

# **PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA NACIONAL PY12, TRAMO “CHACO’Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS”**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**



TETÄ REMBIAPO  
HA MARANDU  
Motenondcha  
Ministerio  
OBRAS PÚBLICAS  
Y COMUNICACIONES

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES (MOPC)**

**IDOM**

NE 21593

CD.R12.07.02.01.01

NOVIEMBRE 2019








## Tabla de Revisiones

### MOPC

### PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA NACIONAL PY12, TRAMO "CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"

### MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>Redactado por:</b>  Karina Faviola Benítez (KFB) 19/11/2019	<b>Revisado por:</b>  Javier Puerto Gisbert (JPG) 19/11/2019	<b>Aprobado por:</b>  Jesús Moreno Galdó (JMG) 19/11/2019
--	--	---

Área	Encargo	Título	Edición	CD
Infraestructuras	21593	Memoria Descriptiva	01	R12.07.02.01.01

## Tabla de Ediciones

Edición	Fecha	Objeto de la edición
00	Octubre 2019	Edición inicial
01	Noviembre 2019	Revisión 01

### Modificaciones respecto a la edición anterior

--

### Lista de pendientes

Nº	Apartado	Descripción



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Antecedentes Administrativos .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Antecedentes Técnicos .....</b>	<b>2</b>
2.2.1. Proyectos en desarrollo en el ámbito de actuación .....	3
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL CAMINO EXISTENTE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. ESTUDIOS DE INGENIERIA.....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Estudios Cartográficos y topográficos .....</b>	<b>11</b>
4.1.1. Vuelo fotogramétrico.....	11
4.1.2. Sistema de Referencia.....	12
4.1.3. Trabajos de campo .....	15
4.1.4. Trabajos de Gabinete .....	18
<b>4.2. Estudios Geológicos y Geotécnicos .....</b>	<b>21</b>
4.2.1. Campaña de investigación geotécnica .....	21
4.2.2. Paquete estructural de la actual carretera Ruta 12 .....	29
4.2.3. Caracterización geotécnica de materiales de la traza .....	31
4.2.4. Caracterización del terreno natural.....	32
4.2.5. Estudio de materiales .....	35
<b>4.3. Estudios Hidrológicos .....</b>	<b>38</b>
4.3.1. Descripción del área de estudio .....	39
4.3.2. Resultados del estudio hidrológico .....	43
<b>4.4. Estudio de Tránsito .....</b>	<b>45</b>
4.4.1. Determinación del tráfico actual .....	45
4.4.2. Obtención del tránsito medio diario anual (TMDA).....	51
4.4.3. Estimación del TMDA futuro .....	55
4.4.4. Estimación de los niveles de servicio en el tronco .....	66
<b>4.5. Estudio de Impacto Ambiental .....</b>	<b>67</b>
4.5.1. Metodología para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental .....	67

4.5.2.	Resumen del contenido del Estudio de Impacto Ambiental .....	68
<b>5.</b>	<b>DISEÑO DE INGENIERÍA.....</b>	<b>71</b>
<b>5.1.</b>	<b>Diseño Geométrico .....</b>	<b>71</b>
5.1.1.	Condicionantes al diseño .....	71
5.1.2.	Parámetros de diseño .....	72
5.1.3.	Alineación horizontal .....	73
5.1.4.	Alineación vertical .....	79
5.1.5.	Sección transversal .....	79
5.1.6.	Diseño de intersecciones .....	83
<b>5.2.</b>	<b>Movimiento de Suelos .....</b>	<b>85</b>
5.2.1.	Caracterización de los materiales .....	85
5.2.2.	Balance de los suelos .....	89
<b>5.3.</b>	<b>Diseño de Pavimentos .....</b>	<b>91</b>
5.3.1.	Ejes Equivalentes.....	92
5.3.2.	Capacidad de la Subrasante.....	92
5.3.3.	Resultados del Diseño de Pavimentos .....	93
<b>5.4.</b>	<b>Diseño Hidráulico.....</b>	<b>96</b>
5.4.1.	Relevamiento de obras existentes.....	96
5.4.2.	Diagnóstico de la situación actual.....	97
5.4.3.	Criterios de diseño .....	99
5.4.4.	Resultados - Obras proyectadas.....	100
<b>5.5.</b>	<b>Diseño de Puentes .....</b>	<b>102</b>
5.5.1.	Descripción de las estructuras .....	102
5.5.2.	Normativa utilizada.....	105
5.5.3.	Programas de cálculo utilizados .....	105
5.5.4.	Descripción de la modelización empleada en las estructuras .....	105
<b>5.6.</b>	<b>Diseño de Obras Complementarias .....</b>	<b>106</b>
5.6.1.	Revestimiento vegetal.....	106
5.6.2.	Alambradas .....	107
5.6.3.	Accesos menores.....	107

5.6.4.	Parada de buses .....	108
5.6.5.	Puestos de control de pesaje .....	109
5.6.6.	Puesto de peaje .....	110
5.6.7.	Puestos de conteo .....	110
5.6.8.	Traslado de estructuras de servicio público .....	111
5.6.9.	Iluminación .....	112
5.6.10.	Pasos de fauna .....	114
<b>6.</b>	<b>PRECATASTRO .....</b>	<b>117</b>
6.1.	Datos de partida .....	117
6.2.	Metodología de cálculo para valor homogeneizado .....	118
6.3.	Propiedades afectadas .....	119
6.4.	Pre-Avalúo de Terrenos .....	120
<b>7.</b>	<b>PLAN DE OBRAS .....</b>	<b>121</b>
<b>8.</b>	<b>CÓMPUTOS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE OBRAS .....</b>	<b>127</b>
<b>9.</b>	<b>CONTENIDO DEL PRESENTE PROYECTO.....</b>	<b>128</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>129</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fecha de realización de los conteos .....	49
Tabla 2.	Fecha de realización de las encuestas .....	50
Tabla 3.	Tránsitos Existentes. 2019.....	56
Tabla 4.	Tránsitos desviados. 2019 .....	57
Tabla 5.	Tránsitos inducidos por la eliminación de la intransitabilidad. 2019 .....	57
Tabla 6.	Co/Cm.....	58
Tabla 7.	Tránsitos inducidos por la mejora de las condiciones operativas. 2019.....	58
Tabla 8.	Proyecciones del PIB.....	59
Tabla 9.	Tasas de crecimiento anual.....	60
Tabla 10.	Tránsitos adicionales por las obras de Ruta 12 .....	60
Tabla 11.	Prognosis BCP. Tramo 1.....	61
Tabla 12.	Prognosis BCP. Tramo 2.....	62
Tabla 13.	Prognosis BCP. Tramo 3.....	63
Tabla 14.	Prognosis BCP. Tramo 4.....	64
Tabla 15.	Prognosis BCP. Tramo 5.....	65
Tabla 16.	NS (ATS-PTSF) .....	66
Tabla 17.	Plazos para la elaboración y presentación del EIAp .....	68
Tabla 18.	Clasificación según las características principales de las clases funcionales .....	72
Tabla 19.	Resumen de Parámetros de Alineamiento Horizontal considerados .....	74
Tabla 20.	Verificación cumplimiento parámetros trazado para las alineaciones curvas y clotoideas.....	76
Tabla 21.	Verificación cumplimiento longitud mínima de las alineaciones rectas .....	78
Tabla 22.	Puntos característicos del carril central de deceleración.....	83
Tabla 23.	Puntos característicos carriles giros a derecha.....	84
Tabla 24.	Medición de suelos.....	89
Tabla 25.	Resumen del balance de suelos .....	90
Tabla 26.	Resumen de obras de drenaje transversal relevadas.....	96
Tabla 27.	Ubicación de las paradas de buses.....	108
Tabla 28.	Ubicación de los puestos de pesaje móvil.....	109
Tabla 29.	Ubicación de las dársenas de pesaje fijas .....	109
Tabla 30.	Ubicación de puntos de iluminación.....	113
Tabla 31.	Ancho de Franja de Dominio Adoptada.....	119
Tabla 32.	Valor total Precatastro.....	120
Tabla 33.	Tramificación de la obra .....	121
Tabla 34.	Presupuesto de la obra .....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del Proyecto. Ruta PY12 y Accesos. ....	1
Figura 2.	Localización del Proyecto del Puente Chaco'í .....	3
Figura 3.	Localización del Proyecto de Duplicación de la Ruta Puerto Falcón .....	4
Figura 4.	Intersección de ruta PY09 con la Ruta PY12 .....	4
Figura 5.	Tramificación para la caracterización de la calzada existente .....	5
Figura 6.	Medios utilizados para el desarrollo del Vuelo Fotogramétrico .....	11
Figura 7.	Reseña Red Oficial Vértice RM-2.....	13
Figura 8.	Imagen del Vértice RM-2.....	13
Figura 9.	Reseña de Clavo Oficial Red Oficial W1-10.....	14
Figura 10.	Imagen del Clavo Oficial W1-10.....	15
Figura 11.	Mojón de 40 x 40 cm para materializar Red Primaria.....	16
Figura 12.	Hito de concreto para materializar Red Secundaria .....	16
Figura 13.	Topografía en las calicatas. ....	21
Figura 14.	Ejemplo de calicata excavada en el borde la calzada, C-9+000_LD.....	22
Figura 15.	Separación de montones por material para facilitar su reposición. ....	22
Figura 16.	Compactación y restauración de calicata. ....	23
Figura 17.	Sondeo rotativo con recuperación continua de testigo (Puente 3; S-2) .....	24
Figura 18.	Caja de madera de almacenamiento de testigo de sondeo. ....	24
Figura 19.	Reposición de sondeo rotativo. ....	25
Figura 20.	Niveles de agua en los sondeos realizados. ....	25
Figura 21.	Ensayo CPTU en el Puente 1 .....	26
Figura 22.	Calicata realizada para estudio de yacimientos hasta los 2.0m de profundidad. ....	27
Figura 23.	Barreno realizado en los yacimientos para alcanzar la profundidad de 10.0m.. ....	27
Figura 24.	Capas que conforman la Estructura I en la actual carretera. ....	29
Figura 25.	Capas que conforman la Estructura II en la actual carretera. ....	30
Figura 26.	Base Granular (BG).....	31
Figura 27.	Sub-base (SB).....	31
Figura 28.	Terraplén (TR).....	32
Figura 29.	Resumen de las calicatas realizadas en "Revisión y Actualización de la "Ruta Nacional N° 12 Vicepresidente Sánchez, Tramo: Chaco'í - Triángulo - General Bruguez".....	32
Figura 30.	Resumen de las calicatas realizadas en la campaña actual. ....	33
Figura 31.	Resultados de Ensayos de Sulfatos y Sales Totales. ....	34
Figura 32.	Mapa de Regionalización Hídrica de la Región Occidental.....	41
Figura 33.	Mapa de Afectación por inundación .....	42
Figura 34.	Punto de Conteo. Aforo 1.....	46
Figura 35.	Punto de Conteo. Aforo 2.....	46
Figura 36.	Punto de Conteo. Aforo 3.....	47
Figura 37.	Punto de Conteo. Aforo 4.....	47
Figura 38.	Punto de Conteo. Aforo 5.....	48

Figura 39.	Imagen satélite con localización de los aforos .....	48
Figura 40.	Ubicación de la medición del flujo peatonal en Falcón. ....	51
Figura 41.	TMDA Punto 1 .....	52
Figura 42.	TMDA Punto 2 .....	53
Figura 43.	TMDA Punto 3 .....	53
Figura 44.	TMDA Punto 4 .....	54
Figura 45.	TMDA Punto 5 .....	54
Figura 46.	TMDA Existente. 2019 .....	56
Figura 47.	Esquema geométrico del diseño de las paradas de bus.....	81
Figura 48.	Esquema geométrico del diseño de las dársenas de estacionamiento.....	82
Figura 49.	Esquema geométrico del diseño de las zonas de pesaje .....	82
Figura 50.	Esquema geométrico del diseño de las zonas de pesaje fijo .....	83
Figura 51.	Medición de desmonte o excavación en el trazado .....	85
Figura 52.	Excavación del escalonamiento del talud .....	85
Figura 53.	Excavación de tierra vegetal.....	86
Figura 54.	Medición del terraplén a ejecutar en la obra .....	86
Figura 55.	Medición del terraplén en la zona de escalonamiento .....	87
Figura 56.	Medición del terraplén estabilizado en los dos primeros metros de las márgenes .....	87
Figura 57.	Medición de la primera capa de mejora de suelo cal CBR > 20 a ejecutar .....	87
Figura 58.	Medición de la segunda capa de mejora de suelo cal CBR > 20 a ejecutar .....	88
Figura 59.	Localización del Proyecto .....	91
Figura 60.	Obras relevadas a lo largo del tramo .....	97
Figura 61.	Tipología de las obras relevadas .....	98
Figura 62.	Situación de las obras relevadas .....	98
Figura 63.	Nivel de agua Hw.....	99
Figura 64.	Coeficientes de rugosidad para alcantarillas .....	100
Figura 65.	Nivel de aguas máximas extraordinarias .....	100
Figura 66.	Resumen de obras propuestas .....	101
Figura 67.	Características de los puentes proyectados .....	102
Figura 68.	Planta de un vano del tablero de los puentes .....	103
Figura 69.	Sección transversal del tablero de los puentes.....	103
Figura 70.	Sección transversal de viga .....	104
Figura 71.	Modelo de las pilas adoptado .....	104
Figura 72.	Afecciones a servicios. Líneas eléctricas.....	111
Figura 73.	Esquema general de un drenaje adaptado para animales terrestres.....	116
Figura 74.	Cronograma simplificado del Proyecto .....	122
Figura 75.	Cronograma del Proyecto (1/4).....	123
Figura 76.	Cronograma del Proyecto (2/4).....	124
Figura 77.	Cronograma del Proyecto (3/4).....	125
Figura 78.	Cronograma del Proyecto (4/4).....	126



## ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AII	Área de Influencia Indirecta
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
CEN	Censo Económico Nacional
CNAEP	Clasificación Nacional de Actividades Económicas de Paraguay
COPACO	Compañía Paraguaya de Comunicaciones
DCEA	Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias
DGA	Dirección de Gestión Ambiental
DGEEC	Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DINAC	Dirección Nacional Aeronáutica
EIAp	Estudio Impacto Ambiental previo
ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay
EvIA	Evaluación de Impacto Ambiental
IBA	Important Bird Areas. BirdLife International
IDB	Interamerican Development Bank
IIRSA	Iniciativa para la Integración Infraestructura Regional Suramericana
INDERT	Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra
LPI	Licitación Pública Internacional
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
PGN	Presupuesto General de la Nación
PIB	Producto Interior Bruto
PMT	Plan Maestro de Transportes
PNL	Plan Nacional de Logística
SAG	Sistema Acuífero Guaraní
SEAM	Secretaría del Ambiente
SINASIP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
TdR	Términos de Referencia
UICN	Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USD	United State Dollar
WB	World Bank
DINATRA	Dirección Nacional de Transporte



## 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Contrato N° 294/2017 “Licitación Pública Internacional de Firms Consultoras para la Contratación de Servicios de Asistencia y Apoyo para la Ejecución de Obras N° 94/2016”, firmado entre IDOM Ingeniería y Consultoría S.A. y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Gobierno de Paraguay (en adelante MOPC) el 17 de octubre de 2017, se recibió solicitud del MOPC de proveer los estudios técnicos para la licitación de la obra de Pavimentación de la Ruta Nacional PY12, Tramo “Chaco’í – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos”.

La Ruta Nacional PY-12 “Vice Presidente Sánchez”, más conocida como Ruta Chaco’í, es una ruta del Paraguay situada en el oeste del Departamento de Presidente Hayes y Boquerón en el chaco paraguayo. Su extensión es de aproximadamente 744 km, inicia en Chaco’í y termina en pozo Hondo con una extensión total de 744 km. El presente estudio desarrolla el tramo concerniente a “Chaco’í – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos” con una longitud igual a 168.5 km.

El tramo objeto del presente Proyecto se localiza en la región occidental de la República del Paraguay, en el límite de la frontera con la República Argentina. La siguiente figura muestra la localización del tramo:



Figura 1. Localización del Proyecto. Ruta PY12 y Accesos.

Fuente: Elaboración propia

La traza del proyecto se desarrolla en los Distritos de Villa Hayes, José Falcón y General José María Bruguez del Departamento Presidente Hayes, siendo Teniente Esteban Martínez y Benjamín Aceval colindantes, y directamente vinculados a Villa Hayes, José Falcon y General Bruguez desde el punto de vista territorial y de conectividad.

## **2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

### **2.1. Antecedentes Administrativos**

En el mes de noviembre de 2018 la Resolución MOPC N° 2245/18 designa como “Proyecto Estratégico” del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones al proyecto de “Pavimentación Asfáltica de la Ruta Nacional N° 12 Chaco’í – Triángulo – Gral. Bruguez” y se incluye en la cartera de la Dirección de Proyectos Estratégicos.

El proyecto de pavimentación de la Ruta Nacional N° 12 Chaco’í – Triangulo – Gral. Bruguez está considerado de utilidad pública e interés social y como tal se encuentra recogido en la Ley de N° 5389 que establece el procedimiento para la expropiación e indemnización de inmuebles comprendidos en las áreas destinadas a la franja de Dominio Público de Obras y Comunicaciones a cargo del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) y declara de utilidad Pública y expropia a favor del Estado paraguayo (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones) varios inmuebles afectados por dicha condición. Cabe mencionar que copias de dichas resoluciones se encuentran en el *Anexo 00. Antecedentes*.

### **2.2. Antecedentes Técnicos**

Como antecedentes técnicos se tiene constancia de la existencia del proyecto de mejoramiento de la ruta del año 2011:

- Revisión y Actualización del Proyecto de la “Ruta Nacional N°12 Vicepresidente Sánchez”. Tramo: Chaco’í – Triángulo – General Bruguez [Año 2011], elaborado por la empresa CAEM (Centro de Asesoramiento Empresarial Multidisciplinario).

Constituyen antecedentes inmediatos del presente proyecto, los siguientes estudios:

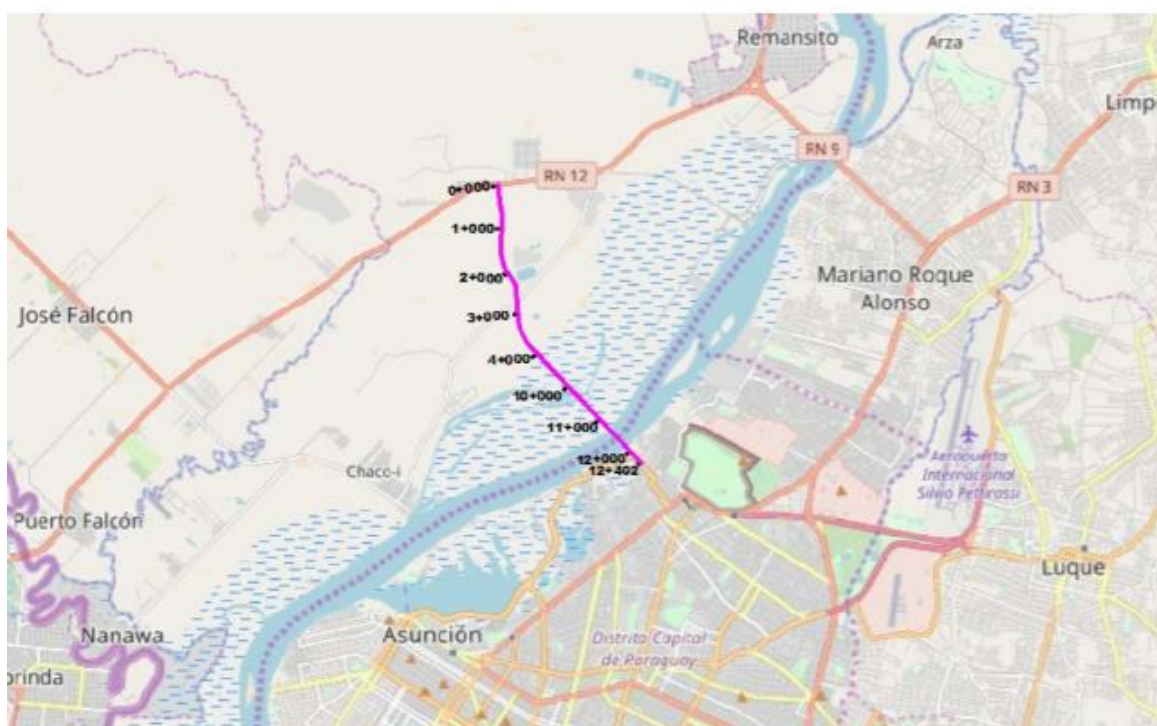
- Estudio de Factibilidad Económica, Diseño Final, e Impacto Ambiental de la Ruta Nacional N°12 Vice Presidente Sánchez - Tramo 1: Chaco’í - General Bruguez, realizado por el Consorcio CONSOL-ESPA, en el año 1994.
- Revisión del Estudio de Factibilidad Técnico-Económica, y Diseño Final, de la Ruta Nacional N°12 Vice Presidente Sánchez - Tramo 1: Chaco’í - General Bruguez, realizado por el Consultor Sosa Pinilla en el año 2000.
- En el año 1995 el Consorcio Consultor Consol-Espa, realizó estudios de tránsito del Tramo Chaco’í - General Bruguez, como parte del Estudio de Factibilidad para la pavimentación de dicho tramo.
- En el año 2000 el Consultor Pedro Sosa Pinilla, realizó estudios de tránsito del Tramo Chaco’í – General Bruguez, como parte de la Actualización del Estudio de Factibilidad de dicho tramo.

