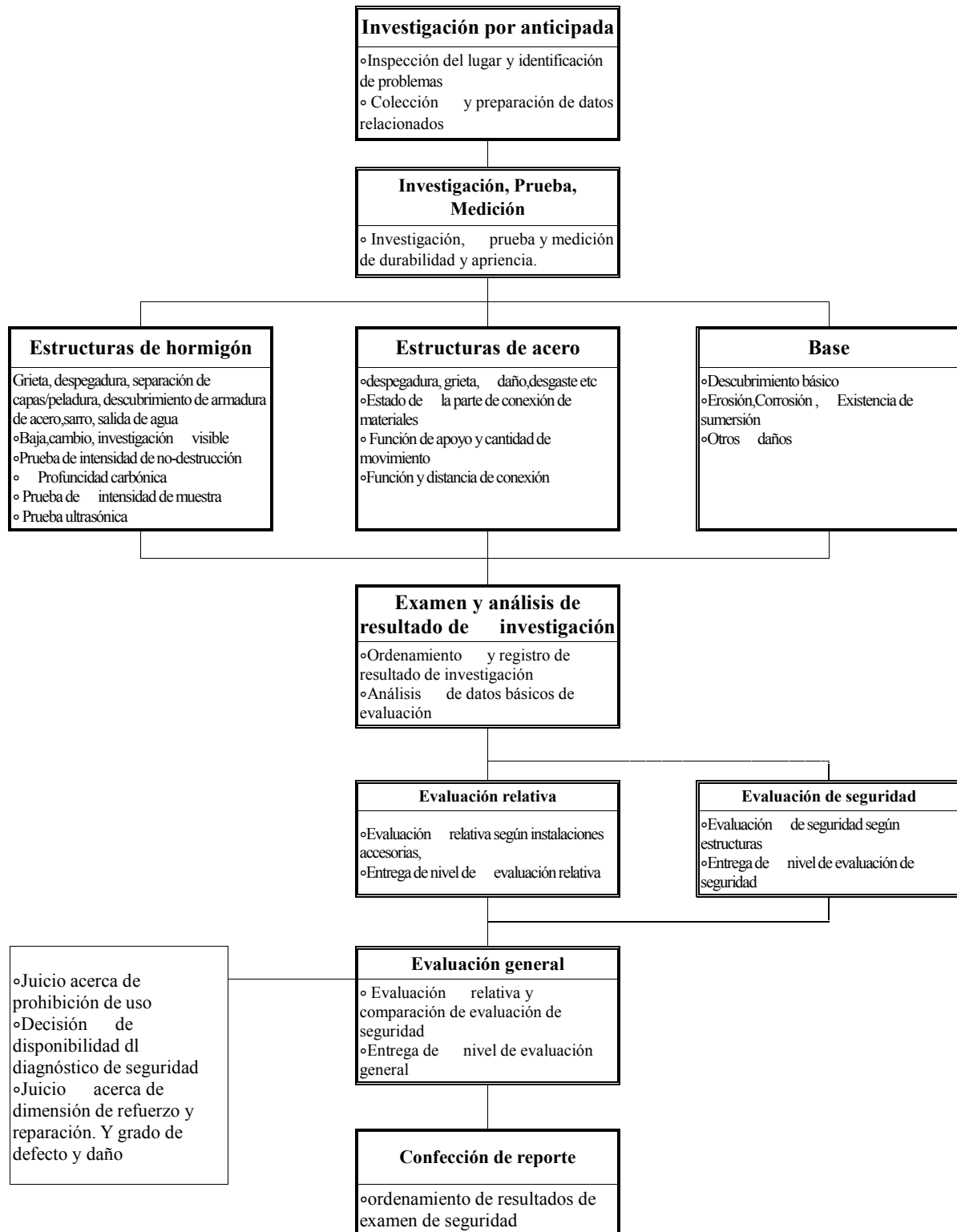
- ② Prueba de materiales en el lugar - Registro en el reporte anotando la ubicación de prueba en el diseño
 - Evaluación de resistencia a la compresión (prueba sclerscope)
 - Prueba de profundidad carbónica
 - Prueba de ultrasonido
 - Prueba de intensidad de muestra
- 3) Examen y análisis de resultado de investigación y evaluación relativa de puentes
 - ① Análisis de resultado de investigación de apariencia
 - ② Evaluación relativa de acuerdo con el resultado de examen e investigación de apariencia
 - ③ Diagnóstico de defecto y análisis de causa de defecto
 - ④ Análisis de resultado de prueba de materiales
 - ⑤ Evaluación relativa según armazón y de todos los puentes
 - ⑥ Evaluación de durabilidad de material de acero y hormigón
- 4) Resultado general y recomendación
 - ① Resultado general de examen preciso
 - ② Juicio acerca de la necesidad de diagnóstico de seguridad y límite de uso de puentes
- 5) Propuesta de método de reparación y refuerzo
 - ① Propuesta de método de reparación y refuerzo
 - Se realiza el plan con el fin de minimizar incomodidad de los usuarios considerando condición de trabajo de rutas nacionales, orden de prioridad, período de reparación según cada puente.
 - Propuesta de asuntos necesarios (Objetos que necesitan reparación, método de construcción adecuado, presupuesto) para mantener la función de estructura hasta antes de reparación general de puentes.
 - ② Propuesta de plan de gestión y mantenimiento de instalaciones
 - Se debe proponer plan de mejora, gestión y mantenimiento acerca del plan existente



Procedimiento de realización de examen de seguridad

- El procedimiento de realización del proyecto está indicado en el <Gráfico 10.16>.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible



<Gráfico 10-14> Procedimiento de realización de examen preciso de seguridad

D Actualidad de aparato y equipos utilizados

· Los equipos utilizados en este proyecto están indicados en la <Tabla 10.13>

<Tabla 10-13> lista de equipos

Equipment Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597)	Equipment Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597)
	
<p align="center">Witness specimen extraction and subsequent compression test of the sample (ACI 318, ACI 437)</p>	
	
<p align="center">Measurement examples carbonation front. Alkaline zone (colored) and carbonated zone (colorless).(RILEM CPC-18)</p>	
	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

E Los resultados de la inspección del lugar de los puentes existentes





· Aspecto de la encuesta puentes sitio, principales daños son dibujos detallada en el Apéndice.



Seccion	Daños Principales	Comentario
Superestructura	· Iniciación grieta en la losa de la cubierta y la parte superior, inferior, exterior, y en el interior del ala y la viga	· Construcción de agrietamiento por contracción de secado predomina · algunas grietas presentes en la viga causado por la carga Reparación · están obligados a hacer el ancho de fisura.
	· Pérdida parcial de la zona como la corrosión en el interior y el exterior de la viga, barras de refuerzo expuesto, Trituración y pérdida de material, eflorescencia, la segregación de materiales, etc	· Causada por los fallos en la construcción inicial y el envejecimiento de acuerdo con el incremento en el número de años de uso, dañado o deteriorado parcialmente en sección transversal. Causado por su uso a largo plazo. Reparación necesaria para garantizar su durabilidad
Pilares/Muelle	·Grieta, fisura	· grietas causadas por la contracción y el calor de hidratación Mantenimiento · del tratamiento de la superficie y la inyección de ancho de fisura requerido
	·Eflorescencia	· Causa de su uso a largo plazo. Reparación necesaria para garantizar su durabilidad
	·Varilla expuesta	· Causa de la falla inicial de construcción Reparación · necesario para asegurar la durabilidad
Cimiento	· exposición de la fundación	· Acción del caudal del agua · La causa de su uso a largo plazo.Reparación necesaria para garantizar su durabilidad
Aparato de Apoyo	· Grieta unidad de soporte inferior	· Grietas no estructurales causados por la contracción. Tratamiento de la superficie necesaria.
Junta de Expansión	· fugas y grietas	· Los daños causados por la contracción durante la construcción y daños debido al paso de vehículos sobrecargados.
Equipo de drenaje	· abandono, taponamiento	· Causa de uso a largo plazo y requieren el reemplazo de articulaciones y limpieza
Barandilla	· La exfoliación, pérdida de material	· Causa utilización a largo plazo. Reparación es necesaria
	·Eflorescencia, fisura, varillas de refuerzo expuesta	· Los daños causados por la contracción durante la construcción y acompañado por las grietas y eflorescencias requiere la reparación de inyección

F Resultado realización de examen de seguridad

<Tabla 10-14> Daños de puentes en rute No. 2,7

Bridge No.	B2-01	Location	PROG. 16+000
------------	-------	----------	--------------

Transverse crack and exposed trusses	Inclined cracks and voids in area of beams meeting
	
Voids in the slab, note the con'c cover with evidence of corrosion.	Erosion and vertical cracks in abutment.
	

Bridge No.	B2-02	Location	PROG. 21+000
Undermining of the stone wall.		Significant erosion on central wall	
			

Bridge No.	B2-03	Location	PROG. 25+000
Con'c cover with affected by corrosion.		Scour at the bases of the footing	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible



Scour in areas of wings wall





Vertical cracks on beam.



Support damage.



Bridge No.	B2-04	Location	PROG. 25+200
Collapse of wall of protection in area of abutment		With signs of corrosion reinforcement.	



Bridge No.	B2-05	Location	PROG. 28+700
Crack in slab. Measurement of opening to = 0.6 mm		Cracks that crisscross the entire section of the wings of the abutment.	
			

Bridge No.	B2-06-1	Location	PROG. 39+300
Vertical cracks in beam.		Areas of seals leaking	
			

Bridge No.	B2-05	Location	PROG. 39+300
Vertical cracks in support of beam in cantilever span area		Exposed bars and corrosion on the slab.	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

	
<p>Crack in beam and slab leaks</p>	<p>Cracks in the wing of the abutment zone.</p>
	
<p>Corrosion in rails. Note that much of the cover is detached.</p>	<p>-</p>
	<p>-</p>




Bridge No.	B2-06	Location	PROG. 38+700
------------	-------	----------	--------------

<p>Reinforcement elements exposed with signs of corrosion in the slab. weathering in the concrete are also observed</p>	<p>Leaks in area of joints (union of slab with application)</p>
	
<p>Leaks and cavities in walls of the cell sewer</p>	<p>-</p>
	<p>-</p>

<p>Bridge No.</p>	<p>B2-07</p>	<p>Location</p>	<p>PROG. 38+800</p>
<p>Erosion in footing heads.</p>		<p>Exposed reinforcement.</p>	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

	
Damage neoprene support.	-
	-





Bridge No.	B2-08	Location	PROG. 38+800
Reinforcement exposed corroded beams.		Filtration on board in the slab area. There is corrosion and weathering	
Filtration and weathering in.		-	-
Bridge No.	B2-9	Location	PROG. 39+000


Erosion and reinforcements exposed on footing.	Erosion at the base of the abutment wall.
	
Cracks and reinforcement exposed as corrosion on abutment	Corrosion of pier
	
Flows and con'c cover exposed of beam	e lack of con'c cover on pier
	

Bridge No.	B2-10	Location	PROG. 39+000
------------	-------	----------	--------------

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Reinforcements exposed on railings.	Leaks and weathering on slabs and beams.
	
Crushing of the support equipment.	-
	-





Bridge No.	B2-12	Location	PROG. 39+900
Erosion and scour on wall type pier	Important cracking end of central support.		
			
Corrosion in beams. The presence of a board built with imminent release	Corrosion slab damages		
			



Bridge No.	B2-13	Location	PROG. 54+000
Falling off con'c covers		Corrosion of main beam support area.	
			
Detachment of the existing slope protection		Cracks of main beams cutting	
			

Bridge No.	B2-13	Location	PROG. 54+500
Corrosion of reinforcement on beam, spillway area.		Falling off con'c covers in main beam	
			

10 Evaluación de la Tecnología Disponible




Bridge No.	B2-14	Location	PROG. 56+500
Corrosion of reinforcement in slab, lateral enlargement area		Cracks on slab	
			
Spots in the concrete as a result of leaks on board		Damage to the slab edge by bad execution in replacement of rails	
			



Bridge No.	B2-15	Location	PROG. 61+500
Corrosion of reinforcement on beam, lateral enlargement area		Voids on beam	
			
Crack on beam, abutment zone, note also landslides at bottom			
			

Bridge No.	B2-16	Location	PROG. 70+000
Corrosion of reinforcement on beam, lateral expansion area		Corrosion of reinforcement on beam, lateral expansion area	
			




10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Scour cover, abutment zone, note also weathering beam.	Damage on footing due to erosion
	

Bridge No.	B2-17	Location	PROG. 73+000
Cracks of footing, main beam support area.			
			
Cracking by cutting main beam.			
			
Cracking slab central and cantilever respectively note weathering the last			
			




Scour and sliding slope in area of abutment		Displacement of slope area protection stone wall abutment	
			
Bridge No.	B2-18	Location	PROG. 81+000
Cracking in central slab, note spots by filtration.		Leaks with deterioration in slabs, lateral expansion of the bridge board area.	
			
View of the junction of the deck slab on the abutment.		-	
		-	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible




Bridge No.	B2-19	Location	PROG. 84+000
Scour in foundation, noted the piles exposure		Scour of foundation head.	
			
Cracks in Foundation head		Cracking and weathering on abutment.	
			




Bridge No.	B2-20	Location	PROG. 94+000
Voids in large area of bridge, note also stains by filtration on board			
			





Erosion on stack, area lateral enlargement	Leaks in area of lateral expansion board.
	

Bridge No.	B2-21	Location	PROG. 94+100
Erosion on footing.		weathering on central slab.	
			
weathering in abutment and slab, scour in the lining of raw stone pillars and pillars of abutment erosion			-
			-





10 Evaluación de la Tecnología Disponible





Bridge No.	B2-22	Location	PROG. 100+000
Wearing surface		Voids on slab.	
			
Corrosion of reinforcement in slab		-	
		-	
Bridge No.	B2-23	Location	PROG. 100+000
Cracks on slab.		Filtration revealed beams.	
			
Voids in the beam, note the con'c cover as evidence of corrosion.		Erosion on pier	
			



Bridge No.	B7-01	Location	PROG. 151+000
Damages between precast decks		Voids on slab	
			
Important the presence of vegetation at the junction of precast decks			
			






Bridge No.	B7-02	Location	PROG. 153+600
Crack on the abutment		Exposure and corrosion of reinforcement in beam.	
			
Lack of con'c covers on slab		Voids on a beam	
			

10 Evaluación de la Tecnología Disponible





Bridge No.	B7-03	Location	PROG. 153+900
Voids in the beam, note the exposed reinforcements		Lack of con'c covers	
			
Cracking of the concrete, note the exposed reinforcements		Erosion at the footing of the abutments.	
			





Bridge No.	B7-04	Location	PROG. 154+100
Cracks on beam.		Damage at the bottom of the beam.	
			
Con'c cover damage with evidence of corrosion exposure		Scour at the foot of the pier	
			

Bridge No.	B7-05	Location	PROG. 157+000
Corrosion of reinforcement and erosion on the area contacted with the water		Spots in the concrete due to leaks in the seals	
			

Bridge No.	B7-06	Location	PROG. 161+000
Cracks on beam		Cracking of the masonry wall	
			
Corrosion of reinforcement		Filtration in slab.	
			
Breakdown and cracking of the protection		-	
		-	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Bridge No.	B7-07	Location	PROG. 193+000
Cracks on pier.		Evidenced a significant scour	
			
Leaks with deterioration in concrete slab, area of side board		Cracking on abutment under the beam	
			

Bridge No.	B7-08	Location	PROG. 203+000
Note the thickness of the same family of significant cracks on the slab		Cracking on another area of the slab	
			
Exposure of reinforcement on slab		Weathering on the face of the slab.	
			

Resultados de durabilidad prueba

< Tabla 10-15 > Resultados de durabilidad prueba

Bridge	Structure	Concrete Strength					Remark
		Schmidt Hammer (kg/cm ²)	Ultrasonic (kg/cm ²)	Correlation (Hammer :Ultrasonic) (kg/cm ²)	Core test (kg/cm ²)	Design Criteria (kg/cm ²)	
B2-01	Superstructure	383	-	383	324	240~300	Most of the bridges, except for some bridges over the design criteria to be measured and rated in good condition
	Infrastructure	336	281	329	308	180~240	
B2-02	Superstructure	367	293	272	279	240~300	
	Infrastructure	320	281	326	363	180~240	
B2-03	Superstructure	342	277	252	349	240~300	
	Infrastructure	581	276	329	259	180~240	
B2-04	Superstructure	385	270	-	-	240~300	
	Infrastructure	261	-	-	324	180~240	
B2-05	Superstructure	310	267	230	352	240~300	
	Infrastructure	336	273	324	-	180~240	
B2-06	Superstructure	351	267	252	-	240~300	
	Infrastructure	-	-	-	332	180~240	
B2-07	Superstructure	564	273	319	131	240~300	
	Infrastructure	496	270	366	-	180~240	
B2-08	Superstructure	451	285	297	384	240~300	
	Infrastructure	351	297	339	269	180~240	
B2-09	Superstructure	530	268	306	321	240~300	
	Infrastructure	464	294	363	133	180~240	
B2-10	Superstructure	547	285	328	318	240~300	
	Infrastructure	431	268	344	-	180~240	
B2-11	Superstructure	447	307	313	321	240~300	
	Infrastructure	447	305	378	344	180~240	
B2-12	Superstructure	291	277	232	138	240~300	
	Infrastructure	351	284	338	-	180~240	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Bridge	Structure	Concrete Strength					Remark
		Schmidt Hammer (kg/cm ²)	Ultrasonic (kg/cm ²)	Correlation (Hammer :Ultrasonic) (kg/cm ²)	Core test (kg/cm ²)	Design Criteria (kg/cm ²)	
B2-13	Superstructure	367	286	266	325	240~300	Most of the bridges, except for some bridges over the design criteria to be measured and rated in good condition
	Infrastructure	581	290	343	-	180~240	
B2-14	Superstructure	218	284	209	120	240~300	
	Infrastructure	-	-	-	-	180~240	
B2-15	Superstructure	306	287	247	164	240~300	
	Infrastructure	547	292	402	-	180~240	
B2-16	Superstructure	513	288	320	511	240~300	
	Infrastructure	530	283	390	546	180~240	
B2-17	Superstructure	402	281	278	446	240~300	
	Infrastructure	367	280	340	978	180~240	
B2-18	Superstructure	351	298	271	599	240~300	
	Infrastructure	-	-	-	-	180~240	
B2-19	Superstructure	367	281	260	240	240~300	
	Infrastructure	415	282	359	262	180~240	
B2-20	Superstructure	513	305	339	319	240~300	
	Infrastructure	336	302	348	284	180~240	
B2-21	Superstructure	531	282	293	321	240~300	
	Infrastructure	496	306	405	322	180~240	
B2-22	Superstructure	530	290	323	289	240~300	
	Infrastructure	530	266	373	314	180~240	
B2-23	Superstructure	447	266	285	119	240~300	
	Infrastructure	464	268	355	104	180~240	
B2-24	Superstructure	496	282	310	322	240~300	
	Infrastructure	447	290	352	81	180~240	

Bridge	Structure	Concrete Strength					Remark
		Schmidt Hammer (kg/cm ²)	Ultrasonic (kg/cm ²)	Correlation (Hammer :Ultrasonic) (kg/cm ²)	Core test (kg/cm ²)	Design Criteria (kg/cm ²)	
B7-1	Superstructure	480	298	321	350	240~300	Most of the bridges, except for some bridges over the design criteria to be measured and rated in good condition
	Infrastructure	480	282	365	-	180~240	
B7-2	Superstructure	434	271	279	-	240~300	
	Infrastructure	247	277	296	313	180~240	
B7-3	Superstructure	480	271	293	351	240~300	
	Infrastructure	496	271	365	346	180~240	
B7-4	Superstructure	513	269	282	312	240~300	
	Infrastructure	496	289	378	333	180~240	
B7-5	Superstructure	547	299	404	525	240~300	
	Infrastructure	496	302	393	437	180~240	
B7-6	Superstructure	530	275	310	324	240~300	
	Infrastructure	367	287	342	322	180~240	
B7-7	Superstructure	306	275	235	274	240~300	
	Infrastructure	247	268	292	246	180~240	
B7-8	Superstructure	233	268	200	215	240~300	
	Infrastructure	-	-	-	-	180~240	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

10.6 Plan de puentes

10.6.1 Resumen

- Las rutas del proyecto son de zona de colinas y en general están atravesando el río. La zona de vida de residentes está formada alrededor de las rutas. Y algunas secciones son centros de ciudad, por esto tienen varias zonas residenciales y instalaciones de comercio. Para expandir es necesario examinar las rutas de desvío.
- En las líneas 2 y 7 del proyecto existen 32 puentes y todos son de 2 caminos carretiles excepto 13 puentes de línea 2. Y no se puede saber de intensidad de material y armadura de acero y medida de armazón debido a que no existen datos de diseño de puentes deteriorados. Algunos puentes necesitan reparación y refuerzo. Por lo tanto, es mejor el plan de nueva construcción de puentes que el de utilización de puentes existentes.
- Se ha planificado la nueva construcción de puentes investigando y examinando de rutas de desvío, composición de pilares, forma superior de los puentes existentes. Se ha considerado gestión y mantenimiento, construcción, economía, condición de paso de parte inferior, forma de fuentes del lugar.

10.6.2 Expansión de puentes y plan de nueva construcción

A Selección de forma de puentes

- Se ha excluido los 16 puentes, los cuales son 5 puentes de 4 caminos carretiles de ida y vuelta, 8 puentes de 2 caminos carretiles de ida que se han separado en caminos ascendentes y descendentes y 3 puentes excluidos en las rutas según el plan de desvío dentro de 32 puentes. Por esto, los puentes que necesitan la expansión de acuerdo con los 4 caminos de carretiles de ida y vuelta de las líneas 2 y 7 son, en definitiva, 8 puentes de la línea 2 y 7 puentes de la línea 8.

<Tabla 10-16> Método de expansión de puentes

Ítem	Expansión de puentes		Total
	Puentes de expansión (N ^a)	Puentes sin decisión de expansión (N ^a)	
Ruta 2	8	16	24
Ruta 7	8	-	8
Total	16	16	32

- Con respecto a las rutas del proyecto, es difícil identificar el índice de diseño de puentes existentes y evaluar la capacidad de carga. Es inadecuado el método de expansión de unir a las losas de las partes laterales ascendentes y descendentes de puentes existentes debido a que el estado de gestión y mantenimiento es malo y es difícil manejar el tránsito durante la construcción de 2 caminos carretiles de ida y vuelta. Además, se ha excluido el método de construcción de instalación de longitud debido a la dificultad de gestión y mantenimiento. Por lo tanto, se ha planificado la expansión de puentes con el método de nueva construcción de 2 caminos carretiles de ida en las partes laterales de puentes. (<Tabla 10-18> Referencia)

<Tabla 10-17> Método de expansión de puentes

Utilización de puentes existentes	Conjunto de losas	<p>The diagram shows a cross-section of a bridge expansion. On the left is a 'Widening Br.' and on the right is an 'Existing Br.'. A 'Moment Connection' is shown between them. A blue arrow labeled 'ASUNCION' points down to the widening bridge, and another blue arrow labeled 'DELESTE' points up to the existing bridge. A bus and a car are shown on each side of the connection.</p>
	Instalación de joint	<p>The diagram shows a cross-section of a bridge expansion. On the left is a 'Widening Br.' and on the right is an 'Existing Br.'. A 'Joint' is shown between them. A blue arrow labeled 'ASUNCION' points down to the widening bridge, and another blue arrow labeled 'DELESTE' points up to the existing bridge. A bus and a car are shown on each side of the joint.</p>
Sin utilización de puentes existentes	Instalación lateral	<p>The diagram shows two separate bridge sections. On the left is a 'Widening Br.' and on the right is an 'Existing Br.'. A blue arrow labeled 'ASUNCION' points down to the widening bridge, and another blue arrow labeled 'DELESTE' points up to the existing bridge. A bus and a car are shown on each bridge.</p>

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

B Nueva construcción de puentes

- Se ha planificado adicionalmente 3 puentes que tienen ancho de 4 caminos carretiles de ida y vuelta de las rutas de desvío según el plan de carreteras de desvío. Las ubicaciones de nuevas puentes corresponde a Caacupe carreteras de desvío(2 puentes) y San Jose(1 puente)
- Además, se ha planificado la nueva construcción de puentes que atraviesan la intersección de giro Oviedo a media que se ha planificado carreteras de alto nivel que cruzan de manera tridimensional intersección de giro Oviedo que está ubicado en el límite de las líneas 2 y 7.
- El plan de nueva construcción y expansión de puentes existentes es la siguiente. (Tabla 10-19)

<Tabla 10-18> Plan de nueva construcción y expansión de puentes

Puente	Existentes				Expansión	
	Ubicación	Forma de parte superior	Composición de arcada (m)	Ancho (m)	Aplicable	Observación
B2-01	PROG.16+000	Losa H°A° + Alcantarilla	5.6	21.75	Sin necesidad	4 caminos carretiles
B2-02	PROG.21+000	Losa H°A°	3@6.1=18.3	21.75	Sin necesidad	4 caminos carretiles
B2-03	PROG.25+000	Losa H°A°	3@6.1=18.3	21.75	Sin necesidad	4 caminos carretiles
B2-04	PROG.25+200	Losa H°A°	3@6.0=18.0	23.1	Sin necesidad	4 caminos carretiles
B2-05	PROG.29+000	Losa H°A°	3@6.0+culvert=27.4	20.4	Sin necesidad	4 caminos carretiles
B2-06	PROG.37+000	Losa H°A°+ Alcantarilla	3.0	24.5	Sin necesidad	Hcia Asuncion
N2-01	PROG.38+500	-	-	-	Nueva construcción	Circunvalación
B2-07	PROG.38+000	Viga-T	8.25+16.5+8.25=33.0	12.08	Sin necesidad	To Del este
B2-08	PROG.39+000	Losa H°A°	3@8.5=25.5	11.4	Sin necesidad	Hcia Asuncion
B2-09	PROG.39+300	Losa H°A	4@4.6=18.4	11.5	Sin necesidad	Hcia Del Este

Des	Existentes				Expansión	
	Ubicación	Forma de parte superior	Composición de arcada (m)	Ancho (m)	Aplicable	Observación
B2-10	PROG.39+400	Viga-T	6.25+16.5+6.25=29.0	11.67	Sin necesidad	Hcia Asuncion
B2-11	PROG.39+900	Losa H°A°	7.0+2@6.0=29.0 7.0+2@6.0=29.0	11.3	Sin necesidad	Hcia Del Este
B2-12	PROG.54+000	Viga-T	8.25+16.5+8.25=33.0	12.08	Sin necesidad	Hcia Asuncion
B2-13	PROG.54+500	Viga-T	culvert+9.9=18.0	12.0	Sin necesidad	Hcia Del Este
B2-14	PROG.56+500	Losa H°A°	7.0	9.85	Circunvalación	
B2-15	PROG.61+500	Viga-T	culvert+10.0=24.25	9.81	Expansión	
B2-16	PROG.70+000	Losa H°A°	culvert+4@6.0=29.0	10.0	Expansión	
B2-17	PROG.73+000	Viga-T	6.25+16.5+6.25=29.0	11.67	Expansión	
B2-18	PROG.81+000	Losa H°A°	5.5	9.8	Expansión	
B2-19	PROG.84+000	Viga-T	12.0+16.0+12.0=40.0	10.5	Expansión	
B2-20	PROG.94+000	Losa H°A°	11.4	10.5	Expansión	
B2-21	PROG.94+100	Viga-T	11.4	10.5	Expansión	
B2-22	PROG.100+800	Losa H°A°	5@6.0=29.5	10.2	Circunvalación	
N2-02	PROG.100+900				Nueva construcción	Circunvalación
B2-23	PROG.114+000	Losa H°A°	3@8.0=22.6	10.2	Expansión	
B2-24	PROG.118+000	Losa H°A°	3@6.0=17.7	10.2	Circunvalación	

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

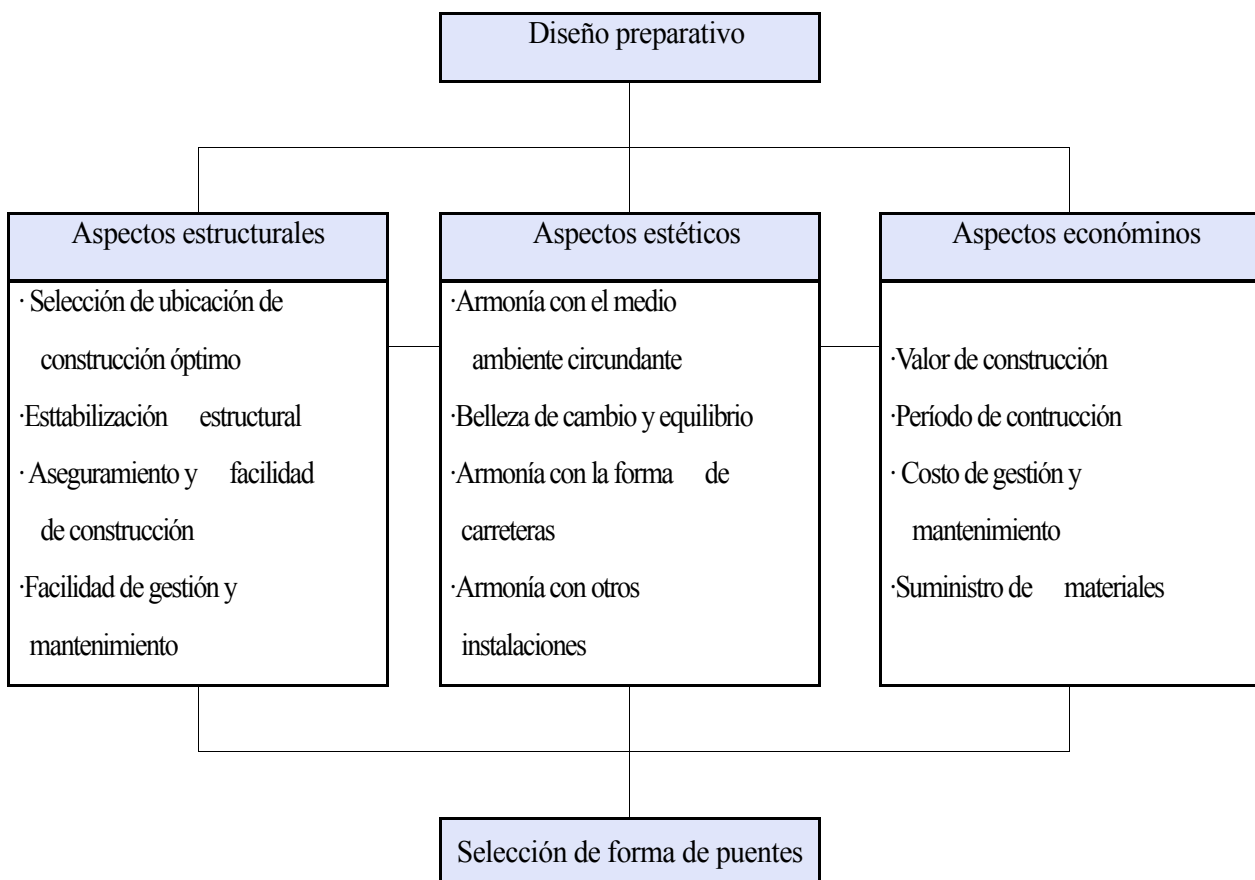
Des	Existentes				Expansión	
	Ubicación	Forma de parte superior	Composición de arcada (m)	Ancho (m)	Aplicable	Observación
N2-03	PROG.132+700	-	-	-	Nueva construcción	Encima puente
B7-01	PROG.151+000	Losa H°A°	10.6	24.5	Expansión	
B7-02	PROG.153+600	Losa H°A°	5.2	11.0	Expansión	
B7-03	PROG.153+900	Losa H°A°	6.2	11.2	Expansión	
B7-04	PROG.154+100	Marco Rígido	7.0+20.0+7.0=33.6	8.95	Expansión	
B7-05	PROG.157+000	Arco tipo alcantarilla	15.4	8.95	Expansión	
B7-06	PROG.161+000	Marco Rígido	3.0+14.0+3.0=20.2	8.2	Expansión	
B7-07	PROG.193+000	Viga-T	2@10.0+16.0+2@10.0 =55.8	9.68	Expansión	
B7-08	PROG.203+000	Losa H°A°	6.0	10.0	Expansión	
Norta			B2-00: Puentes de la Ruta No. 2, B7-00: Puentes de la Ruta No. 7, N2(7)-00: Nuevos Puentes			

10.6.3 Selección de forma de puentes

A Asuntos considerados básicos

- El valor de construcción de estructuras de puentes es caro y cuando tengan daños, es difícil realizar reparación y refuerzo. Por lo tanto, se debe tener el propósito claro, alta seguridad, construcción, corrida, economía y armonía con el medio ambiente.
- Por lo tanto, se debe considerar los asuntos que están indicado en la tabla y seleccionar la forma de puentes.