## 2.2.1. Proyectos en desarrollo en el ámbito de actuación

### 2.2.1.1. Puente Chaco'í

El Proyecto “Construcción de un puente sobre el Río Paraguay” abarca el distrito Capital- Asunción (Cód. Presupuestario 30001) y el Departamento de Presidente Hayes, de la Región Occidental (Cód. Presupuestario 2215) y se desarrollará en los siguientes distritos: Capital y Villa Hayes (Cód. Presupuestario 30222).

El Puente estará localizado en el área comprendida entre Asunción y Chaco'í, (distrito de Villa Hayes) y contempla tanto el cruce del Río Paraguay como la conexión con la red vial existente en Asunción y la Ruta a Puerto Falcón (Ruta PY09).

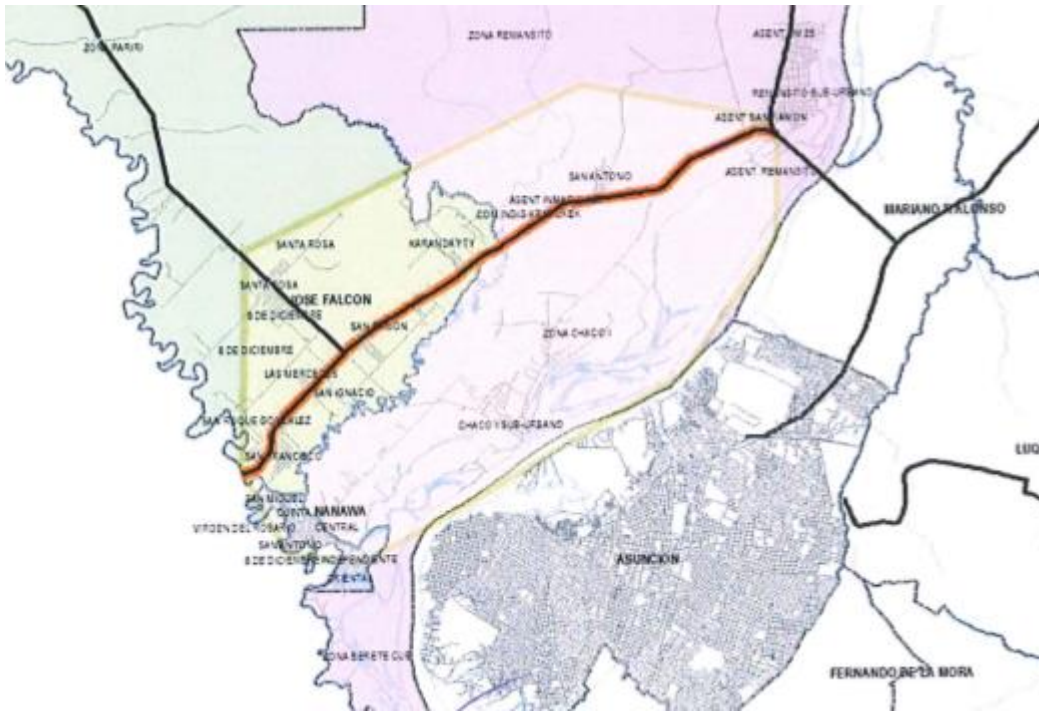


*Figura 2. Localización del Proyecto del Puente Chaco'í*

*Fuente: Estudio de Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental - Puente Chaco'í*

### 2.2.1.2. Duplicación de la Ruta a Falcón (Ruta PY09)

El Proyecto de Duplicación de la Ruta a Falcón (Ruta PY09) se sitúa entre la rotonda junto al puente Remanso en la margen derecha, y Puerto Falcón (Frontera con la República Argentina). Los Distritos que atraviesa la carretera son Villa Hayes y Puerto Falcón dentro del Departamento de Presidente Hayes.



*Figura 3. Localización del Proyecto de Duplicación de la Ruta Puerto Falcón*

Fuente: Estudio de Factibilidad Técnico – Económico y Ambiental y Diseño Final de Ingeniería del Proyecto de Rehabilitación y Duplicación del tramo Remanso Ruta N°9 (Vista Alegre) Puerto Falcón.

Cabe mencionar que la rotonda de intersección de la Ruta PY09 y la Ruta PY12 se encuentra contemplada en el “Proyecto de la Rehabilitación y duplicación del tramo Remanso Ruta N°9 (Vista Alegre) -Puerto Falcón”, por lo que no se ha valorado en el presente estudio.

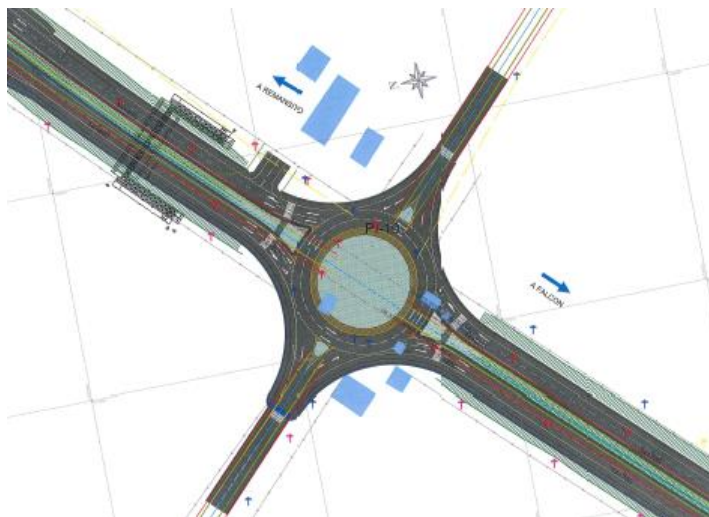


Figura 4. Intersección de ruta PY09 con la Ruta PY12

Fuente: Atlas de planos del proyecto "Proyecto de la Rehabilitación y duplicación del tramo Remanso Ruta N°9 (Vista Alegre) -Puerto Falcón"

### 3. DESCRIPCIÓN DEL CAMINO EXISTENTE

En este apartado se presenta la caracterización de la infraestructura existente en la Ruta Nacional PY12 “Tramo Chaco’í – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos”, resultado del reconocimiento en campo del tramo.

En el mes de noviembre del 2018, se ha realizado un recorrido de los tramos en estudio a fin de reconocer de manera visual el estado de la calzada, la franja de dominio existente y el estado de las obras y estructuras de drenaje que presenta la ruta a lo largo de su desarrollo.

Para fines prácticos de descripción, se ha tramificado preliminarmente la carretera actual en 4 tramos:

- Tramo 1: Chaco’í (PK 0+000) – Cruce con la Ruta PY09 Falcón (PK 6+360)
- Tramo 2: Falcón (PK 6+360) - Puesto Cabo Talavera (Acceso a Ninfa – PK 102+400)
- Tramo 3: Puesto Cabo Talavera (PK 102+400) - Cruce Triángulo (PK 143+900)
- Tramo 4: Cruce Triángulo (PK 143+900) - General Bruguez (PK 162+500)



Figura 5. Tramificación para la caracterización de la calzada existente.

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1.1. Tramo Chaco’í – Falcón (Cruce con la Ruta PY09)

El tramo inicia a orillas del Río Paraguay, en su margen derecha, en la localidad de Chaco’í. El inicio del camino es de tierra (sin carpeta de rodadura), el estado de la calzada es regular, alternando con tramos en buenas condiciones generales. La carretera se encuentra en zona inundable. A partir de la progresiva 2+850 inicia tramo pavimentado con concreto asfáltico en buenas condiciones, calzada de

dos carriles, banquetas perdidas por la vegetación; en el PK 2+900 se encuentra el cruce con la Ruta Nanawa. El tendido eléctrico va por el margen izquierdo. En la progresiva 4+300 se encuentra un puente de estructura metálica sobre el curso Río Confuso'í, el mismo tiene 4 metros de ancho y 50 metros de longitud. En la progresiva 6+360 se intercepta la Ruta pavimentada PY09 que une Puente Remanso con Falcón.



*Inicio del tramo - PK 0+000*



*Vivienda con marca de inundación - PK 0+000*



*Camino de tierra – PK 0+500*



*Inicio del tramo pavimentado PK 2+850*



*Cruce Nanawa - Pk 2+950*



*Puente Río Confuso'í - PK 4+300*



*Calzada pavimentada PK 4+800*



*Cruce Ruta PY09 Falcón - Pk 6+360*

### 3.1.1.2. Tramo Cruce intersección Ruta PY09 Falcón – Puesto Cabo Talavera (Acceso a Ninfa)

Desde del cruce con la Ruta a Falcón PK 6+360, hasta la progresiva 9+940 el tramo se encuentra pavimentado. A partir de este sitio, si bien la ruta existente cuenta con carpeta de rodadura de concreto asfáltico se puede visualizar la pérdida de pavimento parcial hasta el PK 25+400, y desde allí la pérdida del pavimento es total. El ancho de plataforma es de 8,0m.



*Obra de drenaje transversal PK 8+640*



*Pérdida de pavimento PK 17+350*



*Espesor aproximado del pavimento 4cm*



*Puente sobre el Río Negro PK 32+400*

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO "CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"



*Puente sobre el Río Negro PK 32+400*



*Camino anegado PK 70+300*

En el PK 32+400 se intercepta el cauce del Río Negro, sitio en el que existe un puente de Hormigón Armado de 5,00 m de ancho y 54.0 m de largo, el mismo se encuentra deteriorado, con perdida de las barandas, perdida del recubrimiento en las vigas longitudinales.

En el PK 102+000 se encuentra el Puesto Militar Cabo Talavera, sitio en el que se alcanza el desvío a la Comunidad de Ninfa.

### **3.1.1.3. Tramo Puesto Cabo Talavera - Cruce Triángulo**

Desde este punto en adelante se observan varias obras de arte, como ser Alcantarillas tubulares Ø 80 y Celulares de 1.0x1.0 de 11.00 m de largo, las cuales se encuentran en su mayoría taponadas.

En el PK 135+500 se intercepta el empalme con la Ruta 14, la cual vincula la Ruta PY12 con la Ruta Ñ. En el km 143+900 se encuentra el Cruce Triángulo, sitio en el que existe una deflexión importante al oeste, que conduce a General Bruguez.



*Camino anegado PK 120+000*



*Obra de drenaje transversal PK 125+000*



*Calzada con un carril habilitado PK 135+000*



*Margen derecha del camino inundada*

### 3.1.1.4. Tramo Cruce Triángulo - General Bruguez

En el PK 148+700 existe un puente de hormigón armado de 50,0 m de longitud y 8,0m de ancho que atraviesa el Brazo Norte del cauce viejo del Río Pilcomayo. El tendido eléctrico discurre por el margen derecho del vial. El punto final está en el PK 162+500 en la localidad de General Bruguez, en el puente internacional Juan Domingo Perón, en la frontera con la República Argentina.



*Cruce Triángulo PK 143+900*



*Puente de H°A° PK 148+700*



*Puente de H°A° PK 148+700*



*Puente de H°A° PK 148+700*



*Puente Metálico Frontera Py – Ar PK 162+500*

*Puente Metálico Frontera Py – Ar PK 162+500*

En conclusión, el tramo inicia en Chaco'í a orillas del Río Paraguay y finaliza en Gral. Bruguez, en la frontera con Argentina. Atraviesa los distritos de Villa Hayes, José Falcón y Gral. Bruguez.

Tras realizar un estudio de la zona, como resumen de la caracterización de la ruta actual se puede indicar que la ruta existente es un camino de tierra, es decir, una ruta de tiempo seco, con mal estado de conservación, por lo que ofrece condiciones deficientes de circulación para los pobladores de la zona. Cabe destacar que, en el tramo de 162 km de vía principal y 5.4 km de accesos, solo existen aproximadamente 7 km de ruta pavimentada, desde la progresiva 2+750 a la progresiva 9+940.

## 4. ESTUDIOS DE INGENIERIA

### 4.1. Estudios Cartográficos y topográficos

Para la realización del presente proyecto se ha obtenido una cartografía 1:1000 con líneas de nivel cada metro mediante fotogrametría aérea, entendiendo por tal, la ciencia para elaborar mapas o planos partiendo de fotografías aéreas realizadas bajo unos condicionantes específicos. Estos trabajos se han combinado con trabajos de campo para el levantamiento por topografía clásica de determinados elementos fundamentales como son los bordes de la carretera existente, los puentes y las alcantarillas.

#### 4.1.1. Vuelo fotogramétrico

Los medios utilizados para el desarrollo del vuelo fotogramétrico han sido los siguientes:

 <p><b>Piper Azteca 250F</b></p>	<p>AERONAVE: PIPER AZTECA 250 F</p>
	<p>CÁMARA: Vexcel UltraCam Lprime</p>
	<p>PLATAFORMA GIROESTABILIZADORA: ULTRAMOUNT VEXCEL</p>

*Figura 6. Medios utilizados para el desarrollo del Vuelo Fotogramétrico*

*Fuente: Elaboración propia.*

Las características principales del vuelo de trabajo son:

- GSD 9 cm
- Altura media sobre el terreno: 2600 pies
- Número de Pasadas: 24 pasadas
- Número de Imágenes: 1886 imágenes
- Fecha de obtención: Enero-Febrero 2019
- Cobertura estereoscópica.
- Se garantizará el recubrimiento estereoscópico en toda la zona de trabajo.
- Al principio y final de cada pasada se realizarán como mínimo dos modelos estereoscópicos fuera de la zona delimitada en el proyecto.
- Recubrimiento.
  - El recubrimiento longitudinal no será en ningún caso inferior al 60%.
  - El recubrimiento transversal es del 30% pasadas paralelas

Las condiciones meteorológicas fueron las adecuadas para el desarrollo del Proyecto. Se confirma este punto con la supervisión realizada a las imágenes para comprobar que no existen nubes, sombras o cualquier otro elemento que distorsione la información de los fotogramas.

#### **4.1.2. Sistema de Referencia**

El Sistema de Referencia adoptado en el desarrollo de este Proyecto es el ETRS89 UTM 21S

El sistema ETRS89 es similar al SIRGAS que es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Su definición es idéntica a la del Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS: International Terrestrial Reference System) y su realización es una densificación regional del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: International Terrestrial Reference Frame).

El punto de partida y origen de coordenadas en el sistema oficial se ha realizado a partir del Vértice Oficial **“RM-2” situado en la azotea del IGM de Asunción.**



Figura 7. Reseña Red Oficial Vértice RM-2

Fuente: Instituto Geográfico Militar



Figura 8. Imagen del Vértice RM-2

Fuente: Elaboración propia

Para el plano de comparación, se parte del clavo oficial W1-10 de Asunción.

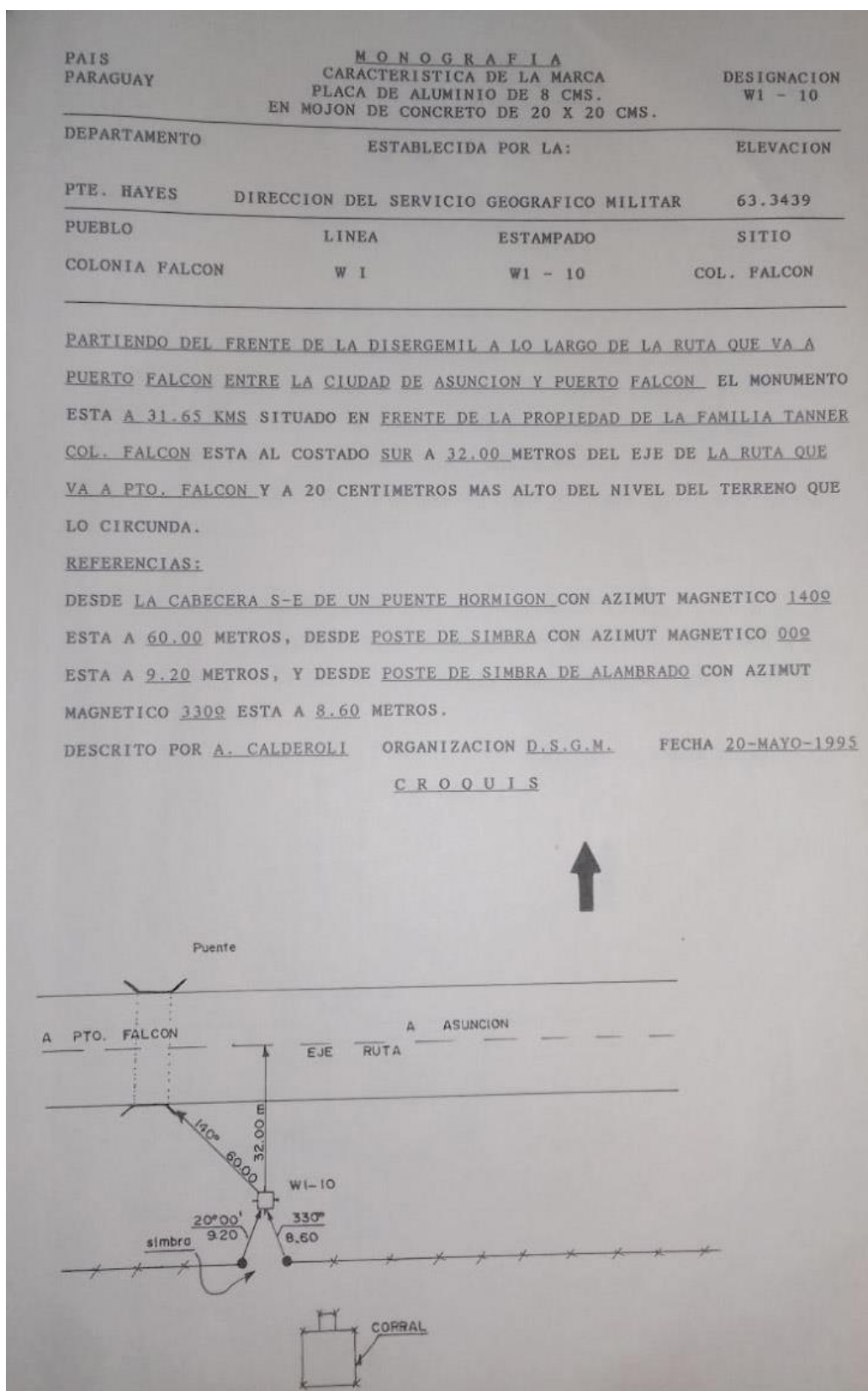


Figura 9. Reseña de Clavo Oficial Red Oficial W1-10

Fuente: Instituto Geográfico Militar



*Figura 10. Imagen del Clavo Oficial W1-10*

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.1.3. Trabajos de campo**

Los trabajos han consistido en las siguientes actividades:

- Colocación y Observación de la Red Primaria, que ha formado el armazón geodésico para el proyecto y además han sido las Estaciones GPS fijas durante el vuelo.
- Colocación y Observación de Red Secundaria (Referencias de Nivel)
- Apoyo fotogramétrico de campo
- Levantamiento de los bordes del camino

##### **4.1.3.1.Red Primaria**

En primer lugar, se ha implantado y observado la Red Primaria en todo el ámbito de Proyecto unida a la Red Geodésica oficial mencionada anteriormente. Esta Red está formada por 12 vértices (desde la RP-1 a la RP-12) materializada por mojones cuadrangulares de 40x40cm, con un clavo de aluminio y a una distancia media de 13 Km. y forma el canevas geométrico para el resto de los trabajos.