<Tabla 10-19> Asuntos considerados al seleccionar la forma de puentes



B Plan de arcada

- Se ha planificado que la arcada y total de nueva construcción es igual o más que los puentes existentes.
- Se ha planificado la arcada para no impedir el corrimiento del río debido a la instalación de nuevos puentes.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

Además, se debe minimizar la instalación de pilares en el área que pasa el agua.

- Se ha planificado la extensión total más larga para prevenir la generación de la erosión de la parte de protección en los puentes existentes.
- Se ha planificado la extensión total más larga para el caso en el que está instalado alcantarilla alrededor del punto inicial y final de los puentes existentes.
- Se ha planificada la arcada considerando el tránsito de la parte inferior, el ancho de carreteras y el ancho del río.
- La composición de la longitud según los puentes es la siguiente tabla 10.21.

Selección de la forma de la parte superior

- Se ha investigado de la oferta y la demanda de materiales de construcción en el lugar, máxima arcada por la forma y forma de puentes existentes.
- La arcada que pueda aplicar por la forma de la parte superior es la siguiente.

<Tabla 10-20> arcada aplicada por la forma de parte superior

Forma de Superestructura		10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	50m	Más de 50m
H°A°	Alcantarillado	■								
	Losa	■	■							
	Marco Rígido	■	■							
	Viga-T	■	■							
Hormigón Pretensado	Viga-I			■	■	■	■	■		
	Viga-T			■	■	■	■	■	■	
	Vigas Cajón								■	■

- La forma de parte superior aplicada por los puentes es la siguiente. (Tabla 10-22)

<Tabla 10-21> Forma de parte superior y composición de arcada

Código	Forma de la Superestructura	Composición de la arcada(m)	Ancho (m)	Puentes Existentes		Nota
				Superestructura	Composición de la arcada(m)	
N2-01	Pretensado Viga-I	2@20.0=40.0	23.0	-	-	
B2-15	Pretensado Viga-I	25.0	11.5	-	alcantarilla+10.0=24.25	
B2-16	Pretensado Viga-I	30.0	11.5	Viga-T	alcantarilla +4@6.0=29.0	
B2-17	Pretensado Viga-I	30.0	11.5	Losa H°A°	6.25+16.5+6.25=29.0	
B2-18	Marco Rígido	6.0	11.5	Viga-T	5.5	
B2-19	Pretensado Viga-I	30.0+20.0=50.0	11.5	Losa H°A°	12.7+14.7+12.6=40.0	Erosión
B2-20	Marco Rígido	12.0	11.5	Viga-T	2@5.7=11.4	
B2-21	Marco Rígido	12.0	11.5	Losa H°A°	2@5.7=11.4	
N2-02	Marco Rígido	2@20.0=40.0	23.0	Losa H°A°	-	
B2-23	Pretensado Viga-I	25.0	11.8	Losa H°A°	5.6+2@5.7+5.6=22.6	
N2-03	Pretensado Viga-I	20+30+20+20+ 30+20=160.0	23.0	-	-	
B7-01	Marco Rígido	6.0	11.5	Viga-T	6.0	
B7-02	Marco Rígido	6.0	11.5	Losa H°A°	5.2	
B7-03	Marco Rígido	7.0	11.5	Losa H°A°	6.2	Erosión
B7-04	Pretensado Viga-I	45.0	11.5	Marco Rígido	6.9+19.85+6.9=33.65	
B7-05	Pretensado Viga-I	35.0	11.5	Arco tipo alcantarilla	6.5	Erosión
B7-06	Pretensado Viga-I	20+35+20=75. 0	11.5	Viga-T	4.0+12.25+4.0=20.2	Erosión
B7-07	Marco Rígido	6.0	11.5	Losa H°A°	2@100+160+2@100=558	
Nota		B2-○○: Puentes de la Ruta No. 2, B7-○○: Puentes de la Ruta No. 7, N2(7)-○○: Nuevos Puentes				

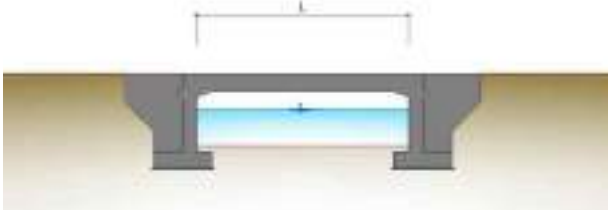
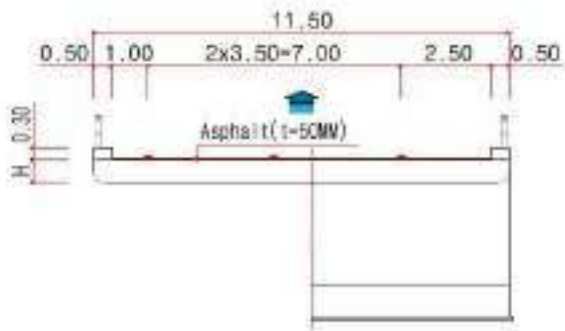
10 Evaluación de la Tecnología Disponible

D Contenido de aplicación por la forma de la parte superior

1) Marco Rígido

- Marco Rígido es una estructura que une la losa con la columna integralmente y construye en manera de cast-in-place utilizando entibo y molde.
- A diferencia de Losa H°A° y Viga-T, es ventajosa conseguir el nivel de inundación debido a que la altura es baja. Y tiene varias ventajas de gestión, mantenimiento y diurno, puesto que no es necesario instalaciones de nueva construcción y apoyo de punetes. La forma de alcantarilla necesita atguía y anticiparse el agua durante la construcción de la losa de la parte interior, en cambio, la fomra de Rigid Frame puede excluir trabajos secundarios y minimizarlos.
- Se ha aplicado la forma de Rigid Frame en los 7 puentes que tienen menos de 15m de la arcada.

<Tabla 10-22> Sinopsis de Rigid Frame

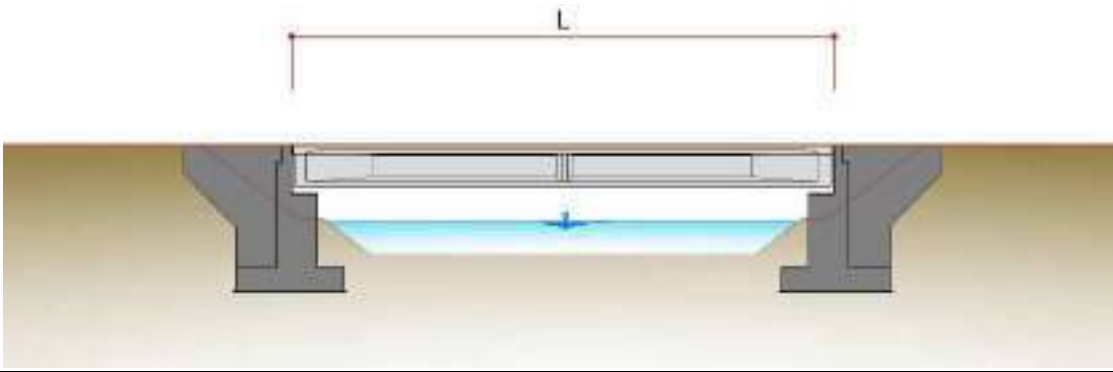
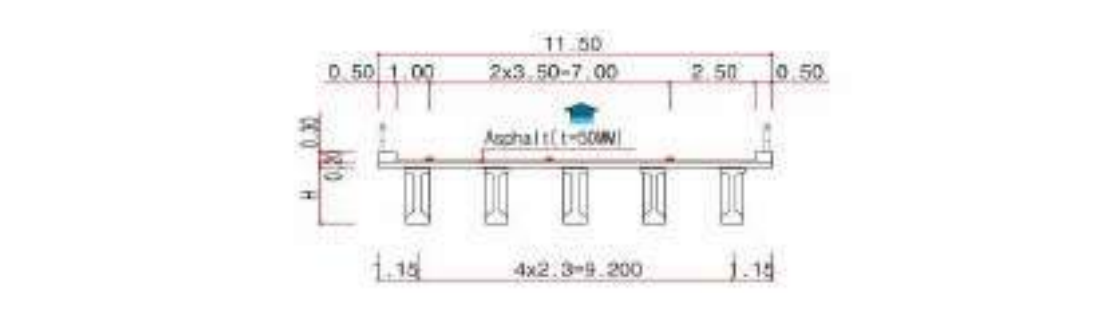
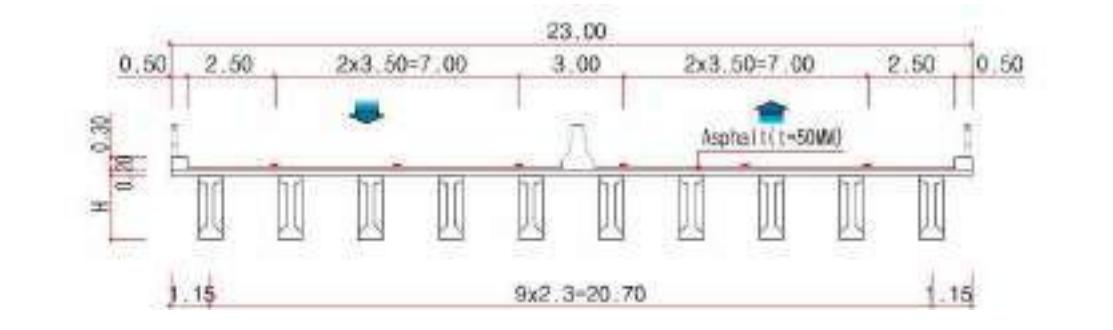
sección longitudinal		sección transversal				
						
Longitud de Arcada (L)	Menos de 8.0	8.0	10.0	12.0	15.0	
Altura de losa (H)	Menos de 0.6m	0.6m	0.7m	0.8m	1.0m	
puentes aplicados	7 puentes de una dirección : B2-15,17,18, B7-01,02,03,07					

2) Pretensado Viga-I

- Es una forma desarrollada por AASHTO a principios de la década de 1950. Y es una forma de parte superior que tiene mucho rendimiento de construcción y es económico. No tiene mucha restricción acerca de la condición de la parte inferior en el momento de construcción debido a que se realiza dilación por medio de grúa y es excelente la gestión de calidad.

- Se ha investigado que en las líneas 1,2,6 y 7 de Paraguay existen muchos puentes de la forma Pretensado Viga-I de 20m
- Tiene la arcada de menos de 35m y se ha aplicado la forma de Pretensado Viga-I en la ubicación que no tiene ninguna restricción del tipo.(12 puentes)

<Tabla 10-23> Sinopsis de Pretensado Viga-I

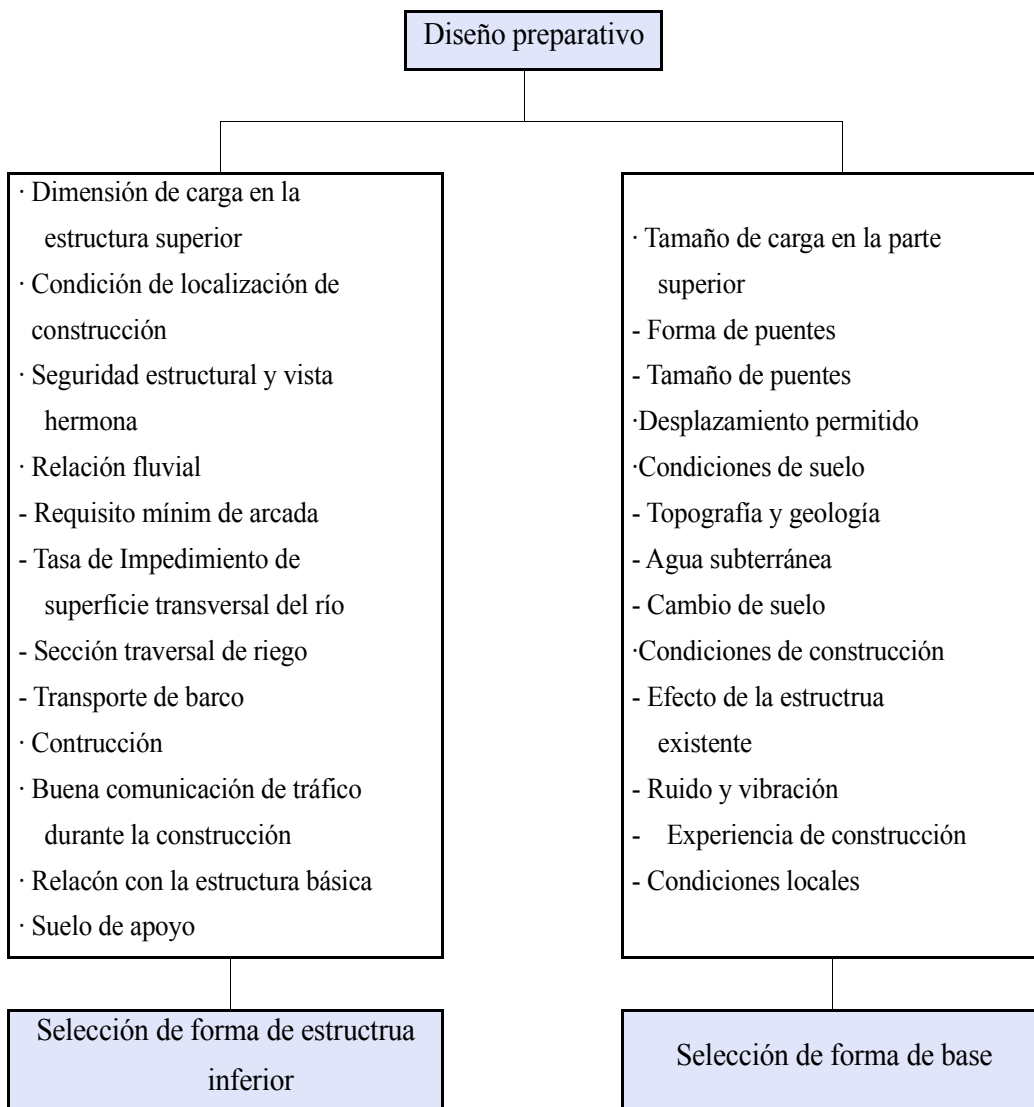
sección longitudinal				
	sección transversal			
				
Longitud de Arcada (L)	20.0 (Paraguay)	25.0 (AASHTO Tipo IV)	30.0 (AASHTO Tipo V)	
Altura de Viga (H)	1.25m	1.37m	1.60m	
puentes aplicados	9 puentes de una dirección : B2-15,16,17,19,23 B7-04,05,06,07 3 puentes de dos direcciones : N2-01,02,03			

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

E Examen de forma de la parte inferior

- La estructura de la parte inferior de los puentes está compuesto por columna, pilar y base. Es una estructura que entrega la carga desde la estructura superior al suelo de base. Se considera los artículos que están indicados abajo y luego, se selecciona la forma y la ubicación de la construcción.
- La base es una estructura que entrega la carga aplicada en la parte inferior y superior al suelo de apoyo. Se debe construir con seguridad considerando consistencia relativa del suelo, forma, tamaño de la parte inferior y superior.




<Tabla 10-24> asuntos considerados al seleccionar la forma básica y la parte inferior



1) Selección de forma de columna

- Se ha seleccionado la forma de pilar considerando altura , seguridad y economía de acuerdo con la ubicación de la capa de apoyo (Tabla 10-26)
- Por el resultado de examen de pilar en los tramos del proyecyo, se ha aplicado pilar de cantiléver, pues la altura es 7~10m.

<Tabla 10-25> Examen de forma de columna




Ítem	Cantilever Type	Counterfort Type	Rigid Frame Type
Sinopsis			
carac terística	<ul style="list-style-type: none"> ·Facilidad de construcción ·Aseguramiento de seguridad de la parte posterior de la tierra ·Aplicación entre 6~12m ·Valor de construcción normal 	<ul style="list-style-type: none"> ·Dificultad de compactación de tierra entre muros ·Aumento de excavación debido al aumento de ancho de la base ·Aplicación entre 10 y 20m ·Valor de construcción alto 	<ul style="list-style-type: none"> ·Posibilidad de reducir la presión terrestre ·Ventaja cuando sea grande la escala de la fuerza horizontal ·Aplicación entre 10 y 15m ·Valor de construcción alto
Aplicación	◎		

2) Selección de forma de pilar

- Se ha seleccionado la forma de pilar de la parte inferior considerando la condición del lugar, ubicación y método de construcción, tamaño de la carga de la parte superior, ancho de los puentes etc.
- Los puentes aplicados pilar son 5 (N2-01,02,03 B2-19, B7-08) y la forma superior es de Pretensado Viga-I. Se ha aplicado T Tipo y Marco Rígido Tipo respectivamente considerando el ancho de los puentes.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

<Tabla 10-26> Examen de forma de pilar

Ítem	T Tipo	Marco Rígido Tipo	Columna Tipo
Sinopsis			
carac terística	<input type="checkbox"/> Adapatación para puentes de vigas <input type="checkbox"/> Aplicación en el caso de que el ancho de la parte superior sea angosto <input type="checkbox"/> Ventaja para conseguir el espacio debajo de los puentes	<input type="checkbox"/> Adapatación para puentes de vigas <input type="checkbox"/> Aplicación en el caso de que el ancho de la parte superior sea extenso <input type="checkbox"/> Ventaja de fuerza horizontal para la dirección transversal	<input type="checkbox"/> Aplicación en el caso de que las vigas tengan 2 moldes <input type="checkbox"/> Es económico por la exclusión de Coping <input type="checkbox"/> Facilidad de construcción y diseño
Aplicación	B2-19, B7-08	N2-01,02,03	

10.7 Plan de suelo

10.7.1 Resumen

- Las rutas nacionales 2 y 7 serán expandido de 2 caminos carretiles a 4 caminos. Y se debe realizar el diseño adecuado identificando características físicas y dinámicas en base a la prueba y la investigación del suelo para examinar a fondo la característica de ingeniería del suelo con respecto a las rutas de desvío.
- Sin embargo, la investigación de la factibilidad no refleja el contenido del convenio de ambos países(R/D) y no contiene la investigación del suelo a través de la conferencia con MOPC, por esto se ha se debe examinar analizando y tomarndo referencia los datos existentes de alrededor de las rutas del proyecto (Reporte de factibilidad del proyecto de conexión de ferrocarril entre el sur y el noreste de Curupayty~Fram~Presidente Franco(2013, KOICA) y Reporte del proyecto de factibilidad de las rutas nacionales 2 y 7 (2000, JICA)) y la investigación del lugar por medio de la investigación de relación para identificar las características de distribución de las capas de suelo del proyecto.
- Por lo tanto al diseñar detalladamente, se realiza investigación del suelo y se analiza características Geotécnicas. Y luego, se debe realizar el diseño adecuado.

10.7.2 Actualidad de suelo y geología

A Resultado de investigación del lugar

1) Eliminar tierra en superficie con inclinación

- Los tramos de las ruatas del proyecto son terrenos planos. Y en dichos tramos fueron creados carreteras, por esto, no hay superficie con inclinación para acumular y eliminar tierras. Y en el caso de la superficie con inclinación para eliminar tierras, la máxima altura es dentro de 4m y en el caso de acumular tierras la altura es menos de 6m.

<Tabla 10-27> Estado de la pendiente de corte

Superficie con inclinación de tierra	Superficie con inclinación de roca
	

- Superficie con inclinación de tierra – la superficie con inclinación de tierra generada en la parte de eliminar tierra posee altura de menos de 3m y las capas están compuestas por arenas con la calidad de seda. Las arenas tienen color rojo o moreno rojizo. Las arenas rojas están distribuidos más con humedad que las arenas de color de moreno rojizo.
- Superficie con inclinación de roca – la superficie con inclinación de rocas existe en los tramos de PROG.0+47 de la línea 2. La altura es dentro de 4m y la inclinación es casi vertical. El tipo de roca en la superficie con la inclinación es de roca sedientaria y la parte superior ya tiene erosión eólica, por esto, la mayor parte ha cambiado de color. El joint es de open joint y la parte interior ya es cambia do de calidad. El color es de gris o moreno. La inclinación de joint es dentro de 5~10° y tiene la dirección de inclinación



10 Evaluación de la Tecnología Disponible

de joint que se encuentra con la dirección de carreteras como el grado de 10~20.

2) Acumular tierra en superficie con inclinación

- La superficie con inclinación para acumular tierra posee la altura de 6m y la inclinación es de 1:1.2~1.:1.5. Las materiales están compuestas por arenas de la calidad de seda con piedrecita. Alrededor de los puentes el terraplén está compuesto.



<Tabla 10-28> Pendiente Embankment

Superficie con inclinación para acumular tierra	Materiales en s uperficie con inclinación para acumular tierra
	

3) Base de puentes

- En el momento de investigación del lugar, En la base de los puentes están compuestos pile de cemento de hormigón redondo o rectángulo. Los puentes fluviales tiene lenta velocidad de corriente y en el fondo del río están acumulados arenas o sedas. En la parte de pilar el suelo de base está descubierto a la tierra por la erosión. La causa principal es que en el momento de diseño el suelo de base no se estaba metido bien.

<Tabla 10-29> Examen de forma de puentes

Actualidad de la base(Bridge No.: B2-03)	Actualidad de la base (Bridge No.: B2-16)
	

B Análisis de datos existentes



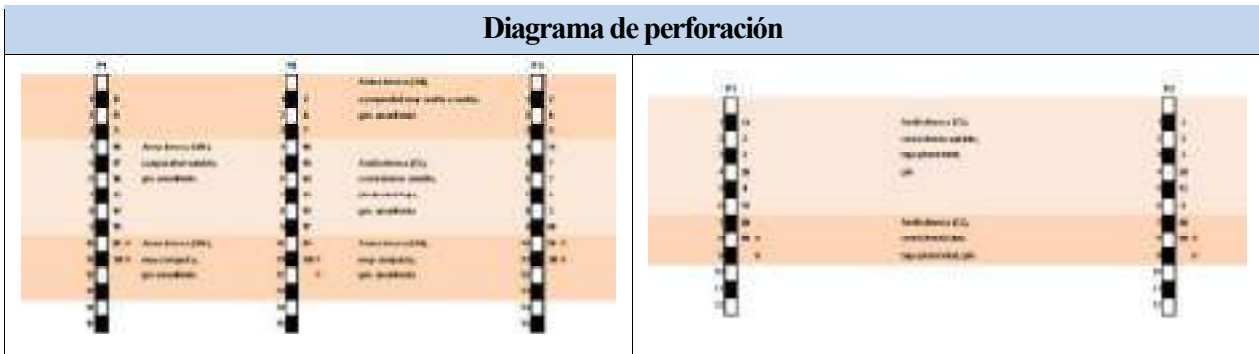
<Gráfico 10-15> Ubicación de la investigación existente del suelo del proyecto

1) Reporte de factibilidad de las rutas nacionales 2 y 7

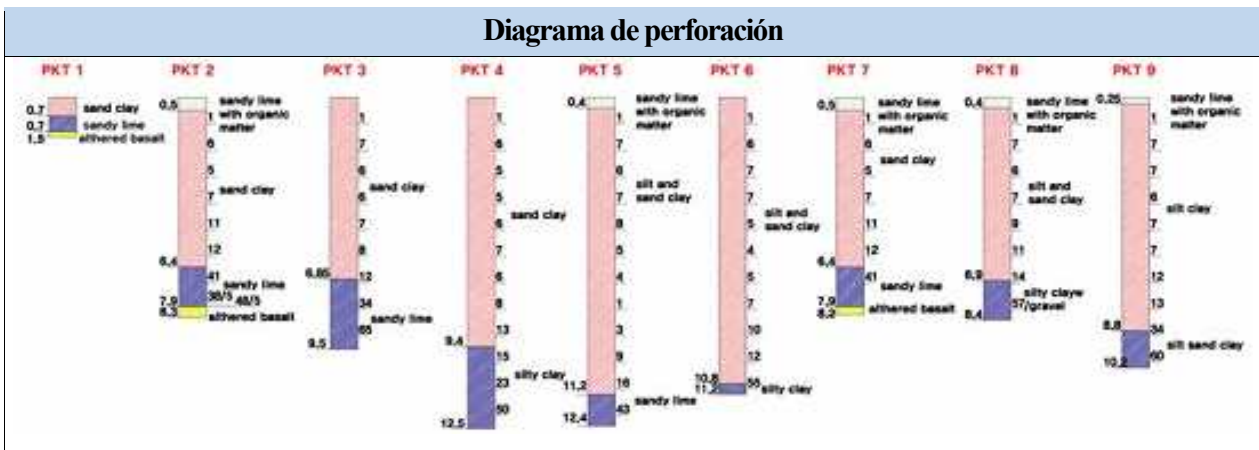
- Se ha realizado pruebas de propiedad de materia tales como prueba de límite humoral, el valor de la función acerca de muestreo en el momento de investigar 40 veces del lugar y perforación en 18 puentes para identificar características de las capas de los tramos del proyecto. Y se ha realizado prueba de propiedad de materia básica a través de la investigación de cueva de prueba con la distancia de 500m, compactación y prueba de CBR.
- Por la conclusión de la invstigacion, en los tramos afectados están distribuidos las capas defectuosas como arcilla limosa, arcilla arenosa, arena limosa dentro de 30 de N valores en los tramos de 0~8m. Están distribuidos las capas de tierra de buena calidad de más de 50 de N valores en los tramos de menos de 6~8m. Además, no se ha identificado la distribución de rocas de base en la profundidad de dentro de 12m.

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

En las regiones Caacupe~CNEL OVIEDO están distribuidos las capas de arcilla de dentro de 4 de N valores con el espesor de 1~4m.



- 2) Reporte de factibilidad de proyecto de unión de ferrocarril Curupayty ~ Fram ~ Presidente Franco
- Se ha realizado la investigación de perforación en los 27 puentes para identificar características de la distribución de las capas. Con respecto a la muestra, se ha realizado prueba de propiedad de materia, compactación y prueba de CBR.
 - En los tramos de 0.2~0.5m existen las capas de terreno fértil de materia orgánica y en la parte superior de 1.0~10.0m están distribuidos arcilla arenosa, arena limosa y piedrecida arenosa. En las partes superiores generales están distribuidos las capas de arcilla de menos de 4 de N valores con el espesor de 0.4~2.2m. En la parte inferior están distribuidos las capas de arcilla sólidas y de tierra arenosa débil de más de 4 de N valores.



10.7.3 Plan de calidad de tierra y base

A Característica de distribución de capas geológicas

1) Rutas nacionales 2 y 7

- En los tramos de la parte superior de 0~8m en general están distribuidos capas defectuosas tales como arena limosa, arcilla arenosa y arcilla limosa que están incluidos dentro de 30 de N valores. Y en los tramos de la profundidad de menos de 6~8m, están distribuidos las capas de buena calidad de más de 50 de N valores. Además, no se ha identificado la distribución de rocas de base y en las regiones Caacupe~CNEL OVIEDO, están distribuidos las capas de arcilla débiles de 4 de N valores con el espesor de 1~4m.

B Plan de tratamiento de suelo blando

1) Criterio de juicio acerca de suelo blando

- Se refiere al suelo en el que pueda generar problemas de sumersión y seguridad de la estructura debido a que es grande compresibilidad y es débil la intensidad. Y el suelo blando está compuesto por arenas, turbas o materia orgánica, arcilla, Silt.

<Tabla 10-30> Criterio de juicio acerca de suelo blando (Terzaghi & Peck, Szechy & Varga)

capas de arcilla	Muy suave	Suave	Media	Rígido	Muy rígido	Duro
SPT(N)	<2	2~4	4~8	8~15	15~30	>30
qc(tf/m ²)	<5	5~15		15~30	30~60	>60
Terzaghi & Peck (1967)	very soft	soft	medium	stiff	very stiff	hard
Szechy & Varga (1978)	very soft	soft~medium		stiff	very stiff	hard

2) Actualidad de distribución de suelo blando

- Con respecto al suelo blando, en los tramos de Caacupe~CNEL OVIEDO de la línea 2 están distribuidos las capas de arcilla débiles de menos de 4 de N valores con el espesor de 1~4m. y es ha

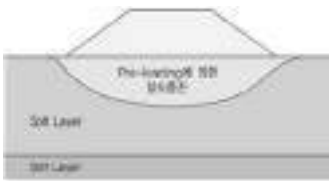


10 Evaluación de la Tecnología Disponible

identifiaco que en los tramos de la línea 6 están distribuidos las arcillas débiles con el espesor de dentro de 2m.

3) Plan de tratamiento de suelo blando

- La mejora del suelo blando se ha realizado con el fin de acortamiento del tiempo de consolidación, inhibición de erosión, refuerzo de la capacidad portante del suelo a medida que se ha mejorado la propiedad física y el constante del suelo. En este proyecto, se ha revisado el método de mejora del suelo blando que corresponde a la economía y el propósito de mejora de acuerdo con las características de movimiento del suelo y tipos de estructura

<Tabla 10-31> Método de mejora de suelo blando

Ítem	1ª Método de construcción de Pre-loading	2ª Método de sustitución de excavación	3ª Plastic Board Drain(PBD)
Sinopsis			
Resumen de Método	· Mejora del suelo blando agregando la carga que es más de la carga de diseño	· Excavar las capas blandas y sustituir a la tierra de entierro de buena calidad	· Método de agregar resina sintética de bunea permeabilidad a las capas blandas y expulsar agua intersticial
Ventajas	· El valor de construcción es barato · Buen corrida de equipos de construcción · Buena capacidad de tratamiento acerca de sumersión comparando con otros métodos	· Es seguro eficiencia de mejora · osibilidad de trabajo en todas las capas · El corto plazo de construcción	· Es bueno la eficiencia de mejora en el caso de que las capas sean gruesas · Es posible acortar el tiempo de tratamiento acerca del suelo blando
Desventajas	· Es necesario dejar Pre-loading durante cierto período · Es difícil realizar en el caso de que las capas sean profundas	· Es difícil en el caso de que no hay tierra de disposición · Se puede aplicar sólo en el caso de que las capas de la parte superior sean delgadas.	· El valor de construcción es caro relativamente · Se genera eficiencia con la aplicación de pre-loading
Aplicación	Si es necesario	Si es necesario	

- No es necesario la mejora del suelo blando debido a que el suelo blando no se ha afectado por Overburden load.
- Sin embargo, en algunas regiones, es necesario aplicar el método de sustitución de excavación o Pre-loading considerando el caso de que sea necesario la mejora según el resultado de cálculo de la cantidad de sumersión de consolidación.

Plan de base estructural

1) Actualidad de distribución de las capas de apoyo

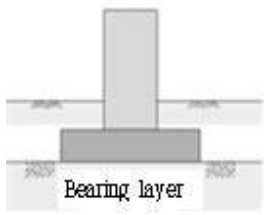
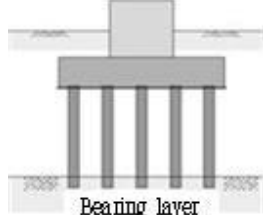
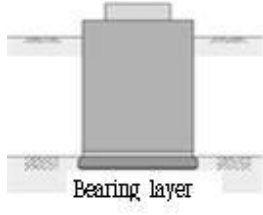
- En los tramos afectados no existen rocas de base y están distribuidos arcilla arenosa, arcilla limosa y arena limosa. Y excepto algunos tramos en general están distribuidos las capas de tierra de buena calidad de más de 30 de N valores en la profundidad de 6~10m.

2) Plan de base estructural

- La base se debe diseñar para entregar la carga de la parte superior a las capas de apoyo de la parte inferior. El tamaño de la carga es diferente según el diseño y el objetivo de estructuras.
 - La fuerza de apoyo debe tener la seguridad suficiente.
 - El desplazamiento horizontal y vertical según la carga de la parte superior debe estar dentro del límite permitido.
 - El esfuerzo de la estructura debe estar dentro del valor permitido

10 Evaluación de la Tecnología Disponible

<Tabla 10-32> Forma de base de estructura

Ítem	Base poco profundo	Base profundo	
		Base de pilote	Base de Caisson
Resumen	 <ul style="list-style-type: none"> · Fuerza vertical: reacción de fondo · Fuerza horizontal: resistencia al corte 	 <ul style="list-style-type: none"> · Fuerza vertical: resistencia a jamba y plano principal · Fuerza horizontal: resistencia pasiva de suelo alrededor 	 <ul style="list-style-type: none"> · Fuerza vertical: reacción de fondo · Fuerza horizontal: Resistencia lateral y al corte
	Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> · Posibilidad de identificar las capas de apoyo · Necesidad de sistema de bloquear agua en la ribera 	<ul style="list-style-type: none"> · Disminución de obra de construcción · En el momento de construir pilotes, se generan vibración y ruido · Modificación de la fuerza de apoyo según la capacidad de trabajador
Ítem	<ul style="list-style-type: none"> · Base independiente · Base combinada · Base general 	<ul style="list-style-type: none"> · pilote hincado · pilote perforado · cast-in-place pilote 	<ul style="list-style-type: none"> · Open caisson · Air caisson · Steel pipe sheet pile
	Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> · Profundidad de aplicación : menos 6m · Posibilidad aplicación en el caso de que no haya problemas de drenaje y excavación 	<ul style="list-style-type: none"> · Profundidad de aplicación: 6~60m · Aplicación de cast-in-place pilote y pilote prefabricado según la condición de la carga y del lugar.

- Según la actualidad de la distribución de las capas de apoyo en los tramos del proyecto, la forma de base de los puentes es de la aplicación de base directa y base de pilote. Es bueno seleccionar las capas de tierra de buena calidad de más de 30 de N valores. Sin embargo, la forma de base de estructura debe ser seleccionada revisando la economía, la seguridad y la construcción y considerando la condición del lugar y la profundidad de las capas de apoyo de la parte superior e inferior. Por lo tanto, es necesaria una revisión detallada en el paso de realización de diseño.

12. Revisión del Impacto Socio Ambiental

12.1 Introducción

En este capítulo, se lleva a cabo la Revisión del Impacto Socio Ambiental a fin de predecir y analizar efectivamente los impactos ambientales de posible ocurrencia durante el mejoramiento de las Rutas Nacionales No. 1, 2, 6 y 7 que conectan en forma triangular la capital del Paraguay Asunción y las metrópolis de Ciudad del Este y Encarnación en la zona este y sur del país respectivamente, con el objeto de minimizar los impactos del proyecto.

La Revisión del Impacto Ambiental de este informe servirá como la referencia necesaria para elaborar la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) durante la ejecución del proyecto. Por lo tanto, la Evaluación del Impacto Ambiental debe ser ejecutada de acuerdo con las leyes ambientales del Paraguay referentes a la Evaluación del Impacto Ambiental y los estándares internacionales.

12.2 Revisión del Impacto Social

12.2.1 Introducción

La Evaluación del Impacto Socio Ambiental es una forma de predecir el tipo de cambio que se introducirá a la calidad de vida de las personas y es una política encaminada a mitigar los efectos negativos que puedan sucederse durante el desarrollo del proyecto propuesto. La importancia del valor público y del valor individual, garantizados por la libertad de elegir, son el fundamento de una Evaluación de Impacto Ambiental justa.

<Tabla 12-1> Criterios de Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental

Criterio	Razones para la Selección	Detalles de la Revisión
Uso de la Tierra (Franja de Dominio)	Impactos en la tierra arable y el suelo causados por el paso de la carretera por el área de afectación del proyecto. Movimiento de suelos y Reubicación de obstáculos.	Movimiento de suelos y reubicación de obstáculos debido a la ejecución de del proyecto, y en caso de ser necesario, medidas para el reasentamiento de los residentes del área del proyecto.
Economía	Áreas agrícolas e industriales afectadas por la ejecución del proyecto.	Revisión del impacto a infraestructuras comerciales y áreas agrícolas circundantes a las vías.
Transporte e Instalaciones Públicas	Impacto en las instalaciones públicas y del transporte como consecuencia del mejoramiento de las vías existentes y el establecimiento de nuevas variantes.	Infraestructuras afectadas por el proyecto y detalles de las mejoras.
Patrimonios Culturales / Lugares Históricos	Patrimonios arqueológicos y arquitectónicos en las zonas por donde pasan los trazados de las vías.	Conflicto con patrimonios culturales y lugares históricos y medidas de mitigación de los efectos del proyecto.
Desastres Naturales y Accidentes de Tránsito	Riesgos de desastres naturales y seguridad durante la construcción y operación.	Factores de riesgo durante los trabajos de construcción. Riesgo de accidentes de tráfico y desastres naturales que pueden ocurrir después de la construcción.

Este proyecto se encuentra en la etapa de estudio de factibilidad y los trazados óptimos para el proyecto fueron seleccionados previo diálogo con las autoridades locales y los gobiernos regionales. Así mismo, se determinaron las zonas características de las tierras presentes en el área del proyecto y se determinaron los costos de expropiación de tierras y los costos de compensación utilizando los datos existentes y las consultas realizadas al MOPC.

Sin embargo, los trazados finales de los tramos del proyecto deberán ser seleccionados y recalculados los costos de expropiación y compensación a través de investigaciones geotécnicas, considerando los cambios en las condiciones del lugar y las opiniones de los residentes locales durante la fase de diseño detallado.

Dado que el uso de la tierra y la compensación en concepto de reasentamiento no son claras en el Paraguay, se deben establecer planes y medidas para las compensaciones. Por lo tanto, durante la fase de diseño detallado los costos de reubicación y compensación deberán ser recalculados mediante una estrecha discusión con los residentes y los gobiernos locales.

<Tabla 12-2> Número Estimado de Viviendas a ser Compensadas en el Área del Proyecto

Categoría	Tramos del Proyecto				
	Ypacarai	Caacupe	Itacurubi	San Jose	Total
Número de Viviendas a ser Compensadas	39	55	22	8	124

B Impacto en las Actividades Económicas

1) Estado de la Población

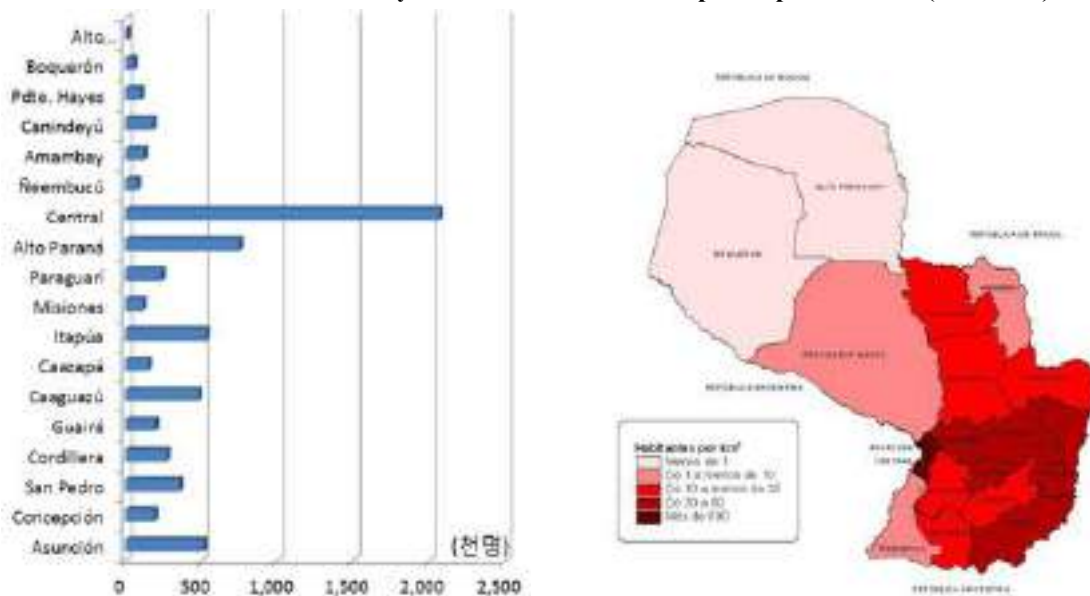
La población total del Paraguay es de aproximadamente 6,5 millones de habitantes. El departamento Central es el que presenta el mayor número de habitantes en comparación con los demás departamentos del país, 2.068.066 habitantes. La población total de las 8 regiones (Asunción, Cordillera, Caaguazú, Itapúa, Misiones, Paraguari, Alto Paraná, Central) abarcadas por este proyecto asciende a 4.989.718 habitantes.

<Tabla 12-3> Demografía de los Departamentos de Paraguay (Año 2010)

Categoría	Según Género (Personas)		
	Total	Masculino	Femenino
Total	6,451,120	3,260,226	3,190,899
Asunción	518,222	240,239	277,983
Cordillera	276,945	142,959	133,986
Caaguazú	480,786	251,188	229,598
Itapúa	535,512	278,815	256,698
Misiones	116,953	59,787	57,166
Paraguari	239,576	124,613	114,963
Alto Paraná	753,658	385,786	367,872
Central	2,068,066	1,017,807	1,050,260

12 Revisión del Impacto Socio Ambiental

<Gráfico 12-2> Distribución y la Densidad Poblacional por Departamentos (Año 2010)



2) Estado Económico

El ingreso per cápita del Paraguay para el año 2011 fue de aproximadamente USD 3.000, un valor relativamente bajo. Sin embargo la tasa de crecimiento del ingreso per cápita en los últimos 5 años ha sido muy alta con un promedio anual de 15.8%.

<Tabla 12-4> Producto Interno Bruto (PIB) del Paraguay

(Unidad: USD)

Año	2007	2008	2009	2010	2011	Tasa de Crecimiento
PIB Anual	1,680	2,130	2,230	2,720	3,020	15.8%

Zonas comerciales e industriales se encuentran distribuidas alrededor de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7, por lo cual ingreso per cápita de los habitantes locales es mayor al ingreso per cápita del resto del país, especialmente las áreas correspondientes a Cnel. Oviedo y Caaguazú.

<Tabla 12-5> Ingreso Promedio por Región

Ingreso Promedio/Mes (Gs)	USD	Región
Menor a 1.000.000	300	Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí de la Cordillera, San José de los Arroyos
Aproximadamente 2.000.000	600	Coronel Oviedo, Caaguazú

Fuente: Informe de la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA), 2001.

3) Revisión del Impacto en la Población

• Lado Positivo

- Durante la ejecución de este proyecto, se espera un crecimiento temporal de la población debido a la entrada de trabajadores de la construcción, visitantes, entre otros. También al final del proyecto se espera un incremento poblacional en las áreas de afectación debido al mejoramiento de las rutas nacionales y la generación de otros negocios fortuitos.

• Lado Negativo

- Durante la construcción de las variantes, el tráfico en las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 se espera que disminuya, cambiando por consiguiente el estatus comercial y el uso de la tierra en estas zonas de afectación y existe cierta preocupación de que se produzca algún desarrollo desordenado en torno a las vías de circunvalación.

4) Revisión del Impacto Económico

• Lado Positivo

- Como consecuencia de la ampliación de las rutas y la construcción de circunvalaciones, el transporte logístico de mercancías se activará y se podrá observar un desarrollo industrial y comercial, el cual generará un crecimiento de la economía y un incremento del ingreso per cápita.

• Lado Negativo

- Con referencia a los tramos de las circunvalaciones, existe cierta preocupación de que se produzca una disminución en las ventas de los negocios ubicados en las cercanías de las rutas existentes en las zonas urbanas, debido al desvío del tráfico a través de la nueva vía.

Instalaciones Públicas y del Transporte

Dentro de la franja de dominio de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 y en los tramos de las variantes existen actualmente algunas instalaciones públicas y de transporte. Sin embargo, en las condiciones actuales, se ha verificado que no existen detalles especiales o efectos negativos resultantes de la expansión de la calzada existente y la construcción de las variantes. En el futuro, durante la fase de diseño detallado para las instalaciones públicas y de transporte se deberán reconsiderar los impactos a través de negociaciones con las autoridades competentes.

Existen aproximadamente unos 100 monumentos (nichos) cerca de la Prog. 130+000 ~ 180+000 de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7. Sin embargo, la mayoría se encuentra a más de 10 m de la calzada actual, por lo cual se cree que no se introducirá ningún tipo de impacto debido a la ampliación de la misma. Para algunos monumentos que puedan entrar en conflicto con la construcción, tal vez se necesite de alguna compensación parcial previo diálogo con las autoridades y los residentes locales.

12 Revisión del Impacto Socio Ambiental

D Patrimonios Culturales y Lugares Históricos

1) Estado de los Patrimonios Culturales y Lugares Históricos

La mayor parte del patrimonio cultural tangible del Paraguay está constituido por iglesias y construcciones antiguas ubicadas en el departamento central y la región sur del país. Entre los patrimonios tangibles más famosos del Paraguay se pueden citar la Basílica de Caacupé, la Iglesia de la Encarnación, las Ruinas Jesuíticas de Humaitá, Santa Rosa de Lima, las Ruinas Jesuíticas de San Ignacio Guazú, San Cosme y Damián, Jesús del Tavarangue, Nuestra Señora de la Santísima Trinidad (estas últimas declaradas Patrimonio Universal de la Humanidad por la UNESCO), entre otras.

A excepción de algunos tramos de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 la zona de afectación del proyecto está formada por terrenos pantanosos y pasturas. Solo en algunos tramos como Caacupé se han observado la presencia de bienes culturales. Sin embargo, estos se encuentran aislados de la zona del proyecto, por lo cual no serán comprometidos por las obras.

<Gráfico 12-3> Patrimonio Cultural e Histórico del Paraguay



4) Plan de Revisión de los Patrimonios Culturales y Lugares Históricos

En Paraguay, la mayoría de los patrimonios culturales son lugares históricos religiosos influenciados por la antigua tradición católica del país. Sin embargo, actualmente las medidas de conservación de los lugares históricos religiosos son inadecuados o inexistentes, así como también la actualización de políticas del gobierno local o agencias locales para el mantenimiento de estos lugares.

En general, si se descubren Patrimonios Culturales o Lugares Históricos durante la fase de construcción, en principio, se debe mantener el estado actual de los mismos, y deben ser designados por medio de comunicados o decretos legales del gobierno local y/o organizaciones (departamental/nacional).

En los tramos de este proyecto, es improbable que se afecte los patrimonios culturales y lugares históricos. Sin embargo, si existe la posibilidad de que en algunas áreas se descubran patrimonios culturales o lugares históricos durante la ejecución de las obras, se deberá llevar a cabo una investigación previa por organizaciones profesionales que enviarán investigadores a la zona.

E Desastres Naturales y Accidentes de Tráfico

1) Desastres Naturales

Si bien existe un historial de inundaciones en algunas zonas de la ruta que pasa a través de los tramos de Ypacaraí y San José de los Arroyos, se tiene prevista la instalación de alcantarillas y otros tipos de drenajes durante la expansión de la calzada existente y la construcción de las variantes a fin de evitar desastres naturales como inundaciones.

Como existe el riesgo de derrumbamiento de pendientes en algunos tramos de la carretera existente, durante la etapa de diseño detallado y la expansión de la carretera existente y la construcción de las variantes, se deben considerar factores de falla de pendientes así como los métodos de protección de taludes y se deben determinar los grados de las pendientes.

2) Accidentes de Tráfico

En Paraguay ocurren frecuentemente congestiones de tráfico en la Ruta Nacional No. 2, especialmente en los tramos que pasan por Asunción y otras zonas urbanas. Durante la época de cosecha de soja el tráfico de vehículos pesados se incrementa considerablemente y con el ello el riesgo de accidentes de tránsito y congestión vehicular.

El número de accidentes de tráfico se redujo de 1.708 accidentes en el 2008 a 1.322 accidentes en el 2009, pero en el 2010 se incrementó a 1.499 accidentes. Sin embargo, la tasa de incremento anual fue de -7,9%. Una revisión mensual del número de accidentes de tráfico muestra que la mayoría de los accidentes se registraron en el mes de enero, que corresponde al periodo de vacaciones, con 177 accidentes. Mientras que el menor número de accidentes se registró en el mes de octubre con 76 accidentes.

12 Revisión del Impacto Socio Ambiental

<Tabla 12-6> Tendencia de Accidentes de Tráfico en Paraguay (Anual/Mensual)

Categoría	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2008	144	155	191	156	181	156	142	125	146	105	115	92	1,708
2009	136	87	98	114	94	128	114	112	107	96	108	128	1,322
2010	177	137	108	176	141	105	103	121	99	76	103	103	1,499

Fuente: Anuario estadístico de Paraguay. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC).

Como consecuencia del mejoramiento de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 se incrementará la capacidad del tráfico y se reducirá notablemente el número de accidentes debido al mejoramiento de la geometría de diseño. También se esperan otros efectos positivos gracias al mejoramiento de las instalaciones auxiliares como barandas de seguridad, cordones, entre otros. Esto garantizará la seguridad de los operadores mejorando significativamente la seguridad vial de los usuarios y residentes locales.

12.2.2 Plan de Monitoreo del Impacto Social

A fin de comprender los cambios producidos debidos al impacto social durante la ejecución del proyecto, se estableció el siguiente plan de monitoreo. Para los puntos de investigación hemos seleccionado el tema compensación por reasentamiento generado debido al cambio del uso de la tierra, el cual representa el mayor impacto social, y la conservación de los patrimonios culturales y lugares históricos que pueden ser descubiertos durante la construcción.

El período de investigación está enfocado principalmente a las investigaciones que se llevarán a cabo durante el período de la construcción, pero si fuere necesario también se llevarán a cabo investigaciones durante el periodo de operación. El control será conducido por las organizaciones competentes y/o profesionales en conformidad con las características de cada elemento de investigación.

<Tabla 12-7> Plan de Monitoreo del Impacto Social

Categoría	Principal Investigación	Periodo de Investigación	Observación
Investigación del Impacto Social	Gobierno del Paraguay	Construcción y Operación	Conducción de Encuesta por Expertos

13. Estimación de Costos del Proyecto

13.1. Introducción

La estimación de los costos de este proyecto fueron calculados a través de la fijación de costos unitarios básicos, resultantes de una investigación in-situ sobre los costos de materiales de construcción, mano de obra y equipamientos. Para esto, se tomó como referencia datos actuales de la construcción recopilados por una consultora nacional que llevo a cabo una encuesta sobre los costos unitarios de construcción.

Los costos del proyecto fueron calculados por cantidad y precio unitario de cada trabajo, previa determinación del trazado necesario para la satisfacción de los estándares de diseños. Además, se calculó el costo total del proyecto, dentro del cual se incluyen costos de diseño, **costo de supervisión**, adquisición de propiedades y mantenimiento.

El costo total del proyecto de mejoramiento de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 se compone de los siguientes rubros:

<Tabla 13-1> Rubros Incluidos en el Costo Total del Proyecto

Rubro		Contenido
Costo de Construcción	Movimiento de Suelos	Relleno, corte, transporte
	Drenaje y Obras de Arte	Cunetas laterales, tuberías de drenaje, alcantarilla
	Estructuras	Puente
	Pavimentación	Compra de materiales necesarios para la pavimentación y trabajos de pavimentación.
	Trabajos Auxiliares	Instalaciones de seguridad, puestos de peaje y otros.
	Gastos Generales y de Contingencia	Costo indirecto de mano de obra, costo del reaseguro y contingencia
	Costos de Diseño y Costo de Supervisión	Costo del diseño básico, fiscalización de obra, investigaciones y encuestas.
Costos de Compensación		Costo de adquisición de tierras e indemnización
Costos de Operación y Mantenimiento		Costos de administración, mantenimiento y mejoras de las rutas

13.2 Condiciones Generales

· Investigación sobre los costos locales de construcción

Las investigaciones fueron conducidas por:

- Consultora Local: CIA S.A
- Periodo: Noviembre de 2013 ~ Marzo de 2014

· Año base de los trabajos de investigación y Tasa de cambio aplicada

- Año base de precios unitarios: 2012 (Promedio)
- Tasa de cambio: 1USD = 4,420Gs (Promedio, 2012)

13 Estimación de Costos del Proyectos

· Recopilación de datos acerca de los precios unitarios de construcción a nivel local

- Tasa de Incremento de los Costos de Construcción notificados por el Banco Central del Paraguay.
- Tasa de Incremento de los Costos de Construcción notificados por institución pública confiable.
- Los datos del índice de precios al productor notificados por el Gobierno de Paraguay o el Banco Central.
- Calculo de precio de construcción basado en la producción total del Paraguay en el rubro de la construcción.
- Datos de la tasa de incremento del índice de precios al consumidor notificado por el Gobierno de Paraguay o el Banco Central.

· Método de Investigación de Precios Unitarios de Construcción Local

El método de investigación aplicado para determinar el costo de este proyecto en base a los precios unitarios se cita a continuación.

- Aplicar el costo de mano de obra para cada rango de ingenieros a través de firmas locales.
- Aplicar los datos estadísticos de precios locales publicados en investigaciones y precios unitarios locales para equipamientos y herramientas.
- Estimar los costos de expropiación a través de diálogos entre firmas locales y el MOPC.

13.3 Costo Directo

13.3.1 Costo de Construcción

A Movimiento de Suelo

Los costos de este proyecto fueron calculados para las vías principales y las vías de conexión. Los trabajos de movimiento de suelo se dividen en corte y terraplén, los costos fueron estimados por cantidad basados en secciones estándares de corte/terraplén y precios unitarios de construcción del mercado nacional.

B Drenaje y Obras de Arte

Las obras de arte y de drenaje incluyen cunetas, tuberías y alcantarillado. Este costo fue calculado por cantidad de cada material y el precio unitario del mercado de construcción local.

C Estructuras

Este costo fue calculado por cantidad a partir de la sección representativa de los puentes existentes y el precio unitario en el mercado de construcción local.

D Pavimentación

El método de pavimentación aplicado es el concreto asfáltico y este costo fue calculado en base a la cantidad aplicada en secciones estándares de cada capa, tales como superficie de rodadura, capa intermedia, capa base y sub-base, por medio de la aplicación de precios unitarios del mercado local de construcción.

E Trabajos Auxiliares

Las barandas medianeras y barandas de seguridad pertenecen a la categoría de trabajos auxiliares. Este costo fue calculado por cantidad y precio unitario del mercado de construcción local. Si puestos de peaje son construidos como suplemento algunas expensas, las cuales serán calculadas en base a los últimos precios unitarios del mercado local con una tasa de incremento anual, serán incluidas para los puestos de peaje y la construcción.