*Figura 11. Mojón de 40 x 40 cm para materializar Red Primaria*

*Fuente: Elaboración propia.*

Las observaciones han sido desarrolladas con un mínimo de 6 equipos GNSS (Global Navigation Satellite System) de doble frecuencia en modo estático, con tiempos de observación continua de 4-8 horas.

#### **4.1.3.2. Red Secundaria**

Posteriormente a la Red Primaria, se ha observado una Red Secundaria de Bases (Referencias de Nivel), encuadrada en la Red primaria, compuesta por 312 vértices y materializados mediante hitos de concreto con ferralla en el centro.



*Figura 12. Hito de concreto para materializar Red Secundaria*

*Fuente: Elaboración propia.*

Las observaciones han sido desarrolladas con un mínimo de 4 equipos GNSS (Global Navigation Satellite System) de doble frecuencia en modo estático, con tiempos de observación continua de 20 minutos a una hora. Dos equipos se han establecido en vértices de la Red primaria y los otros 3 equipos se han establecido de forma simultánea por vértices de la red a observar.

#### **4.1.3.3. Nivelación Geométrica**

Se ha realizado una nivelación geométrica pasando por los vértices implantados de ambas redes.

El nivel utilizado ha sido un nivel digital de precisión Leica DNA03, con lectura en mira de código de barras.

Como se ha indicado, se ha enlazado con el clavo oficial W1-10 que se encuentra en Asunción; se ha realizado una nivelación de ida y vuelta.

Una vez calculada la Red Topográfica e introduciendo la Z nivelada en el programa de cálculo, se ha generado una transformación clásica 3D, marcando el geoide real obtenido por nivelación y así poder dar coordenada Z a los Puntos de Apoyo, puntos de líneas blanca y puntos de obras de drenaje y puentes.

#### **4.1.3.4. Puntos de Apoyo**

El objetivo del apoyo fotogramétrico es el de dotar de geometría al vuelo fotogramétrico que se ha realizado para obtener la cartografía del proyecto.

Los procedimientos de trabajo definidos por la Dirección Técnica determinaron la realización del apoyo fotogramétrico para procesos de aerotriangulación, basándose en los siguientes criterios:

- Apoyo para Aero triangulación
- Utilización de datos de vuelo (GPS + INS) para el cálculo de la orientación

La observación de los puntos de apoyo se realizó con instrumentación GPS, doble frecuencia, desde los vértices de la Red Primaria o Topográfica.

El modo de posicionamiento que se empleó fue el estático, con lo que se obtuvieron dos vectores tridimensionales para cada punto de apoyo, consiguiendo redundancia en el cálculo.

El tiempo de observación que se otorgó a cada observación no fue nunca inferior a 10 minutos en ninguno de los puntos, superándose este criterio en las condiciones generales.

#### 4.1.3.5. Trabajos complementarios

##### 4.1.3.5.1. Puentes

Se ha realizado el inventario de puentes existentes que permitan conocer las dimensiones, situación y cotas de los mismos.

Además de los croquis y fotografías de cada obra, se han tomado los puntos necesarios para la correcta definición de las mismas que permitan diseñar las fichas correspondientes.

##### 4.1.3.5.2. Levantamiento del camino

Se ha realizado el **levantamiento del camino existente tomando puntos cada 20 m** sobre los extremos en ambos lados. Este trabajo se ha realizado por el método de tiempo real, mediante radio modem, entre fija y móvil, recibiendo esta última corrección a través de la radio desde la estación fija. Estos puntos se incorporan a la posterior restitución fotogramétrica.

#### 4.1.4. Trabajos de Gabinete

##### 4.1.4.1. Aerotriangulación

Se trata de una de las fases del proceso de aerofotogrametría. En esta etapa del proceso cartográfico, se determinan las coordenadas terrestres de los modelos estereoscópicos para obtener un mapa digital del terreno.

De esta forma se procede a orientar el modelo y a leer en un sistema de coordenadas locales, sus puntos de campo y fotogramétricos. De esta forma se obtienen las coordenadas X, Y, Z locales.

Previo al proceso de Orientación de los modelos se ha realizado un análisis de la geometría del vuelo y distribución de los puntos de apoyo, así como del resto de puntos tomados en campo. En este proceso se ha analizado la correcta distribución geométrica de los puntos de apoyo y chequeo en el bloque, detectando a su vez posibles problemas de enlace y extrapolaciones. Se ha contado en esta fase con los Puntos de Apoyo, de correcta definición planimétrica y altimétrica, las bases para realizar control de calidad altimétrico de la orientación y todos los puntos tomados en campo de línea blanca y de las obras de drenaje que proporcionar por cada par estereoscópico múltiples puntos de apoyo planimétricos y altimétricos.

Como resultado del proceso se han obtenido las orientaciones externas de los fotogramas, las fotocoordenadas ajustadas de los puntos de enlace, las coordenadas terreno de los puntos de enlace y un fichero descriptivo del proceso con todos los parámetros de configuración, inputs, outputs y precisiones de cada fase del ajuste.

#### 4.1.4.2. Restitución Fotogramétrica

La restitución se ha realizado a escala 1:1.000, con curvas de nivel a 1 m de equidistancia en un ancho medio de 200 metros, viniendo la altimetría representada por curvas de nivel y por puntos acotados en las zonas más significativas como son caminos y viales, cruces de vías, etc. que permita garantizar la interpretación de las pendientes y curvas de nivel.

El equipo utilizado, Digi3D es una completa Estación de Fotogrametría Digital que permite el registro de entidades geográficas a partir de imágenes aéreas, cámaras cónicas analógicas y digitales Leica ADS40/80, Intergraph Digital Mapping Camera System, Vexcel UltraCamX, de satélite (Ikonos, QuickBird,...) y procedentes de Fotogrametría terrestre.

Todo el proceso se ha realizado de forma numérica, registrando por tanto de forma digital las coordenadas tanto planimétricas como altimétricas de aquellos elementos a restituir, asociados mediante códigos establecidos para permitir identificar de manera única la naturaleza de la información registrada.

Se ha tomado de cada elemento a restituir las coordenadas suficientes para permitir su representación de acuerdo con las precisiones generales exigidas para la cartografía a realizar

Las coordenadas de los puntos se obtuvieron directamente del modelo estereoscópico durante el proceso de restitución, no utilizando procedimiento de interpolación o modelización alguno. En las zonas donde existen puntos tomados de campo en todo momento la captura estereoscópica aseguraba la precisión posándose sobre estos puntos.

Para la restitución de la carretera se han utilizado los puntos tomados por topografía clásica de las líneas blancas. Así mismo se han incorporados las obras de fábrica y puentes tomados en campo.

La restitución refleja todos los detalles identificables, en su exacta posición y verdadera forma con dimensión mínima de 1 mm a la escala de salida gráfica, siendo objeto de representación mediante un símbolo normalizado los restantes.

#### 4.1.4.3. Cartografía Digital

Finalizada la fase de restitución se pasó a la de edición de la misma. En esta fase se acometieron dos tipos de trabajos:

- Análisis topológico de todos los elementos.
- Control de Calidad

#### **4.1.4.4. Ortofotogrametría**

La rectificación es una técnica fotogramétrica en la cual se cambia la proyección cónica de una fotografía a una proyección ortogonal. Su principal ventaja es la obtención de una escala uniforme, con la consiguiente posibilidad de medición.

El proceso de ortorrectificación de las imágenes se ha realizado con el software OrthoBatch de Digi21 y MDTOP-X. De cada imagen se ha seleccionado la parte más central, manteniendo un solape entre ortofotos contiguas no inferior al 15%.

Esta área de solape ha servido en procesos posteriores para analizar las variaciones radiométricas relativas, y como área de movimiento para las Seam Lines.

## 4.2. Estudios Geológicos y Geotécnicos

### 4.2.1. Campaña de investigación geotécnica

En la actual campaña de investigación geotécnica se han realizado los siguientes trabajos de reconocimiento:

- 37 calicatas manuales.
- 6 sondeos mecánicos, que totalizan 123,44 m de perforación. (2 sondeos por puente).
- 6 ensayos de penetración mediante cono (CPTU).
- 17 estudios de yacimientos, realizándose calicatas de 2m de profundidad, continuados con barrenos hasta una profundidad máxima de 10m.
- 40 estudios de yacimientos con barrenos manuales de 3" de 1.5 metros de profundidad, con toma de muestra de suelos a los 1.5 metros.

En el *Anexo 02. Geología y Estudio de materiales, Apéndices 4, 5, 6, 7 y 8* se incluyen los registros de todos estos trabajos.

La localización de estos trabajos, así como la interpretación geotécnica en profundidad de los mismos se pueden consultar en los *Apéndices 2 y 3* de dicho Anexo.

#### 4.2.1.1. Calicatas manuales

Previamente se tomaron las diferencias de cota entre la calicata y el terreno natural bajo el terraplén, mediante un nivel topográfico.



*Figura 13. Topografía en las calicatas.*

*Fuente: Elaboración propia*

Las calicatas de pavimento (entre las progresivas 2.75 y 10.0) se ubicaron en el borde de la carretera para afectar lo menos posible al tráfico.

Se retiró inicialmente la capa de concreto asfáltico mediante martillo neumático con unas dimensiones aproximadas de 1x1m. Posteriormente se excavó de forma manual la calicata y se describieron cada

una de las capas infrayacentes (base granular, subbase, subrasante y/o terreno natural) tomando nota de sus espesores y obteniéndose una muestra equivalente a 40 kg de cada una de las capas.



*Figura 14. Ejemplo de calicata excavada en el borde la calzada, C-9+000\_LD.*

*Fuente: Elaboración propia*

Durante la excavación se separará los diferentes materiales en montones diferentes para facilitar la reposición posterior.



*Figura 15. Separación de montones por material para facilitar su reposición.*

*Fuente: Elaboración propia*

En el caso de alcanzarse el nivel freático se anotó su profundidad.

Todas las calicatas alcanzaron una profundidad de 2,0m.

Al finalizar, todas las calicatas fueron cerradas por capas y compactadas con pequeño compactador manual y se restauró la carpeta asfáltica cuando existía, mediante una capa de hormigón.



*Figura 16. Compactación y restauración de calicata.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Todas las muestras se llevaron la mayor brevedad posible a laboratorio con el fin de evitar alteraciones en sus propiedades por estancias largas de tiempo en campo u obra.

#### **4.2.1.2. Sondeos mecánicos**

En las zonas donde se proyectan nuevos puentes, se han realizado 6 sondeos mecánicos rotativos (2 sondeos en cada puente) con recuperación continua de testigo, sumando un total de 123.44m de perforación.

El objetivo de estos sondeos es analizar el terreno natural en profundidad para caracterizar el terreno de forma apropiada y conocer las condiciones del terreno sobre el que se cimentarán las estructuras proyectadas. Las planillas de estos ensayos se presentan en el *Apéndice 4 del Anexo 02. Geología y Estudio de Materiales*.



Figura 17. Sondeo rotativo con recuperación continua de testigo (Puenete 3; S-2)

Fuente: Elaboración propia.

Todos los testigos recuperados se almacenaron en cajas de madera.



Figura 18. Caja de madera de almacenamiento de testigo de sondeo.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó cada 2m de profundidad una toma de muestra inalterada con el tomamuestras Moreto y posteriormente un ensayo SPT, por lo que se ha contabilizado un total de 62 muestras de tipo Moreto y 62 de SPT. Todas estas muestras fueron llevadas al laboratorio en la mayor brevedad posible. para realizar los ensayos correspondientes.

En todos los sondeos se instaló una tubería piezométrica ranurada para la medida de los niveles de agua.

Al finalizar los sondeos se taparon y restauraron todos los sondeos con una tapa de PVC en el piezómetro.



Figura 19. Reposición de sondeo rotativo.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1.3. Resumen de los sondeos realizados.

Al finalizar los sondeos realizó un seguimiento de los niveles de agua y se tomaron muestras de agua para su análisis en laboratorio, tal y como se presenta a continuación:

Puente	ID Piezometro	h boca (m)	h agua (m)	fecha	h agua (m)	fecha	h agua (m)	fecha
Puente 1	SPT 1 - P1	0,15	1,65	24-jul	1,58	26-jul	1,60	29-jul
	SPT 2 - P2	0,10	1,25	24-jul	1,25	26-jul	1,28	29-jul
Puente 2	SPT 1 - P1	0,10	4,55	23-jul	4,65	24-jul	4,48	29-jul
	SPT 2 - P2	0,10	3,40	23-jul	4,30	24-jul	4,30	29-jul
Puente 3	SPT 1 - P1	0,24	3,70	21-jul	3,82	22-jul	3,75	29-jul
	SPT 2 - P2	0,17	3,28	22-jul	3,20	25-jul	3,20	29-jul

Figura 20. Niveles de agua en los sondeos realizados.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1.4. Ensayos de penetración mediante cono CPTU

En las zonas donde se proyectan nuevos puentes, se han realizado 3 ensayos de penetración mediante cono con medida de disipación de presión de poros, CPTU (1 ensayo en cada puente). Se han realizado junto a uno de los sondeos rotativos realizados en cada estructura.

Adicionalmente se han realizado 3 ensayos en las tres zonas con los terraplenes más altos.

El objetivo de estos ensayos es analizar el terreno natural en profundidad para caracterizar el terreno de forma apropiada y conocer las condiciones del terreno sobre el que se apoyarán los terraplenes más altos proyectados, así como las condiciones donde se cimentarán las estructuras proyectadas. Las planillas de estos ensayos se presentan en el *Apéndice 8 del Anexo 02. Geología y Estudio de Materiales*.



*Figura 21. Ensayo CPTU en el Puente 1*

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.2.1.5. Estudio de yacimientos**

En el estudio previo realizado por CAEM en 2011 se investigaron 28 zonas de préstamos en estancias junto a la actual Ruta 12, y se ensayaron muestras representativas de cada una de ellas. La separación media de cada zona de investigación fue de unos 5 km.

De forma adicional en la presente campaña de investigación geotécnica se ha realizado un punto de investigación cada 10 km para confirmar los resultados de este estudio preliminar. Dichas investigaciones se han realizado en el límite de expropiación de la actual ruta, junto a las estancias.

En la actual fase se han realizado 17 calicatas de investigación con una profundidad de 2m y posteriormente se ha continuado cada punto mediante barreno hasta alcanzar una profundidad de 10m, cuando fue posible.

El objetivo de profundizar las investigaciones era doble, por un lado determinar la profundidad del nivel freática a lo largo del trazado, y por otro detectar posibles niveles arenosos en profundidad que pudieran ser útiles para su reaprovechamiento para conformar los terraplenes del proyecto.



*Figura 22. Calicata realizada para estudio de yacimientos hasta los 2.0m de profundidad.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 23. Barreno realizado en los yacimientos para alcanzar la profundidad de 10.0m..*

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.2.1.6. Ensayos de laboratorio

El número y tipo de ensayos realizados para el estudio del trazado, yacimientos y canteras son los siguientes:

- 196 granulometrías
- 37 determinaciones de no plasticidad
- 159 Límites de Atterberg
- 193 determinaciones de humedad natural
- 3 determinaciones de peso específico
- 196 Clasificaciones HRB con Índice de Grupo
- 3 determinaciones de equivalente de arena
- 17 ensayos de dispersividad (crumb test)
- 17 ensayos de dispersividad (pin-hole)
- 10 ensayos de resistencia a la compresión simple en suelos
- 5 ensayos Próctor Modificado
- 117 ensayos Próctor Normal
- 123 ensayos CBR
- 3 determinaciones del Desgaste Los Angeles
- 3 determinaciones del Índice de durabilidad
- 3 determinaciones de partículas largas y achatadas
- 59 lotes de análisis químicos (materia orgánica, sulfatos y sales)
- 17 ensayos de Eades & Grim
- 3 lotes de análisis químicos en muestras de agua (pH. sulfato. carbonato. amonio. magnesio. DS. cloro)

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados se presentan en el *Anexo 02. Geología y Estudio de Materiales*, adicionalmente, en el apartado de Caracterización geotécnica de los materiales. se incluyen los cuadros resumen de dichos ensayos.

En *Anexo 02*, se hace referencia a los ensayos realizados para el estudio de reutilización de materiales de la traza, búsqueda de préstamos y ensayos de contraste del material pétreo de las canteras.

Adicionalmente, se han realizado ensayos de laboratorio para evaluar la mejora de la capacidad de soporte del suelo mediante la adición de cal. Los datos relativos a estos ensayos se encuentran en el *Anexo 02*.

## 4.2.2. Paquete estructural de la actual carretera Ruta 12

Una vez realizada la actual campaña de investigación geotécnica, con las prospecciones mencionadas en el capítulo anterior, se puede concluir que existen dos configuraciones de capas que conforman la carretera actual, es decir una configuración para un pequeño tramo asfaltado al principio del tramo y otra configuración para el resto del tramo:

### 4.2.2.1. Estructura I. PKs 2+750 – 10+000

**Carpeta asfáltica:** Generalmente varía entre 7 y 9 cm.

**Base Granular:** Esta base está formada por ripio y piedra basáltica triturada, todo ello en una matriz areno-arcillosa. El espesor detectado varía entre 9 y 11 cm.

**Subbase:** Corresponde con una arcilla marrón a gris claro con algo de arena y ocasionalmente restos de asfalto, y su espesor detectado varía entre 12 y 19 cm.

**Terraplén:** Está formado por arcilla gris con indicios a algo de arena.



Figura 24. Capas que conforman la Estructura I en la actual carretera.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2.2. Estructura II. PKs 0+000 – 2+750 y 10+000 – 162+000

Es la configuración habitual de esta carretera, correspondiendo con las zonas no asfaltadas. Presenta generalmente la siguiente configuración de capas:

Capa compactada superficial: Corresponde con una capa, generalmente areno-arcillosa o arcillo-arenosa, compactada, con un espesor detectado entre 0 y 14 cm.

Terraplén: Está formado por arcilla gris con indicios a algo de arena. El espesor máximo detectado es de 1,20m.



Figura 25. Capas que conforman la Estructura II en la actual carretera.

Fuente: Elaboración propia.

### **4.2.3. Caracterización geotécnica de materiales de la traza**

#### **4.2.3.1. Base Granular**

Se ha encontrado la presencia de una base granular de ripio marrón a marrón rojizo, como puede observarse en la figura. Se tomaron muestras de este material y se realizaron diversos ensayos de laboratorio de los que se habla en el Anexo 2.



*Figura 26. Base Granular (BG).*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **4.2.3.2. Sub Base Granular**

Se ha encontrado la presencia de una sub-base de suelos finos con coloración grisácea y trozos de mezcla asfáltica, como puede observarse en la figura. Se tomaron muestras de este material y se realizaron diversos ensayos de laboratorio de los que se habla en el Anexo 2.



*Figura 27. Sub-base (SB).*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **4.2.3.3. Terraplén**

Se ha encontrado la presencia de relleno tipo terraplén, con suelos finos con coloración grisácea y marrón amarillenta, como puede observarse en la figura a continuación. Se presume que estos rellenos

son suelos provenientes de zonas aledañas que han sido compactados en la pista. Se tomaron muestras de este material y se realizaron diversos ensayos de laboratorio de los que se habla en el *Anexo 2*.



Figura 28. Terraplén (TR).

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4. Caracterización del terreno natural

El terreno natural ha sido explorado mediante calicatas a lo largo de toda la traza. Al realizar el análisis, se ha detectado que la capa superficial presenta una marcada homogeneidad a lo largo de toda la traza. Se tomaron muestras de este material y se realizaron diversos ensayos de laboratorio de los que se habla en el *Anexo 2*.

En la zona superficial del terreno natural en general se han encontrado arcillas de coloración variable entre marrón y grisáceo amarillento. Si bien estas arcillas cambian de consistencia a lo largo de la traza, esto puede deberse a su historial de cargas, ya que el material es el mismo a lo largo de todo el tramo. Se han realizado calicatas de 1,5 metros de profundidad sobre la traza en un estudio anterior, cada 500 metros. En la tabla siguiente, se resumen estos resultados.

	% Pasante Tamiz N° 10	% Pasante Tamiz N° 40	% Pasante Tamiz N° 200	LL	LP	IP	Humedad Natural (%)	Densidad Máxima Próctor Normal (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima Próctor Normal (%)	CBR 100	Hinchamiento CBR (%)
Cantidad de Ensayos	313	313	313	313	313	313	312	180	180	156	156
Mínimo	95.2	90.0	47.4	22.5	10.6	10.4	4.7	1420	12.2	2.0	1.2
Máximo	100.0	100.0	95.3	55.6	19.6	38.3	25.7	1820	23.6	5.0	4.2
Media	99.1	97.6	85.2	34.1	14.6	19.6	13.3	1652	16.4	3.5	2.8
Desviación Estándar	0.7	1.5	6.8	4.0	1.8	2.9	3.8	75	2.1	0.8	0.7

Figura 29. Resumen de las calicatas realizadas en "Revisión y Actualización de la "Ruta Nacional N° 12 Vicepresidente Sánchez, Tramo: Chaco'í - Triángulo - General Bruguez".

Fuente: Elaboración Propia

Para el presente estudio se han realizado calicatas nuevas cada 4,5 km, de manera a corroborar los resultados anteriores y a realizar ensayos especiales. En la tabla siguiente, se resumen estos resultados.

		NUMERO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESVIACIÓN
<b>HUMEDAD (%) (D-2216)</b>		38.00	25.92	6.53	17.82	4.40
# 9,52mm	%	38.00	100.00	100.00	100.00	0.00
# 4,76mm	%	38.00	100.00	98.15	99.95	0.30
# 2mm	%	38.00	100.00	82.21	99.49	2.89
# 0,425mm	%	38.00	100.00	75.06	99.21	4.07
# 0,080mm	%	38.00	97.13	67.28	88.04	7.16
<b>LÍMITES ATTERBERG (D-4218)</b>	L.L.	38.00	58.73	23.30	42.24	10.60
	L.P.	38.00	24.04	14.26	19.49	2.55
	I.P.	38.00	34.75	5.94	22.75	8.58
<b>CBR 95(%)</b>		38.00	7.50	1.60	2.71	1.16
<b>CBR 100(%)</b>		38.00	10.50	3.00	5.19	2.04
<b>% Híncha.</b>		38.00	4.23	0.10	2.77	1.30
<b>D.M.C.S. (t/m<sup>3</sup>)</b>		38.00	1.83	1.50	1.65	0.08
<b>HUM. OPT. (%)</b>		38.00	24.10	12.00	19.20	3.05
<b>M.O. (%) (T-267)</b>		21.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<b>Sulfatos totales (%) (D-1888)</b>		21.00	0.9225	0.0059	0.1216	0.1977
<b>Sales solubles en suelo (%) (D-1888))</b>		21.00	1.2370	0.0480	0.4638	0.2981

Figura 30. Resumen de las calicatas realizadas en la campaña actual.

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados son en general congruentes con los valores obtenidos en el estudio anterior, aunque presentan una variabilidad mayor.

Los valores de sulfatos totales y sales solubles totales son elevados en algunos puntos, superando los máximos admisibles para la estabilización con productos calcáreos (según el Manual de Carreteras del Paraguay, el máximo para sulfatos totales es de 2000 ppm, y para sales solubles totales es de 0.55 %). Las progresivas de los puntos en los que se han encontrado contenidos inadmisibles de sulfatos y/o sales en esta capa son: 9+000, 18+000, 36+000, 54+000, 63+000, 72+000, 99+000, 108+000, 153+000. Se puede concluir para fines prácticos que la presencia de altos contenidos de sulfatos se agudiza aproximadamente alrededor de la PK 90+000. En la siguiente tabla se resumen los resultados de los ensayos de sales y sulfatos, agrupados en dos grupos: el que comprende los ensayos entre las progresivas 0+000 a 90+000 y el que comprende los ensayos entre las progresivas 94+500 a 162+000.

TRAMO: 0+000 - 90+000	Sulfatos totales (%) (D-1888)	Sales solubles en suelo (%) (D-1888)
NUMERO	12	12
MAXIMO	0.216	1.149
MINIMO	0.0146	0.176
PROMEDIO	0.0604	0.52717
MEDIANA	0.0459	0.5175
PERCENTIL 2/3	0.0294	0.40613
DESVIACIÓN	0.055	0.24678

TRAMO: 90+000 - 162+000	Sulfatos totales (%) (D-1888)	Sales solubles en suelo (%) (D-1888)
NUMERO	9	9
MAXIMO	0.9225	1.237
MINIMO	0.0059	0.048
PROMEDIO	0.2032	0.3792
MEDIANA	0.1355	0.249
PERCENTIL 2/3	0.0617	0.2214
DESVIACIÓN	0.2837	0.3526

Figura 31. Resultados de Ensayos de Sulfatos y Sales Totales.

Fuente: Elaboración Propia.

Como puede verse, el valor del contenido de sulfatos en la traza en el primer tramo (0+000 a 90+000) oscila entre 146 ppm y 2160 ppm, con una media de 604 ppm y una desviación estándar de 550 ppm. Estos valores son bajos, por lo que **no es de esperarse problemas de hinchamientos por sulfatos en suelos estabilizados en esta zona**. Deberá sin embargo tenerse cuidado, ya que podrían aparecer zonas puntuales en las que el contenido de SO<sub>4</sub> sea inadmisibile. Estas zonas ocurren de manera errática, por lo que su identificación a priori es difícil. **Se deben extremar las medidas de control** en obra (ver EE.TT. de este proyecto – *Documento Especificaciones Técnicas Constructivas, Ambientales y Especiales*).

En el tramo 90+000 a 162+000, los contenidos de sulfatos son mucho más altos. Los valores oscilan entre 59 ppm y 9225 ppm, con una media de 3792 ppm, y una desviación estándar de 2837 ppm. Debido al problema de hinchamiento de los suelos, y a la presencia estas sales, se deberá monitorear el nivel del contenido de sulfatos en los materiales a ser estabilizados con cal, y en caso de superarse las 3000 ppm, se deberá proceder a la estabilización modificada con periodo de maduración, según las EE.TT. de este proyecto.

Se han realizado ensayos tipo Crumb Test para una evaluación cualitativa de la dispersividad del material, obteniéndose un Grado 3 en el 55% de las muestras, y un Grado 4 en el 45 % restante. Esto último apunta a una posible dispersividad del material. Por ello, en todas estas muestras se realizó el ensayo Pin Hole, obteniéndose el nivel ND1 en el 90 % de las muestras, y el nivel ND3 en el 10 % restante; por lo que puede concluirse que el material no es dispersivo.

#### **4.2.5. Estudio de materiales**

El objeto de este estudio es conocer las posibles fuentes de suministro de material para conformar las diferentes capas diseñadas.

##### **4.2.5.1. Materiales para terraplenes**

En este apartado se analiza la posibilidad de utilizar el terreno próximo a la traza para formar la capa de terraplén.

Para estudiar su validez para esta capa se han considerado los resultados de las 28 zonas de préstamo estudiadas por CAEM en 2011.

De forma adicional en la presente campaña de investigación geotécnica se ha realizado un punto de investigación cada 10 km para confirmar los resultados de este estudio preliminar. Dichas investigaciones se han realizado en el límite de expropiación de la actual ruta, junto a las estancias.

En la actual fase se han realizado 17 calicatas de investigación con una profundidad de 2m y posteriormente se ha continuado cada punto mediante barreno hasta alcanzar una profundidad de 10m, cuando fue posible y, adicionalmente 40 prospecciones con barrenos de 3" con toma de muestra a una profundidad de 1.5m.

Cabe destacar que solo ha aparecido una capa arenosa en profundidad en el primer yacimiento, a 4m de profundidad, considerado muy profundo para su explotación. Por ello solamente se considera el terreno natural arcilloso para este análisis.

En general, los materiales no son aptos para su uso en terraplén, debido al bajo CBR y a los altos hinchamientos. Por ello, se recurrirá a la **encapsulación de estos materiales en el núcleo**.

##### **4.2.5.2. Materiales para suelo estabilizado con cal**

Se analiza la posibilidad de utilizar el terreno próximo a la traza para formar esta capa de suelo estabilizado con cal.

El terreno existente de forma general en las inmediaciones de la traza es una arcilla con indicios a algo de arena.

Para estudiar su validez para esta capa se han considerado los resultados de las 28 zonas de préstamo estudiadas por CAEM en 2011.

De forma adicional en la presente campaña de investigación geotécnica se ha realizado un punto de investigación cada 10 km para confirmar los resultados de este estudio preliminar. Dichas investigaciones se han realizado en el límite de expropiación de la actual ruta, junto a las estancias.

En la actual fase se han realizado 17 calicatas de investigación con una profundidad de 2m y posteriormente se ha continuado cada punto mediante barreno hasta alcanzar una profundidad de 10m, cuando fue posible.

El objetivo de profundizar las investigaciones era doble, por un lado determinar la profundidad del nivel freática a lo largo del trazado, y por otro detectar posibles niveles arenosos en profundidad que pudieran ser útiles para su reaprovechamiento para conformar los terraplenes del proyecto.

En general, se podrán utilizar los materiales que se encuentran entre la PK 0+000 a 90+000, ya que su contenido de sales nocivas es admisible. Sin embargo, deberá extremarse el control desde la PK 90+000 en adelante.

Se han obtenido resultados satisfactorios para el coronamiento con un 3,5% de cal, y con un 3,0% de cal para lo espaldones.

#### 4.2.5.3. Principales conclusiones y recomendaciones

En el área en estudio aparecen en su totalidad los depósitos holocenos de la sección distal del conoide regional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo, correspondientes con depósitos de limo y arcilla, con intercalaciones locales de depósitos de megapaleocauces de desarrollo regional de los ríos Pilcomayo y Bermejo, formados también por limos y arcillas con arenas subordinadas.

El nivel de agua detectado en los sondeos y calicatas corresponde con un acuífero cuaternario superficial asociado a los depósitos más recientes de las crecidas del río Pilcomayo, y está relacionado con el nivel del propio río y de los riachos o arroyos afluentes del mismo (y sus llanuras de inundación). A veces este acuífero cuaternario se conecta con el acuífero cuaternario-terciario general (Chaco-Yrenda) por porosidad intergranular.

Los principales riesgos geológico-geotécnicos detectados han sido los relacionados con la inundabilidad y encharcabilidad de la zona en estudio, así como la expansividad del material arcilloso existente. También las aguas freáticas son consideradas como agresivas. Cabe destacar el potencial riesgo geológico existente en la zona en estudio, referente al **contenido elevado de sulfatos** que habrá que tener en cuenta de cara a la reutilización de este material con cal.

En la actual campaña de investigación geotécnica se han realizado los siguientes trabajos de reconocimiento:

- 37 calicatas manuales.
- 6 sondeos mecánicos, que totalizan 123,44 m de perforación.
- 6 ensayos de penetración mediante cono (CPTU)
- 17 estudios de yacimientos, realizándose calicatas de 2m de profundidad, continuados con barrenos hasta una profundidad máxima de 10m.
- 40 estudios de yacimientos con barrenos manuales de 3" con toma de muestra de suelos a los 1.5 metros.

Con base en los estudios realizados. se concluye lo siguiente:

- El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado, no es apropiado para su utilización como núcleo de terraplenes ya que no presenta un CBR superior al 3% en la mayoría de los ensayos realizados (77%) con una energía de compactación equivalente al 95% del Próctor Normal, con una expansión superior al 1% en todos los casos. Para utilizar estos materiales se tendrá que encapsular el núcleo del terraplén con otras capas impermeables.
- No se debe utilizar el agua subterránea por su alto contenido de sales nocivas. Se recomienda el uso de agua de tajamares.
- El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado, mezclados con un 2,5% de cal útil vial logran valores de CBR adecuados para relleno, un pH mayor a 10 y un hinchamiento inferior al 1%. Se recomienda esta dosificación para los espaldones.
- Con un 3,0 % de cal se obtienen valores de CBR adecuados para subrasante mejorada e hinchamientos de 0%. De acuerdo a los resultados de los ensayos Eades & Grim realizados, con un contenido mínimo del 3,0 % de cal se cumpliría que el valor de pH del suelo será mayor de 12. Se recomienda esta dosificación para el coronamiento.
- El material de préstamo para suelo-cal debe inspeccionarse, ya que no debe poseer niveles inadmisibles de sulfato. Se recomienda buscar en zonas secas cercanas a la traza. Se puede observar en el mapa de sulfatos del Apéndice 12 que en estas zonas las concentraciones son menores.
- El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado no es válido para conformar las capas de sub-base granular y base granular. Para el estudio de suministro de este material se han inventariado tres canteras próximas al área en estudio. Cualquiera de las tres canteras puede suministrar áridos válidos para conformar estas capas cumpliendo los requerimientos de las Especificaciones Técnicas de proyecto, no obstante por cercanía, se recomienda la tercera de ellas, Heisecke.

### 4.3. Estudios Hidrológicos

El Estudio de Hidrología se ha realizado con el fin de determinar los caudales para el diseño de las obras de drenaje transversal necesarias para la preservación de la carretera y sus márgenes, de forma que asegure la continuidad de los cauces naturales ya sean temporales o permanentes, así como las posibles superficies de escorrentía en ladera, en caso de ser interceptados por la carretera objeto del presente Proyecto. El desarrollo completo del estudio hidrológico - hidráulico se puede observar en el *Anexo 03. Hidrología e Hidráulica*.

Partiendo de la base y recomendación establecida en el *Manual de Carreteras del Paraguay, Unidad 2 y 4, Impacto ambiental en carreteras y Diseño de Drenaje de Carreteras, Revisión 2019*, la metodología adoptada prioritariamente es a través de la herramienta interpretación de imágenes satelitales para la caracterización hidrológica y geomorfológica, teniendo en cuenta la poca información existente y sobre todo la información geomorfológica precaria de la región Chaqueña. La resolución de las cartas topográficas existentes en el país (Escala 1:250.000, 1:100.000, y 1:50.000, con curvas de nivel cada 10 metros) son totalmente inadecuadas para identificar diferencias de nivel en la región occidental (Chaco) que permita el delineamiento de lugares bajos donde se produzca un escurrimiento superficial, lo que imposibilita ajustar algún modelo de escorrentía superficial (lluvia - caudal) que reproduzca la realidad del comportamiento hidrológico sistémico de la región. Así también, el desarrollo del estudio hidrológico se ha apoyado en herramientas estadísticas y en herramientas del sistema de información geográfica.

Tanto para el análisis de crecidas como de caudales asociados a un periodo de retorno, se utilizaron modelos estadísticos que representen adecuadamente la muestra. Los modelos aconsejados para estos efectos, según el *Manual de Carreteras del Paraguay: Unidad 4 – Diseño de drenaje de carreteras, Volumen 4.1 – Guía de drenaje vial y alcantarillas (Revisión 2019)*, son el modelo de extremos Tipo I (distribución de Gumbel), la distribución Log Pearson III y las distribuciones de probabilidad Normal y Log-Normal. Para el presente estudio se utilizaron las distribuciones recomendadas, a la que se añadió la SQRT-ET max para comparación.

Para el análisis de las precipitaciones y la tormenta de diseño los datos utilizados son diarios y corresponden a las estaciones ubicadas en las ciudades de Mariscal Estigarribia, Pratts Gill, General Bruguez, Pozo Colorado, Concepción y Asunción. Dichos datos fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC). Cabe mencionar que además de los datos oficiales, se contó con datos proveídos por estancieros del lugar, los cuales fueron utilizados para el análisis y caracterización de la precipitación en la zona. Para el cálculo de las intensidades de la lluvia en cada instante se recurren a las curvas IDF ajustadas y actualizadas por Cuevas - Rolón para la zona de estudio.

El método de tormenta de diseño a partir de curvas IDF no es aplicable en el caso de las áreas de captación que no tengan un cause definido, puesto que se supera el tiempo para el cual esta curva representa el comportamiento de la tormenta, cuya duración depende del tiempo de concentración total

del área de captación. Por este motivo se utilizaron metodologías particulares para cada caso, diferenciando las cuencas que presentan flujo concentrado en un cauce definido y profundo (HUT); y las cuencas que presentan una escorrentía de carácter laminar.

### ***Análisis hidrológico y región de estudio***

La zona presenta cursos de flujo superficial de diversa índole, desde escorrentías con cauces bien definidos hasta la presencia de aguadas poco marcadas, por lo que, como se ha mencionado anteriormente, no resulta de aplicación una única metodología de cálculo. En base a esto, se ha particularizado el cálculo para las regiones con influencia del humedal fluvial del Paraguay y los paleocauces abandonados de la región del Pilcomayo. Los enfoques y métodos utilizados se describen brevemente en los siguientes capítulos y el desarrollo completo del estudio hidrológico - hidráulico se puede observar en el *Anexo 03. Hidrología e Hidráulica*.

El estudio abarca el análisis del comportamiento hidrológico en la región comprendida entre el Río Confuso y el cauce viejo del Río Pilcomayo en el Bajo Chaco, donde se inserta la traza de la ruta PY12 existente, desde la progresiva 0+000 a orillas del Río Paraguay en su margen derecha “Chaco’í” hasta la progresiva 162+500 correspondiente al Municipio de “Gral. Bruguez”.

El contenido del *Anexo 03. Hidrología e Hidráulica* corresponde el diagnóstico de la zona de estudio en el bajo Chaco, delimitación de áreas de captación de los recursos hídricos en el territorio chaqueño basados en la interpretación de imágenes satelitales. Se integra, además, la memoria de estudios hidrológicos generados con base a la información disponible luego de un análisis crítico de las mismas y de la cartografía digital generada tomando como base la información recopilada, analizada y ajustada en el área de influencia de la Ruta PY12. Con base en ello, se puede extraer un conjunto de conclusiones que identifican la situación hidrológica sistémica del área de estudio. En base a dicho análisis, se obtienen conclusiones del comportamiento hidrológico de la región de estudio que nos permiten identificar las áreas críticas de acumulación del agua para eventos extremos en el área de afectación de la ruta PY12 y sugerir niveles de diseño de la ruta que resguarde la seguridad de esta.

#### **4.3.1. Descripción del área de estudio**

El drenaje en el Chaco es determinado principalmente por:

- Condiciones de precipitación en los Andes y en la propia región del Chaco
- Relieve poco pronunciado
- Poca gradiente hidráulica, menor energía de relieve (gran distancia hacia la planicie)
- Contacto permanente o temporal con el agua subterránea
- Grandes regiones de humedales y el humedal fluvial del río Paraguay
- Procesos anteriores morfogenéticos -fluviales, determinantes para el sistema de drenaje joven

- La distribución de sedimentos de variada permeabilidad
- Paleocauces abandonados

Al Norte del actual río Pilcomayo existe una serie de ríos que corren en dirección Este hacia el Río Paraguay, los cuales están drenando las precipitaciones y las aguas subterráneas de gran parte del Chaco. Ellos representan sus paleo – brazos, los cuales han sido abandonados subsecuentemente durante el retroceso del canal mayor del Río Pilcomayo.

Actualmente existen cursos superficiales temporales que hoy en día se encargan del drenaje de las precipitaciones y de las aguas subterráneas de la planicie del Chaco. Normalmente se trata de ríos con albardones, lo que indica una crecida general de las áreas inundables relacionadas. Esta conclusión está apoyada a través de observaciones en la vegetación típica del lugar, de los palmares que avanzan hacia el centro de los bosques remanentes del bajo Chaco, lo que esta pre condicionado solamente por una crecida general del nivel del agua subterránea y fases de inundación prolongadas.

Los ríos chaqueños se desbordan en épocas de inundaciones del río Paraguay por abundancia de aguas o embalses por reflujo. En ciertas épocas, en las cercanías del cauce inferior del río Pilcomayo se depositan la mayor carga sedimentaria, con sedimentos más gruesos, y a mayor distancia del mismo sedimento más fino.

En la figura a continuación podemos observar la Regionalización Hídrica de la Región Occidental, en donde se diferencian:

- En color marrón oscuro el área correspondiente a la planicie aluvial del Río Paraguay (Región en la cual se desarrolla el Proyecto);
- En color amarillo la planicie aluvial del Río Pilcomayo;
- En color mostaza la planicie oriental/central con paleocauces colmatados y lagunas saladas;
- En color gris la planicie occidental/central con médanos y paleocauces colmatados;
- En color naranja la planicie nortea disectada;
- En color verde musgo la planicie nororiental con lagunas saladas.