13.3.2 Cálculo de Costos Directos

Los costos directos de este proyecto de acuerdo a cada escenario analizado es el siguiente:

<Tabla 13-2> Escenario 1 (San Lorenzo ~ Coronel Oviedo, L=121km)

(Unidad: Guaraníes)

Descripción		Unidad	Precio Unitario	Escenario 1	
Description		Unit	Unit Price	Cantidad	Importe
A. Movimiento de Suelo					
Corte	Suelo	m ³	18,254	422,767	7,717,188,818
Cutting	Roca	m ³	75,701		
Terraplén		m ³	33,601	1,048,795	35,240,560,795
Otros (10%)				1	4,295,774,961
Sub-total					47,253,524,574
B. Drenaje y Obras de Arte					
Cunetas		m	106,854	170,266	18,193,603,164
Tuberías	1200	m	1,898,518	135	256,299,930
Pipe	1600	m	2,847,777	40	113,911,080
Pipe	3@1200	m	4,801,898	30	144,056,940
Alcantarilla	2.0x2.0	m	2,062,287	80	164,982,960
Culvert	2.5x2.5	m	2,677,116		
Culvert	2@2.0x2.0	m	4,112,476		
Culvert	3@3.0x3.0	m	8,741,532	90	786,737,880
Otros (10%)				1	1,965,959,195
Sub-total					21,625,551,149
C. Estructura					
Vigas -T (L=30m)		m ²	905,560		
Vigas de Hormigón Pretensado		m ²	2,618,150	6,860	17,960,509,000
Marco Rígido (L=30m)		m ²	1,415,681	354	501,151,074
Otros (10%)				1	1,846,166,007
Sub-total					20,307,826,081
D. Pavimento					
Superficie de Rodadura (t=6cm)		m ²	76,315	2,660,526	203,038,041,690
Capa Intermedia (t=6cm)		m ²	57,200	1,410,926	80,704,967,200
Base (t=18cm)		m ²	60,910	1,410,926	85,939,502,660
Sub-base (t=25cm)		m ²	56,650	1,410,926	79,928,957,900
Otros(10%)				1	44,961,146,945
Sub-total					494,572,616,395
E. Trabajos Auxiliares					
Barreras Medianeras		m	449,500	28,333	12,735,683,500
Barreras de Seguridad		m	266,373	78,160	20,819,713,680
Señalización de la Calzada		m ²	59,000	57,925	3,417,575,000
Carteles de Señalización		Nr.	1,837,607	451	828,760,757
Otros (20%)				1	7,560,346,587
Sub-total					45,362,079,524
Costo Neto de Construcción (A+B+C+D+E)					629,121,597,723

13 Estimación de Costos del Proyectos

<Tabla 13-3> Escenario 2 (San Lorenzo ~ Caaguazú, L=170km)

(Unidad: Guaraníes)

Descripción		Unidad	Precio Unitario	Escenario 2	
Description		Unit	Unit Price	Cantidad	Importe
A. Movimiento de Suelo					
Corte	Suelo	m ³	18,254	422,767	7,717,188,818
Cutting	Roca	m ³	75,701		
Terraplén		m ³	33,601	1,539,795	51,738,651,795
Otros (10%)				1	5,945,584,061
Sub-total					65,401,424,674
B. Drenaje y Obras de Arte					
Cuneta		m	106,854	219,366	23,440,134,564
Tubería	1200	m	1,898,518	4,661	8,848,992,398
Pipe	1600	m	2,847,777	40	113,911,080
Pipe	3@1200	m	4,801,898	30	144,056,940
Alcantarilla	2.0x2.0	m	2,062,287	80	164,982,960
Culvert	2.5x2.5	m	2,677,116	91	243,617,556
Culvert	2@2.0x2.0	m	4,112,476	181	744,358,156
Culvert	3@3.0x3.0	m	8,741,532	90	786,737,880
Otros (10%)				1	3,448,679,153
Sub-total					37,935,470,687
C. Estructura					
Vigas T (L=30m)		m ²	905,560		
Vigas de Hormigón Pretensado		m ²	2,618,150	8,512	22,285,692,800
Marco Rígido (L=30m)		m ²	1,415,681	649	918,776,969
Otros (10%)				1	2,320,446,977
Sub-total					25,524,916,746
D. Pavimento					
Superficie de Rodadura (t=6cm)		m ²	76,315	3,137,226	239,417,402,190
Capa Intermedia (t=6cm)		m ²	57,200	1,649,276	94,338,587,200
Base (t=18cm)		m ²	60,910	1,890,676	115,161,075,160
Sub-base (t=25cm)		m ²	56,650	1,890,676	107,106,795,400
Otros (10%)				1	55,602,385,995
Sub-total					611,626,245,945
E. Trabajos Auxiliares					
Barreras Medianeras		m	449,500	28,333	12,735,683,500
Barreras de Seguridad		m	266,373	127,260	33,898,627,980
Señalización de la Calzada		m ²	59,000	170,033	10,031,947,000
Carteles de Señalización		Nr.	1,837,607	916	1,683,248,012
Otros (20%)				1	11,669,901,298
Sub-total					70,019,407,790
Costo Neto de Construcción (A+B+C+D+E)					810,507,465,842

<Tabla 13-4> Escenario 3 (San Lorenzo ~ Minga Guazú, L=294km)

(Unidad: Guaraníes)

Descripción		Unidad	Precio Unitario	Escenario 3	
Description		Unit	Unit Price	Cantidad	Importe
A. Movimiento de Suelo					
Corte	Suelo	m ³	18,254	422,767	7,717,188,818
Cutting	Roca	m ³	75,701		
Terraplén		m ³	33,601	2,779,795	93,403,891,795
Otros (10%)				1	10,112,108,061
Sub-total					111,233,188,674
B. Drenaje y Obras de Arte					
Cunetas		m	106,854	343,366	36,690,030,564
Tuberías	1200	m	1,898,518	4,661	8,848,992,398
Pipe	1600	m	2,847,777	40	113,911,080
Pipe	3@1200	m	4,801,898	30	144,056,940
Alcantarilla	2.0x2.0	m	2,062,287	80	164,982,960
Culvert	2.5x2.5	m	2,677,116	91	243,617,556
Culvert	2@2.0x2.0	m	4,112,476	181	744,358,156
Culvert	3@3.0x3.0	m	8,741,532	90	786,737,880
Otros (10%)				1	4,773,668,753
Sub-total					52,510,356,287
C. Estructura					
Vigas T(L=30m)		m ²	905,560		
Vigas de Hormigón Pretensado		m ²	2,618,150	9,279	24,293,813,850
Marco Rígido (L=30m)		m ²	1,415,681	720	1,019,290,320
Otros (10%)				1	2,531,310,417
Sub-total					27,844,414,587
D. Pavimento					
Superficie de Rodadura (t=6cm)		m ²	76,315	5,245,226	400,289,422,190
Capa Intermedia (t=6cm)		m ²	57,200	2,703,276	154,627,387,200
Base (t=18cm)		m ²	60,910	3,192,676	194,465,895,160
Sub-base (t=25cm)		m ²	56,650	3,192,676	180,865,095,400
Otros (10%)				1	93,024,779,995
Sub-total					1,023,272,579,945
E. Trabajos Auxiliares					
Barrera Medianera		m	449,500	28,333	12,735,683,500
Barreras de Seguridad		m	266,373	251,260	66,928,879,980
Señalización de la Calzada		m ²	59,000	294,033	17,347,947,000
Carteles de Señalización		Nr.	1,837,607	1,390	2,554,273,730
Otros (20%)				1	19,913,356,842
Sub-total					119,480,141,052
Costo Neto de Construcción (A+B+C+D+E)					1,334,340,680,545

13 Estimación de Costos del Proyectos

13.4 Gastos Generales y de Contingencia

Los gastos generales incluyen 25% del costo neto de construcción y los de contingencia 10% del Costo Neto de Construcción considerando errores de cantidad, la escalada de precios, variables de aplicación, etc.

13.5 Costos de Diseño y Supervisión

Esta tarifa fue calculada por medio de tasas apropiadas sugeridas por los precios unitarios del mercado de construcción local. El costo de diseño representa el 4% de los costos de construcción y los gastos de la supervisión el 4% de los costos de construcción.

13.6 Costos de Compensación

Los costos de compensación consisten en los costos de expropiación de tierras y compensaciones por afectación de obstáculos (estructuras).

A pesar de que los costos de compensación deben ser estimados en base a los costos actuales, resulta muy difícil verificar estos costos debido al gran área de afectación del proyecto. Por lo cual, se aplicó 40.000Gs/m² para la estimación de los costos de expropiación y 35.000.000 Gs/estructura para compensaciones en concepto de estructuras afectadas, en base al costo promedio suministrado por el MOPC y el informe de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). No se calcularon ningún costo de expropiación dentro de la franja de dominio existente (50 m). Sin embargo, se calcularon los costos de compensación para la nueva franja de dominio de las circunvalaciones (50 m).

<Tabla 13-5> Costos de Compensación

(Unidad: Guaraníes)

Descripción	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Expropiación de Tierras	51,866,000,000	51,866,000,000	51,866,000,000
Compensación por Conflicto con Obstáculos Existentes	4,340,000,000	4,340,000,000	4,340,000,000
Total	56,206,000,000	56,206,000,000	56,206,000,000

13.7 Costos de Operación y Mantenimiento

Este costo es calculado en concepto de operación, mantenimiento, trabajos de reparación entre otros como ser costos de personal administrativo, costo de operación de los puestos de peaje, gastos de inspección de seguridad, etc. Estos costos son considerados después de la conclusión de las obras.

Este costo se divide en dos partes principales costos operativos y costos de mantenimiento. Los costos de operación incluyen adquisición de equipos necesarios, salario del personal, energía eléctrica, gastos de comunicación y otros. El costo de mantenimiento incluye todos los gastos de reparación diaria y reparación periódica tales como recapado y tratamiento de superficies, etc. El tiempo de reparación periódica está prevista para cada 10 años.

<Tabla 13-6> Elementos de Operación y Mantenimiento

Costo de Operación	Salario, Guardia, Vehículo
Reparación Diaria	Limpieza de cunetas y otras instalaciones de drenaje, reparación de superficie de rodadura y capa base, señalización de calzada, etc.
Reparación Periódica	Recapado, Tratamientos de Superficie

Para la estimación del costo de operación y mantenimiento de este proyecto se aplicó un costo promedio de 22.100.000 Gs/km/año (costos operativos + costos diarios de reparación + costos periódicos de reparaciones) en base a datos suministrados por el MOPC.

<Tabla 13-7> Costo de Operación y Mantenimiento

(Unidad: Guaraníes)

Descripción	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Costo de Operación y Mantenimiento	80,223,000,000	112,710,000,000	194,922,000,000

13.8 Costos de Pre-Operación

Este costo se divide en 3 componentes. El primero es para la preparación de documentos de contrato, acuerdos, permisos, licencias y otros costos generados previa implementación del proyecto. El segundo elemento se refiere a los gastos de adquisición de cada una de las instalaciones como los equipos e instrumentos para la operación anticipada, y el tercero es un fondo de reserva para el comercial. Este costo incluye el 15% de los costos directos.

13 Estimación de Costos del Proyectos

13.9 Costo Total del Proyecto

El costo total del proyecto por escenario se detalla en la siguiente tabla.

<Tabla 13-8> Costo Total del Proyecto por Escenario

(Unidad: Guaraníes)

Descripción	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Obs.
I. Costo Directo (Costo Neto de Construcción)	629,121,597,723	810,507,465,842	1,334,340,680,545	
A. Movimiento de Suelos	47,253,524,574	65,401,424,674	111,233,188,674	
B. Drenaje y Obras de Arte	21,625,551,149	37,935,470,687	52,510,356,287	
C. Pavimentación	494,572,616,395	611,626,245,945	1,023,272,579,945	
D. Estructuras	20,307,826,081	25,524,916,746	27,844,414,587	
E. Trabajos Auxiliares	45,362,079,524	70,019,407,790	119,480,141,052	
II. Costo Indirecto	364,890,526,679	470,094,330,189	773,917,594,717	
A. Gastos Generales y de Contingencia (I×35%)	220,192,559,203	283,677,613,045	467,019,238,191	
B. Costo de Diseño(I×4%)	25,164,863,909	32,420,298,634	53,373,627,222	
C. Costo de Supervisión (I×4%)	25,164,863,909	32,420,298,634	53,373,627,222	
D. Costo de Pre-Operación (I×15%)	94,368,239,658	121,576,119,876	200,151,102,082	
1. Sub Total (I+II)	994,012,124,402	1,280,601,796,031	2,108,258,275,262	
III. Impuestos (I×10%)	99,401,212,440	128,060,179,603	210,825,827,526	
2. Sub Total (I+II+III)	1,093,413,336,842	1,408,661,975,634	2,319,084,102,788	
IV. Costos de Compensación	56,206,000,000	56,206,000,000	56,206,000,000	
V. Costo de Operación y Mantenimiento	80,223,000,000	112,710,000,000	194,922,000,000	
3. Costo Total del Proyecto (I + II + III + IV + V)	1,229,842,336,842	1,577,577,975,634	2,570,212,102,788	

14. Análisis Económico

14.1 Información general

14.1.1 Método de Enfoque

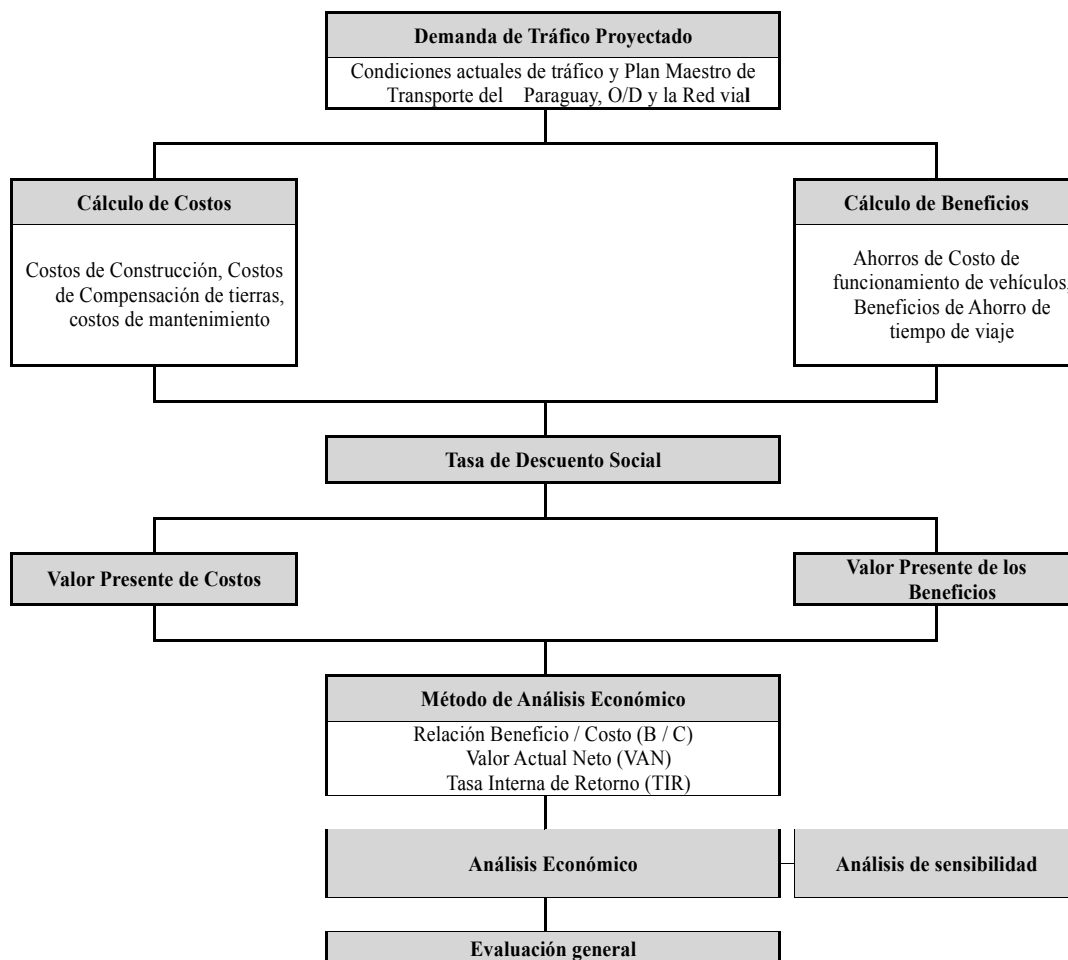
Análisis Económico · es un proceso esencial en la determinación de la idoneidad de inversión de los fondos de inversión mediante la revisión de la eficiencia económica y viabilidad antes del comienzo de los Proyectos de Inversión Pública.

Para este proyecto, análisis económico se realizó mediante el método de análisis de costo-beneficio que es el más ampliamente utilizado en Proyectos de Inversión Pública.

Análisis Económico · se llevó a cabo mediante la selección de Ahorros de Costo de funcionamiento de vehículos, Beneficios de Ahorro de tiempo de viaje para Elementos de Beneficios y Costos de Construcción, Costos de Compensación de tierras, costos de mantenimiento, costos de inversión alternativos, etc, para los elementos de coste.

El proceso general de Análisis Económico es el siguiente.

<Gráfico 14-1> Proceso de Análisis Económico



14.1.2 Criterios de análisis

A Año Base y Periodo de Evaluación

En el estudio de viabilidad económica, ya que el beneficio y el costo se produce en cada período de tiempo diferente, el proceso de correspondencia utiliza la tasa de descuento para convertir cada uno de los valores respectivos en un valor comparable al mismo período de tiempo. En este proyecto, el año base de análisis que se descuenta fue seleccionado para el año 2012, un año antes del inicio del proyecto, y la duración del análisis se establece para que sea 30 años, por los años que el análisis de la demanda, en incrementos de 5 años desde la apertura, se aplicó el beneficio de acuerdo con el pronóstico de la demanda y para los otros años de análisis, estimación de beneficios se aplicó usando los métodos correccionales periódicas. Sin embargo, si hay un proporcionado O/D entonces se asume la tasa de aumento de beneficios de ser 0 para el para el beneficio que se produce después de que el último año, y el mismo beneficio se descuenta y se aplica al análisis económico.

B Descuento Social

Tasa de Descuento es el índice que se utiliza para convertir el valor futuro en el valor actual, que es la herramienta para representar todos los costos y beneficios durante el análisis económico como los precios constantes del año base. La tasa de descuento en los informes de investigación relacionados se revisará. El "Banco Mundial (la tasa de descuento social: Las estimaciones de nueve países de América Latina, 2008)" propuesto del 3,1% en un escenario pesimista, y un 6,9% para el Escenario Optimista como Latinoamérica Promedio tasa de descuento, y en el 「Plan Maestro de Transporte Paraguay」 se aplica el 6,0% para la tasa de descuento. Para este informe de análisis, la tasa de descuento se propone en el plan de instalación de mayor tráfico del Paraguay 's de 「Plan Maestro Transporte de Paraguay」 se consideró apropiado, por lo tanto el mismo 6,0% se aplicó.

14.1.3 Método de análisis

Análisis económico es la base para determinar la conveniencia de la inversión del proyecto desde la perspectiva pública mediante el análisis de los costos y beneficios sobre la base de la demanda de cada alternativa, y para el método de evaluación, la relación beneficio / costo (Relación Costo Beneficio: B / C), el valor actual neto (Valor actual Neto: VAN), Tasa Interna de Retorno (Tasa Interna de retorno: IRR) se utilizaron métodos.

A Relación Beneficio / Costo (B / C)

Relación · Beneficio / Costo se refiere a la relación de la cantidad descontada de Beneficio total y costo total. En otras palabras, es la relación que se obtiene mediante la conversión de los costes y beneficios que se producirán en el futuro dentro de los respectivos valores actuales, y luego dividir el valor presente de los beneficios por el Valor Presente de Costos. En general, cuando la relación beneficio / costo es igual o mayor que 1, entonces se puede determinar a ser económicamente factible.

$$\text{Benefit/Cost Ratio(B/C)} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : Valor presente de los beneficios

C_t : Valor Presente de los Costos

r : Tasa de descuento (la tasa de interés)

n : Duración Años de Proyecto de Transporte. (Periodo de Análisis)

B Valor Actual Neto (VAN)

Valor Actual Neto es el valor que se obtiene deduciendo el coste total del total de beneficios mediante la conversión de todos los costos y beneficios del proyecto para el Valor Presente del Año Base. Y cuando este valor es igual o mayor que 0, se considera para ser económicamente factible.

$$\text{Valor Actual Neto (NPV)} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : Valor presente de los beneficios

C_t : Valor Presente de los Costos

r : Tasa de descuento (la tasa de interés)

n : Duración Años de Proyecto de Transporte. (Período de Análisis)

C Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tasa Interna de Retorno es el método de cálculo de la tasa de descuento donde el valor convertido de Beneficios y Costos en Valor Presente se convierten en lo mismo. En otras palabras, es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea igual a 0, debido a la implementación del proyecto. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa social de descuento, se determina para que sea económicamente viable.

$$\text{Tasa Interna de Retorno (IRR)} : \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : Valor presente de los beneficios

C_t : Valor Presente de los Costos

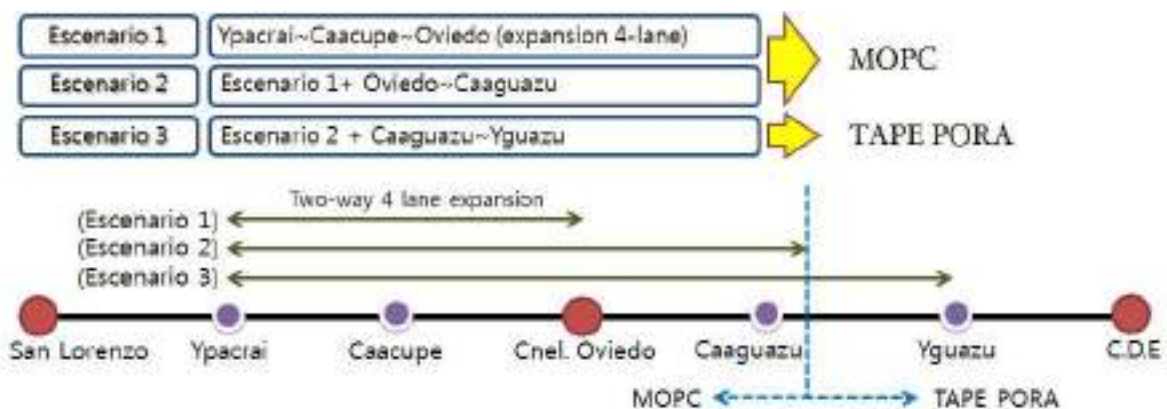
r : Tasa de descuento (la tasa de interés)

n : Duración Años de Proyecto de Transporte. (Período de Análisis)

14.1.4 Configuración de escenarios

El Análisis económico de este proyecto se analizó mediante el establecimiento de los siguientes tres (3) Escenarios.

< Gráfico 14-2> Configuración Escenarios Análisis Económico



14.2 Cálculo de costos

14.2.1 Elementos de costos

Los elementos de costos importantes para las instalaciones de facilidades viales de Proyectos de Inversión son los costos directos, costos indirectos, Diseño y Supervisión de Costos, Costos de Compensación del terreno, los costos de mantenimiento.

<Tabla 14-1> Índice de Evaluación de Análisis Económico y Métodos de aplicación

Elementos de costos				Detalle
Costo	Costos de Proyecto	Costos de Construcción	Costos Directos	Costo de Mano de Obra, Costo de Equipos, Costo de materiales
			Costos Indirectos	Costos Indirectos, Fondo de Reservas, Gastos Varios, Beneficio Rendimiento
			Costo de Diseño y Supervisión	Costo de Diseño, Costo de Supervisión
	Costos de compensación de terrenos		Costo de compras de terrenos, Costos de compensación de Obstrucciones	
	Costos de Mantenimiento		Costos Operativos, Costo de Mantenimiento, Costos de mejoras viales	

14.2.2 Costos de Proyecto

Para los costos del proyecto, los costos de construcción y los costos de compensación de la tierra se incluyen y se aplica la cantidad, IVA excluido.

De los Costos de Compensación por tierra, sólo los costos de compra del terreno se aplican hacia el valor residual, y por el valor residual, que se refleja como un valor negativo (-) de costos en el último año de análisis.

Costos del Proyecto por escenario se ha calculado como se muestra en <Tabla 14-2>.

<Table 14-2> Costos del Proyecto por escenario

(Unit : Gs.)

Categoria		Costos de Construcción	Costos de Compensación	Costos de Proyecto
MOPC Seccion Administrada	Escenario 1	899,643,884,744	56,206,000,000	955,849,884,744
	Escenario 2	1,159,025,676,155	56,206,000,000	1,215,231,676,155
Escenario 3 (MOPC Seccion Administrada + TAPE PORA Seccion Administrada)		1,908,107,173,180	56,206,000,000	1,964,313,173,180

De la Relación aporte anual de los costos del proyecto, en el caso de los costos de construcción, 10%, 20%, 30%, 30%, 10% fue asumido durante los 5 años, y para los gastos de la compensación se ha supuesto que el 30%, 70 % estaban siendo introducidos más de 2 años.

<Tabla 14-3> Costos del proyecto de entrada por Año

(Unit : Gs.)

Categoria		2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Escenario 1	Costo de Construccion	25,164,863,909	87,447,902,083	174,895,804,167	262,343,706,251	262,343,706,251	87,447,902,083	899,643,884,744
	Costo de Compensacion	-	16,861,800,000	39,344,200,000	-	-	-	56,206,000,000
Escenario 2	Costo de Construccion	32,420,298,634	112,660,537,752	225,321,075,505	337,981,613,256	337,981,613,256	112,660,537,752	1,159,025,676,155
	Costo de Compensacion	-	16,861,800,000	39,344,200,000	-	-	-	56,206,000,000
Escenario 3	Costo de Construccion	53,373,627,222	185,473,354,596	370,946,709,192	556,420,063,787	556,420,063,787	185,473,354,596	1,908,107,173,180
	Costo de Compensacion	-	16,861,800,000	39,344,200,000	-	-	-	56,206,000,000

14.2.3 Costo de Mantenimiento

En el caso de Peaje de carreteras, se refiere a los gastos necesarios para el funcionamiento de la Oficina y los gastos relacionados con el mantenimiento y reparación de diversas instalaciones.

Desde los diversos costos de mantenimiento proporcionadas por el MOPC es un costo promedio anual, no se aplicó la tasa de inflación por separado, y se estableció como aporte de cada año. Los costos totales de mantenimiento de los 30 años después de la apertura de la carretera sin tener en cuenta la tasa de descuento es el siguiente.

<Table 14-4> Costos de Mantenimiento

(Unit : Gs.)

Categoria	MOPC seccion Administrada		Escenario 3 (MOPC seccion Administrada + TAPE PORA seccion Administrada)
	Escenario 1	Escenario 2	
Costos de Mantenimiento	80,223,000,000	112,710,000,000	194,922,000,000

Nota : Total de los costos de mantenimiento a través de los 30 años sin tener en cuenta la tasa de descuento

14.3 Cálculo de Beneficios

Beneficios se pueden clasificar en beneficio directo e indirecto de beneficios y beneficio directo se clasifica en beneficio del usuario y de beneficios no usuario.

Beneficio Directo se refiere al beneficio obtenido directamente por el usuario por carretera en relación con la implementación del proyecto, mientras que beneficio indirecto se refiere al efecto dominó que los no usuarios de ganan de la carretera por la implementación del proyecto.

En este proyecto, de los beneficios directos, realista que pueda ser calificada de Beneficios en Ahorros Costo de funcionamiento de Vehículo, se analizarán la valoración de los viajes en el tiempo de verano.

<Tabla 14-5> Tema Análisis de Beneficio general seguido al Proyecto de Inversión Vial

Categoría	Análisis de Beneficio
Beneficio Directo	Reducción de Tiempo de Viaje Ahorros Costo de funcionamiento de Vehículo Reducción de Costos de Accidentes de tránsito Reducción de la Contaminación del Aire y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Reducción de las emisiones de ruido de los vehículos Una fiabilidad mejorada en Tiempo de viaje
Beneficio Indirecto	Efectos de Desarrollo Regional Expansión del volumen del Mercado Reorganización de las estructuras industriales regionales, etc

14.3.1 Beneficios de Ahorro de tiempo de viajes

A Cálculo Unidad de Valoración por Tiempo del viaje

La valoración de los viajes en el tiempo de ahorro se muestra mediante la cuantificación de los terminales positivo (+) Beneficios y negativo (-) Beneficios de Tiempo del viaje Costo que pueden ocurrir cuando los plazos de la demanda y Tráfico cambian después de la implementación del proyecto.

Tiempo del viaje Ahorro de Beneficio se calcula multiplicando el valor de tiempo de viaje al Ahorros Cantidad Tiempo del viaje calculado para la duración de análisis debido a la implementación del proyecto, y el valor de tiempo de viaje se calcula estimando el valor de otros servicios o productos, si el recorrido del vehículo fue un tiempo de aporte en otras actividades productivas.

Para el cálculo de la valoración de viaje en el tiempo de ahorro, se requiere valor de tiempo por conductor de vehículos de pasajeros, Autobuses, Vehículo de carga. En este proyecto, el Valor de Tiempo de Viaje fue estimado a través del resultado de la encuesta de preferencia dirigido a los conductores en las carreteras locales del proyecto para la valoración del tiempo de viaje.

<Table 14-6> Valor de Tiempo de Viaje

(Unit : Gs. / hombre-hora)

Categoría	Vehículos de pasajeros	Buses	Camiones de carga
Valor de Tiempo de Viaje	16,025.7	13,025.7	11 525.7

Notas: Estimado utilizando el F / S Equipo SP (preferencia establecida) datos de la encuesta

B La valoración del tiempo de viaje Método de Cálculo de Ahorros

Tiempo total del viaje se calcula utilizando el tiempo de viaje calculado como el resultado de la demanda de tráfico Resultado del Pronóstico y volumen de Tráfico por tipo de vehículo.

El Costo Total de Tiempo de viaje se calcula por el método para cuando el proyecto se ejecuta y cuando no se ejecuta el proyecto, y la diferencia de esto se calcula como Beneficios de Tiempo de ahorro de viaje.

La ecuación de cálculo para la valoración de los tiempo de viaje de Ahorros (La valoración de los ahorros de tiempo: vots) por cada año de análisis es el siguiente:

$$VOTS = VOT_{UponProjectNon-Implementation} - VOT_{UponProjectImplementation}$$

$$VOT = \left\{ \sum_i \sum_{k=1}^3 (T_{ik} \times P_k \times Q_{ik}) \right\} \times 365$$

T_{ik} = Tiempo de de viaje por vehículo Tipo de enlace i

P_k = Valor de tiempo por tipo de vehículo

Q_{ik} = Cantidad de Tráfico por vehículo Tipo de Enlace i

k = Tipo de vehículo (1: Vehículos de pasajeros, 2: Autobuses, 3: Cargo)

14.3.2 Beneficios de Ahorro de Costos operativos de vehículos

A Por unidad de cálculo de costo operativo de Vehículo

En general, los costos de operación de vehículos se clasifican en costos fijos y costos variables. Los costos variables (costo variable) incluyen costos tales como los costos de combustible, costos aceite del motor, desgaste de los neumáticos y los Costos de daños, los costos de mantenimiento de vehículos, costos de depreciación, etc, y los costos fijos (costo fijo) incluyen costos tales como las primas de seguros, impuestos y los gastos de servicios públicos, etc a medida que cambia según las condiciones de la carretera y las condiciones del tráfico, los costos de operación de vehículos reales se calcularán para cada uno, respectivamente, las condiciones del camino y del tráfico.

Costo de funcionamiento de Vehículo se calcula mediante la aplicación de los gastos de explotación por unidad de vehículo la distancia total de la unidad del vehículo.

Para el costo de operación por unidad de vehículo, los valores de los planes de nivel superior, tales como en el Plan Maestro de Transporte de Paraguay, etc, fueron citados.

<Tabla 14-7> Costo de funcionamiento de Vehículo mediante los pasajeros en Paraguay (2011)
(Unit : Gs./km)

Categoría	Vehiculos de pasajeros	Buses	Cxamiones
Premedio de Costo de operacion de Vehiculo	1,500	5,400	6,600

Fuente : PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE, Mayo 2013

14 Análisis Económico

Citado vehículo Promedio Costo de funcionamiento para el año 2011 se vio compensado por el año 2013, el año base de este proyecto de análisis, utilizando la Tasa de inflación del Paraguay.

<Tabla 14-8> Tasa de inflación Paraguay

Año	2011	2012
Tasa de Inflación	5.60%	4.10%

Fuente : Sistema de Información sobre Inversiones Extranjeras (Corea) (<http://www.ois.go.kr/>)

<Tabla 14-9> Costo de funcionamiento de Vehículo mediante Pasajeros en Paraguay (2013)

(Unit : Gs./km)

Categoría	Vehículo de pasajeros	Buses	Camiones
Costo promedio operativo de vehículo	1,649	5,936	7,255

En "Plan Maestro de Transporte Paraguay", sólo sugiere el Costo promedio sin considerar ningún cambio en el vehículo Costo de funcionamiento como resultado de la velocidad de conducción de los vehículos. El Costo de funcionamiento de Vehículo cambia sensiblemente a las velocidades de operación.

Por lo tanto, en este proyecto, para el cálculo del Costo de funcionamiento del vehículo por medio de los pasajeros en Paraguay, determinado en base a la velocidad, se utilizó el [El Manual de evaluación para inversión de instalaciones de Transporte], utilizados normalmente para el Análisis Económico de la República de Corea.

El Costo de funcionamiento de Vehículo por tipo de vehículo para las velocidades de tráfico como se cita en el Manual de evaluación para inversión de instalaciones de Transporte es el siguiente. Costo de funcionamiento de Vehículo por medio de pasajeros en Paraguay es seguir la tasa de cambio de Costo de funcionamiento de vehículo por tipo de vehículo para las velocidades de tráfico que mostramos a continuación..