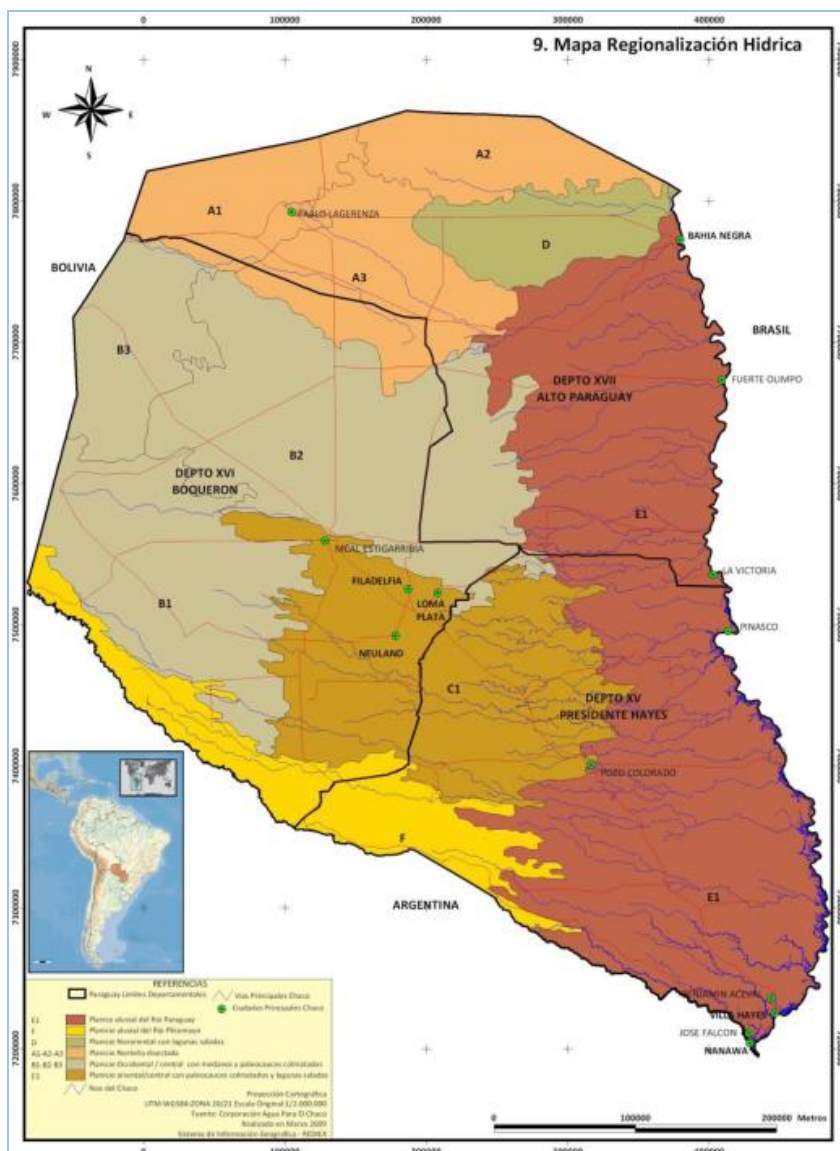


Figura 32. Mapa de Regionalización Hídrica de la Región Occidental

Fuente: Corporación Aqua para el Chaco – 2009

#### 4.3.1.1. Áreas de inundación de los ríos en el Bajo Chaco

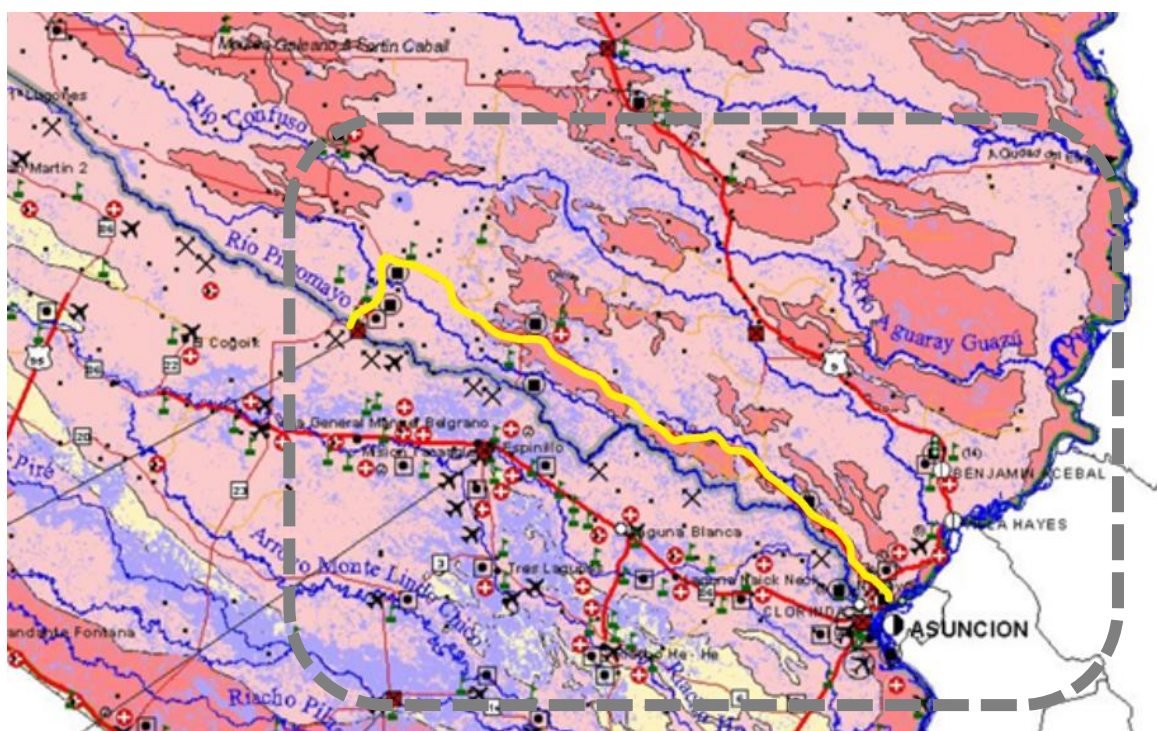
En las zonas más bajas del Chaco Oriental aparecen otros sistemas de drenaje. Se trata de depresiones anchas, someras y alargadas que drenan hacia el río Paraguay. No tienen riveras altas y no presentan características erosivas en su parte occidental. En su parte Oriental, en las cercanías del emisario, están empezando a erosionarse, lo que es indicio de la existencia de una marcada depresión del terreno o fuertes variaciones de nivel del río Paraguay.

Estos sistemas de drenaje – palangana inundable – reciben también las aguas de las crecidas del río Paraguay al igual que las precipitaciones correspondientes a su área de influencia y el humedal fluvial del Río Paraguay actúan en forma transversal como embalse a los ríos pequeños del bajo Chaco sobre todo en épocas de crecidas de este.

## MEMORIA DESCRIPTIVA






## PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

**TRAMO "CHACO"Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"**



Referencias:

Áreas clasificadas por nivel de peligrosidad de inundación en base al Mapa Geomorfológico de la LBAyS:

	Periódica o permanentemente inundada
	Muy Alto
	Alto
	Intermedio
	Bajo a inexistente

Áreas afectadas por inundación identificadas en base al análisis y procesamiento de imágenes satelitales de los meses de la época húmeda de la cuenca baja (de diciembre a mayo) del año 2001.



**Figura 33. Mapa de Afectación por inundación**

*Fuente: Línea de Base Ambiental de la Cuenca del Río Pilcomayo*

Como puede notarse en la Figura anterior, la región de estudio está en su mayor parte sobre áreas de alto y muy alto nivel de peligrosidad de inundación (Región delimitada con líneas de puntos en color Gris y la Ruta PY12 en color amarillo), por lo cual, se da especial énfasis al análisis de los periodos de inundabilidad y su repercusión a lo largo de la carretera en estudio.

#### 4.3.2. Resultados del estudio hidrológico

La región de afectación hidrológica de la Ruta PY12, se divide en dos áreas: una de ellas abarca la extensión de la Ruta PY12 desde Chaco'í hasta Gral. José María Bruguez, tramo comprendido entre el Río Confuso'í y el Cauce viejo del Río Pilcomayo. En dicha región la Ruta cruza tres cauces: el Río Confuso'í Pk 4, el Río Negro en el Pk 32 y el Brazo Norte del Río Pilcomayo a la altura del Pk 148. La otra área corresponde al tramo que analiza el comportamiento del Río Paraguay para eventos extremos como parte del impacto del Humedal fluvial del Río Paraguay sobre la ruta (Puente Confuso'í) en su margen derecha, una vez analizado el defluvio del río Paraguay, en el tramo desde el Puerto Asunción hasta Puerto Pilcomayo.

El trabajo se desarrolló en base a la información hidrológica e hidrometeorológica disponibles. Se han recopilado las principales variables climáticas y la información cartográfica necesarias para poder definir el comportamiento hidrológico del área de afectación de la ruta PY12. Con la información disponible se ha realizado la caracterización física e hidrológica de las áreas de estudio, un análisis de la estadística de los datos hidrológicos, generando las bases para ajustar los modelos que reproduzcan el comportamiento hidrológico sistémico de la región de la ruta PY12 existente y simular los diferentes escenarios extremos de acuerdo a los parámetros y requerimientos de las Normas del Manual de Carreteras del Paraguay, con el fin de obtener los niveles de diseño de la misma, permitiendo así mejorar la vida útil de la obra.

Con la cartografía base, precaria y no suficiente para la región de la planicie del bajo Chaco, se elaboró y se ajustó -a lo largo de la ruta - el modelo digital de elevación, con esta información de base y la utilización de las herramientas mencionadas anteriormente **se generaron los siguientes productos:**

- Con las herramientas Interpretación de Imágenes de Satélite y Modelo Digital de elevación (MDE) y el Modelo que genera las áreas de captación de agua en la región, se pudo: definir las líneas de flujo y las áreas de drenaje de los diferentes sistemas de captación de agua de lluvia en la región, obteniendo como producto **el inventario detallado de humedales** a lo largo de la Ruta PY12 (Ver Mapas en el *Apéndice 3 del Anexo 03. Hidrología e Hidráulica*).
- En base a los resultados del proceso de interpretación de imágenes satelitales, fueron identificados **puntos críticos para eventos en épocas húmedas** (condición de humedad precedente), tramo comprendido desde la progresiva Pk 90 al Pk 140 de la Ruta PY12, en la Región del Cauce viejo del Río Pilcomayo y el Confuso, y desde la Pk 00 hasta la Pk 04 con afectación del humedal fluvial del Río Paraguay.
- Se definieron los **cruces de la Ruta PY12 con paleocauces**, tramos también vulnerables a la inundación. Los tramos son:
  - Del pk 15 al pk 33
  - Del pk 53 al pk 62
  - Del pk 71 al 77
  - Del pk 119 al 135

- Las líneas de flujo elaboradas muestran un comportamiento del flujo que sigue a grandes rasgos a la superficie topográfica y los flujos superficiales con muy bajo gradiente hidráulico. La principal recarga del área de drenaje es la precipitación que se produce en la zona y aquellas que se recargan desde el cono de sedimentación del Río Pilcomayo aguas arriba de la región de estudio. Los gradientes hidráulicos muestran una conexión con los principales cursos, y en la mayoría drenan el área sea por la evapotranspiración e infiltración convirtiéndose en una zona de descarga natural.
- En base al punto anterior y bajo el mismo análisis se comprueba una relación entre la precipitación y la evolución de los niveles del río Paraguay, cuando los eventos son simultáneos, queda demostrado el importante papel que juega la recarga por agua de lluvia, sea por el humedal fluvial del Río Paraguay o por el humedal fluvial del Pilcomayo viejo desde el humedal del Patiño que funciona con la recarga desde el cauce viejo del río Pilcomayo.
- Asimismo, del análisis de la información hidrológica e hidrométrica del Río Paraguay aguas arriba y aguas abajo de Asunción, se pudo caracterizar y definir el comportamiento del Río en el tramo de análisis, para delinear el Modelo conceptual, y preparar el modelo hidrodinámico que más se adecue a las características del Río Paraguay y sobre todo a la disponibilidad de datos, como resultado de varias simulaciones realizados con datos del INA en el tramo identificado, se concluye que hay efecto remanso de  $\pm 50$  cm por afluentes importantes aguas abajo del tramo de estudio (el río Bermejo y Río Tebicuary) del Puerto Pilcomayo.
- La **cota máxima de inundación** del Río Paraguay la obtuvimos con el histórico de datos mensuales desde 1970 al 2017 (47 años) en el Puerto Asunción. Se entiende que al ser un análisis estadístico/probabilístico, los resultados dependen del tamaño de la muestra. El número de datos utilizados corresponden a 571 niveles observados. En base a ello y con la metodología GUMBEL se obtuvieron los niveles para un TR=100 años. Cabe mencionar que la fuente de datos utilizada fueron las oficiales; tanto del cero de la regla hidrométrica (referido al sistema de referencia del IGM) como de los datos de niveles del Río Paraguay proveídos por la DMH de la DINAC. La cota máxima de avenida del Río Paraguay en Asunción para un TR:100 años es igual a 63.44 (m).
- El área de estudio se desarrolla en una zona rural altamente ganadera donde existe una gran presión antrópica sobre la disponibilidad del agua. El balance hidrológico en condiciones normales es deficitario.
- Para la determinación de caudales, los cauces y paleocauces no se alimentan por cuencas bien definidas, se alternan con esteros y pierden continuidad, por lo que no es posible asignar el caudal de un área de territorio a un punto en particular.
- Al no ser posible la delimitación de cuencas, no se pueden aplicar los métodos convencionales de hidrología para la transformación de precipitación a caudal. Ante esta situación es necesario aplicar otras metodologías que permitan estimar el caudal que escurre una zona dada.

#### 4.4. Estudio de Tránsito

El objetivo del estudio es analizar los vehículos que discurren por el tramo objeto de estudio, así como las nuevas captaciones por la mejora en la Ruta PY12, tanto en el momento de puesta en servicio como al final de la vida útil de la actuación mediante una adecuada proyección. Estos datos permitirán el dimensionamiento del paquete estructural del pavimento del tramo.

Para la determinación del tráfico actual se cuenta con información primaria: trabajos de campo que consistieron en:

- Conteo de tráfico vehicular
- Encuestas Origen-Destino
- Mediciones de índice de ocupación vehicular.
- Mediciones de tiempos de viaje:
- Mediciones de flujos peatonales:

Además de diversas fuentes de información secundaria, como ser:

- 1) Por una parte, se cuenta con la información del *Estudio de Tránsito realizado en el marco del Informe Final del Proyecto de la Ruta N° 12 “Vicepresidente Sánchez” Tramo Chaco’í-Triangulo-General Bruguez.*
- 2) Y por otra se cuenta con la información del *Estudio de Tránsito del “Proyecto de Construcción de un puente sobre el Río Paraguay entre Asunción – Capital y Chaco’í – Dpto. Presidente Hayes”.* En el cual se hicieron trabajos de campo en la intersección de la Ruta 12 con la Ruta Falcón – Clorinda.

El desarrollo detallado del estudio de tránsito se encuentra en el *Anexo 05. Estudio de Tránsito.*

##### 4.4.1. Determinación del tráfico actual

###### 4.4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO REALIZADO

###### 4.4.1.1.1. *Conteo de tráfico vehicular*

Se realizó una campaña de conteos en 5 puntos, registrándose todos los movimientos en cada uno de los cruces analizados.

A continuación, se describe la localización de los **puntos de conteo (Aforos-Af)**:

- 1) Punto 1: Intersección de la Ruta 12 con la Ruta Nanawa – Chaco'í

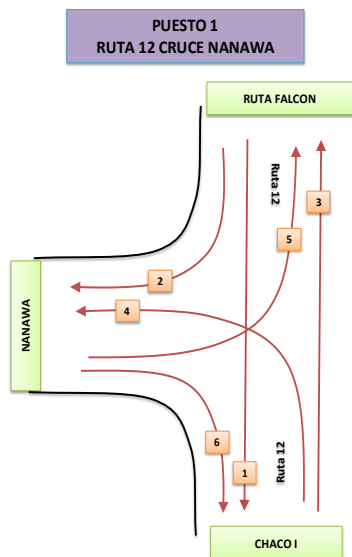


Figura 34. Punto de Conteo. Aforo 1.

Fuente: Elaboración propia

- 2) Punto 2: Intersección de la Ruta 12 con la Ruta Falcón (Ruta PY09) – Clorinda

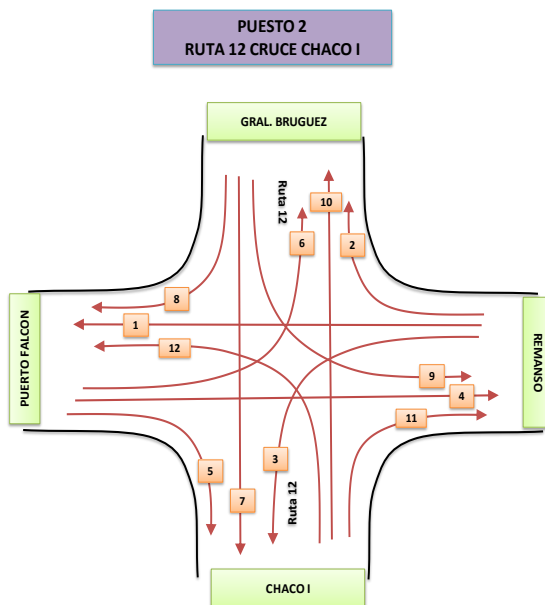


Figura 35. Punto de Conteo. Aforo 2.

Fuente: Elaboración propia

- 3) Punto 3: En la Ruta 12 a la altura de la población de Puesto Cabo Oliborio Talavera (Acceso a Ninfa)

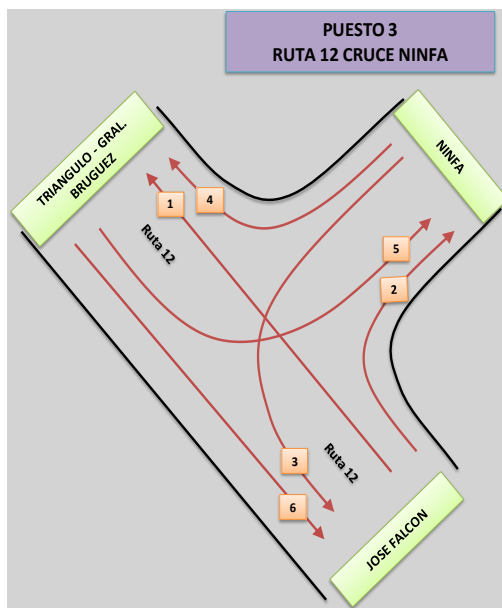


Figura 36. Punto de Conteo. Aforo 3.

Fuente: Elaboración propia

- 4) Punto 4: En la Ruta 12 a la altura de Cruce Triángulo

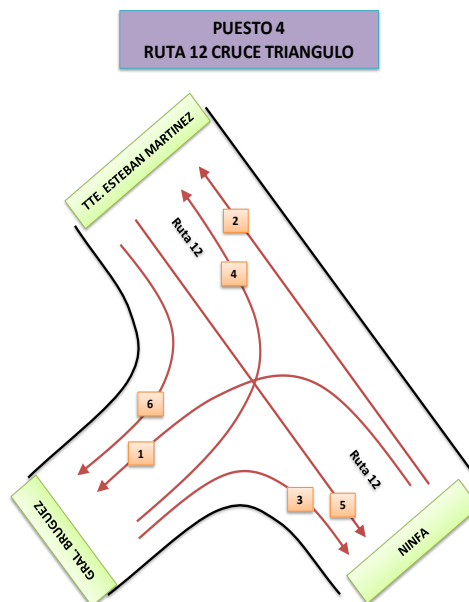


Figura 37. Punto de Conteo. Aforo 4.

Fuente: Elaboración propia

5) Punto 5: En la Ruta PY09 al norte de la población de Benjamín Aceval

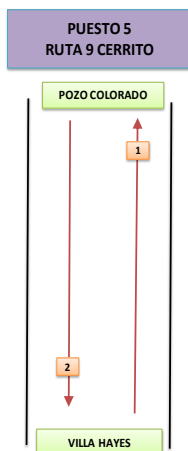
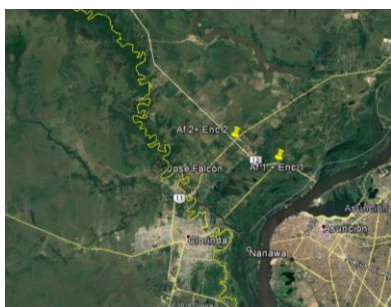


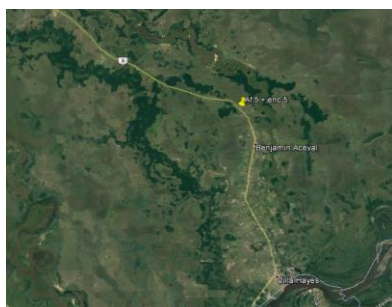
Figura 38. Punto de Conteo. Aforo 5.

Fuente: Elaboración propia

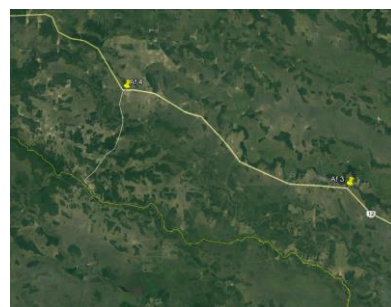
Las siguientes figuras recogen la localización de dichos puntos:



Localización puntos 1 y 2



Localización puntos 3 y 4



Localización punto 5

Figura 39. Imagen satélite con localización de los aforos

Fuente: Elaboración propia

Se distinguieron las siguientes categorías vehiculares, desagregando lo máximo posible las mismas en:

- Vehículos ligeros: Autos, camionetas, utilitarios menores, motocicletas
- Ómnibus
- Camiones:
  - Sin Acoplado: Ejes 11, 12
  - Con Acoplado: Ejes 11-11, 11-12, 12-11 y 12-12
  - Semi Remolque: Ejes 111, 112, 113, 122 y 123.

Los conteos se realizaron durante 7 días, de los cuales 6 días se realizaron tomas durante un periodo de 16 horas y 1 día se realizó una toma completa de 24 horas de duración, siendo este día un día laborable medio (exceptuando lunes o viernes).

Las fechas de realización de los conteos fueron:

Puntos	Fechas
1, 2, 3, 4 y 5	De 20-09-2019 a 26-09-2019

Tabla 1. Fecha de realización de los conteos

Fuente: Elaboración propia

La modalidad de relevamiento utilizada corresponde a la de censos manuales por observación directa del censista.

#### 4.4.1.1.2. Encuestas origen-destino

Se realizaron 3 puntos de encuesta en la red, coincidentes con la localización de los puntos de aforo. Los cuales se recogen en las anteriores figuras.

A continuación, se describe la localización de los **puntos de encuesta (Enc)**:

- 1) Punto 1: Intersección de la Ruta 12 con la Ruta Nanawa - Chaco'í
- 2) Punto 2: Intersección de la Ruta 12 con la Ruta Falcón - Clorinda
- 3) Punto 5: En la Ruta 9 al norte de la población de Benjamín Aceval

IDOM diseñó unos cuestionarios, específicos para vehículos livianos, ómnibus (Conductor y pasajeros) y vehículos de carga. El detalle de los cuestionarios se encuentra en el *Anexo 05. Estudio de Tránsito*.

Las encuestas se realizaron durante 3 días laborables en periodo diurno de 12 horas de duración. Las fechas de realización de las encuestas fueron:

Puntos	Fechas
1, 2 y 3	De 23-09-2019 a 25-09-2019

Tabla 2. Fecha de realización de las encuestas

Fuente: Elaboración propia

Para lograr la información requerida, determinada por los términos de referencia del estudio, se utilizaron las hojas de encuesta presentadas en el Anexo 05. La encuesta constituye una muestra respecto al origen y destino de conductores, pasajeros y carga.

Para la ejecución de las encuestas, en lo que respecta a la detención de los vehículos, se contó con el apoyo del personal Policial de la zona, atendiendo a factores de seguridad, tanto para las personas encuestadas como para el personal encargado del trabajo.

#### 4.4.1.1.3. Mediciones del índice de ocupación vehicular

Las mediciones de la ocupación de los vehículos están vinculadas a la toma de datos de la encuesta origen - destino, por lo que estará incluido en la propia encuesta.

#### 4.4.1.1.4. Mediciones de tiempos de viaje

Se realizó una toma de tiempos de viaje entre distintos pares origen destino que conforman la vía actual. Los tramos identificados son:

##### Ruta 12:

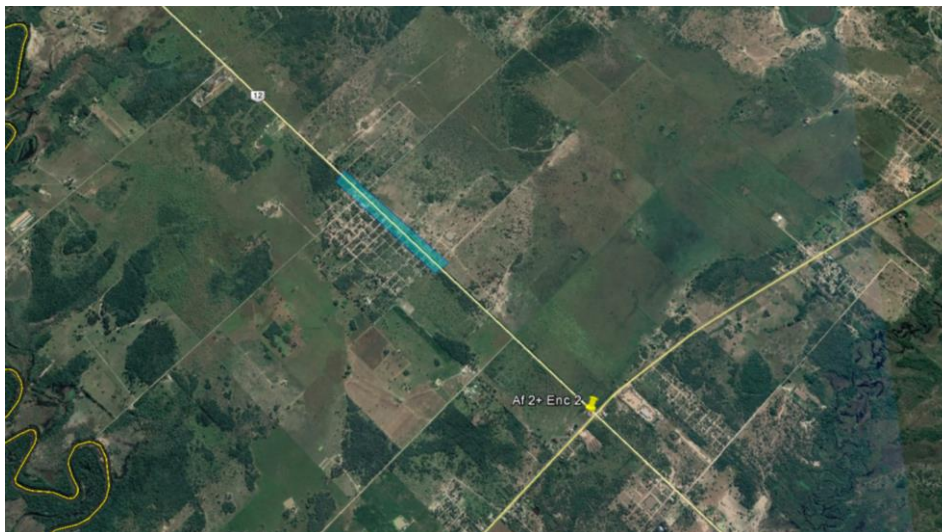
- **Tramo 1:** Chaco'í – Falcón (Cruce intersección con la Ruta PY09)
- **Tramo 2:** Falcón (Cruce intersección con la Ruta PY09) - Puesto Cabo Oliborio Talavera (Acceso a Ninfa)
- **Tramo 3:** Puesto Cabo Oliborio Talavera (Acceso a Ninfa) - Cruce Triángulo
- **Tramo 4:** Cruce Triángulo - General Bruguez

Se realizó una toma durante dos días medios laborables en periodo diurno, los días 20 y 26 de septiembre de 2019.

Cualquier posible incidencia que retrase la velocidad de circulación, modificando los tiempos reales de recorrida será anotada y he identificado el motivo de la misma.

#### **4.4.1.1.5. Mediciones de flujo peatonal**

Se analizaron los flujos peatonales en los puntos de mayor conflicto (principales pasos e intersecciones) en la zona urbana de José Falcón. El área determinada como de objeto de estudio es:



*Figura 40. Ubicación de la medición del flujo peatonal en Falcón.*

*Fuente: Elaboración propia*

Y los puntos identificados como de mayor flujo peatonal fueron:

- José Falcón a la altura de la Comisaría
- José Falcón a la altura de la Capilla de Santa Rosa

Dicho análisis se realizó en días medios laborables en periodo diurno de 12 horas de duración, concretamente el día 26 de septiembre de 2019.

#### **4.4.2. Obtención del tránsito medio diario anual (TMDA)**

Después del análisis y tabulaciones adecuados de los datos del tráfico obtenidos en los conteos del trabajo de campo, se procedió a la determinación de los volúmenes diarios actuales del tráfico considerando las diversas categorías de vehículos, los cuales serán corregidos con los factores de ajustes (horaria, semanal, estacional y clausura) para la determinación del TMDA.

El tránsito relevado se expande a fin de obtener el tránsito diario promedio a lo largo del año base. La expansión presenta cuatro etapas: expansión al total del día, al total de la semana, al total del mes y al total del año.

**Expansión al total de las horas del día:** para cada una de las categorías de vehículo, en las que se desagregará el tránsito total, se realiza la expansión de los volúmenes relevados al total de las horas del día, a partir de los relevamientos de 24 horas efectuados en algunos puestos de conteo.

Generalmente las horas diurnas relevadas abarcan entre el 80% y el 95% del tránsito diario, por lo tanto, el error que conlleva esta expansión es relativamente bajo.

**Expansión al total de los días de la semana:** como se mencionó anteriormente se realizaron conteos durante siete días, por lo tanto, no es necesario realizar esta expansión.

**Expansión al total del mes:** en este caso se adoptará la hipótesis simplificativa de que todas las semanas del mes se comportan de manera similar. Hipótesis válida toda vez que no se cuente tránsito en coincidencia con fechas atípicas.

**Expansión al total del año:** para estimar el Tránsito Medio Diario Anual a partir del tránsito diario promedio de cada mes, se considera una estacionalidad mensual para dicho mes, que resulta del análisis de la estacionalidad obtenida a partir de la serie histórica de tránsito de los contadores permanentes (ubicados en algunas plazas de peaje). Esta estacionalidad se analiza por categoría vehicular.

#### 4.4.2.1. CÁLCULO DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL

Una vez determinados estos factores de ajustes se calcularon los valores del TMDA por puesto, por tipo de vehículos y por sentido de circulación, correspondientes al tramo en estudio.

##### Punto 1

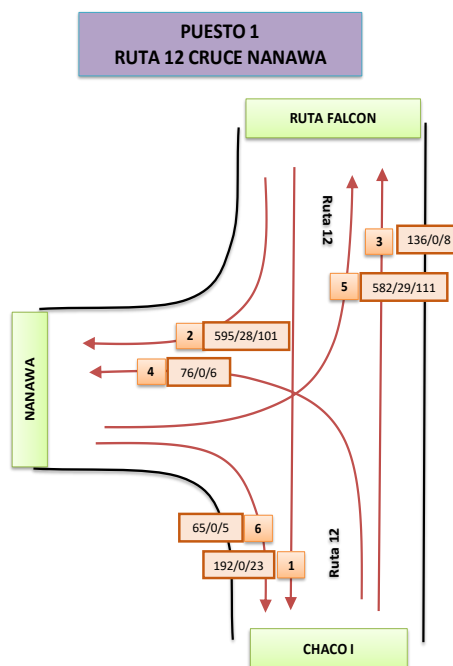


Figura 41. TMDA Punto 1

Fuente: Elaboración propia

## Punto 2

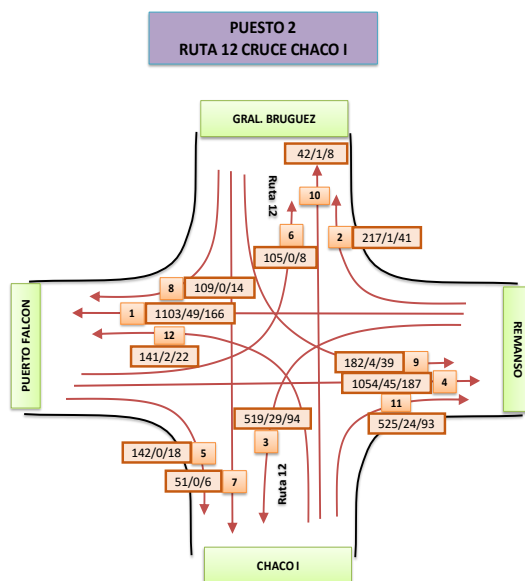


Figura 42. TMDA Punto 2

Fuente: Elaboración propia

## Punto 3

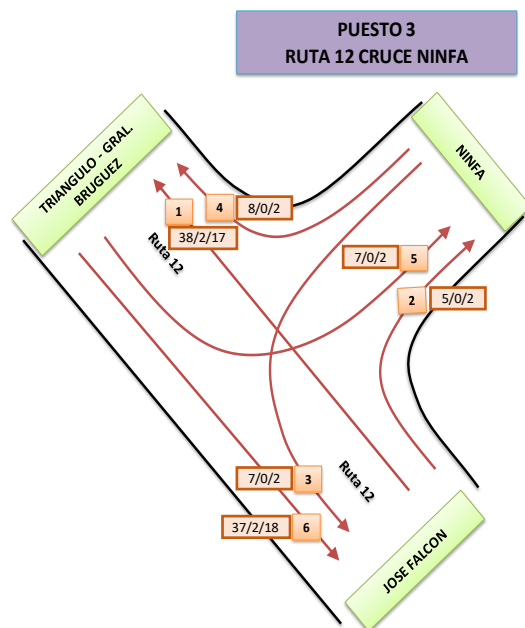


Figura 43. TMDA Punto 3

Fuente: Elaboración propia

## Punto 4

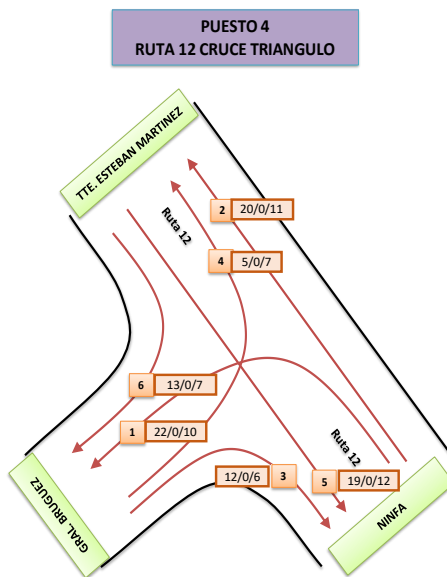


Figura 44. TMDA Punto 4

Fuente: Elaboración propia

## Punto 5

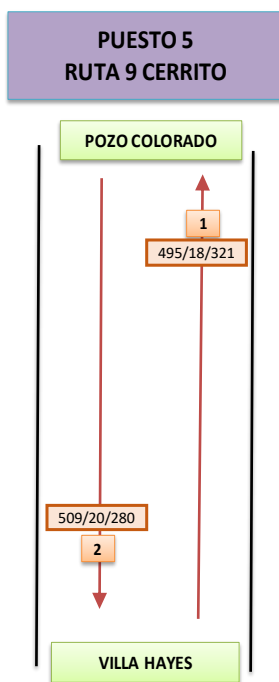


Figura 45. TMDA Punto 5

Fuente: Elaboración propia

### 4.4.3. Estimación del TMDA futuro

#### 4.4.3.1. Composición del Tráfico Futuro

El tránsito que circulará por la ruta comprenderá básicamente los siguientes tipos de usuarios: los "existentes", los "desviados" y los "inducidos".

Los usuarios "**existentes**" o tránsito normal, corresponden a los usuarios existentes que no cambian su ruta ni origen-destino por la ejecución del proyecto. Son aquellos que actualmente circulan por las diversas vías identificadas y que los emplearán en el futuro, aunque ésta no mejorara y continuara en sus condiciones actuales.

Los usuarios "**desviados**" o tránsito desviado, son aquellos que actualmente emplean otras alternativas de accesos y que serán atraídos por la obra terminada, cambiarán su ruta por efecto del proyecto, pero mantienen su origen y destino.

El tránsito "**inducido**" se genera por efecto de la nueva obra terminada. Esto puede ser producto del incremento de la frecuencia de viajes de los usuarios existentes y/o por nuevos usuarios que se incorporan a la red vial al permitirse la explotación de áreas que antes eran inaccesibles sin el proyecto.

#### 4.4.3.2. TMDA ESTIMADO PARA EL AÑO BASE

Las TMDA observadas, mediante los datos de los conteos realizados en estudios previos, para los tramos objeto de estudio son:

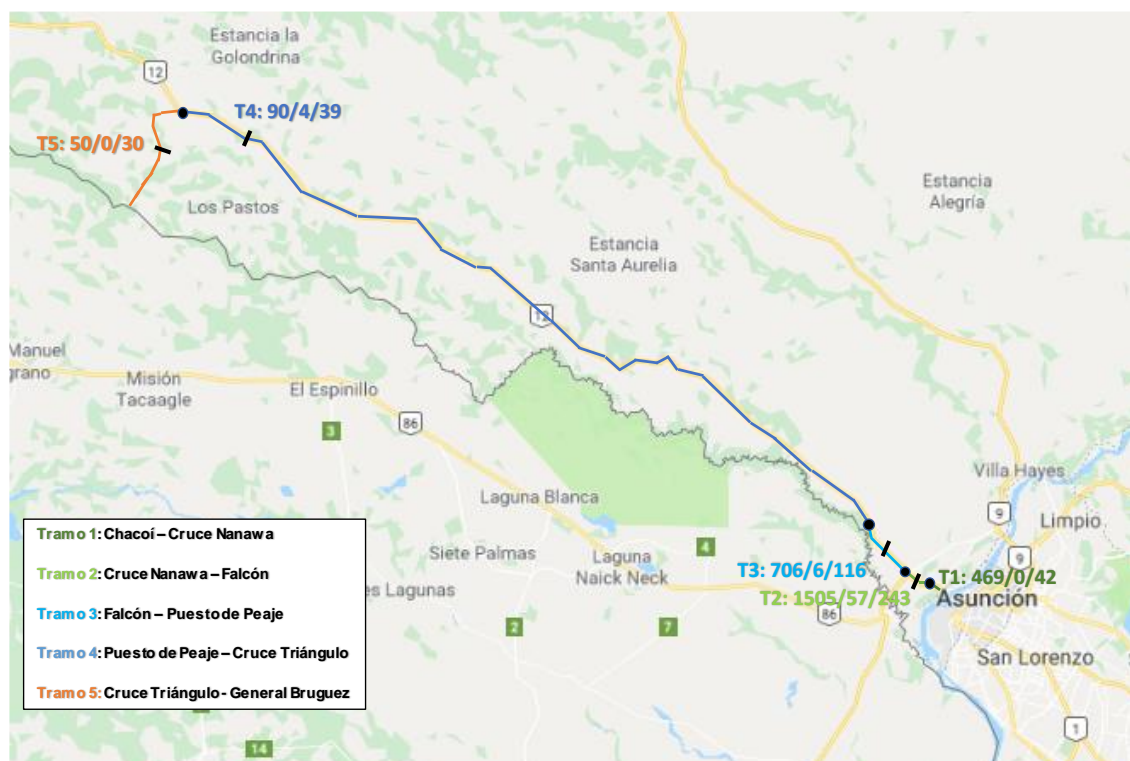


Figura 46. TMDA Existente. 2019

Fuente: Elaboración propia

Se han tomado los siguientes valores para el **Tránsito Existente**.

TMDA Existente				
Tramo	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
Tramo 1	469	0	42	511
Tramo 2	1505	57	243	1805
Tramo 3	706	6	116	828
Tramo 4	90	4	39	133
Tramo 5	50	0	30	80

Tabla 3. Tránsitos Existentes. 2019

Fuente: Elaboración Propia

Los usuarios de **tránsito desviados** se han obtenido en base a los datos del trabajo de campo, concretamente a partir de los datos de la encuesta origen – destino, que se ha realizado en el marco del presente estudio. Para ello, se tuvo en cuenta la captación de tránsitos de largo recorrido que actualmente utilizan otras rutas nacionales de Paraguay.

En el marco de dicho estudio se determinaron las relaciones potencialmente captables. Estas son las que al realizar las mejoras en la Ruta 12, pasan a convertirse en el camino más rápido, desviándose desde la Ruta 9, por donde realizan actualmente su viaje desde la zona de Teniente Esteban Martínez.

La siguiente tabla muestra el total vehículos Desviados estimado:

TMDA Desviado				
Tramo	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
Tramo 1	0	0	0	0
Tramo 2	0	0	0	0
Tramo 3	38	1	23	63
Tramo 4	38	1	23	63
Tramo 5	0	0	0	0

Tabla 4. Tránsitos desviados. 2019

Fuente: Elaboración Propia

El **TMDA inducido por la eliminación de intransitabilidad por lluvia** sigue la siguiente expresión:

$$\text{TMDA}_{\text{inducido}} = \text{TMDA}_{\text{existente}} (D/365) \times C \times F$$

Siendo:

C = Proporción de viajes que son definitivamente cancelados debido a la falta de condiciones de transitabilidad de la ruta.

Se adopta para:

- Automóviles y camionetas C = 0,5
- Ómnibus C = 0,8
- Camiones C = 0,0

F = Factor que tiene en cuenta el grado de simultaneidad de la intransitabilidad de la ruta en estudio respecto a los caminos que la alimentan

- Si no hay simultaneidad: F = 1,0
- Si hay simultaneidad: F = 0,0
- Se adopta: F = 0,75

D = Días efectivos de lluvias e incidencias al año.

- Se adopta para el tramo D = 75

Aplicando la anterior metodología se obtienen los siguientes resultados de TMDA inducido **por la eliminación de la intransitabilidad**.

TMDA inducido por la eliminación de la intransitabilidad.				
Tramo	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
Tramo 1	48	0	0	48
Tramo 2	155	0	0	155
Tramo 3	73	0	0	73
Tramo 4	9	0	0	9
Tramo 5	5	0	0	5

Tabla 5. Tránsitos inducidos por la eliminación de la intransitabilidad. 2019

Fuente: Elaboración Propia

El **tráfico inducido por la mejora de las condiciones operativas** se ha estimado considerándose el efecto de la disminución de costos de transporte.