<Tabla 14-10> Costo de funcionamiento de Vehículo por tipo de vehículo para cada Velocidad de tráfico - República de Corea

(Unit : KRW/km)

Velocidad del tráfico	Vehículos de pasajeros	Buses	Camiones
10	440.400	758.410	601.310
20	356.450	606.760	463.470
30	302.560	498.490	395.270
40	258.870	424.540	343.420
50	227.080	379.760	314.020
60	209.930	353.580	296.700
70	198.030	339.520	290.200
80	186.080	332.230	292.850
90	180.470	330.490	308.110
100	178.570	339.930	347.080
110	179.540	363.260	-
120	183.150	-	-

Fuente: Manual de evaluación para inversión de instalaciones de Transporte, 2011. Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte

Para la aplicación de los costos de funcionamiento del medio en velocidad antes citado a los costos operativos promedio del Paraguay, los costos de la operación promedio según el tipo de vehículo de velocidad fue estimada.

<Tabla 14-11> Costos operativos promedio según el tipo de vehículo por velocidad - República de Corea

(Unit : KRW/km)

Category	Passenger Vehicles	Buses	Truck
Operating Costs Average	241.761	393.914	304.369

Operating Costs change rate was estimated for Speed based on the Operating Costs Average by Vehicle Type.

<Table 14-12> Vehicle Operating Cost Change Rate for Speed by Vehicle Type to Operating Costs Average

Velocidad del trafico	Vehiculo de Pasajeros	Buses	Camiones
Promedio de Costo Operativo (valor referencial)	1(=241.761)	1(=393.914)	1(=304.369)
10	1.822	1.925	1.976
20	1.474	1.540	1.523
30	1.251	1.265	1.299
40	1.071	1.078	1.128
50	0.939	0.964	1.032
60	0.868	0.898	0.975
70	0.819	0.862	0.953
80	0.770	0.843	0.962
90	0.746	0.839	1.012
100	0.739	0.863	1.140
110	0.743	0.922	-
120	0.758	-	-

14 Análisis Económico

Costos de Operación De Paraguay por Tipo de vehículo por velocidad se estimó mediante el uso de los costos promedio de operación por el método de pasajeros de Paraguay en 2013 y las tasas de cambios de Costos Operativos por tipo de vehículo para velocidad.

<Table 14-13> Costos de operación vehicular por tipo de vehículo para la velocidad en Paraguay

(Unit : Gs./km)

Velocidad de trafico	Vehiculos de Pasajeros	Buses	Camiones
Promedio de costos Operativos (Valor referencial)	1,649	5,936	7,255
10	3,003.774	11,429.069	14,333.635
20	2,431.188	9,143.738	11,047.895
30	2,063.628	7,512.133	9,422.188
40	1,765.638	6,397.723	8,186.222
50	1,548.813	5,722.898	7,485.404
60	1,431.840	5,328.372	7,072.541
70	1,350.675	5,116.490	6,917.598
80	1,269.170	5,006.632	6,980.767
90	1,230.906	4,980.410	7,344.525
100	1,217.947	5,122.669	8,273.467
110	1,224.563	5,474.247	-
120	1,249.185	-	-

B Método de Cálculo de Beneficios de Ahorro de Costo de funcionamiento de Vehículo

Vehicle Operating Cost Savings Benefit is calculated by calculating the difference between the Vehicle Operating Cost upon Project Non-Implementation and the Vehicle Operating Cost upon Project Implementation.

In this project, the Vehicle Operating Cost savings effect occurs as the Traffic Speeds increase through alignment improvement and expansion of the road.

The Formula for calculation of Savings Benefit (The Valuation of Vehicle Operating Vehicle Operating Costs Savings : VOCS) for each analysis year's Vehicle Operating Cost is as follows.

El Beneficio de Ahorro Costo de funcionamiento de Vehículo se calcula mediante el cálculo de la diferencia entre el Costo de funcionamiento del vehículo de la No implementación del Proyecto y el Costo de funcionamiento de Vehículo sobre la Implementación del Proyecto.

En este proyecto, el efecto de ahorro de Costo de funcionamiento de vehículos se produce cuando las velocidades de tráfico aumentan a través del mejoramiento de alineación y la expansión de la carretera.

La fórmula para el cálculo de los ahorros en los beneficios (la valoración de la Operación vehículo y Ahorro de Costos de Operación de Vehículo: COV) para el Costo de funcionamiento de vehículo de cada año de análisis es el siguiente.

$$VOCS = VOC_{\text{Con Project NonImplementation}} - VOC_{\text{Con Project Implementation}}$$

$$VOC = \sum_k \sum_{k=1}^3 (D_k \times VT_k \times 365)$$

D_k - Vehicle · km para vehículo Tipo de enlace 1.

VT_k - Costo de funcionamiento de Vehículo por tipo de vehículo para la velocidad respectiva

k - tipo de vehículo (1:PassVehículos de pasajeros, 2:Buses, 3: Camiones)

14 Análisis Económico

14.4 Resultados de el Análisis Económico

Los resultados del análisis económico determinó que si el beneficio/costo (B/C) es superior a 1,0, el valor actual neto (VAN) es un valor positivo (+), la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor que la tasa de descuento aplicada (Base 6,0%), entonces tiene viabilidad económica.

Como resultado del Análisis Económico, el Escenario 1 (Ampliación del MOPC Gestionando la Sección de Oviedo) con Costo total del descuento del Gs.736.785.021.663, Beneficio Descuento total de Gs.1.165.691.703.723 resultando en B/C 1,58, VPN Gs.428.906.682.060, IRR 9,75%, fue analizada que tendrá viabilidad económica.

Para el Escenario 2 (Ampliación de todas las secciones del MOPC) es un Descuento Total de Costo Gs.940.876.810.951, Total Descuento Beneficio Gs.956.204.293.945 a B/C 1,02, VPN Gs.15.327.462.993, TIR 6,13% fue analizada para tener viabilidad económica.

Por otra parte, en el escenario 3 (Expansión de todas las secciones de la Sección Tape Pora), el Coste Total de descuento es igual a Gs. 1.526.741.187.573, el Descuento de Beneficio total es igual Gs.1.057.754.395.938, el B/C 0,69, VPN GS. -468.986.791.634, TIR 3,33 % se analizó la falta de viabilidad económica.

<Tabla 14-14> Análisis Económico Resultado por Escenarios

(Unit : Gs.)

Categoría	Seccion Gesitonada por el MOPC		Escenario 3 (Seccion Gesitonada por el MOPC + Seccion Gesitonada por TAPE PORA)
	Escenario 1 (San Lorenzo ~ Cnel. Oviedo)	Escenario 2 (San Lorenzo ~ Caaguazu)	
Total de Descuento en Costo	736,785,021,663	940,876,810,951	1,526,741,187,573
Total de Descuento en Beneficio	1,165,691,703,723	956,204,293,945	1,057,754,395,938
B/C	1.58	1.02	0.69
NPV	428,906,682,060	15,327,462,993	-468,986,791,634
IRR(%)	9.75	6.13	3.33

Notas: tasa de descuento aplicada del 6,0%

<Tabla 14-15> Escenario 1 Resultado de Análisis Económico

(Unit : million Gs.)

Categoría	Costo (Cost)			Beneficio(Benefit)			VALOR Presente		
	Costos de Proyecto	Costos de Mantenimiento	Total Costo	Tiempo de Viaje	Costo Operativo	Total Beneficio	Descuento de Costo	Descuento de Beneficio	Beneficio Neto
2015	25,164.9		25,164.9				22,396.6		-22,396.6
2016	104,309.7		104,309.7				87,580.4		-87,580.4
2017	214,240.0		214,240.0				169,698.1		-169,698.1
2018	262,343.7		262,343.7				196,038.5		-196,038.5
2019	262,343.7		262,343.7				184,942.0		-184,942.0
2020	87,447.9		87,447.9				58,157.8		-58,157.8
2021		2,674.1	2,674.1	68,623.0	36,567.7	105,190.8	1,677.8	65,998.0	64,320.2
2022		2,674.1	2,674.1	71,526.7	35,618.1	107,144.8	1,582.8	63,418.9	61,836.1
2023		2,674.1	2,674.1	74,553.3	34,693.1	109,246.4	1,493.2	61,002.6	59,509.4
2024		2,674.1	2,674.1	77,708.0	33,792.1	111,500.1	1,408.7	58,736.9	57,328.2
2025		2,674.1	2,674.1	80,996.2	32,914.5	113,910.7	1,328.9	56,610.1	55,281.2
2026		2,674.1	2,674.1	84,423.4	32,059.8	116,483.2	1,253.7	54,611.9	53,358.1
2027		2,674.1	2,674.1	87,995.7	31,227.2	119,222.9	1,182.8	52,732.4	51,549.7
2028		2,674.1	2,674.1	91,719.2	30,416.2	122,135.4	1,115.8	50,962.8	49,847.0
2029		2,674.1	2,674.1	95,600.2	29,626.3	125,226.5	1,052.6	49,295.0	48,242.3
2030		2,674.1	2,674.1	99,645.5	28,856.9	128,502.4	993.1	47,721.2	46,728.2
2031		2,674.1	2,674.1	102,378.6	27,625.7	130,004.3	936.9	45,546.2	44,609.3
2032		2,674.1	2,674.1	105,186.6	26,447.1	131,633.7	883.8	43,506.7	42,622.8
2033		2,674.1	2,674.1	108,071.7	25,318.7	133,390.4	833.8	41,591.8	40,758.0
2034		2,674.1	2,674.1	111,036.0	24,238.5	135,274.4	786.6	39,791.7	39,005.1
2035		2,674.1	2,674.1	114,081.5	23,204.4	137,285.8	742.1	38,097.5	37,355.4
2036		2,674.1	2,674.1	117,210.5	22,214.3	139,424.9	700.1	36,501.1	35,801.0
2037		2,674.1	2,674.1	120,425.4	21,266.6	141,692.0	660.4	34,994.9	34,334.4
2038		2,674.1	2,674.1	123,728.5	20,359.2	144,087.7	623.1	33,572.2	32,949.2
2039		2,674.1	2,674.1	127,122.1	19,490.6	146,612.7	587.8	32,227.0	31,639.2
2040		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	554.5	30,953.4	30,398.9
2041		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	523.1	29,201.3	28,678.2
2042		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	493.5	27,548.4	27,054.9
2043		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	465.6	25,989.1	25,523.5
2044		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	439.2	24,518.0	24,078.7
2045		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	414.4	23,130.2	22,715.8
2046		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	390.9	21,820.9	21,430.0
2047		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	368.8	20,585.8	20,217.0
2048		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	347.9	19,420.5	19,072.6
2049		2,674.1	2,674.1	130,608.9	18,659.0	149,267.9	328.2	18,321.3	17,993.0
2050	-56,206.0	2,674.1	-53,531.9	130,608.9	18,659.0	149,267.9	-6,198.6	17,284.2	23,482.8
Total	899,643.9	80,223.0	979,866.9	3,298,730.1	741,186.3	4,039,916.4	736,785.0	1,165,691.7	428,906.7

14 Análisis Económico

<Tabla 14-16> Escenario 2 Resultado de Análisis Económico

(Unit : million Gs.)

Categoría	Costo (Cost)			Beneficio(Benefit)			VALOR Presente		
	Costos de Proyecto	Costos de Mantenimiento	Total Costo	Tiempo de Viaje	Costo Operativo	Total Beneficio	Descuento de Costo	Descuento de Beneficio	Beneficio Neto
2015	32,420.3		32,420.3				28,854.0		-28,854.0
2016	129,522.3		129,522.3				108,749.5		-108,749.5
2017	264,665.3		264,665.3				209,639.7		-209,639.7
2018	337,981.6		337,981.6				252,559.5		-252,559.5
2019	337,981.6		337,981.6				238,263.7		-238,263.7
2020	112,660.5		112,660.5				74,925.7		-74,925.7
2021		3,757.0	3,757.0	79,793.0	10,097.7	89,890.7	2,357.2	56,398.6	54,041.4
2022		3,757.0	3,757.0	83,092.6	8,419.6	91,512.2	2,223.8	54,165.9	51,942.2
2023		3,757.0	3,757.0	86,528.7	6,741.4	93,270.1	2,097.9	52,081.5	49,983.7
2024		3,757.0	3,757.0	90,106.9	5,063.2	95,170.1	1,979.1	50,134.4	48,155.3
2025		3,757.0	3,757.0	93,833.1	3,385.0	97,218.1	1,867.1	48,314.4	46,447.3
2026		3,757.0	3,757.0	97,713.3	1,706.8	99,420.1	1,761.4	46,612.0	44,850.6
2027		3,757.0	3,757.0	101,754.0	28.7	101,782.7	1,661.7	45,018.6	43,356.8
2028		3,757.0	3,757.0	105,961.8	-1,649.5	104,312.3	1,567.7	43,525.9	41,958.2
2029		3,757.0	3,757.0	110,343.6	-3,327.7	107,015.9	1,478.9	42,126.4	40,647.5
2030		3,757.0	3,757.0	114,906.6	-6,684.1	108,222.5	1,395.2	40,190.0	38,794.8
2031		3,757.0	3,757.0	118,008.9	-7,986.4	110,022.5	1,316.2	38,545.7	37,229.5
2032		3,757.0	3,757.0	121,194.9	-9,542.4	111,652.5	1,241.7	36,902.6	35,660.9
2033		3,757.0	3,757.0	124,467.0	-11,401.7	113,065.3	1,171.5	35,254.3	34,082.8
2034		3,757.0	3,757.0	127,827.4	-13,623.2	114,204.2	1,105.1	33,593.8	32,488.6
2035		3,757.0	3,757.0	131,278.5	-16,277.5	115,001.0	1,042.6	31,913.4	30,870.8
2036		3,757.0	3,757.0	134,822.8	-19,449.0	115,373.9	983.6	30,204.6	29,221.0
2037		3,757.0	3,757.0	138,462.8	-23,238.4	115,224.4	927.9	28,458.0	27,530.1
2038		3,757.0	3,757.0	142,201.1	-27,766.1	114,435.0	875.4	26,663.2	25,787.8
2039		3,757.0	3,757.0	146,040.3	-33,176.0	112,864.2	825.8	24,808.7	23,982.9
2040		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	779.1	22,881.6	22,102.5
2041		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	735.0	21,586.4	20,851.5
2042		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	693.4	20,364.6	19,671.2
2043		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	654.1	19,211.9	18,557.7
2044		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	617.1	18,124.4	17,507.3
2045		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	582.2	17,098.5	16,516.3
2046		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	549.2	16,130.6	15,581.4
2047		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	518.1	15,217.6	14,699.5
2048		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	488.8	14,356.2	13,867.4
2049		3,757.0	3,757.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	461.1	13,543.6	13,082.5
2050	-56,206.0	3,757.0	-52,449.0	149,983.1	-39,640.0	110,343.1	-6,073.2	12,777.0	18,850.2
Total	1,159,025.7	112,710.0	1,271,735.7	3,798,151.4	-574,719.4	3,223,432.0	940,876.8	956,204.3	15,327.5

<Tabla 14-17> Escenario 3 Resultado de Análisis Económico

(Unit : million Gs.)

Categoría	Costo (Cost)			Beneficio(Benefit)			VALor Presente		
	Costos de Proyecto	Costos de Mantenimiento	Total Costo	Tiempo de Viaje	Costo Operativo	Total Beneficio	Descuento de Costo	Descuento de Beneficio	Beneficio Neto
2015	53,373.6		53,373.6				47,502.3		-47,502.3
2016	202,335.2		202,335.2				169,884.5		-169,884.5
2017	410,290.9		410,290.9				324,988.8		-324,988.8
2018	556,420.1		556,420.1				415,789.4		-415,789.4
2019	556,420.1		556,420.1				392,254.2		-392,254.2
2020	185,473.4		185,473.4				123,350.4		-123,350.4
2021		6,497.4	6,497.4	112,513.9	-11,461.0	101,052.8	4,076.5	63,401.8	59,325.2
2022		6,497.4	6,497.4	116,675.3	-13,215.4	103,459.9	3,845.8	61,237.7	57,391.9
2023		6,497.4	6,497.4	120,990.6	-15,238.3	105,752.3	3,628.1	59,051.5	55,423.4
2024		6,497.4	6,497.4	125,465.5	-17,570.8	107,894.6	3,422.7	56,837.6	53,414.8
2025		6,497.4	6,497.4	130,105.9	-20,260.4	109,845.5	3,229.0	54,589.8	51,360.8
2026		6,497.4	6,497.4	134,918.0	-23,361.7	111,556.2	3,046.2	52,301.9	49,255.7
2027		6,497.4	6,497.4	139,908.0	-26,937.7	112,970.3	2,873.8	49,966.9	47,093.0
2028		6,497.4	6,497.4	145,082.6	-31,061.1	114,021.4	2,711.1	47,577.2	44,866.0
2029		6,497.4	6,497.4	150,448.5	-35,815.7	114,632.8	2,557.7	45,124.8	42,567.1
2030		6,497.4	6,497.4	156,013.0	-41,298.1	114,714.9	2,412.9	42,601.0	40,188.1
2031		6,497.4	6,497.4	160,943.3	-44,488.9	116,454.4	2,276.3	40,799.1	38,522.8
2032		6,497.4	6,497.4	166,029.4	-47,926.2	118,103.2	2,147.5	39,034.6	36,887.2
2033		6,497.4	6,497.4	171,276.2	-51,629.1	119,647.1	2,025.9	37,306.5	35,280.6
2034		6,497.4	6,497.4	176,688.8	-55,618.1	121,070.7	1,911.2	35,613.6	33,702.4
2035		6,497.4	6,497.4	182,272.5	-59,915.3	122,357.2	1,803.1	33,954.7	32,151.7
2036		6,497.4	6,497.4	188,032.6	-64,544.5	123,488.1	1,701.0	32,328.9	30,627.9
2037		6,497.4	6,497.4	193,974.8	-69,531.3	124,443.4	1,604.7	30,734.9	29,130.1
2038		6,497.4	6,497.4	200,104.7	-74,903.5	125,201.2	1,513.9	29,171.7	27,657.8
2039		6,497.4	6,497.4	206,428.3	-80,690.7	125,737.6	1,428.2	27,638.4	26,210.2
2040		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	1,347.4	26,133.9	24,786.6
2041		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	1,271.1	24,654.6	23,383.5
2042		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	1,199.1	23,259.1	22,059.9
2043		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	1,131.3	21,942.5	20,811.3
2044		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	1,067.2	20,700.5	19,633.3
2045		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	1,006.8	19,528.8	18,522.0
2046		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	949.8	18,423.4	17,473.5
2047		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	896.1	17,380.5	16,484.5
2048		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	845.3	16,396.7	15,551.4
2049		6,497.4	6,497.4	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	797.5	15,468.6	14,671.1
2050	-56,206.0	6,497.4	-49,708.6	212,951.8	-86,925.1	126,026.8	-5,755.9	14,593.0	20,349.0
Total	1,908,107.2	194,922.0	2,103,029.2	5,320,341.8	-1,741,643.6	3,578,698.2	1,526,741.2	1,057,754.4	-468,986.8

14.5 Analisis de Sensibilidad

In the Benefit and Cost Calculations of the Economic Evaluation used in order to assess the Economic Feasibility, there exists much uncertainties. Sensitivity Analysis(Sensitivity Analysis) is the process of making the predictions of situation changes, the final Feasibility Assessment Result did not predict, by altering various variables that are used in the Feasibility Assessment process; and major modification items are Traffic Demand, Construction Costs, Discount Rates, etc.

In this project, the Sensitivity Analysis is conducted through the method of changing the Cost, Benefit, Discount Rate. Sensitivity Analysis is conducted by changing the The Cost and Benefit from the -20% to +20% range in 10% increments, and changing the Discount Rate from 4% to 8% in 1% increments.

En los cálculos de costos y beneficios de la evaluación económica utilizado con el fin de evaluar la viabilidad económica, existe mucha incertidumbre. Análisis de sensibilidad (Sensitivity Analysis) es el proceso de hacer las predicciones de la situaciones de cambios, El resultado final de la Evaluación de Factibilidad no lo predice, mediante la alteración de diversas variables que son utilizadas en el proceso de evaluación de factibilidad, y los principales elementos de modificación son la demanda de tráfico, costos de construcción, Tasas de descuento, etc

En este proyecto, el análisis de sensibilidad se realizó mediante el método de cambiar el costo, los beneficios, la tasa de descuento. Análisis de sensibilidad se realiza cambiando el costo y beneficio del -20% a +20% en incrementos del 10%, y el cambio de la tasa de descuento del 4% al 8% en incrementos del 1%.

<TABLA 14-18> Criterios de aplicación de Análisis de sensibilidad para el Análisis de Viabilidad Económica

Categoría	Alcance de la Aplicacion
Costo Aumento / Disminución	-20%, -10%, +10%, +20%
Beneficio Aumento / Disminución	-20%, -10%, +10%, +20%
Tasa de Descuento	4.0%, 5.0%, 7.0%, 8.0%

* Análisis de sensibilidad Los resultados para cada escenario es el siguiente.

<Tabla 14-19> Escenario 1 Resultado de Analisis de Sensibilidad

Categoria		B/C	NPV(Gs.)	IRR(%)
Costo Aumento / Disminución	-20%	1.98	576,263,686,392	11.86
	-10%	1.76	502,585,184,226	10.72
	+10%	1.44	355,228,179,894	8.91
	+20%	1.32	281,549,677,727	8.17
Beneficio Aumento / Disminución	-20%	1.27	195,768,341,315	7.83
	-10%	1.42	312,337,511,688	8.82
	+10%	1.74	545,475,852,432	10.62
	+20%	1.90	662,045,022,804	11.46
Tasa de Descuento	4.0%	2.10	893,713,116,024	9.75
	5.0%	1.82	631,185,697,244	9.75
	7.0%	1.39	272,443,668,527	9.75
	8.0%	1.23	151,048,322,811	9.75

<Tabla 14-20> Escenario 2 Resultado de Analisis de Sensibilidad

Categoria		B/C	NPV(Gs.)	IRR(%)
Costo Aumento / Disminución	-20%	1.27	203,502,825,183	7.94
	-10%	1.13	109,415,144,089	6.96
	+10%	0.92	-78,760,218,102	5.40
	+20%	0.85	-172,847,899,197	4.76
Beneficio Aumento / Disminución	-20%	0.81	-175,913,391,796	4.47
	-10%	0.91	-80,292,964,401	5.32
	+10%	1.12	110,947,890,388	6.88
	+20%	1.22	206,568,317,782	7.59
Tasa de Descuento	4.0%	1.34	348,164,450,491	6.13
	5.0%	1.16	158,911,392,163	6.13
	7.0%	0.90	-93,570,423,422	6.13
	8.0%	0.79	-175,972,856,832	6.13

<Tabla 14-21> Escenario 3 Resultado de Analisis de Sensibilidad

Categoria		B/C	NPV(Gs.)	IRR(%)
Costo Aumento / Disminución	-20%	0.87	-163,638,554,120	4.91
	-10%	0.77	-316,312,672,877	4.06
	+10%	0.63	-621,660,910,391	2.69
	+20%	0.58	-774,335,029,149	2.13
Beneficio Aumento / Disminución	-20%	0.55	-680,537,670,822	1.87
	-10%	0.62	-574,762,231,228	2.63
	+10%	0.76	-363,211,352,041	3.99
	+20%	0.83	-257,435,912,447	4.61
Tasa de Descuento	4.0%	0.91	-155,776,075,800	3.33
	5.0%	0.79	-336,545,067,754	3.33
	7.0%	0.61	-565,016,528,340	3.33
	8.0%	0.54	-633,492,096,929	3.33

14.6 La determinación del período óptimo de inversión

Determinación del período óptimo de inversión se lleva a cabo para analizar el cambio en la viabilidad económica en función del cambio en el período de inversión para pronosticar el tiempo óptimo para maximizar el efecto de inversión para determinar el período óptimo de inversión, porque el método de análisis, se es el tiempo diferencial Análisis y la Tasa de primer año del Método retorno.

Tiempo Método de Análisis diferencial es la manera de encontrar su año posponiendo el año de ejecución del proyecto, 1 año por vez hasta que el valor actual neto (VAN) se convierte en el máximo. Al comparar el valor actual neto (VAN) del proyecto si se llevó a cabo en el primer año y segundo año, y si la puesta en práctica en el segundo año es más beneficioso, entonces el segundo año se compara con el tercer año que hasta el año que el VAN es el máximo.

Primer Año Tasa de retorno del método es un método de encontrar el año en que el primer año la tasa de rentabilidad después de la finalización del proyecto es superior a la tasa de descuento aplicada.

En este proyecto, Método de análisis por el primer año Tasa de Retorno Método debía ser aplicada, y el período de apertura óptimo y la Tasa Primer año del retorno como el resultado del análisis es el siguiente.

<Tabla 14-22> El resultado de la apertura óptima del Periodo de Análisis utilizando la Tasa del Primer año del Método de Retorno (FYRR)

Categoria	Periodo optimo de Apertura	Primer año Tasa de rendimiento (FYRR)	Notas
Escenario 1	Year 2021	9.18%	Tasa de descuento aplicado 6,0%
Escenario 2	Year 2021	6.18%	Tasa de descuento aplicado 6,0%
Escenario 3	-	-	Tasa de descuento aplicado 6,0%

Capítulo 15. Análisis financiero

15.1 Resumen

El Análisis financiero es un proceso fundamental para la mejora de la viabilidad financiera del proyecto y consiste en revisar si existe algún riesgo para la estabilidad financiera antes de la implementación de un proyecto de carreteras de grandes dimensiones, así como investigar el plan de financiación óptimo al invertir en el proyecto y la asociación de elementos públicos y privados más eficaz, además de la necesidad de soporte por parte del gobierno.

• **El Análisis financiero incluye los siguientes elementos:**

- Costos previos, diseño, construcción, sistema de cobro para los peajes, costos de mantenimiento y costos de explotación en el sistema vial
- Impuestos de los gobiernos regional y nacional
- Partidas detalladas correspondientes a los gastos totales para la financiación (también deberán incluirse los costos de intereses durante el período de construcción)
- Duración del período de construcción
- Préstamo de fondos y origen de los fondos financiados, componentes del préstamo, devolución de los fondos prestados, flujo de capitales, plan de devolución de los fondos prestados derivados de la construcción y explotación de la estructura vial
- Carta de opinión de la organización financiera (precontratos), financiación que se prevé brindar, monto y características de los fondos prestados

• **El proceso para el análisis financiero es el siguiente:**

- Confirmar la configuración básica, como por ejemplo el momento de realizar el análisis, la tasa de inflación, el tipo de interés y el período de construcción
- Cálculo de los costos totales del proyecto
- Determinar el volumen de tráfico y los costos de transporte estándar
- Analizar el flujo de caja anual
- Cálculo de la porción de beneficios del proyecto

15.2 Evaluación de la viabilidad financiera

15.2.1 Conditions set for Analyzing Suitability of PPP project

La evaluación financiera fue implementada en los siguientes escenarios cuyo valor de C/B es más de 1.0 según los resultados de la evaluación económica:

- Escenario 1: San Lorenzo a Coronel Oviedo (L = 121)
- Escenario 2: San Lorenzo a Caaguazu (L = 170)

15 Análisis financiero

Financial ability of this project was analyzed by setting the following main items;

<Tabla 15-1> **Condiciones para el análisis financiero empresarial de BTO**

Elementos	Contenido
Año base para el análisis	Año 2013
Diseño y período de construcción	Años 2015 a 2020
Duración del proyecto	Años 2021 a 2050 (30 años)
Tasa de inflación	4,0% (tasa de inflación media de los últimos 5 años)
Costos de construcción (IVA no incluido)	Costos directos de construcción (civiles + otros costos de construcción (obras/electricidad/iluminación) + oficinas) Fondos de reserva Costos de diseño y supervisión
Costo total del proyecto	Costos de construcción + Costos de compensación + Costos de mantenimiento + Costos de administración previa
Costo total invertido	Costo total del proyecto + Costo de inflación + Intereses de construcción
Tasa de descuento real	6%
Tarifa por tipo de vehículo	Tarifa de Peaje aplicada por TAPE PORA S.A.
Subsidios del gobierno	Principal sin devolver (tipo de interés del 0%) aplicado a NPV
Método de explotación del proyecto	PPP capital privado = 30capital de otras fuentes 70
Beneficios de peajes	Tráfico por tipo de vehículo x costo por tipo de vehículo x número de peajes

15.2.2 Paraguay Public-Private Partnership (PPP law) Review

A Contenido legal principal

La ley N.º 5102 entró en vigencia en noviembre de 2013 con el fin de contribuir a la inversión en PPP de Paraguay.

Esta ley cuenta con un total de 57 provisiones y se prevé que los reglamentos detallados sobre la implementación queden establecidos en 120 días a partir del día de la entrada en vigencia (Provisión 53).

Esta ley fue redactada a partir de los casos de PPP de Colombia, México, Uruguay, Chile, Perú, Brasil y España (Referencias legales).

B Sistema de contrato de PPP

• Período

- La duración del contrato, incluidas las ampliaciones, será de un máximo de 30 años (Artículo g de la Provisión 2)

• Costo del proyecto

- El contrato de PPP se refiere a la orden de construcción de un sistema público y de infraestructuras, y solo se aplica a los contratos que tengan un valor actual mínimo de unos 5 millones USD (Provisión 3).

- Esta ley, la provisión 3, limita el costo mínimo del proyecto a 12.500 veces el pago mínimo mensual del peón de obra; así, en el primer trimestre de 2013, el pago mínimo fue de unos 399,5 USD que, multiplicado por 12.500, daría un total de 4.993.750 USD.
- Si el alcance del proyecto incluye las organizaciones regionales, el gobierno regional pagará un 2% del costo; si se incluyen diversas organizaciones, la proporción deberá decidirse mediante el ratio de cobertura del terreno (Provisión 12).

• El propio solicitante

- Diversos solicitantes pueden tener un contrato como una única organización; además, el MOPC podrá participar como inversor (Provisión 7), mientras que la organización receptora solo podrán ser organizaciones externas (Provisión 18).
- La organización receptora tendrá derecho a la explotación de parte del proyecto si así lo aprueba el solicitante (Provisión 29).