Para ello se ha empleado la siguiente formulación:

$$TMDA\ inducido = TMDA\ existente * \left( \frac{Co}{Cm} \right)^E - 1$$

Donde:

- TMDA existente: TMDA con origen y destino en el tramo.
- Co: Costos de transporte en la situación actual.
- Cm: Costos de transporte después de la mejora proyectada.
- E: Coeficiente de elasticidad -precio

Los Costos considerados son los obtenidos mediante el empleo de del material publicado por la Dirección Nacional de Transporte (DINATRA) “*Estructura de Costos Operativos y Vehículos Automotores*” actualizado al año 2013. La siguiente tabla refleja para cada tipo de vehículo el coeficiente de relación del Costo existente frente a Costo después de la mejora:

Autos	Ómnibus	Camiones
1,49	1,26	1,46

Tabla 6. Co/Cm.

Fuente: Elaboración Propia

Para el valor de la elasticidad se han aceptado:

- E livianos = 1,5
- E ómnibus = 0,7
- E camiones = 1

Aplicando la anterior metodología se obtienen los siguientes resultados de TMDA inducido **por la mejora de las condiciones operativas**.

TMDA inducido por la mejora de las condiciones operativas.				
Tramo	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
Tramo 1	378	0	34	412
Tramo 2	1.214	46	196	1456
Tramo 3	569	5	94	668
Tramo 4	73	3	31	107
Tramo 5	40	0	24	65

Tabla 7. Tránsitos inducidos por la mejora de las condiciones operativas. 2019

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3.3. TMDA ESTIMADO PARA EL AÑO HORIZONTE

##### 4.4.3.3.1. Proyección del TMDA estimado

Para la previsión del tránsito futuro se ha establecido la proyección de un escenario con datos procedentes del Banco Central de Paraguay (BCP). Son valores obtenidos del BCP hasta el año 2017 y para los años siguientes se utiliza como factor de crecimiento, el promedio de crecimiento de los últimos 15 años.

También se cuenta con los datos de población y crecimiento de la población. Se ha utilizado el estudio Proyección de la población de Paraguay 2020 a 2025 publicado por la Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos. A partir del año 2026, se ha realizado una estimación en base al comportamiento visualizado en la proyección hasta el 2025.

Año	Población	PIB BCP
2019	1,41%	4,50%
2020	1,40%	4,50%
2021	1,38%	4,50%
2022	1,37%	4,50%
2023	1,36%	4,50%
2024	1,34%	4,50%
2025	1,33%	4,50%
2026	1,32%	4,50%
2027	1,31%	4,50%
2028	1,29%	4,50%
2029	1,28%	4,50%
2030	1,27%	4,50%
2031	1,26%	4,50%
2032	1,24%	4,50%
2033	1,23%	4,50%
2034	1,22%	4,50%
2035	1,20%	4,50%
2036	1,19%	4,50%
2037	1,18%	4,50%
2038	1,17%	4,50%
2039	1,15%	4,50%
2040	1,14%	4,50%
2041	1,13%	4,50%
2042	1,11%	4,50%

Tabla 8. Proyecciones del PIB.

Fuente: Elaboración Propia

##### 4.4.3.3.2. TMDA Futuro

En base a los datos anteriores se han determinado las tasas de crecimiento para el tránsito futuro con la siguiente metodología:

$$R = ((1 + E * Ry) * (1 + Rpob) - 1) \text{ (en \%)}$$

Tasa de ingreso por habitante:

$$R_y = (((1 + R_{pib}) / (1 + R_{pob})) - 1) \text{ (en \%)}$$

Se tienen en cuenta los siguientes valores de elasticidad:

- E livianos: 1,5
- E omnibuses: 0,7
- E camiones: 1,0

Las tasas de crecimiento para el tránsito anual determinadas en base a la información socioeconómica anterior son:

Año	BCP		
	Livianos	Ómnibus	Camiones
2019	6,04%	3,57%	1,41%
2020	6,05%	3,57%	1,40%
2021	6,06%	3,57%	1,38%
2022	6,07%	3,56%	1,37%
<b>2023</b>	<b>6,07%</b>	<b>3,56%</b>	<b>1,36%</b>
2024	6,08%	3,55%	1,34%
2025	6,08%	3,55%	1,33%
2026	6,09%	3,55%	1,32%
2027	6,10%	3,54%	1,31%
2028	6,10%	3,54%	1,29%
2029	6,11%	3,53%	1,28%
2030	6,12%	3,53%	1,27%
2031	6,12%	3,53%	1,26%
2032	6,13%	3,52%	1,24%
2033	6,14%	3,52%	1,23%
2034	6,14%	3,52%	1,22%
2035	6,15%	3,51%	1,20%
2036	6,15%	3,51%	1,19%
2037	6,16%	3,50%	1,18%
2038	6,17%	3,50%	1,17%
2039	6,17%	3,50%	1,15%
2040	6,18%	3,49%	1,14%
2041	6,19%	3,49%	1,13%
2042	6,19%	3,48%	1,11%

Tabla 9. Tasas de crecimiento anual.

Fuente: Elaboración propia.

El escenario de crecimiento está basado en los crecimientos de las poblaciones y del PIB estimado por el BCP. Adicionalmente se han calculado los tránsitos adicionales que se van a producir en los tramos 3 y 4 debido a la circulación de camiones que abastecerán las **obras de la Ruta 12** durante los años: 2020, 2021 y 2022.

TMDA adicional por las obras de Ruta 12					
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
2020	24	24	137	137	0
2021	0	0	285	285	24
2022	0	0	270	270	66

Tabla 10. Tránsitos adicionales por las obras de Ruta 12

Año	TMDA Existente				TMDA Desviado				TMDA Inducido				TMDA Total			
	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
2019	469	0	42	511	0	0	0	0	426	0	34	460	469	0	42	511
2020	497	0	67	564	0	0	0	0	452	0	34	486	497	0	67	564
2021	528	0	43	571	0	0	0	0	480	0	34	514	528	0	43	571
2022	560	0	44	603	0	0	0	0	509	0	34	543	560	0	44	603
2023	593	0	44	638	0	0	0	0	540	0	34	574	1133	0	78	1211
2024	630	0	45	675	0	0	0	0	572	0	34	606	1202	0	79	1281
2025	668	0	46	713	0	0	0	0	607	0	34	641	1275	0	79	1355
2026	709	0	46	755	0	0	0	0	644	0	34	678	1353	0	80	1433
2027	752	0	47	799	0	0	0	0	684	0	34	717	1435	0	81	1516
2028	798	0	47	845	0	0	0	0	725	0	34	759	1523	0	81	1604
2029	846	0	48	894	0	0	0	0	770	0	34	803	1616	0	82	1698
2030	898	0	49	947	0	0	0	0	817	0	34	851	1715	0	82	1797
2031	953	0	49	1002	0	0	0	0	867	0	34	901	1820	0	83	1903
2032	1012	0	50	1061	0	0	0	0	920	0	34	954	1931	0	84	2015
2033	1074	0	50	1124	0	0	0	0	976	0	34	1010	2050	0	84	2134
2034	1140	0	51	1191	0	0	0	0	1036	0	34	1070	2176	0	85	2261
2035	1210	0	52	1261	0	0	0	0	1100	0	34	1134	2309	0	86	2395
2036	1284	0	52	1336	0	0	0	0	1168	0	34	1201	2452	0	86	2538
2037	1363	0	53	1416	0	0	0	0	1240	0	34	1273	2603	0	87	2689
2038	1447	0	53	1501	0	0	0	0	1316	0	34	1350	2763	0	87	2851
2039	1537	0	54	1591	0	0	0	0	1397	0	34	1431	2934	0	88	3022
2040	1632	0	55	1686	0	0	0	0	1484	0	34	1517	3115	0	89	3204
2041	1733	0	55	1788	0	0	0	0	1575	0	34	1609	3308	0	89	3397
2042	1840	0	56	1896	0	0	0	0	1673	0	34	1707	3513	0	90	3603
2043	1954	0	57	2010	0	0	0	0	1777	0	34	1811	3731	0	90	3821

Tabla 11. Prognosis BCP. Tramo 1

Fuente: Elaboración propia

# MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO "CHACOÍ - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"

Año	TMDA Existente				TMDA Desviado				TMDA Inducido				TMDA Total			
	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
2019	1505	57	243	1805	0	0	0	0	1368	46	196	1610	1505	57	243	1805
2020	1596	59	271	1926	0	0	0	0	1451	48	199	1698	1596	59	271	1926
2021	1693	61	250	2004	0	0	0	0	1539	49	201	1790	1693	61	250	2004
2022	1795	63	253	2112	0	0	0	0	1633	51	204	1888	1795	63	253	2112
2023	1904	66	257	2227	0	0	0	0	1732	53	207	1992	3636	118	464	4218
2024	2020	68	260	2348	0	0	0	0	1837	55	210	2102	3857	123	470	4450
2025	2143	70	264	2477	0	0	0	0	1949	57	213	2218	4092	127	476	4695
2026	2274	73	267	2614	0	0	0	0	2067	59	215	2342	4341	132	482	4955
2027	2412	75	271	2758	0	0	0	0	2194	61	218	2473	4606	136	489	5231
2028	2560	78	274	2912	0	0	0	0	2327	63	221	2611	4887	141	495	5523
2029	2716	81	278	3074	0	0	0	0	2470	65	224	2759	5186	146	501	5833
2030	2882	84	281	3247	0	0	0	0	2621	67	227	2915	5503	151	508	6162
2031	3059	87	285	3430	0	0	0	0	2781	70	230	3080	5840	156	514	6510
2032	3246	90	288	3624	0	0	0	0	2952	72	232	3256	6198	162	521	6880
2033	3445	93	292	3830	0	0	0	0	3133	75	235	3443	6578	168	527	7272
2034	3657	96	295	4048	0	0	0	0	3325	77	238	3641	6982	174	533	7689
2035	3882	99	299	4280	0	0	0	0	3529	80	241	3851	7411	180	540	8131
2036	4121	103	302	4526	0	0	0	0	3747	83	244	4074	7867	186	546	8599
2037	4374	107	306	4787	0	0	0	0	3978	86	247	4310	8352	192	553	9097
2038	4644	110	309	5064	0	0	0	0	4223	89	250	4561	8867	199	559	9625
2039	4931	114	313	5358	0	0	0	0	4484	92	252	4828	9415	206	566	10186
2040	5236	118	317	5670	0	0	0	0	4761	95	255	5111	9996	213	572	10782
2041	5560	122	320	6002	0	0	0	0	5055	99	258	5412	10615	221	578	11414
2042	5904	127	324	6354	0	0	0	0	5368	102	261	5732	11272	229	585	12086
2043	6270	131	327	6728	0	0	0	0	5701	106	264	6071	11971	236	591	12799

Tabla 12. Prognosis BCP. Tramo 2

Fuente: Elaboración propia

Año	TMDA Existente				TMDA Desviado				TMDA Inducido				TMDA Total			
	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
2019	706	6	116	828	38	1	23	63	642	5	94	740	706	6	116	828
2020	749	6	254	1009	41	1	23	65	681	5	95	781	749	6	254	1009
2021	794	6	404	1205	43	1	24	68	722	5	96	823	794	6	404	1205
2022	842	7	391	1240	46	2	24	71	766	5	97	869	842	7	391	1240
2023	893	7	123	1023	48	2	24	74	812	6	99	917	1754	14	246	2014
2024	948	7	124	1079	51	2	25	78	862	6	100	968	1861	15	249	2124
2025	1005	7	126	1139	55	2	25	81	914	6	101	1022	1974	15	252	2242
2026	1067	8	127	1202	58	2	25	85	970	6	103	1079	2094	16	256	2366
2027	1132	8	129	1269	61	2	26	89	1029	6	104	1140	2222	16	259	2497
2028	1201	8	131	1340	65	2	26	93	1092	7	106	1204	2358	17	262	2637
2029	1274	9	132	1415	69	2	26	97	1158	7	107	1272	2502	17	266	2785
2030	1352	9	134	1495	73	2	27	102	1229	7	108	1345	2655	18	269	2942
2031	1435	9	136	1580	78	2	27	107	1305	7	110	1422	2817	19	273	3108
2032	1523	9	138	1670	83	2	27	112	1385	8	111	1503	2990	19	276	3285
2033	1616	10	139	1765	88	2	28	118	1470	8	112	1590	3173	20	279	3472
2034	1715	10	141	1866	93	2	28	123	1560	8	114	1682	3368	21	283	3671
2035	1821	10	143	1974	99	2	28	130	1656	8	115	1779	3575	21	286	3883
2036	1933	11	144	2088	105	2	29	136	1758	9	116	1883	3795	22	290	4107
2037	2052	11	146	2209	111	3	29	143	1866	9	118	1993	4029	23	293	4345
2038	2179	12	148	2338	118	3	29	150	1981	9	119	2109	4278	24	296	4598
2039	2313	12	149	2475	125	3	30	158	2103	10	121	2233	4542	24	300	4866
2040	2456	12	151	2620	133	3	30	166	2233	10	122	2365	4823	25	303	5151
2041	2608	13	153	2774	141	3	30	175	2371	10	123	2505	5121	26	307	5454
2042	2770	13	155	2937	150	3	31	184	2518	11	125	2654	5438	27	310	5775
2043	2941	14	156	3111	160	3	31	194	2674	11	126	2812	5775	28	313	6117

Tabla 13. Prognosis BCP. Tramo 3

Fuente: Elaboración propia

Año	TMDA Existente				TMDA Desviado				TMDA Inducido				TMDA Total			
	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
2019	90	4	39	133	38	1	23	63	82	3	31	117	90	4	39	133
2020	95	4	176	276	41	1	23	65	87	3	32	122	95	4	176	276
2021	101	4	325	430	43	1	24	68	92	3	32	128	101	4	325	430
2022	107	4	311	422	46	2	24	71	98	4	33	134	107	4	311	422
2023	114	5	41	160	48	2	24	74	104	4	33	140	266	10	99	375
2024	121	5	42	167	51	2	25	78	110	4	34	147	282	10	100	392
2025	128	5	42	175	55	2	25	81	117	4	34	155	299	11	101	411
2026	136	5	43	184	58	2	25	85	124	4	35	162	317	11	103	431
2027	144	5	43	193	61	2	26	89	131	4	35	170	337	11	104	452
2028	153	5	44	203	65	2	26	93	139	4	35	179	357	12	106	475
2029	162	6	45	213	69	2	26	97	148	5	36	188	379	12	107	498
2030	172	6	45	223	73	2	27	102	157	5	36	198	402	13	108	523
2031	183	6	46	235	78	2	27	107	166	5	37	208	427	13	110	550
2032	194	6	46	247	83	2	27	112	177	5	37	219	453	14	111	578
2033	206	7	47	259	88	2	28	118	187	5	38	230	481	14	112	607
2034	219	7	47	273	93	2	28	123	199	5	38	242	511	14	114	639
2035	232	7	48	287	99	2	28	130	211	6	39	255	542	15	115	672
2036	246	7	49	302	105	2	29	136	224	6	39	269	575	16	116	707
2037	262	7	49	318	111	3	29	143	238	6	40	283	611	16	118	745
2038	278	8	50	335	118	3	29	150	253	6	40	299	648	17	119	784
2039	295	8	50	353	125	3	30	158	268	6	41	315	688	17	121	826
2040	313	8	51	372	133	3	30	166	285	7	41	332	731	18	122	871
2041	332	9	51	392	141	3	30	175	302	7	41	351	776	18	123	918
2042	353	9	52	414	150	3	31	184	321	7	42	370	824	19	125	968
2043	375	9	53	437	160	3	31	194	341	7	42	391	875	20	126	1021

Tabla 14. Prognosis BCP. Tramo 4

Fuente: Elaboración propia

Año	TMDA Existente				TMDA Desviado				TMDA Inducido				TMDA Total			
	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
2019	50	0	30	80	0	0	0	0	45	0	24	70	50	0	30	80
2020	53	0	30	83	0	0	0	0	48	0	25	73	53	0	30	83
2021	56	0	55	111	0	0	0	0	51	0	25	76	56	0	55	111
2022	60	0	97	156	0	0	0	0	54	0	25	79	60	0	97	156
2023	63	0	32	95	0	0	0	0	58	0	26	83	121	0	57	178
2024	67	0	32	99	0	0	0	0	61	0	26	87	128	0	58	186
2025	71	0	33	104	0	0	0	0	65	0	26	91	136	0	59	195
2026	76	0	33	109	0	0	0	0	69	0	27	95	144	0	60	204
2027	80	0	33	114	0	0	0	0	73	0	27	100	153	0	60	213
2028	85	0	34	119	0	0	0	0	77	0	27	105	162	0	61	223
2029	90	0	34	124	0	0	0	0	82	0	28	110	172	0	62	234
2030	96	0	35	130	0	0	0	0	87	0	28	115	183	0	63	246
2031	102	0	35	137	0	0	0	0	92	0	28	121	194	0	63	257
2032	108	0	36	143	0	0	0	0	98	0	29	127	206	0	64	270
2033	114	0	36	150	0	0	0	0	104	0	29	133	219	0	65	284
2034	121	0	36	158	0	0	0	0	110	0	29	140	232	0	66	298
2035	129	0	37	166	0	0	0	0	117	0	30	147	246	0	67	313
2036	137	0	37	174	0	0	0	0	124	0	30	155	261	0	67	329
2037	145	0	38	183	0	0	0	0	132	0	30	163	277	0	68	346
2038	154	0	38	192	0	0	0	0	140	0	31	171	295	0	69	364
2039	164	0	39	202	0	0	0	0	149	0	31	180	313	0	70	383
2040	174	0	39	213	0	0	0	0	158	0	32	190	332	0	71	403
2041	185	0	40	224	0	0	0	0	168	0	32	200	353	0	71	424
2042	196	0	40	236	0	0	0	0	178	0	32	211	374	0	72	447
2043	208	0	40	249	0	0	0	0	189	0	33	222	398	0	73	471

Tabla 15. Prognosis BCP. Tramo 5

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4. Estimación de los niveles de servicio en el tronco

Para el cálculo de los niveles de servicio en el tronco de la carretera se ha empleado la metodología recogida en el Highway Capacity Manual (HCM 2010), en su capítulo 15, “Two-Lane Highways”.

Las hipótesis de partida consideradas son:

- Hora punta del 7,8%, en base al trabajo de campo realizado en el marco del presente estudio.
- Velocidad= 100km/h
- Ancho calzada= 3,5m.
- Ancho arcén= 2,5m.
- Reparto por sentido= 60/40
- % no adelantamiento= 30%
- Tipo de terreno: Llano

Se ha estimado que el año de puesta en funcionamiento de la vía será el año 2023, con una vida útil de 10 años (2033).

Observándose que el máximo nivel de servicio alcanzado es el Nivel D en todos los casos valido para vías primarias bidireccionales de velocidad de proyecto 100km/h, según el “Manual de Carreteras del Paraguay. Normas para la evaluación de proyectos y geometría vial”.