C Procedimientos clave del contrato de PPP

El solicitante deberá obtener una carta de opinión previa de parte de STP y del Ministerio de finanzas para una auditoría previa a la celebración del contrato (Provisión 17).

El solicitante posee derechos plenos para la licitación, siempre que estos respeten los principios (Provisión 20); los procedimientos de licitación deberán notificarse oficialmente al menos 60 días antes del inicio (Provisión 20).

El licitador deberá abonar la tasa de garantía para el mantenimiento de la licitación así como la tasa de garantía de implementación del contrato (Provisión 26).

La organización receptora deberá establecer la oficina local en Paraguay durante el período del contrato (Provisión 27).

Podrá solicitarse una nueva licitación en un plazo de 5 días a partir de la fecha en que se tomó la decisión, y el solicitante deberá responder a la solicitud en un plazo de 15 días (Provisión 25).

Si se producen dificultades de carácter no negociable, el solicitante podrá tener la explotación durante un máximo de 60 días, así como ampliar la duración en una única ocasión (Provisión 35).

Toda reclamación civil presentada oficialmente deberá ser atendida por la organización receptora en un plazo de 15 días (Provisión 42).

D Procedimientos del proyecto de PPP e iniciativa privada (en caso de ser presentados primero por los privados)

La empresa privada deberá enviar la propuesta de PPP a la organización (Artículo 1 de la Provisión 49).

El solicitante deberá tomar una decisión sobre su aceptación en un plazo de 60 días (Artículo 2 de la Provisión 49).

Tras la aprobación por parte del solicitante y la aprobación como proyecto público, se llevará a cabo el análisis de viabilidad (Artículo 3 de la Provisión 49).

15 Análisis financiero

Aunque la apruebe el solicitante, la propuesta deberá presentarse igualmente a licitación (Artículo 4 de la Provisión 49).

Sin embargo, los participantes privados presentados deberán recibir de un 3 a un 10% de puntos adicionales para la licitación y, en el caso de que diversos participantes privados se presenten en igualdad de condiciones, se otorgará un 3 de puntos adicionales al que se presente primero (Provisión 50).

No deberá revelarse ningún tipo de información hasta que no se apruebe oficialmente el proyecto presentado (Provisión 51).

E Significado y efecto esperado de la ley

Esta ley establece por primera vez que la plataforma jurídica para la empresa privada puede participar en los contratos de PPP en proyectos de infraestructuras de Paraguay.

En especial deberá evaluarse la posibilidad de implementar una ley de PPP más oficial y exhaustiva tomando en consideración otros casos de países vecinos.

Asimismo, se establece que el riesgo de los proyectos quedará repartido entre manos privadas y públicas (Provisión 4) y se aplica la política de la "garantía de consecución de beneficios mínimos" en contratos de PPP (Provisión 28), con el fin de garantizar unos beneficios estables para la empresa privada. Esta ley pretende, por lo tanto, estimular la inversión activa de las empresas privadas y la colaboración con Paraguay.

15.3 Cálculo del costo total del proyecto

El costo total del proyecto aplicado al análisis económico será diferente del aplicado al análisis financiero, puesto que este último incluirá impuestos adicionales y cuotas de seguros de los inversores privados.

El costo total del proyecto incluye los costos de construcción (costos directos de construcción, costos indirectos, costos de diseño y supervisión), costos de compensación, costos de mantenimiento e impuestos, entre otros.

15.3.1 Construction cost

Los costos de construcción se basan en los calculados en el análisis económico.

<Table 15-2> Costos de construcción

(Unidad:Gs)

Elementos	Escenario 1	Escenario 2	Observaciones
Costos de mano de obra para trabajos de tierras	47,253,524,574	65,401,424,674	
Costos de mano de obra de fontanería	21,625,551,149	37,935,470,687	
Costos de mano de obra de empacado	494,572,616,395	611,626,245,945	
Costos de mano de obra para trabajos de estructuras	20,307,826,081	25,524,916,746	
Costos de mano de obra para trabajos de pilotes	45,362,079,524	70,019,407,790	
Fondos de reserva	220,192,559,203	283,677,613,045	
Costos de diseño y supervisión	50,329,727,818	64,840,597,268	
Total	899,643,884,744	1,159,025,676,155	

15.3.2 Land and Structure Compensation Costs

Se trata de los costos para compensar los daños ocasionados al terreno y a la estructura necesarios para el funcionamiento del proyecto. Los aplicados al análisis económico se usarán como Costos de compensación, mientras que en el análisis financiero se prevé que el gobierno los financie en su totalidad.

<Tabla 15-3> Costos de compensación

Elementos	Costos de terreno	Costos de compensación	Total	Observaciones
Escenario 1	51,866,000,000	4,340,000,000	56,206,000,000	
Escenario 2	51,866,000,000	4,340,000,000	56,206,000,000	

15.3.3 Pre-management cost

Se trata de los costos generados con anterioridad al funcionamiento real del proyecto e incluyen la administración, funcionamiento, preparación del contrato, aceptación, licencia y aprobación, así como otros costos de administración diversos. Se incluyen los costos de equipamiento relacionados con el establecimiento de equipos de gestión estructural y diseño, así como los costos de preparación de las operaciones. Se calcula que los costos de administración previa corresponderán a un 15% de los costos directos.

15.3.4 Total Project Costs

A continuación se resumen todos los costos necesarios desde el periodo de diseño hasta la finalización del proyecto:

<Tabla 15-4> Costos de construcción

(Unidad: Gs)

Elementos	Escenario 1	Escenario 2	Observaciones
I. Costos directos (costos de construcción puros)	629,121,597,723	810,507,465,842	
II Costos indirectos			
A. Fondos de reserva (Costos directos x 35)	220,192,559,203	283,677,613,045	
B. Costos de diseño (Costos directos x 4)	25,164,863,909	32,420,298,634	
C. Costos de supervisión (Costos directos x 4)	25,164,863,909	32,420,298,634	
D. Costos de administración previa (Costos directos x 15)	94,368,239,658	121,576,119,876	
III Subtotal (I+ II)	994,012,124,402	1,280,601,796,031	
IV. Impuesto sobre el valor añadido (IIIx 10)	99,401,212,440	128,060,179,603	
Total	1,093,413,336,842	1,408,661,975,634	
V. Costos de compensación	56,206,000,000	56,206,000,000	
Costos totales del proyecto	1,149,619,336,842	1,464,867,975,634	

15 Análisis financiero

15.3.5 Maintenance Costs

Los costos de mantenimiento deben calcularse a partir de los fondos reales, aplicados en Paraguay durante años; asimismo, los costos de mantenimiento de este proyecto se calcularon con el costo medio sugerido por el MOPC de 22.100.000 Gs/km/año (incluye los costos de explotación + mantenimiento diario + mantenimiento periódico). Los costos de mantenimiento para los próximos 30 años, tras la apertura de las carreteras, son los siguientes:

15.3.6 Tax for Local and National Government

Para el análisis financiero, las partidas de impuestos incluyen los impuestos de empresa para la administración del negocio así como un ratio específico adicional para el Impuesto sobre el valor añadido. Deberá aplicarse un 10% de la tasa fiscal media sobre los beneficios del funcionamiento del proyecto, así como un 10% adicional del Impuesto sobre el valor añadido.

15.3.7 Construction Period

La duración total de la construcción está establecida en 5 años, desde la aprobación de la operación hasta su finalización.

<Table 15-5> Ratio of Yearly Project cost Investment

(Unit : Gs)

Elementos		Costos del proyecto	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Esce- nario 1	Costos directos	629,121,597,723		62,912,159,772	125,824,319,545	188,736,479,317	188,736,479,317	62,912,159,772
	Fondos de reserva	220,192,559,203		22,019,255,920	44,038,511,841	66,057,767,761	66,057,767,761	22,019,255,920
	Costos de diseño	25,164,863,909	25,164,863,909					
	Costos de super- visión	25,164,863,909		2,516,486,391	5,032,972,781	7,549,459,173	7,549,459,173	2,516,486,391
	Costos de adminis- tración previa	94,368,239,658		9,436,823,966	18,873,647,932	28,310,471,897	28,310,471,897	9,436,823,966
	IVA	99,401,212,440	2,516,486,390	9,688,472,605	19,376,946,210	29,065,417,815	29,065,417,815	9,688,472,605
	Costos de com- pensa-ción	56,206,000,000		16,861,800,000	39,344,200,000			
Costo total del proyec- to	1,149,619,336,842	27,681,350,299	123,434,998,654	252,490,598,309	319,719,595,963	319,719,595,963	106,573,198,654	
Esce- nario 2	Costos directos	810,507,465,842		81,050,746,584	162,101,493,168	243,152,239,753	243,152,239,753	81,050,746,584
	Fondos de reserva	283,677,613,045		28,367,761,305	56,735,522,609	85,103,283,913	85,103,283,913	28,367,761,305
	Costos de diseño	32,420,298,634	32,420,298,634					
	Costos de super- visión	32,420,298,634		3,242,029,864	6,484,059,726	9,726,089,590	9,726,089,590	3,242,029,864
	Costos de adminis- tración previa	121,576,119,876		12,157,611,987	24,315,223,976	36,472,835,963	36,472,835,963	12,157,611,987
	IVA	128,060,179,603	3,242,029,863	12,481,814,974	24,963,629,948	37,445,444,922	37,445,444,922	12,481,814,974
	Costos de com- pensa-ción	56,206,000,000		16,861,800,000	39,344,200,000			
Costo total del proyec- to	1,464,867,975,634	35,662,328,497	154,161,764,714	313,944,129,427	411,899,894,141	411,899,894,141	137,299,964,714	

* Project cost is calculated based on the year of 2014

15.4 Plan de recaudación de fondos

Los métodos de financiación de fondos para la implementación del proyecto son los siguientes:

<Tabla 15-6> Formato básico de financiación de fondos

Elementos		Contenido
Fondos gubernamentales		<ul style="list-style-type: none"> · Tienen en cuenta la necesidad nacional y política de los proyectos antes que el valor económico de los proyectos. · Financiados por el gobierno central, los gobiernos regionales o las organizaciones financieras nacionales.
Conexión del plan con inversores privados	Proyectos presentados a participantes privados	<ul style="list-style-type: none"> · Financiación exclusiva por parte de agentes privados · Cuando hay una parte considerable de financiación que no puede asumir el gobierno, se fomentará la inversión privada para la construcción, la cual conservará los derechos de explotación y desarrollo. · Los agentes privados pueden financiar con capital propio o de terceros
	Asociación de elementos públicos y privados (Public-Private Partnership, PPP)	<ul style="list-style-type: none"> · El gobierno y los agentes privados invierten conjuntamente en los proyectos y comparten los riesgos y beneficios de la explotación a partes iguales

Este proyecto está configurado con el método PPP como método de implementación básico. De entre los costos totales del proyecto, solo una parte del capital estará financiado por capital propio de los inversores, mientras que el resto de los fondos deberá pedirse en préstamo a organizaciones financieras, agentes privados o al apoyo del gobierno.

Asimismo, el gobierno financiará los gastos que originarán los costos de compensación necesarios durante la construcción así como el 20% del costo total del proyecto, mientras que si una vez finalizado el análisis financiero no quedan cubiertos los beneficios previstos, el gobierno deberá financiar un porcentaje mayor del costo total.

15.5 Resultado de Análisis Financiero

Resultados del análisis financiero son los siguientes.

15.5.1 Costos

A Inversiones

La inversión en infraestructura vial y obras complementarias a ser realizada para la ampliación de las rutas 2 y 7, fue cuantificada según el manual metodológico del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). Los ítems fueron valorados a sus precios de mercado, incluyendo los impuestos a la venta, aranceles de importación e impuestos específicos

Debido a que la ampliación de las rutas implica la adquisición de terrenos privados, la inversión incluye la compensación para propiedades y el costo de adquisición de las mismas. El cálculo se debería basar en los precios reales por zona, sin embargo, es imposible realizar la investigación abarcando todas las regiones. Por este motivo, se consideró un precio promedio del MOPC de Gs.40.000 por metro cuadrado.

El costo total de la ampliación de los 121 km de infraestructura vial de San Lorenzo a Cnel. Oviedo, es de Gs. 1,150 billónes aproximadamente.

15 Análisis financiero

<tabla 15-7> ESCENARIO 1-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN (Gs)	
ÓNConstrucción de Tierra	47,253,524,574
Construcción de Drenaje	21,625,551,149
Construcción de Estructuras	20,307,826,081
Pavimentación	494,572,616,395
Obras Secundarias	45,362,079,524
1. Obras Secundarias	629,121,597,723
Obras Secundarias(1 x 35%)	220,192,559,203
Consulta(1 x 34%)	25,164,863,909
Supervisión(1 x 34%)	25,164,863,909
Gastos Preoperativos(1 x 315%)	94,368,239,658
2. TOTAL COSTOS DIRECTOS	994,012,124,402
IVA (2 x 310%)	99,401,212,440
Costo de adquisición de terreno	56,206,000,000
TOTAL COSTOS	1,149,619,336,842

Considerando el tramo de San Lorenzo a Caaguazú, con una distancia de 170Km, el costo total de la ampliación de la infraestructura vial asciende a Gs. 1,465 billón aproximadamente.

<tabla 15-8>ESCENARIO 2-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN (Gs)	
ÓNConstrucción de Tierra	65,401,424,674
Construcción de Drenaje	37,935,470,687
Construcción de Estructuras	25,524,916,746
Pavimentación	611,626,245,945
Obras Secundarias	70,019,407,790
1. Obras Secundarias	810,507,465,842
Obras Secundarias(1 x 35%)	283,677,613,045
Consulta(1 x 34%)	32,420,298,634
Supervisión(1 x 34%)	32,420,298,634
Gastos Preoperativos(1 x 315%)	121,576,119,876
2. TOTAL COSTOS DIRECTOS	1,280,601,796,031
IVA (2 x 310%)	128,060,179,603
Costo de adquisición de terreno	56,206,000,000
TOTAL COSTOS	1,464,867,975,634

B Costos de Mantenimiento

Entre los objetivos del proyecto está mantener un nivel de servicio óptimo, así como controlar y mejorar la instalación luego de la inauguración. Por esta razón, se incurre en ciertos costos de mantenimiento. Los mismos son calculados en base a los últimos casos que hubo en el Paraguay, lo cuales son, en promedio, Gs 22,100,000/km/año. Para la proyección de los mismos, se toma en consideración una inflación anual de 4%.

C Costos Administrativos

Los costos administrativos incluyen los salarios al personal, los beneficios otorgados a los mismos y los gastos por servicios de operación. A modo de obtener un estimativo de estos costos, se ha analizado la participación de los gastos administrativos en relación a los ingresos operativos de ciertas empresas extranjeras, y se ha obtenido un promedio de los mismos teniendo en cuenta los años 2011 y 2012. En base al análisis mencionado, se establece que los gastos administrativos representan el 11,80% de los ingresos operativos.

<tabla 15-9> Comparación de expens Administrativos

Empresa	País	Gastos Adm. sobre Ingresos por Peaje (%)	
		2012	2011
Autopista Central	Chile	4.76	4.73
Costanera Norte	Chile	7.72	8.18
OHL Financials	Mexico	11.41	5.73
Maipo SA	Chile	24.15	24.13
Vespucio	Chile	7.83	11.10
Triunfo	Brazil	13.81	13.89
Ecoroaovias	Brazil	16.40	-
promedio		12.30	11.29
aplicación		11.80	

D Costos Tributarios

· Los costos tributarios que inciden en los resultados del análisis financiero son el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el Impuesto sobre la Renta (IRACIS). Tanto los ingresos como los gastos fueron calculados considerando el efecto del 10% de IVA; y las ganancias netas sufrieron una reducción del 10% por el efecto del IRACIS.

15.5.2 Ingresos Operativos

· Los ingresos se generan a partir del cobro de peaje por transitar en el tramo de la ruta ampliada, por lo que dependen de la tarifa del peaje y del tránsito proyectado.

· Estos ingresos proyectados deben generar un flujo de caja que permita recuperar el costo de capital invertido.

15 Análisis financiero

A Tráfico

La proyección del tráfico se basó en el conteo del tránsito y en encuestas de origen y destino, los cuales fueron realizados en puntos clave de las rutas. La proyección contempló también, el tránsito inducido y el tránsito derivado.

El tránsito inducido se refiere al tránsito que se genera a partir de una reducción en los costos de transporte, producto de las mejores prestaciones. El tránsito derivado, se refiere al tránsito ya existente en las rutas alternativas que, ante una mejora de servicio en las rutas ampliadas, se derivan.

<tabla 15-10> Escenario 1 – Tramo de San Lorenzo a Coronel Oviedo

	Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Ypacrai-Caacupe	Livianos	7,115	7,419	7,735	8,064	8,408	8,767	9,140	9,530	9,936
Bus		653	681	710	740	772	804	839	875	912	951
2 axles		1,154	1,201	1,251	1,305	1,360	1,419	1,479	1,544	1,608	1,678
3 axles		483	504	526	548	572	595	621	647	675	704
More than 3 axles		1,343	1,402	1,462	1,524	1,589	1,657	1,728	1,800	1,878	1,957
total		10,748	11,207	11,684	12,181	12,701	13,242	13,807	14,396	15,009	15,650
	Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Ypacrai-Caacupe	Livianos	10,632	10,911	11,198	11,492	11,794	12,103	12,421	12,748	13,082	13,426
	Bus	976	1,001	1,028	1,055	1,082	1,111	1,140	1,170	1,201	1,232
	2 axles	1,722	1,767	1,815	1,861	1,911	1,961	2,011	2,063	2,118	2,175
	3 axles	723	741	761	781	801	822	844	866	889	912
	More than 3 axles	2,008	2,062	2,114	2,171	2,227	2,286	2,347	2,410	2,472	2,536
	total	16,061	16,482	16,916	17,360	17,815	18,283	18,763	19,257	19,762	20,281
	Año	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Ypacrai-Caacupe	Livianos	13,779	14,141	14,512	14,893	15,284	15,686	16,098	16,521	16,955	17,400
	Bus	1,264	1,298	1,332	1,367	1,403	1,439	1,477	1,516	1,556	1,597
	2 axles	2,231	2,291	2,350	2,411	2,476	2,540	2,607	2,675	2,745	2,817
	3 axles	937	961	986	1,012	1,039	1,066	1,094	1,122	1,152	1,182
	More than 3 axles	2,603	2,670	2,742	2,814	2,886	2,963	3,041	3,122	3,204	3,288
	total	20,814	21,361	21,922	22,497	23,088	23,694	24,317	24,956	25,612	26,284

Caacupe ~ Cnel. Oviedo	Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Livianos	6,602	6,867	7,143	7,430	7,728	8,038	8,361	8,697	9,046	9,409
	Bus	427	444	462	481	500	520	541	563	585	609
	2 axles	985	1,025	1,066	1,110	1,157	1,202	1,251	1,302	1,349	1,406
	3 axles	340	354	368	382	397	413	430	447	466	484
	More than 3 axles	1,195	1,242	1,292	1,343	1,395	1,453	1,510	1,570	1,637	1,701
	total	9,549	9,932	10,331	10,746	11,177	11,626	12,093	12,579	13,083	13,609
Caacupe ~ Cnel. Oviedo	Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	Livianos	9,643	9,884	10,130	10,383	10,641	10,907	11,179	11,457	11,743	12,036
	Bus	624	639	655	672	688	705	723	741	760	778
	2 axles	1,442	1,477	1,514	1,551	1,591	1,631	1,672	1,712	1,754	1,799
	3 axles	496	509	521	534	547	561	575	589	604	619
	More than 3 axles	1,742	1,786	1,831	1,877	1,923	1,970	2,019	2,071	2,123	2,175
	total	13,947	14,295	14,651	15,017	15,390	15,774	16,168	16,570	16,984	17,407
Caacupe ~ Cnel. Oviedo	Año	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
	Livianos	12,336	12,643	12,958	13,281	13,612	13,952	14,299	14,656	15,021	15,396
	Bus	798	818	838	859	880	902	925	948	972	996
	2 axles	1,842	1,891	1,938	1,985	2,035	2,087	2,137	2,189	2,243	2,302
	3 axles	635	650	666	683	700	717	736	754	773	792
	More than 3 axles	2,230	2,284	2,341	2,400	2,460	2,520	2,584	2,650	2,716	2,781
	total	17,841	18,286	18,741	19,208	19,687	20,178	20,681	21,197	21,725	22,267

<tabla 15-11> Escenario 2 — Tramo de San Lorenzo a Caaguazú

Ypacrai- Caacupe	Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Livianos	7,136	7,439	7,755	8,084	8,427	8,785	9,158	9,547	9,953	10,376
	Bus	655	683	712	742	773	806	840	876	913	952
	2 axles	1,155	1,203	1,256	1,310	1,365	1,423	1,482	1,546	1,609	1,680
	3 axles	485	506	527	549	573	597	623	649	677	705
	More than 3 axles	1,348	1,406	1,465	1,527	1,591	1,659	1,731	1,803	1,882	1,960
	total	10,779	11,237	11,715	12,212	12,729	13,270	13,834	14,421	15,034	15,673

15 Análisis financiero

Ypacrai- Caacupe	Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	Livianos	10,651	10,933	11,222	11,520	11,825	12,138	12,460	12,790	13,129	13,477
	Bus	977	1,003	1,030	1,057	1,085	1,114	1,143	1,174	1,205	1,237
	2 axles	1,724	1,769	1,818	1,863	1,914	1,965	2,018	2,071	2,127	2,183
	3 axles	724	743	762	783	803	825	847	869	892	915
	More than 3 axles	2,012	2,067	2,120	2,178	2,235	2,294	2,353	2,417	2,479	2,546
	total	16,088	16,515	16,952	17,401	17,862	18,336	18,821	19,321	19,832	20,358
Ypacrai- Caacupe	Año	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
	Livianos	13,834	14,201	14,577	14,963	15,360	15,767	16,185	16,614	17,054	17,506
	Bus	1,270	1,303	1,338	1,373	1,410	1,447	1,485	1,525	1,565	1,606
	2 axles	2,239	2,298	2,359	2,424	2,487	2,553	2,620	2,690	2,762	2,835
	3 axles	940	965	991	1,017	1,044	1,071	1,100	1,129	1,159	1,189
	More than 3 axles	2,615	2,684	2,755	2,826	2,902	2,979	3,058	3,139	3,221	3,307
	total	20,898	21,451	22,020	22,603	23,203	23,817	24,448	25,097	25,761	26,443
Caacupe ~ Cnel. Oviedo	Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Livianos	6,654	6,921	7,198	7,487	7,787	8,099	8,424	8,762	9,113	9,478
	Bus	430	448	466	484	504	524	545	567	589	613
	2 axles	992	1,034	1,075	1,118	1,164	1,212	1,260	1,309	1,362	1,416
	3 axles	343	356	370	385	400	416	433	450	469	488
	More than 3 axles	1,204	1,251	1,302	1,354	1,408	1,463	1,522	1,585	1,647	1,713
	total	9,623	10,010	10,411	10,828	11,263	11,714	12,184	12,673	13,180	13,708
Caacupe ~ Cnel. Oviedo	Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	Livianos	9,714	9,956	10,204	10,458	10,718	10,985	11,259	11,539	11,826	12,121
	Bus	628	644	660	676	693	711	728	746	765	784
	2 axles	1,451	1,487	1,524	1,564	1,602	1,642	1,684	1,723	1,766	1,810
	3 axles	500	512	525	538	551	565	579	594	609	624
	More than 3 axles	1,756	1,800	1,845	1,889	1,937	1,985	2,033	2,086	2,138	2,191
	total	14,049	14,399	14,758	15,125	15,501	15,888	16,283	16,688	17,104	17,530

Caacupe ~ Cnel. Oviedo	Año	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
	Livianos	12,422	12,732	13,049	13,374	13,707	14,048	14,398	14,756	15,123	15,500
	Bus	803	823	844	865	887	909	931	954	978	1,003
	2 axles	1,858	1,902	1,952	1,998	2,050	2,102	2,150	2,206	2,261	2,316
	3 axles	639	655	671	688	705	722	741	759	778	797
	More than 3 axles	2,244	2,302	2,357	2418	2,476	2,537	2,603	2,666	2,732	2,802
	total	17,966	18,414	18,873	19,343	19,825	20,318	20,823	21,341	21,872	22,418
Cnel. Oviedo ~ Caaguazu	Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Livianos	7,456	7,711	7,973	8,245	8,527	8,817	9,118	9,429	9,750	10,083
	Bus	482	499	516	533	552	570	590	610	631	652
	2 axles	1,113	1,153	1,192	1,232	1,275	1,319	1,364	1,408	1,457	1,508
	3 axles	384	397	410	424	438	453	469	485	502	519
	More than 3 axles	1,348	1,392	1,441	1,491	1,541	1,593	1,647	1,705	1,762	1,821
	total	10,783	11,152	11,532	11,925	12,333	12,752	13,188	13,637	14,102	14,583
Cnel. Oviedo ~ Caaguazu	Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	Livianos	10,290	10,501	10,717	10,937	11,162	11,391	11,625	11,864	12,108	12,356
	Bus	666	679	693	707	722	737	752	767	783	799
	2 axles	1,539	1,571	1,603	1,635	1,669	1,704	1,737	1,772	1,807	1,846
	3 axles	529	540	551	562	574	585	598	611	623	636
	More than 3 axles	1,859	1,897	1,936	1,977	2,017	2,058	2,101	2,144	2,190	2,233
	total	14,883	15,188	15,500	15,818	16,144	16,475	16,813	17,158	17,511	17,870
Cnel. Oviedo ~ Caaguazu	Año	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
	Livianos	12,610	12,869	13,134	13,403	13,679	13,960	14,246	14,539	14,838	15,142
	Bus	816	832	849	867	885	903	921	940	960	979
	2 axles	1,884	1,923	1,962	2,003	2,044	2,087	2,130	2,172	2,217	2,265
	3 axles	649	662	675	689	703	718	733	748	763	779
	More than 3 axles	2,279	2,326	2,375	2,423	2,473	2,522	2,574	2,628	2,682	2,735
	total	18,238	18,612	18,995	19,385	19,784	20,190	20,604	21,027	21,460	21,900

15 Análisis financiero

B Peaje

El peaje es un pago requerido a los usuarios del tramo por el uso, directo o indirecto, de las mejoras de las prestaciones del servicio de la ruta.

El modelo considera un sistema de peaje abierto, es decir, se cobra peaje a medida que un usuario pasa por uno de los puestos, y por ende indirectamente sobre la distancia transitada. En el Escenario 1 que corresponde al tramo que va de San Lorenzo a Coronel Oviedo, se cuenta con dos puestos de peaje, y en el Escenario 2, que va de San Lorenzo a Caaguazú, se cuenta con tres puestos de peaje.

El peaje inicial se ha establecido en base a la tarifa actual por tipo de vehículo del tramo concesionado al consorcio Tapé Pora.

<tabla 15-12> Llamada por tipo de vehículo

Categoría	Tipo de vehículo	Tipo de vehículo
I	Vehículo Liviano	11,000
II	Camión y Autobus con 2 ejes	18,000
III	Vehículo con carrito	18,000
IV	Camión con 3 ejes	32,000
V	Camión con más de 3 ejes	44,000

· Se proyecta un aumento del peaje del 4% (inflación anual) cada dos años. De este modo, al año 2.050, año en que finaliza la concesión, cuando finalice la concesión, en el año 2.050 el peaje habrá incrementado a:

<tabla 15-13> Cifra estimada por tipo de vehículo

Categoría	Tipo de vehículo	Tipo de vehículo	
		2021	2050
I	Vehículo Liviano	11,000	19,048
II	Camión y Autobus con 2 ejes	18,000	31,170
III	Vehículo con carrito	18,000	31,170
IV	Camión con 3 ejes	32,000	55,414
V	Camión con más de 3 ejes	44,000	76,194

C Otros Ingresos

El modelo también permite la generación de otros ingresos independientes al cobro de peaje, los cuales generalmente están relacionados a las actividades realizadas sobre las rutas. Se considera como un mercado cautivo que les permite cobrar un premio por los productos o servicios vendidos.

Además de las ganancias derivadas del mejoramiento de la ruta, que implica una ganancia para los comercios en la vecindad, esto puede derivar en arreglos financieros como una sub-concesión, un impuesto a la propiedad adicional, o un aporte para la inversión inicial en sí.

En el caso analizado, no se consideran ingresos distintos a los generados por el cobro de peaje.

D Subsidios

En los escenarios base no se incluyen subsidios de ningún tipo por parte del estado. En los análisis de sensibilidad sí se contempla la posibilidad de aportar un subsidio de 0 a 30% sobre el costo de construcción para la inversión inicial, en escenarios donde la viabilidad de la empresa concesionaria lo requiera.

15.5.3 Estructura Financiera

A Fuentes de Financiamiento Posible

Tradicionalmente, las obras de infraestructura las financiaba el estado a través de recursos genuinos, donaciones, préstamos de organismos multilaterales, y deuda soberana. Debido a las limitaciones de este sistema de financiamiento netamente público, el estado Paraguayo promulgó la Ley 5.102/2013 “De Promoción de la Inversión en Infraestructura Pública y Ampliación y Mejoramiento de los Bienes y Servicios a Cargo del Estado” o Ley de APP, buscando promover fuentes de financiamiento alternativas para poder atender las enormes necesidades de inversión del Paraguay; existen distintas modalidades de APP en el mundo y una gran cantidad de fuentes de financiamiento privadas las cuales se pueden categorizar en líneas generales como capital o deuda. Para este análisis no se prevén considerar fuentes de financiamiento pública aparte de las garantías contingentes que el estado podría ofrecer para reducir las tasas de financiación obtenidas.

B Estructura financiera propuesta

La estructura financiera propuesta es de un aporte de capital del 30% del total de la inversión requerida durante los primeros 5 años, durante los cuales se construye la obra. La diferencia se suple con deuda, la cual podría venir a través de un crédito sindicado por varios bancos o una emisión de bonos corporativos.

<tabla 15-14> El desembolso de capital por año

	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capital	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Deuda	70%	70%	70%	70%	70%	70%

C Costo de Capital de los Accionistas

El costo de capital de los accionistas se estima generalmente utilizando el Modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model). Si bien la aplicación de este modelo dentro de nuestro país tiene sus dificultades debido a la falta de desarrollo de nuestros mercados de capitales, se asume que los oferentes y el concesionario resultante son inversores con un perfil de inversión internacional, sus opciones de inversión no son simplemente locales, por ende el costo de oportunidad del dinero debe ser estudiado en un ámbito internacional. Hay tres factores principales en el CAPM que son: la tasa libre de riesgo, el premio sobre esta tasa pagada por el mercado y el beta de la empresa (ver definición en apartado siguiente). La utilización de estos parámetros en el Paraguay no es factible ya que estos indicadores no se generan. Por ello se recurre a la aproximación de estos factores a través de proxys.

1) Tasa Libre de Riesgo Estimada

Es práctica común en el mundo utilizar las tasas pagadas por los bonos del Tesoro de EE.UU. de 10 años de plazo como la tasa libre de riesgo para una inversión en US\$. A los precios actuales un bono del tesoro de los EE.UU. cotiza a una TiR del 2,76%

15 Análisis financiero

2) Premio del Mercado de Acciones

Este factor mide el premio que el mercado generalmente paga sobre la tasa libre de riesgo. En otras palabras, es la diferencia promedio entre invertir en el mercado de acciones y la tasa libre de riesgo. La falta de un mercado para acciones líquido y maduro hace que la estimación directa de este dato en Paraguay sea inviable, por este motivo se utilizan parámetros internacionales los cuales estiman el premio del mercado de acciones entre el 5 y 8% por sobre la tasa libre de riesgo en US\$.

A la prima de riesgo del mercado de acciones habría que adicionarle una prima de riesgo país. Hay dos maneras de estimar la prima de riesgo país. La primera calcula la prima que paga un bono soberano del país en cuestión, versus la tasa libre de riesgo. Los bonos soberanos emitidos por el Paraguay cotizan, a la fecha, a una tasa de rendimiento del 4,83% y vencen en enero del 2023. La tasa de interés comparativa para un bono libre de riesgo de plazo similar es de 2,59%, lo cual implica que la prima de riesgo de los bonos soberanos paraguayos es del 2,243%. La segunda utiliza las calificaciones de deuda soberana estimando la prima de riesgo promedio de la cotización de los bonos soberanos con la misma calificación, la cual a la fecha es del 3% sobre la tasa libre de riesgo.

<tabla 15-15> prima de Riesgo

	Prima Deuda Soberana PY/US	Prima sobre Calificación Ba2
Prima de Riesgo de Mercado de Acciones	5%	5%
Prima de Riesgo País	2.24%	3.00%
Prima de Riesgo de Acciones PY	7%	8%

Beta

El coeficiente Beta de una empresa mide la sensibilidad del retorno de una empresa o sector frente al retorno del mercado de acciones en general. Para la estimación del Beta de la empresa concesionaria se tomó una muestra de nueve empresas que operan concesiones viales en la región. Se propone tomar el beta del sector de 0,978 según Thomson Reuters. Este promedio se transforma en un beta sin apalancamiento utilizando los datos promedios de Deuda/Capital y Tasa de Impuesto a la Renta Efectiva de nuestra muestra de empresas. El Beta sin apalancamiento promedio resultante se podría decir es el beta de los activos del sector. Para estimar el coeficiente beta de la empresa concesionaria de las rutas 2 y 7 utilizamos el beta de los activos del sector hallados y los ajustamos a los parámetros de estructura de capital e impositiva específicos de la empresa y el país.

<tabla 15-16> Beta Sector

Empresa	País	Beta Reuter	Beta Sector	Deuda Total /Capital	Impuesto a la Renta Efectiva (Promedio 5 años)	Beta Sin Apalancamiento
CCR SA	Brazil	0.56	0.95	239%	35%	0.2189
Arteris S.A	Brazil	0.45	0.95	219%	32%	0.1805
Ecorodovias	Brazil	0.07	0.95	172%	34%	0.0328
Triunfo	Brazil	0.81	0.95	73%	N/A	
Autopistas	Argentina	0.57	1.08	494%	N/A	
OHL	Mexico	0.37	0.99	66%	28%	0.2508
Sector		0.472	0.978	211%	32%	0.4
Concesion Ruta 2 y 7	Paraguay	1.25		233%	10%	0.4

E Costo de Capital de los Accionistas

Utilizando los factores estimados se utilizará el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) para hallar el costo de capital de los accionistas:

$$r_e = r_f + \beta_s (r_m - r_f)$$

r_e : Costo de capital de los accionistas r_f : Tasa libre de riesgo

β_s : Beta del Sector ($r_m - r_f$): Premio del mercado sobre la tasa libre de riesgo

$$r_e = 2.79\% + 1.25 (8\%) = 12.75\%$$

F Costo de la Deuda

Para el costo de financiación a través de deuda se tendrá como referencia la tasa de financiación de bonos soberanos del Paraguay, la cual actualmente asciende a aproximadamente 4,8%. A esto se le debe sumar una prima de riesgo que compense al acreedor por un perfil de riesgo más alto que el de los bonos soberanos. Es decir, los bonos soberanos suponen un techo de calificación de deuda y un piso en la tasa. Como se puede apreciar en las experiencias internacionales consultadas. Las concesiones suelen tener una calificación de deuda uno, o dos peldaños por debajo de la calificación de los bonos soberanos. Esto evidentemente dependerá del respaldo y las garantías que pueda aportar la empresa concesionaria específica. Sin embargo, se estima que en consecuencia de la actual calificación de deuda soberana paraguaya, el spread de default de los bonos emitidos por la empresa concesionaria estarían por lo menos 450 puntos bases por encima de la tasa libre de riesgo considerada. Lo cual pondría el costo de la deuda alrededor de los 7,29%. Descontando el efecto de que los intereses se pueden descontar del impuesto a la renta, el costo de la deuda después de impuesto se estimaría en aproximadamente 6,56%.

<tabla 15-17> Por defecto Repartidas en tasas libres de riesgo en puntos básicos

S&P	Moody's	Spread de default sobre tasa libre de riesgo en puntos bases
AAA	Aaa	0
AA+	Aa1	40
AA	Aa2	50
AA-	Aa3	60
A+	A1	70
A	A2	85
A-	A3	120
BBB+	Baa1	160
BBB	Baa2	190
BBB-	Baa3	220
BB+	Ba1	250
BB	Ba2	300
BB-	Ba3	360
B+	B1	450
B	B2	550
B-	B3	650
CCC+	Caa1	750
CCC	Caa2	900
CCC-	Caa3	1000

15 Análisis financiero

<tabla 15-18> Empresa calificación de deuda

Empresa	País	Calificación de Deuda	Agencia de Calificación	Spread de Default	Calificación de Deuda Soberana
CCR SA	Brazil	Ba1	Moodys	250	Baa2
Arteris S.A	Brazil	Ba1	Moodys	250	Baa2
Ecorodovias	Brazil	Ba2	Moodys	300	Baa2
Triunfo	Brazil	A+(bra)	Fitch	n/a	Baa2
Autopistas	Argentina	n/a	Moodys	n/a	B3
OHL	Mexico	Ba3	Moodys	360	Baa1
Ruta 2 y 7	Paraguay	B1*		450	Ba2

G Promedio Ponderado de Costo de Capital o WACC

ciones como de la deuda, dependiendo de la proporción del valor total de la inversión que se financia con cada instrumento. De esta manera se obtiene una tasa de rendimiento mínima para la inversión, la cual permite el cálculo del Valor Presente Neto y la comparación con la Tasa Interna de Retorno obtenida por el proyecto. Teniendo en cuenta una estructura de capital de 70% de la inversión a través de deuda y de 30% de capital de los accionistas, y los costos de ambas fuentes de financiamiento expresados en sus respectivas tasas de interés, el WACC estimado para la concesionaria es de 8,42%.

<tabla 15-19> WACC

	Capital	Deuda	WACC
Peso en Costo de Capital	30%	70%	100%
Tasa de Interés	12.75%	6.56%	8.42%

H Financiamiento Proyectado

Como se ha mencionado en el documento, el proyecto se financiará con 30% de aportes propios y 70% de deuda. Se contempla la posibilidad de adquirir un subsidio por parte del Estado, el cual puede variar de 0 a 30% sobre los costos de construcción.

15.5.4 Estados Contables Proyectados

A Estado de Resultados

Para la proyección del estado de resultados se han considerado: los ingresos, los costos, los intereses financieros y los cálculos de depreciación para determinar las utilidades antes del impuesto. Luego, los impuestos y las utilidades distribuidas, retenidas y acumuladas.

B Balance General

El modelo presenta un balance general simplificado, en el cual la inversión realizada en la ampliación de la ruta es categorizada como un activo fijo depreciado a 10 años. Con el balance también se calcula el efectivo generado retenido por la empresa, la evolución del patrimonio y los pasivos de la empresa. Los pasivos se han calculado en base a las planillas de financiamiento, de repago de deuda y del estado de resultados para la determinación del impuesto y dividendos a pagar, así como de las utilidades retenidas.

C Flujo de Caja

El flujo de caja se ha calculado mediante el método directo, es decir, registrando los ingresos y egresos directamente y no mediante cambios en los activos.

15.5.5 Resultados

A ESCENARIO 1: SAN LORENZO – CORONEL OVIEDO

1) Caso 1 – Subsidio del Estado 0%

El caso 1 supone cubrir los costos sin obtener un subsidio, es decir, financiando el proyecto con 30% de capital de los accionistas y 70% con deuda.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	8.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	10.56%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	13.28
LLCR mínimo	0.74
ADSCR mínimo	0.58
Payback	12.00

Manteniendo la tarifa actual, los resultados financieros indican que el proyecto es apenas financieramente viable. Sin embargo, la TIR del patrimonio es menor a la tasa mínima requerida y la TIR del proyecto es levemente superior a la mínima. Analizando el VAN (Valor Actual Neto), el cual ha sido calculado a una tasa de descuento de 8,42% anual el indicador es apenas superior a 0. También se puede observar que el ratio LLCR mínimo que indica cuántas veces el valor presente de los flujos futuros puede cubrir el préstamo obtenido, y el ratio mínimo ADSCR que indica los momentos de estrés en pagar los compromisos de deuda asumidos; son menores a 1,25, mínimo esperado. El “payback”, es decir, el tiempo que tarda el proyecto en recuperar su inversión inicial es 12 años.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	12.11%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	14.59%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	142.26
LLCR mínimo	1.09
ADSCR mínimo	0.88
Payback	9.00

15 Análisis financiero

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son superiores a las tasas mínimas requeridas, y el VAN es positivo, pero los ratios LLCR y ADSCR mínimos aún se encuentran por debajo de 1,25. Esto indica que por momentos los flujos iniciales no serían suficientes para cubrir el plan de deuda considerado en este escenario. Con esta tarifa, el payback desciende a 9 años.

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	14.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	19.19%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.25
LLCR mínimo	1.44
ADSCR mínimo	1.19
Payback	7.00

Considerando una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son muy superiores a las tasas mínimas requeridas. El VAN es positivo y elevado, y los ratios LLCR y ADSCR son cercanos al mínimo esperado. Aumentando la tarifa inicial al doble de la actual, el tiempo que tarda el proyecto en recuperar su inversión inicial es 7 años luego del inicio de su utilización..

2) Caso 2 – Subsidio del Estado 10%

El Caso 2 supone cubrir los costos obteniendo un subsidio del 10%. De este modo el proyecto se financiará con 30% de capital de los accionistas, 10% de subsidio de parte del Estado y 60% con deuda. Esta premisa no afecta la rentabilidad del proyecto en sí, sino se enfoca en aumentar la rentabilidad del patrimonio y disminuir la carga de deuda del emprendimiento.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	8.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	10.93%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	13.28
LLCR mínimo	0.85
ADSCR mínimo	0.65
Payback	12.00

Manteniendo la tarifa actual, los resultados financieros indican que el proyecto no es financieramente viable para los accionistas ya que la TIR del patrimonio sigue siendo menor a la tasa mínima requerida y los ratios LLCR y ADSCR mínimos, son menores al mínimo usualmente requerido.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	12.11%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	15.72%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	142.26
LLCR mínimo	1.26
ADSCR mínimo	1.03
Payback	9.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son superiores a las tasas mínimas requeridas, el proyecto ya logra cubrir su préstamo por lo menos 1,26 veces con su valor presente, y el ratio mínimo ADSCR a lo largo del proyecto ya supera 1.

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	14.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	20.47%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.25
LLCR mínimo	1.67
ADSCR mínimo	1.38
Payback	7.00

Considerando una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, podemos observar que la TIR del patrimonio es mucho mayor a la mínima tasa requerida. Y tanto el ratio LLCR como el ratio ADSCR, son mayores al mínimo esperado. Con un subsidio de 10%, el proyecto es financieramente viable si el peaje inicial es el doble que el actual.

3) Caso 3 – Subsidio del Estado 20%

El caso 3 supone cubrir los costos obteniendo un subsidio del 20%. De este modo el proyecto se financiará con 30% de capital de los accionistas, 20% de subsidio de parte del Estado y 50% con deuda.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

15 Análisis financiero

Resultados	
TIR del Proyecto	8.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	11.72%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	13.28
LLCR mínimo	1.01
ADSCR mínimo	0.81
Payback	12.00

Manteniendo la tarifa actual, los resultados financieros indican que el proyecto no es financieramente viable. La TIR del patrimonio aún es menor a la tasa mínima requerida y el ratio LLCR y el ratio ADSCR, son menores al mínimo esperado.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	12.11%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	17.03%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	142.26
LLCR mínimo	13.51
ADSCR mínimo	1.24
Payback	9.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, podemos observar que el proyecto es financieramente viable. Tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son superiores a las tasas mínimas requeridas, el VAN es positivo y elevado, y los ratios LLCR y ADSCR ya cumplen con el mínimo requerido.

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	14.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	21.65%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.25
LLCR mínimo	2.00
ADSCR mínimo	1.65
Payback	7.00

Con una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, podemos observar que la TIR del patrimonio es más que el doble de la mínima tasa requerida, y los ratios LLCR y ADSCR son superiores a 1,25.

4) Caso 4 – Subsidio del Estado 30%

El caso 3 supone cubrir los costos obteniendo un subsidio del 30%. De este modo el proyecto se financiará con 30% de capital de los accionistas, 30% de subsidio de parte del Estado y 40% con deuda.

Bajo esta consideración, tanto el TIR del proyecto como el VAN y el Payback de cada caso permanecen igual que los casos anteriormente analizados.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	8.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	12.77%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	13.28
LLCR mínimo	1.25
ADSCR mínimo	1.02
Payback	12.00

Manteniendo la tarifa actual, los resultados financieros son levemente superiores a las tasas mínimas requeridas. El VAN aún es muy bajo, el valor presente del proyecto logra cubrir 1,25 veces su préstamo, y el ratio ADSCR es cercano al mínimo esperado.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	12.11%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	18.28%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	142.26
LLCR mínimo	1.87
ADSCR mínimo	1.54
Payback	9.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, podemos observar que el proyecto es financieramente viable. Tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son elevadas y superiores a las tasas mínimas requeridas, el VAN es elevado, y los ratios LLCR y ADSCR mínimos también son superiores al mínimo esperado.

15 Análisis financiero

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	14.81%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	22.70%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.25
LLCR mínimo	2.48
ADSCR mínimo	2.04
Payback	7.00

Con una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, podemos observar que la TIR del patrimonio es más que el doble de la mínima tasa requerida y la TIR del proyecto también es mucho mayor al mínimo requerido. Además el valor presente del proyecto es suficiente para cubrir más de dos veces su deuda.

B ESCENARIO 2: SAN LORENZO – CAAGUAZÚ

1) Caso 1 – Subsidio del Estado 0%

El caso 1 supone cubrir los costos sin obtener un subsidio, es decir, financiando el proyecto con 30% de capital de los accionistas y 70% con deuda.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	10.19%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	12.07%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	78.46
LLCR mínimo	1.26
ADSCR mínimo	0.92
Payback	10.00

Manteniendo la tarifa actual, los resultados financieros indican que el proyecto no es financieramente viable. Aunque la TIR del proyecto es superior al mínimo requerido, la TIR del patrimonio es menor a la tasa mínima requerida. Analizando el VAN (Valor Actual Neto), el cual ha sido calculado a una tasa de descuento de 8,42% anual; podemos observar que es muy cercano a 0. Se espera que el ratio LLCR, que indica cuántas veces el valor presente puede cubrir el préstamo obtenido, y el ratio ADSCR que indica cuántas veces se puede cubrir la deuda anual con el valor actual; sean por lo menos 1,25. Se puede observar que el LLCR es mayor al mínimo y el ADSCR es cercano. El

“payback”, es decir, el tiempo que tarda el proyecto en recuperar su inversión inicial es 10 años luego del inicio de la utilización del proyecto.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	13.78%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	18.08%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.02
LLCR mínimo	1.88
ADSCR mínimo	1.40
Payback	7.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son superiores a las tasas mínimas requeridas, y el VAN es positivo y elevado. Además los ratios LLCR y ADSCR, son superiores al mínimo esperado, y el tiempo de recupo de la inversión inicial desciende a 7 años.

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	16.76%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	22.98%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	463.59
LLCR mínimo	2.49
ADSCR mínimo	1.87
Payback	6.00

Considerando una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son muy superiores a las tasas mínimas requeridas, el VAN es positivo y muy elevado, y el valor presente del proyecto es suficiente para cubrir su deuda casi dos veces. Aumentando la tarifa inicial al doble del actual, el tiempo que tarda el proyecto en recuperar su inversión inicial es 6 años luego del inicio de su utilización.

2) Caso 2 – Subsidio del Estado 10%

El caso 2 supone cubrir los costos obteniendo un subsidio del 10%. De este modo el proyecto se financiará con 30% de capital de los accionistas, 10% de subsidio de parte del Estado y 60% con deuda.

Bajo esta consideración, tanto el TIR del proyecto como el VAN y el Payback de cada caso permanecen igual que en el caso 1.

15 Análisis financiero

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	10.19%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	13.06%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	78.46
LLCR mínimo	1.46
ADSCR mínimo	1.08
Payback	10.00

Manteniendo la tarifa actual, se puede observar que ambos TIR son superiores a las tasas mínimas requeridas, y el VAN es positivo. Los ratios de cobertura de deuda superan o se acercan a su objetivo.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	13.78%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	19.00%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.02
LLCR mínimo	2.18
ADSCR mínimo	1.64
Payback	7.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, el proyecto es viable. Ambas TIR son superiores a las mínimas requeridas, el VAN es elevado y los ratios de cobertura de deuda son muy superiores a los mínimos.

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	16.76%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	23.82%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	463.59
LLCR mínimo	2.89
ADSCR mínimo	2.17
Payback	6.00

Con una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, tanto la TIR del proyecto como la TIR del patrimonio, son muy superiores a las tasas mínimas requeridas, el VAN es positivo y muy elevado, y los ratios de cobertura de deuda indican un amplio margen para cobertura de deuda.

3) Caso 3 – Subsidio del Estado 20%

El caso 3 supone cubrir los costos obteniendo un subsidio del 20%. De este modo el proyecto se financiará con 30% de capital de los accionistas, 20% de subsidio de parte del Estado y 50% con deuda.

Bajo esta consideración, tanto el TIR del proyecto como el VAN y el Payback del proyecto de cada caso permanecen igual que los casos anteriores.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	10.19%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	14.09%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	78.46
LLCR mínimo	1.74
ADSCR mínimo	1.29
Payback	10.00

Manteniendo la tarifa actual, se puede observar que ambos TIR son superiores a las tasas mínimas requeridas y los ratios de cobertura de deuda también superan los mínimos requeridos.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	13.78%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	19.90%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.02
LLCR mínimo	2.60
ADSCR mínimo	1.95
Payback	7.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, el proyecto es viable. Ambas TIR son superiores a las mínimas requeridas, el VAN es elevado y los ratios LLCR y ADSCR son superiores al mínimo esperado.

15 Análisis financiero

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	16.76%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	24.65%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	463.59
LLCR mínimo	3.45
ADSCR mínimo	2.58
Payback	6.00

Con una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, el proyecto es viable. Ambas TIR son el doble de las tasas mínimas requeridas, el VAN es muy elevado, y el valor presente del proyecto es suficiente como para cubrir su deuda más de dos veces. Además, la inversión inicial se recupera a los 6 años luego del inicio de la utilización de la ruta.

4) Caso 4 – Subsidio del Estado 30%

El caso 3 supone cubrir los costos obteniendo un subsidio del 20%. De este modo el proyecto se financiará con 30% de capital de los accionistas, 30% de subsidio de parte del Estado y 40% con deuda.

Bajo esta consideración, tanto el TIR del proyecto como el VAN y el Payback de cada caso permanecen igual que los casos anteriores.

a. Tarifa Base (Tape Porá)

Resultados	
TIR del Proyecto	10.19%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	15.07%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	78.46
LLCR mínimo	2.16
ADSCR mínimo	1.62
Payback	10.00

Manteniendo la tarifa actual, se puede observar que la TIR del proyecto y la TIR del patrimonio son superiores a las tasas mínimas requeridas, y los ratios LLCR y ADSCR son elevados.

b. Aumentando la tarifa actual 1,5 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	13.78%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	20.81%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	271.02
LLCR mínimo	3.23
ADSCR mínimo	2.42
Payback	7.00

Considerando una tarifa inicial 1,5 veces superior a la tarifa actual, el proyecto es viable. Ambas TIR son superiores a las mínimas requeridas, el VAN es elevado y los ratios LLCR y ADSCR son más que el doble que el mínimo esperado.

c. Aumentando la tarifa actual 2.0 veces

Resultados	
TIR del Proyecto	16.76%
TIR mínimo del Proyecto	8.42%
TIR del Patrimonio	25.49%
TIR mínimo del Patrimonio	12.75%
VAN	463.59
LLCR mínimo	4.30
ADSCR mínimo	3.20
Payback	6.00

Con una tarifa inicial 2 veces superior a la tarifa actual, el proyecto es viable. Ambas TIR son el doble de las tasas mínimas requeridas, el VAN es muy elevado, y el valor presente del proyecto es suficiente para cubrir su deuda más de tres veces.

15.5.6 Conclusiones

En los escenarios considerados el proyecto se presenta financieramente viable analizando los flujos de caja libre (sin efectos de financiación) y a las tarifas actuales cobradas por el consorcio Tape Porá y sin la necesidad de subsidiar la construcción de la obra. Sin embargo, teniendo en cuenta las posibilidades de financiamiento consideradas, analizando el flujo de caja de los accionistas, la rentabilidad de los mismos en el escenario base no supera la tasa mínima requerida y los ratios de cobertura de deuda indican que la empresa tendría problemas cubriendo los primeros vencimientos de deuda bajo el préstamo planteado por este estudio. En estos casos es posible plantear subsidios del estado que bajen el nivel de deuda requerido por la empresa, o sistemas de financiamiento más flexibles que ajuste los vencimientos al crecimiento de la facturación de la empresa.

15 Análisis financiero

Es importante destacar que la obtención de financiación dependerá de las empresas oferentes que decidan emprender este proyecto. Existen diferentes fuentes de financiamiento posibles bajo varios posibles esquemas de pago. Los ratios de rentabilidad sobre patrimonio y cobertura de deuda calculados atienden específicamente a la condiciones de crédito y repago de deuda manera planteada en este estudio. La TIR, el VAN, y el periodo de repago del proyecto son los indicadores a considerar en la evaluación del proyecto en sí, independiente del cronograma de repago.

Sin embargo, bajo las condiciones financieras generales existen escenarios que se presentan con más posibilidades de viabilidad que otros. A continuación presentamos una tabla resumen que analiza la rentabilidad del patrimonio (TIR) teniendo en cuenta diferentes niveles de tarifa y subsidio. Los escenarios resaltados en rojo no superan la tasa de rentabilidad del patrimonio mínima requerida.

1) Resumen de Resultados Escenario 1 (San Lorenzo-Coronel Oviedo)

En el Escenario 1 (San Lorenzo- Coronel Oviedo), los resultados indican que la TiR del patrimonio se encuentra por encima del costo de capital de los accionistas con el peaje actualmente cobrado por Tape Pora solamente bajo en el caso de subsidio del 30% del costo de construcción. A 1.5 veces el peaje actual la TiR del patrimonio se encuentra por encima del costo del capital de los accionistas proyectado en todos los casos, inclusive sin subsidios.

<tabla 15-20> Tabla de Resumen de Resultados Escenario 1

TIR del Patrimonio				
Multiplicador de Tarifa	Multiplicador de Tarifa			
	0%	10%	20%	30%
1.0	10.56%	10.93%	11.72%	12.77%
1.5	14.56%	15.72%	17.03%	18.28%
2.0	19.19%	20.47%	21.65%	22.70%
2.5	23.42%	24.53%	25.54%	26.34%

2) Resumen de Resultados Escenario 2 (San Lorenzo-Caaguazú)

En el Escenario 2 (San Lorenzo - Caaguazú), los resultados indican que la TiR del patrimonio se encuentra por encima del costo de capital de los accionistas con el peaje actualmente cobrado por Tape Pora a partir de un subsidio del 10% del costo de construcción. A 1.5 veces el peaje actual la TiR del patrimonio se encuentra muy por encima del costo del capital de los accionistas proyectado en todos los casos, inclusive sin subsidios.

<tabla 15-21> Tabla de Resumen de Resultados Escenario 2

TIR del Patrimonio				
Multiplicador de Tarifa	Multiplicador de Tarifa			
	0%	10%	20%	30%
1.0	12.07%	13.06%	14.09%	15.07%
1.5	18.08%	19.00%	19.90%	20.81%
2.0	22.98%	23.82%	24.65%	25.49%

16. Potenciales Problemas y Soluciones

16.1 Plan de Manejo del Tráfico

16.1.1 Resumen

A excepción de algunas zonas urbanas donde se tiene prevista la construcción de circunvalaciones la mayoría de los tramos del proyecto requerirán ampliación de la calzada. Para llevar a cabo estas tareas de ampliación se debe garantizar que estas no interferirán con el flujo del tráfico ni conllevarán un riesgo para los usuarios de la vía. Por este motivo, deben preverse medidas que permitan manejar el tráfico en cada tramo del proyecto a medida que avancen las obras.

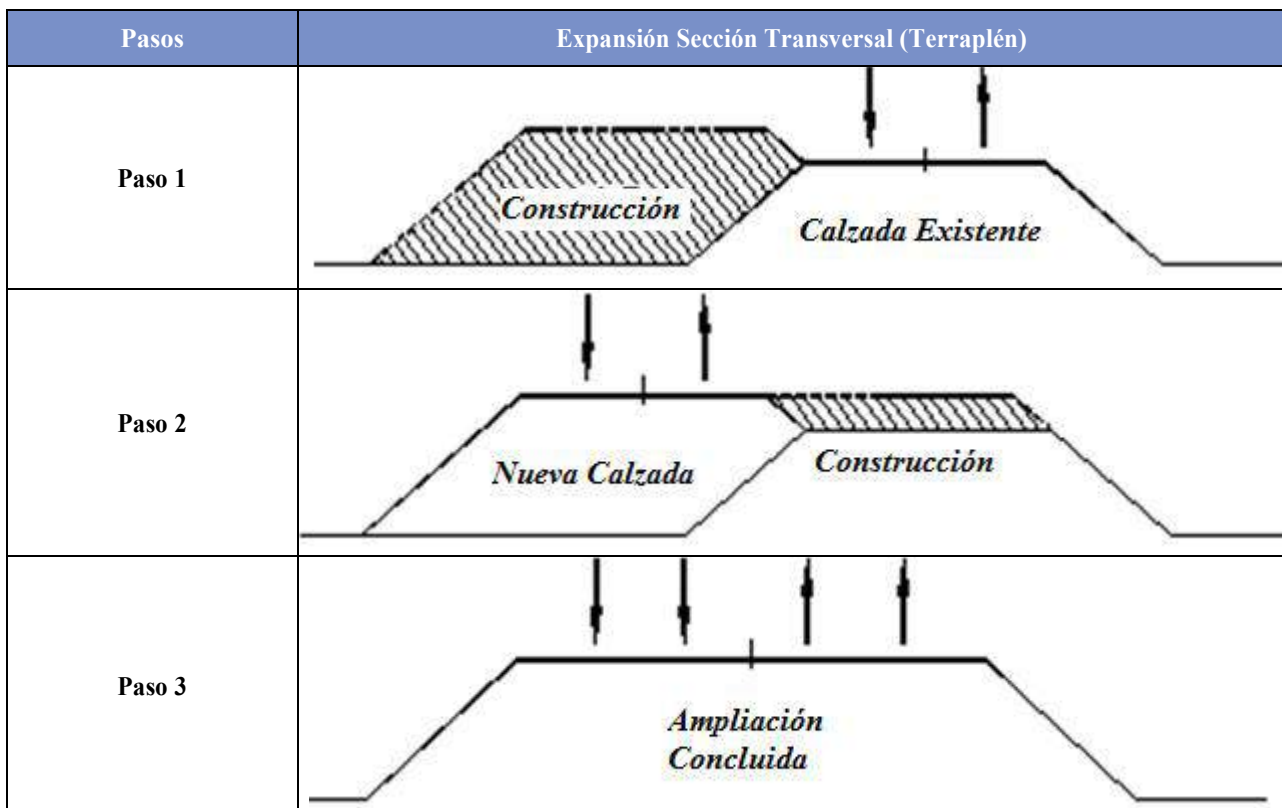
16.1.2 Medidas para el Manejo del Tráfico

Cuando se expanda la calzada existente se necesitarán de planes constructivos que disminuyan las interferencias en el flujo vehicular y garanticen la seguridad de los conductores y pasajeros para cada fase del proyecto. También deberán preverse otros tipos de problemas que puedan sucederse a medida que se desarrolla el proyecto.

A Expansión a un Solo Lado de la Calzada Existente

Sección Transversal: Expansión dentro de la franja de dominio de 50 m de ancho, sección transversal del terraplén antes y después de los puentes.

<Tabla 16-1> Plan de Expansión Sección Transversal (Terraplén)

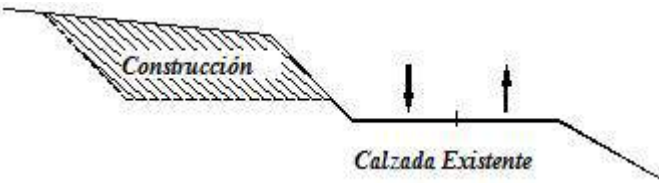
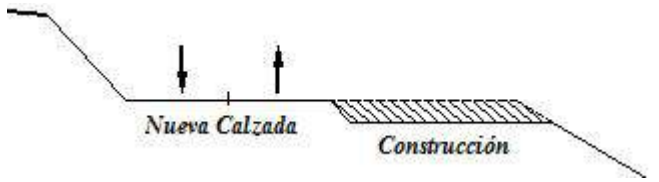
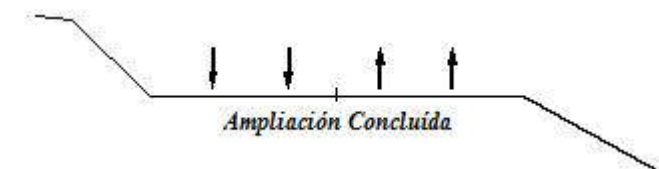


Manteniendo la calzada existente y simplificando los pasos constructivos para calzadas de dos carriles se facilita el manejo del tráfico y la construcción.

16 Potenciales Problemas y Soluciones

Sección Transversal: Posible expansión dentro de la franja de dominio de 50 m de ancho (sección transversal del terraplén).

<Tabla 16-2> Plan de Expansión a un Solo Lado de la Calzada (Sección Transversal del Terraplén)

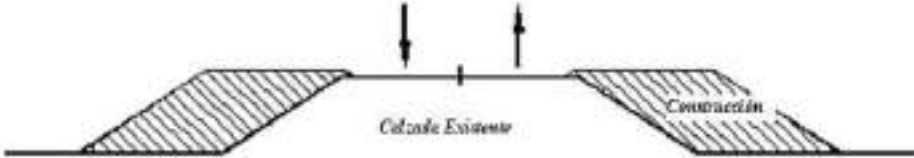

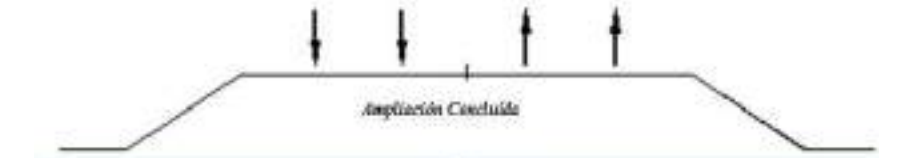
Pasos	Expansión Sección Transversal (Terraplén)
Paso 1	
Paso 2	
Paso 3	

Manteniendo la calzada existente y simplificando los pasos constructivos para calzadas de dos carriles el manejo del tráfico y la construcción se vuelven convenientes.

B Expansión a Ambos Lados de la Calzada Existente

Sección Transversal: tramos urbanos en los que resulta imposible expandir la calzada a un solo lado debido a la presencia de obstáculos dentro de la franja de dominio.

<Tabla 16-3> Plan de Expansión a Ambos Lados de la Calzada (Sección Transversal del Terraplén)

Pasos	Plan de Expansión a Ambos Lados Sección Transversal (Terraplén)
Paso 1	
Paso 2	
Paso 3	

La expansión a ambos lados permite minimizar el contacto con obstáculos y prevenir demandas civiles. Sin embargo, no es una práctica deseable desde el punto de vista constructivo y del manejo del tráfico.

16.2 Planes Constructivos para la Mitigación del Impacto Ambiental

16.2.1 Resumen

Al momento de seleccionar los tramos para la construcción de las circunvalaciones se consultaron las opiniones de las autoridades competentes acerca de las áreas afectadas por el proyecto para tratar de minimizar el impacto ambiental y social de las obras.

16.2.2 Planes para Preservar los Sistemas Hídricos

A Tramo Ypacaraí

Sección: Tramo que atraviesa Ypacaraí (Prog. 35+000 ~ 38+500)

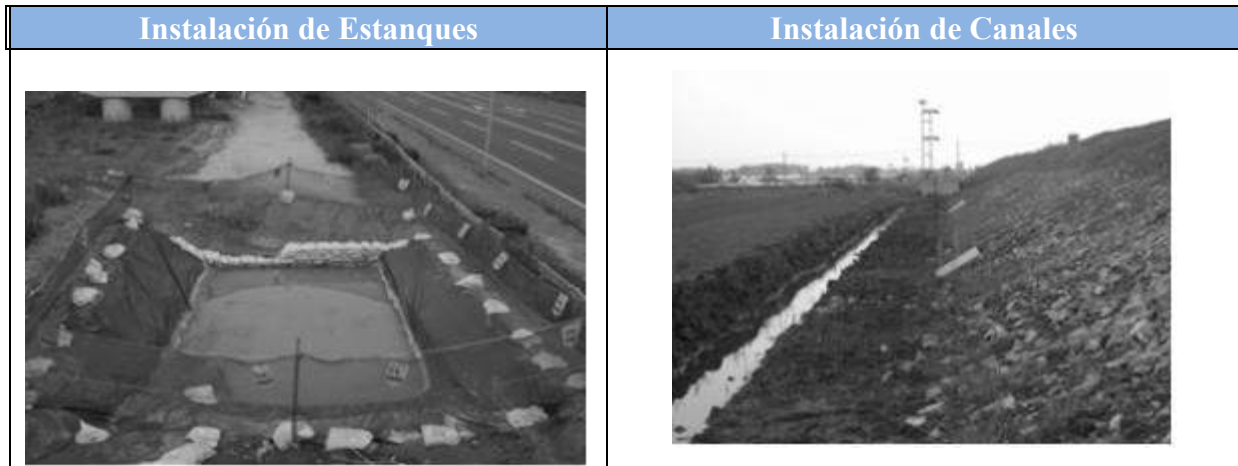
<Gráfico 16-1> Circunvalación Ypacaraí



- **Posibles Problemas:** Desde la zona de circunvalación hasta el Lago Ypacaraí existe una distancia de aproximadamente 2,35 km, por lo cual se estima que la influencia de polutantes sobre los afluentes del lago durante el periodo de construcción y operación de la variante sea insignificante. Sin embargo, existe la posibilidad de que algunos polutantes ingresen al lago a través de sus afluentes, por este motivo se deben prever medidas de mitigación.
- **Posibles Soluciones:** Una medida de mitigación sería que la construcción de la variante se lleve a cabo durante las estaciones de sequía para evitar las copiosas lluvias. También podrían construirse estanques o canales para minimizar el efecto de las aguas de escorrentías sobre la construcción.

16 Potenciales Problemas y Soluciones

< Gráfico 16-2> Aplicación de Medidas de Prevención de Aguas de Escorrentías



- Riegos regulares son necesarios en los tramos en construcción donde se mantiene el flujo de tráfico y se genera gran cantidad de polvo. Se recomienda el uso de camiones de riego especiales a fin de disminuir la cantidad de agua utilizada.

16.2.3 Medidas para la Disminución de Vibraciones y Polución Sonora

A Tramo Coronel Oviedo

Sección: Viaducto en Cnel. Oviedo (Prog. 35+000 ~ 38+500)

<Gráfico 16-3> Coronel Oviedo



- **Posibles Problemas:** Se deben establecer planes para disminuir las molestias generadas en la vida diaria de los residentes debido a vibraciones, ruidos y contaminaciones ocasionadas por la construcción del viaducto dentro de la ciudad.
- **Posibles Soluciones:** Se debe contar con camiones de riego para evitar que el polvo y los pequeños residuos causados por la entrada y salida de máquinas y vehículos de construcción se expandan a las vías cercanas al proyecto. Si se producen quejas de los residentes debido a la polución sonora generada por las obras, es decir, si se excede el nivel de sonido establecido en las leyes ambientales, se deberán instalar barreras a prueba de sonido para minimizar la polución sonora y se buscarán otras medidas de mitigación por medio de un consenso entre las autoridades locales y los

residentes del lugar.

16.3 Medidas Constructivas a ser Utilizadas en las Rutas Existentes

16.3.1 Resumen

Los trazados existentes en estos tramos permanecerán invariables, pero se planea desviar el tráfico de la zona urbana por medio de la construcción de circunvalaciones a fin de mejorar la geometría de la vía y minimizar conflictos con estructuras existentes.

16.3.2 Medidas Utilizadas en las Rutas Existentes

A Estado de las Rutas Existentes

<Tabla 16-4> Estado de las Rutas Existentes

Tramo	Progresiva		Longitud (km)	Sección de la Ruta Existente	Obs.
	Inicio	Fin			
1	Ypacaraí	35+000	38+500	3.5	Atraviesa la zona urbana
2	Caacupé	51+000	58+000	7.0	Atraviesa la zona urbana
3	Itacurubí de la Cordillera	85+000	90+000	5.0	Atraviesa la zona urbana
4	San José de los Arroyos	100+400	105+400	5.0	Atraviesa la zona urbana

<Gráfico 16-4> Estado Actual de las Rutas Existentes



16 Potenciales Problemas y Soluciones

B Medidas a ser Utilizadas en las Rutas Existentes

Las rutas existentes que atraviesan las zonas urbanas serán mantenidas para desplazamientos internos dentro de la ciudad y se disminuirá su grado de funcionalidad por medio de una reducción en la velocidad máxima de circulación para garantizar la seguridad de los residentes.

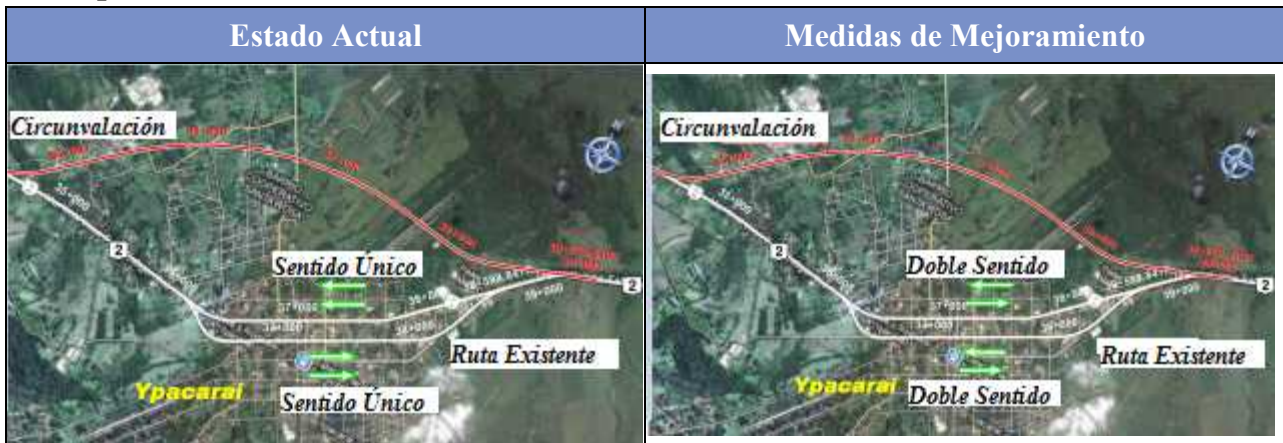
La entidad encargada del mantenimiento de las rutas existentes debe asegurar el manteniendo de las mismas para evitar inconvenientes a los residentes locales por omisión de responsabilidades.

Las ciudades de Ypacaraí y Caacupé cuentan actualmente con dos vías separadas de sentido único, este flujo vehicular diferenciado causa serios inconvenientes en el tráfico durante la entrada y salida de vehículos a los comercios y residencias de la zona.

Con la construcción de las circunvalaciones se prevé que el tráfico dentro de la ciudad disminuya gracias al desvío del flujo vehicular. A fin determinar nuevas formas de organizar el tránsito dentro del casco urbano será necesario que en la fase de diseño y análisis del volumen de tráfico se tengan en cuenta las opiniones de las autoridades locales acerca de la necesidad o no de implementar vías de doble sentido dentro de la ciudad, con el objeto de minimizar las pérdidas económicas que podrían originarse en los comercios locales con la construcción de la nueva variante.

<Gráfico 16-5> Plan de Mejoramiento de los Tramos Urbanos

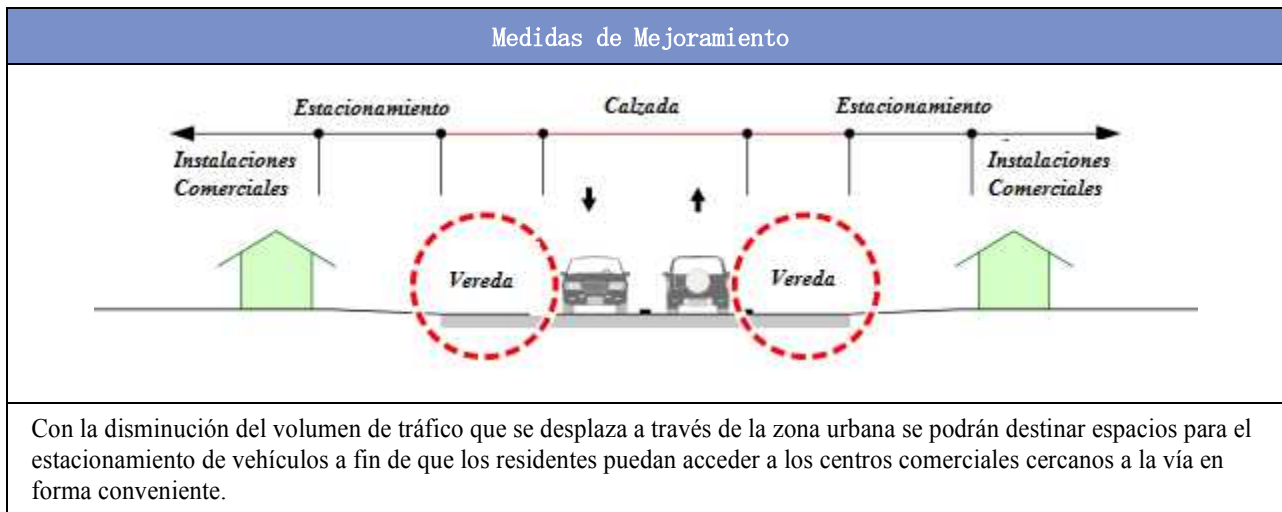
A Ypacaraí



B Caacupé



C Mejoras en los Tramos de las Zonas Urbanas (4 Ciudades)



17. Conclusión

17.1 Propósito y Alcance del Proyecto

17.1.1 Propósito del Proyecto

Este proyecto fue realizado con los fondos de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), entidad creada por el gobierno coreano para brindar cooperación no reembolsable a países extranjeros como parte de su programa de cooperación económica a países en vías de desarrollo.

El propósito de este proyecto es promover el desarrollo del Paraguay y garantizar la consolidación de las infraestructuras viales a través del Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7, las cuales conectan Asunción la capital del Paraguay con Ciudad del Este, la segunda ciudad más importante del país.

Del mismo modo, este proyecto busca impulsar el desarrollo equilibrado de la región y el desarrollo económico del país a nivel nacional por medio del fortalecimiento de la competitividad en materia de infraestructura y logística gracias a la reducción del tiempo de viaje, resultado de la conexión de los principales puntos urbanos del país por medio de las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7.

Por otro lado, se espera que a través de la asistencia técnica se puedan introducir mejoras a nivel de ingeniería tanto en el diseño como en la construcción de carreteras en el Paraguay. Además de mejorar y garantizar la seguridad vial de los conductores y resolver otros problemas complejos relacionados a la construcción vial.

17.1.2 Alcance del Estudio

Este estudio incluye las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7 junto a las principales rutas de enlace y las zonas de afectación directa del proyecto.

Rutas Nacionales No. 2 y No. 7: San Lorenzo → Minga Guazú (L = 307 km).

17.2 Aspectos Técnicos

17.2.1 Tramo de Ampliación

Este proyecto debe garantizar la constructibilidad y la seguridad del tráfico durante la construcción, puesto que la calzada existente deberá seguir operando durante todo el periodo que duren las obras. Por lo tanto, se tiene prevista la implementación del método de expansión a un lado de la calzada existente en los tramos rectos donde se cuenta con suficiente espacio en la franja de dominio, a fin de minimizar molestias y riesgos a los usuarios.

Además, gracias a la expansión simple se desea minimizar la posibilidad de cortes de rutas a fin de garantizar la factibilidad económica del proyecto.

La expansión a ambos lados de los puentes incrementaría los costos de construcción. Consecuentemente, se prevé la construcción a un solo lado de las estructuras existentes, siempre que ello sea posible, para asegurar la factibilidad económica.

17 Conclusión

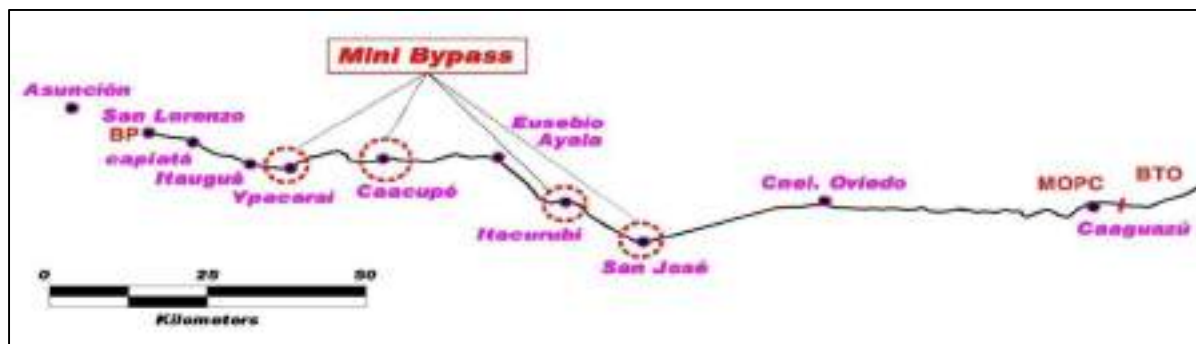


17.2.2 Tramo de Circunvalación de Zonas Urbanas

En este estudio, se determinaron trazados alternativos previa revisión de las rutas existentes y de la sección transversal de las mismas. De los resultados de esta investigación se concluyó que la medida más favorable para la expansión de la calzada en las zonas urbanas es la construcción de circunvalaciones.

A fin de comparar los trazados alternativos se realizaron investigaciones in-situ y se dialogó con las municipalidades pertinentes. Así mismo, se utilizó como referencia el Estudio de Factibilidad de la JICA (2000) y la decisión final sobre el trazado de las variantes fue tomada en base a las recomendaciones hechas por los gobiernos locales y otros cambios introducidos en el diseño básico.

<Gráfico 17-1> Tramo de Prueba de los Trazados Alternativos



A Tramo de Circunvalaciones - Ruta Nacional No. 2

<Tabla 17-1> Tramo de las Variantes

Clasificación	Tramo de Prueba		Extensión (km)	Objeto Principal del Estudio	Obs.
	Inicio	Final			
1	Ypacaraí	35+000	38+500	3.5	Circunvalación de Zona Urbana
2	Caacupé	51+000	58+000	7.0	Circunvalación de Zona Urbana
3	Itacurubí de la Cordillera	85+000	90+000	5.0	Circunvalación de Zona Urbana
4	San José de los Arroyos	100+400	105+400	5.0	Circunvalación de Zona Urbana
5	Cnel. Oviedo	132+000	133+200	1.2	Ampliación de la Calzada Existente

B Tramo de Prueba de los Trazados Alternativos

Durante la determinación de los trazados del proyecto se consideraron las características topográficas y las condiciones locales. El método de evaluación se basó en la definición de criterios de evaluación y la asignación de un peso porcentual a cada uno de ellos. Expertos locales de cada área realizaron una investigación detallada in situ. La decisión final fue tomada después de un consenso con las autoridades locales.

<Tabla 17-2> Criterios de Evaluación

Clasificación	Criterio de Evaluación	Peso %	Puntaje de la Evaluación	Obs.
1	Condición del Trazado (Horizontal y Vertical)	10	◦ Alto: 10 ◦ Moderado: 5	
2	Costo del Proyecto	25	◦ Alto: 25 ◦ Medio: 15 ◦ Bajo: 5	
3	Dificultad de Construcción	20	◦ Fácil: 20 ◦ Normal: 10 ◦ Difícil: 5	
4	Aspectos Sociales (Propiedades y Estructuras Afectadas)	25	◦ Alto: 25 ◦ Medio: 15 ◦ Bajo: 5	
5	Aspectos Medio Ambientales	20	◦ Alto: 20 ◦ Normal: 10 ◦ Bajo: 5	
TOTAL		100		

17.3 Análisis del Volumen de Tráfico

A partir del análisis del número de carriles necesarios para satisfacer la demanda del tráfico se concluyó que para el año 2040 se necesitará una calzada de 4 carriles, 2 por cada sentido de circulación, a fin de mantener un nivel de servicio C en las Rutas Nacionales No. 2 y No. 7.

En el presente estudio de factibilidad se han analizado los tramos correspondientes a las Rutas Nacionales No.1 (San Lorenzo - Encarnación), No. 6 (Encarnación – Minga Guazú), No. 2 y No. 7 (San Lorenzo – Cnel. Oviedo, Cnel. Oviedo – Caaguazú, Caaguazú – Minga Guazú) y se ha encontrado que las mismas aún pueden mantener el nivel de servicio C con la configuración de la calzada existente (2 carriles, 1 por sentido). Sin embargo, la evaluación del número de carriles necesarios para satisfacer la demanda de tráfico para el año 2040 arrojó un valor mayor a 0.9, el cual es cercano al valor requerido para la duplicación de la calzada existente.

<Table 17-3> Análisis del Tráfico

Tramo		Año Horizonte	AADT	K	D	V (DDHV)	MSF (D)	PHF	fHV	fp	N (Sentido Único)		
Ruta Nacional No. 1	1	Itá ~ Paraguari	2021	12,449	0.1	0.52	646.18	1,280	0.9	0.88	1.0	0.64	
			2030	16,681	0.1	0.52	865.85	1,280	0.9	0.88	1.0	0.85	
			2040	21,313	0.1	0.52	1,106.28	1,280	0.9	0.88	1.0	1.09	
	2	Paraguari ~ Carapegua	2021	10,490	0.1	0.52	544.50	1,280	0.9	0.88	1.0	0.54	
			2030	14,883	0.1	0.52	772.52	1,280	0.9	0.88	1.0	0.76	
			2040	19,524	0.1	0.52	1,013.42	1,280	0.9	0.88	1.0	1.00	
	3	Carapegua ~ San Ignacio	2021	10,444	0.1	0.52	542.11	1,280	0.9	0.88	1.0	0.53	
			2030	14,627	0.1	0.52	759.23	1,280	0.9	0.88	1.0	0.75	
			2040	19,088	0.1	0.52	990.79	1,280	0.9	0.88	1.0	0.97	
	4	San Ignacio ~ Cnel. Bogado	2021	4,143	0.1	0.52	215.05	1,280	0.9	0.88	1.0	0.21	
			2030	5,210	0.1	0.52	270.43	1,280	0.9	0.88	1.0	0.27	
			2040	6,648	0.1	0.52	345.07	1,280	0.9	0.88	1.0	0.34	
	5	Cnel. Bogado ~ Encarnación	2021	4,150	0.1	0.52	215.41	1,280	0.9	0.88	1.0	0.21	
			2030	5,525	0.1	0.52	286.78	1,280	0.9	0.88	1.0	0.28	
			2040	7,096	0.1	0.52	368.33	1,280	0.9	0.88	1.0	0.36	
Ruta Nacional No. 2 y No. 7	0	San Lorenzo ~ Ypacarai	2021	55,292	0.08	0.51	2,233.92	1,760	0.95	0.86	1.0	1.54	
			2030	80,504	0.08	0.51	3,252.57	1,760	0.95	0.86	1.0	2.25	
			2040	104,333	0.08	0.51	4,215.31	1,760	0.95	0.86	1.0	2.91	
	1	Ypacarai ~ Caacupé	2021	10,837	0.1	0.51	547.30	1,280	0.9	0.86	1.0	0.55	
			2030	15,741	0.1	0.51	794.97	1,280	0.9	0.86	1.0	0.80	
			2040	20,478	0.1	0.51	1,034.20	1,280	0.9	0.86	1.0	1.04	
	2	Caacupé ~ Cnel. Oviedo	2021	9,699	0.1	0.51	489.83	1,280	0.9	0.86	1.0	0.49	
			2030	13,756	0.1	0.51	694.72	1,280	0.9	0.86	1.0	0.70	
			2040	17,686	0.1	0.51	893.20	1,280	0.9	0.86	1.0	0.90	
	3	Cnel. Oviedo ~ Caaguazú	2021	11,051	0.1	0.51	558.11	1,280	0.9	0.86	1.0	0.56	
			2030	14,925	0.1	0.51	753.76	1,280	0.9	0.86	1.0	0.76	
			2040	18,225	0.1	0.51	920.42	1,280	0.9	0.86	1.0	0.92	
	4	Caaguazú ~ Yguazú	2021	12,606	0.1	0.51	636.64	1,280	0.9	0.86	1.0	0.64	
			2030	15,505	0.1	0.51	783.05	1,280	0.9	0.86	1.0	0.79	
			2040	21,187	0.1	0.51	1,070.01	1,280	0.9	0.86	1.0	1.07	
	Ruta Nacional No. 6	1	Encarnación ~ Edelira	2021	3,694	0.1	0.53	194.63	1,280	0.9	0.87	1.0	0.19
				2030	5,150	0.1	0.53	271.34	1,280	0.9	0.87	1.0	0.27
				2040	6,843	0.1	0.53	360.54	1,280	0.9	0.87	1.0	0.36
2		Edelira ~ Minga Guazú	2021	3,449	0.1	0.53	181.72	1,280	0.9	0.87	1.0	0.18	
			2030	4,751	0.1	0.53	250.32	1,280	0.9	0.87	1.0	0.25	
			2040	6,135	0.1	0.53	323.24	1,280	0.9	0.87	1.0	0.32	

17.4 Análisis Financiero

17.4.1 Estimación de Costos del Proyectos

Los resultados de la evaluación del costo total del proyecto para cada escenario considerado en este estudio se presentan en la siguiente tabla.

<Tabla 17-4> Costo Total del Proyecto por Escenario

(Unidad: Guaraníes)

Descripción	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Obs.
I. Costo Directo (Costo Neto de Construcción)	629,121,597,723	810,507,465,842	1,334,340,680,545	
A. Movimiento de Suelos	47,253,524,574	65,401,424,674	111,233,188,674	
B. Drenaje y Obras de Arte	21,625,551,149	37,935,470,687	52,510,356,287	
C. Pavimentación	494,572,616,395	611,626,245,945	1,023,272,579,945	
D. Estructuras	20,307,826,081	25,524,916,746	27,844,414,587	
E. Trabajos Auxiliares	45,362,079,524	70,019,407,790	119,480,141,052	
II. Costo Indirecto	364,890,526,679	470,094,330,189	773,917,594,717	
A. Gastos Generales y de Contingencia (I×35%)	220,192,559,203	283,677,613,045	467,019,238,191	
B. Costo de Diseño(I×4%)	25,164,863,909	32,420,298,634	53,373,627,222	
C. Costo de Supervisión (I×4%)	25,164,863,909	32,420,298,634	53,373,627,222	
D. Costo de Pre-Operación (I×15%)	94,368,239,658	121,576,119,876	200,151,102,082	
1. Sub Total (I+ II)	994,012,124,402	1,280,601,796,031	2,108,258,275,262	
III. Impuestos (I×10%)	99,401,212,440	128,060,179,603	210,825,827,526	
2. Sub Total (I+ II +III)	1,093,413,336,842	1,408,661,975,634	2,319,084,102,788	
IV. Costos de Compensación	56,206,000,000	56,206,000,000	56,206,000,000	
V. Costo de Operación y Mantenimiento	80,223,000,000	112,710,000,000	194,922,000,000	
3. Costo Total del Proyecto (I +II +III+IV+ V)	1,229,842,336,842	1,577,577,975,634	2,570,212,102,788	

17.4.2 Análisis Económico

<Tabla 17-5> Análisis Económico Resultado por Escenarios

(Unit : Gs.)

Categoría	Seccion Gesitonada por el MOPC		Escenario 3 (Seccion Gesitonada por el MOPC + Seccion Gesitonada por TAPE PORA)
	Escenario 1 (San Lorenzo ~ Cnel. Oviedo)	Escenario 2 (San Lorenzo ~ Caaguazu)	
Total de Descuento en Costo	736,785,021,663	940,876,810,951	1,526,741,187,573
Total de Descuento en Beneficio	1,165,691,703,723	956,204,293,945	1,057,754,395,938
B/C	1.58	1.02	0.69
NPV	428,906,682,060	15,327,462,993	-468,986,791,634
IRR(%)	9.75	6.13	3.33

Obs.: Se aplicará una tasa de descuento del 6.0%.

17.5 Conclusión

1) Resumen de Resultados Escenario 1 (San Lorenzo-Coronel Oviedo)

En el Escenario 1 (San Lorenzo- Coronel Oviedo), los resultados indican que la TiR del patrimonio se encuentra por encima del costo de capital de los accionistas con el peaje actualmente cobrado por Tape Pora solamente bajo en el caso de subsidio del 30% del costo de construcción. A 1.5 veces el peaje actual la TiR del patrimonio se encuentra por encima del costo del capital de los accionistas proyectado en todos los casos, inclusive sin subsidios.

<tabla 17-6> Tabla de Resumen de Resultados Escenario 1

TIR del Patrimonio				
Multiplicador de Tarifa	Multiplicadorde Tarifa			
	0%	10%	20%	30%
1.0	10.56%	10.93%	11.72%	12.77%
1.5	14.56%	15.72%	17.03%	18.28%
2.0	19.19%	20.47%	21.65%	22.70%
2.5	23.42%	24.53%	25.54%	26.34%

2) Resumen de Resultados Escenario 2 (San Lorenzo-Caaguazú)

·En el Escenario 2 (San Lorenzo - Caaguazú), los resultados indican que la TiR del patrimonio se encuentra por encima del costo de capital de los accionistas con el peaje actualmente cobrado por Tape Pora a partir de un subsidio del 10% del costo de construcción. A 1.5 veces el peaje actual la TiR del patrimonio se encuentra muy por encima del costo del capital de los accionistas proyectado en todos los casos, inclusive sin subsidios.

<tabla 17-7> Tabla de Resumen de Resultados Escenario 2

TIR del Patrimonio				
Multiplicador de Tarifa	Multiplicador de Tarifa			
	0%	10%	20%	30%
1.0	12.07%	13.06%	14.09%	15.07%
1.5	18.08%	19.00%	19.90%	20.81%
2.0	22.98%	23.82%	24.65%	25.49%