Año	1	2	3	4	5
2023	A (86 - 28,7%)	B (81,7 - 46,1%)	A (85 - 33,2%)	A (86,8 - 23,9%)	A (87,1 - 22,7%)
2024	A (85,9 - 29,1%)	B (81,5 - 47,4%)	A (84,9 - 33,7%)	A (86,8 - 24%)	A (87 - 22,7%)
2025	A (85,8 - 29,5%)	B (81,1 - 48,8%)	A (84,8 - 34,3%)	A (86,8 - 24,1%)	A (87 - 22,8%)
2026	A (85,7 - 30%)	C (80,6 - 50%)	A (84,6 - 35%)	A (86,8 - 24,2%)	A (87 - 22,8%)
2027	A (85,7 - 30,4%)	C (80,2 - 51,2%)	B (84,5 - 35,8%)	A (86,7 - 24,4%)	A (87 - 22,9%)
2028	A (85,6 - 30,9%)	C (79,8 - 52,4%)	B (84,4 - 36,6%)	A (86,7 - 24,5%)	A (87 - 23%)
2029	A (85,5 - 31,4%)	C (79,3 - 53,7%)	B (84,2 - 37,5%)	A (86,7 - 24,6%)	A (87 - 23%)
2030	A (85,4 - 31,9%)	C (79 - 54,9%)	B (83,9 - 38,5%)	A (86,7 - 24,8%)	A (87 - 23,1%)
2031	A (85,3 - 32,5%)	C (78,6 - 57,6%)	B (83,7 - 39,5%)	A (86,6 - 25%)	A (87 - 23,2%)
2032	A (85,1 - 33,1%)	C (78,4 - 58,6%)	B (83,4 - 40,6%)	A (86,6 - 25,1%)	A (87 - 23,2%)
2033	A (85 - 33,7%)	C (78 - 61,4%)	B (83,2 - 41,7%)	A (86,6 - 25,3%)	A (86,9 - 23,3%)
2034	A (84,9 - 34,4%)	C (77,6 - 61,3%)	B (82,8 - 42,8%)	A (86,5 - 25,5%)	A (86,9 - 23,4%)
2035	B (84,8 - 35%)	C (77,2 - 63,1%)	B (82,5 - 44%)	A (86,5 - 25,7%)	A (86,9 - 23,5%)
2036	B (84,6 - 35,9%)	C (76,8 - 62,9%)	B (82,1 - 45,4%)	A (86,5 - 25,9%)	A (86,9 - 23,6%)
2037	B (84,5 - 36,8%)	C (76,3 - 64,5%)	B (81,7 - 46,7%)	A (86,4 - 26,1%)	A (86,9 - 23,7%)
2038	B (84,3 - 37,8%)	D (75,8 - 65,9%)	B (81,4 - 48,1%)	A (86,4 - 26,3%)	A (86,9 - 23,8%)
2039	B (84,1 - 38,8%)	D (75,4 - 66%)	B (81 - 49,6%)	A (86,3 - 26,6%)	A (86,8 - 23,9%)
2040	B (83,8 - 40%)	D (74,8 - 68%)	C (80,5 - 50,8%)	A (86,3 - 26,8%)	A (86,8 - 24,1%)
2041	B (83,4 - 41,1%)	D (74,3 - 70%)	C (80,1 - 52,1%)	A (86,2 - 27,1%)	A (86,8 - 24,2%)
2042	B (83,2 - 42,3%)	D (73,7 - 71,6%)	C (79,4 - 53,4%)	A (86,2 - 27,4%)	A (86,8 - 24,3%)
2043	B (82,8 - 43,6%)	D (73,1 - 73,1%)	C (79,1 - 54,8%)	A (86,1 - 27,7%)	A (86,7 - 24,5%)

Tabla 16. NS (ATS-PTSF)

Fuente: Elaboración propia

## 4.5. Estudio de Impacto Ambiental

### 4.5.1. Metodología para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de Gestión ambiental tendiente a prevenir, minimizar y compensar los impactos ambientales negativos producidos en las etapas de diseño, construcción, ejecución, operación y cierre de un proyecto.

La metodología y el enfoque técnico desarrollados a continuación, establecen los lineamientos básicos de acción a seguir en la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental preliminar (EIAP) del “*PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO’Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS*”, desarrollada conforme a la Ley 294/1993 de Evaluación de Impacto Ambiental y sus Decretos Reglamentarios N° 453/2013 por el cual se reglamenta la Ley, así como el Decreto N° 954/2013 por el cual se modifica y amplían artículos del Decreto 453/2013.

De acuerdo a lo expresado, la metodología desarrollada para el estudio se resume en:

- Revisión de antecedentes técnicos, la legislación ambiental vigente y los antecedentes técnicos – ambientales relacionados al proyecto, y otros proyectos relevantes del área de influencia;
- Reuniones previas de coordinación con la responsable de la Dirección de Gestión Socioambiental (DGSA) del MOPC y su equipo técnico a fin de definir acciones vinculadas al trabajo de campo, y a los criterios socioambientales básicos del proyecto;
- Reuniones previas de coordinación con la Dirección de Proyectos Estratégicos (DIPE);
- Trabajo de campo; recorrido de la traza y levantamiento de información con técnicos de la DGSA del MOPC. Relevamiento in situ de la situación ambiental, relevamiento fotográfico, relevamiento de datos, levantamiento de los datos sociales de la población del área de influencia directa (fichas censales georreferenciadas) y actividades relacionadas a la obtención de información relevante para la Evaluación de Impacto Ambiental;
- Reuniones en gabinete con el equipo técnico que desarrolla paralelamente los estudios técnicos, ajustes al prediseño vinculados a los aspectos socioambientales, así como análisis de la información relevada;
- Redacción del Estudio de Impacto Ambiental Preliminar en base al Decreto 453/13 y 954/13.

En cuanto a los plazos para la elaboración y tramites del EIAp son los siguientes:

Actividades principales para la elaboración de EIAp	Plazos				
	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Revisión de la legislación ambiental vigente y de los antecedentes técnicos					
Reuniones previas de coordinación					
Visita de campo al emplazamiento del proyecto y relevamiento de datos.					
Redacción del documento de EIAp					
Presentación del borrador de EIAp al MOPC					
Aprobación del EIAp por el MOPC					
Presentación del EIAp al MADES					

Tabla 17. Plazos para la elaboración y presentación del EIAp

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.2. Resumen del contenido del Estudio de Impacto Ambiental

A continuación, se resumen los principales resultados que arroja el presente Estudio de Impacto Ambiental preliminar (EIAp) del “PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS”:

- *Objetivos del Proyecto.* Definición de los objetivos del proyecto y del estudio de impacto ambiental, sustentado en la Ley N° 294/93 de Evaluación de Impacto ambiental, y en las funciones del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), en dotar de infraestructura vial de todo tiempo en la república del Paraguay;
- *Caracterización del proyecto.* Se presenta la ubicación geográfica del proyecto, y los datos institucionales, así como la Dirección impulsora del proyecto;
- *Área de estudio.* Define el área de influencia directa e indirecta del proyecto, enfocada en las obras, y la que permite posteriormente circunscribir el análisis y evaluación de impactos directos e indirectos de las obras. Los criterios adoptados para su definición fueron debatidos permanentemente con el equipo técnico de la DGSA del MOPC;
- *Descripción general del proyecto.* En ella se describe el alcance del anteproyecto de ingeniería o proyecto referencial de licitación, donde se especifica la tramificación de la vía, los criterios técnicos planimétricos y altimétricos, así como otros de diseño (velocidad directriz, pendientes, otros) basados en el cumplimiento del Manual de Carreteras del MOPC. En dicha sección se detallan además las características del pavimento, adaptado al tipo de suelo de la zona del Chaco paraguayo, y las obras de drenaje previstas (puentes, alcantarillas, otros), así como las obras complementarias;
- *Análisis de alternativas.* Se presenta las condiciones de la situación sin proyecto, donde actualmente, aunque se tenga una Ruta Nacional, la misma está afectada permanentemente

por las condiciones típicas de la zona del bajo y Chaco medio, caracterizada por ser zonas húmedas, donde entre los meses de noviembre a abril, el camino se vuelve intransitable debido a las precipitaciones intensas y el estancamiento del agua en la vía. La situación con proyecto, y las alternativas estudiadas derivan del estudio de factibilidad del proyecto, presentado por IDOM en setiembre del 2019;

- *Aspectos legales e institucionales.* Se desarrolla el marco legal e institucional que sustenta el proyecto, con énfasis en las normativas ambientales evaluadas en el estudio, y que serán atendidas por el MOPC, la empresa contratista de las obras, las empresas fiscalizadoras que estén vinculadas al proyecto a ser contratadas por la cartera de estado. Se resaltan los acuerdos internacionales que rigen la materia ambiental y social, las leyes, decretos y resoluciones que rigen la materia, así como las ordenanzas a las que se pudo acceder durante el relevamiento de información en los Municipios, y finalmente, los instrumentos de gestión del Ministerio, como las Especificaciones Técnicas Ambientales generales para obras viales (ETAGs) y el Manual de Gestión Social, entre otros;
- *Caracterización ambiental y social del área de influencia del proyecto.* Presenta la línea de base socioambiental del entorno del proyecto; presentando las principales características físicas, bióticas y socioeconómicas del entorno. En relación al medio físico, se presenta una descripción del tipo de suelo chaqueño, la tipología y caracterización de los recursos hídricos (superficiales y subterráneos), la topografía, geología y datos climáticos de la región occidental del país, entre otros; desde el punto de vista biológico se presentan las características de la fauna y flora de la zona, así como con el uso de suelo actual, donde además se enlistan las especies endémicas y en peligro de extinción de acuerdo a lo establecido por el Ministerio del Ambiental y desarrollo Sostenible (MADES); finalmente, se presentan las principales características sociales, económicas, de servicios y de población del territorio, específicamente de los Distritos beneficiados por el proyecto, es decir, Villa Hayes, José Falcón y General Bruguez, presentado información estadística de fuentes oficiales, así como de fuente primaria, resultado de una línea de base social específica para el proyecto en el área de influencia de la franja de dominio del proyecto, en la que se ha identificado además a la comunidad indígena Tooshes Qaltaq asentada en dicha franja desde hace más de treinta (30) años en la zona;
- *Promoción de la participación civil.* Se han documentado las principales actividades de difusión y consulta del proceso de estructuración del proyecto, habiéndose realizado reuniones tanto con técnicos del MOPC, como con otros actores relevantes como Municipios, Asociación rural del Paraguay (ARP) y otros, así como el taller de riesgos realizado en el mes de setiembre del año 2019, del que participaron otras instituciones como la Secretaría Técnica de Planificación (STP), Ministerio de Hacienda (MH), y el gremio de constructores y consultores;
- *Determinación de impactos.* En función a la caracterización de la línea de base, y a las actividades vinculadas a la tipología de obra, se han preparado matrices adaptadas al proyecto, con el fin de vincular dichas actividades a los aspectos del medio que serán potencialmente

impactados, tanto positiva como negativamente, definiendo además la magnitud de los impactos. La evaluación de impactos ambientales y sociales se realiza tanto para la etapa constructiva como operativa del proyecto;

- *Plan de gestión Ambiental y Social.* En base a los principales impactos ambientales y sociales evaluados, se definen las medidas preventivas, de mitigación y compensación que deban ser implementadas durante la ejecución del proyecto. Se define además los programas de gestión ambiental y social, así como los de monitoreo que dan ser implementados, describiendo las principales actividades, responsables de implementación y su cronograma, así como el presupuesto general para la implementación. EL PGAS está estructurado en cinco (5) programas de mitigación de impactos directos, dos (2) programas de mitigación de impactos indirectos, dos (2) programas de monitoreo ambiental, y dos (2) programas de acciones sociales.

## **5. DISEÑO DE INGENIERÍA**

### **5.1. Diseño Geométrico**

#### **5.1.1. Condicionantes al diseño**

Se analizan a continuación los condicionantes para el trazado del diseño geométrico de la ruta PY12 entre Chaco'í y General Bruguez, tanto en alineamiento horizontal, vertical como en sección tipo.

##### Condicionantes del alineamiento horizontal.

- En la mayor parte del trazado el eje del alineamiento horizontal sigue el trazado del camino existente salvo en las siguientes situaciones en las que el trazado de la ruta se aparta del actual:
  - Zonas de afección a grandes cauces y cuencas, donde el trazado se separa del camino actual para dejar el existente como desvío provisional y ejecutar de forma independiente la estructura o marcos necesarios para el paso sobre el cauce.
  - Zonas con radios insuficientes en planta para la velocidad de proyecto de 100 km/h
  - Entre las progresivas: 121+670 – 122+160 para la no afectación a las comunidades indígenas presentes en la zona.
- Se tendrá en consideración los parámetros de trazado de acuerdo con el Manual de Carreteras del Paraguay según se explica en los apartados siguientes.

##### Condicionantes del alineamiento vertical.

- En la zona inicial de Chaco'í hasta el cruce de Nanawa (P.K. 3+000) se mantendrá la cota existente de la vía, garantizando el acceso a las propiedades colindantes, y sin realizar efecto barrera.
- Desde el cruce de Nanawa (3+000) el trazado se eleva por encima de la cota de inundación del río Paraguay más el resguardo necesario para la protección de las capas de pavimento y mejora de subrasante. El trazado en general se eleva por encima del camino o terreno existente 1,3 m para garantizar que la lámina de agua no afecta al pavimento proyectado ni mejora de la subrasante.
- Se tendrá en consideración los parámetros de trazado de acuerdo con el Manual de Carreteras del Paraguay según se explica en los apartados siguientes.
- En los cruces con cauces de agua donde se han dispuesto puentes se asegurará que la máxima lámina de agua para la crecida de un periodo de retorno de 100 años, presenta un resguardo de al menos un metro respecto de la cota inferior del tablero del puente.
- Se comprobará que la pendiente en cualquier punto de carretera, combinando pendiente longitudinal y transversal no es inferior al 0,50% de modo que permita la evacuación del agua. Se estudiará especialmente, la pendiente longitudinal en las zonas de peralte "0" (zonas de transición recta – clotoide).

- En los casos en los que existan alcantarillas, ya sean nuevas o existentes, se adoptará una rasante que permita la correcta inserción de la misma en el terraplén proyectado.

#### Condicionantes de la sección transversal

- Se modifica la sección transversal existente, de 6 m de calzada sin pavimentar, por una que cumpla las especificaciones del Manual, de 7 m de calzada y banquetas de 2,50 m de ancho.
- La vía actual no presenta peraltes adecuados en recta y alineaciones curvas. Se diseñarán unos peraltes óptimos para la velocidad de diseño de 100 km/h, de acuerdo a las especificaciones del Manual de Carreteras del Paraguay.

#### 5.1.2. Parámetros de diseño

Previo al análisis de los parámetros que rigen en diseño, es preceptivo establecer la clase de la Ruta que se va a proyectar. En el Manual de Carreteras, *tabla 3.1\_5 del Volumen 3.1-Diseño Geométrico Vial*, se encuentra una clasificación básica, abierta a subdivisiones:

Tipo de Red	Función	Categoría	Sección transversal		Velocidad de proyecto (km/h)			Control de accesos
			Nº carril	Nº calzad	LL	ON	CO	
Primaria	De paso	Autopista	2 ó másUD	2	120	100	80	Control total
		Multicarril	2 ó másUD	2	100	90	80	Control parcial
	De uso mixto	Dos carriles troncales	2 BD	1	<b>100</b>	90	80	Sin control
Secundaria	De uso mixto	Colector	2 BD	1	80	70	60	Sin control
Terciaria	De uso mixto o acceso	Local	2 BD	1	70	60	50-40	Sin control
	De acceso	Desarrollo	2 BD	1	50	40	30*	Sin control

Tabla 18. Clasificación según las características principales de las clases funcionales

Fuente: Manual de carreteras del Paraguay Unidad 3: Diseño de Carreteras, Vol. 3.1- Diseño Geométrico Vial

En nuestro caso la Ruta PY12 se engloba dentro de la **Red Primaria**, siendo una **vía bidireccional de una (1) calzada con dos (2) carriles**, en **terreno llano**, cuyo diseño una vez pavimentada será para una velocidad mínima de **proyecto de 100 km/h** y sin control de accesos.

En relación con el tramo Cruce Triángulo – General Bruguez, si bien este tramo no se encuentra dentro de la Ruta PY12, y no forma parte de una Ruta Nacional, en consideración a que conecta una ruta Nacional con una frontera internacional en General Bruguez se va a considerar para el presente proyecto que pertenece a la red Primaria del país y por lo tanto presenta las mismas características de diseño que el tramo anterior.

### 5.1.3. Alineación horizontal

PARAMETROS DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL CONSIDERADO		
TIPO ALINEACION	PARAMETRO	DESCRIPCION
ALINEACIONES TANGENTES O RECTAS	Longitud máxima de recta	Se ha tratado de cumplir con la longitud máxima de recta en el trazado (2.000 m para $V_p = 100$ km/h). No obstante, al ser dicha longitud máxima una recomendación y ser una Ruta existente, con las longitudes de rectas impuestas, se admitirá unas longitudes rectas de mayor importancia, tal y como permite el Manual.
	Longitud mínima de recta en caso de curvas sucesivas en mismo sentido (Curvas en C)	La longitud mínima de recta debe de ser 280 m deseables y 150 m mínimo absoluto.  En caso de existir alguna recta o tangente, que no posea longitud suficiente, al ser una rehabilitación de calzada existente, se podrá mantener dicha alineación, tratando dicha recta como de longitud limitada o reducida, y efectuando la transición del peralte en el centro de la recta, realizando el desvanecimiento del mismo a lo largo de su longitud, tal y como especifica el Manual.
	Longitud mínima de recta en caso de curvas sucesivas en distinto sentido (Curvas en S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En nuevos trazados deberá existir coincidencia entre el término de la clotoide de la primera curva y el inicio de la clotoide de la segunda curva, es decir, longitud cero (0).</li> <li>En recuperaciones o cambio estándar, si lo anterior no fuera posible se aceptarán tramos rectos de una longitud no mayor que:               <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <math display="block">Lrs\ máx = 0.08 \cdot (A1 + A2)</math> </div>               Siendo A1 y A2 los parámetros de las clotoides respectivas             </li> <li>Para tramos rectos de longitudes amplias, los tramos rectos intermedios deberán alcanzar una longitud mínima a:               <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <math display="block">Lr\ mín = 1,4 \cdot Vp</math> </div> <p style="text-align: center;"><math>Vp</math> = Velocidad de diseño, km/h</p> </li> </ul> <p>En nuestro caso la longitud mínima de recta deberá ser superior a 140 m.</p>
CURVAS CIRCULARES	Radio mínimo	El radio mínimo a emplear en alineamiento horizontal es de 425 m, para una velocidad de proyecto de 100 km/h, coeficiente máximo de fricción lateral de 0.105 y sobreelevación del 8 %.
	Desarrollo Mínimo	Para una variación mínima de azimuth entre el PC y el FC de la Curva Circular $w_c \geq 9^\circ$ y una velocidad de proyecto $V_p = 100$ km/h se tiene un desarrollo mínimo de 60 metros aunque es deseable disponer de un desarrollo mínimo de 134 metros para $w_c \geq 20^\circ$
	Relación entre los radios de curvas circulares consecutivos sin recta intermedia	Los radios de curvas horizontales sin recta intermedia o recta intermedia de longitud menor de 400 m, se consideran dependientes y deben por tanto cumplir con la relación que se establece en el gráfico 3.1_4 del Manual para carreteras con $V_p > 80$ km/h:  Para radios de entrada mayores a 700 m, no existe limitación en cuanto al radio máximo de salida, aun cuando la combinación óptima esté en torno a la diagonal, es decir, entre radios de entrada y salida relativamente parecidos.

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO "CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"

PARAMETROS DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL CONSIDERADO		
TIPO ALINEACION	PARAMETRO	DESCRIPCION
CURVAS DE TRANSICION O CLOTOIDES	Curvas de transición o clotoides.	Deben disponerse para hacer transiciones en curvas circulares de radios menores a 3000 metros
	Parámetro A de la Clotoide	<p>Debe cumplir lo indicado en la Sección 3.1.1.6 en su apartado "D3" <b>Elección del parámetro A de las clotoides</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Criterio a) Guiado óptico: Para tener una clara percepción del elemento de enlace y de la curva circular, el parámetro debe estar comprendido entre:                             <math display="block">R/3 \leq A \leq R</math> </li> <li>Criterio b) Como condición adicional al guiado óptico, es conveniente un retranqueo de la curva enlazada (<math>\Delta R</math>) mayor o igual a 0.5 m, condición dada por la expresión:                             <math display="block">A \geq (12 * R^3)^{0.25}</math> </li> <li>Criterio c) La longitud de la clotoide sea suficiente para desarrollar el peralte. Esta condición se cumple si:                             <math display="block">A \geq \left( \frac{n * a * e * R}{\Delta} \right)^{1/2}</math> </li> </ul>
	Longitud de la Clotoide	<p>Debe cumplir dos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La longitud de la clotoide sea suficiente para desarrollar el peralte</li> <li>La longitud de la clotoide sea suficiente para que el incremento de aceleración transversal no compensada por el peralte pueda distribuirse uniformemente J (m/s<sup>3</sup>).</li> </ul> $A = \left[ \frac{Ve * R}{46.6565 * J} * \left( \frac{Ve^2}{R} - 1.27 * e \right) \right]^{1/2}$

Tabla 19. Resumen de Parámetros de Alineamiento Horizontal considerados

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se analiza el cumplimiento de las alineaciones curvas y parámetro de clotoide asociado a cada curva:



Datos de la curva empleada						Parámetros MCP. Volumen 3.1 Diseño Geométrico Vial. 3.1.1 Geometría Vial						
Nº Curva	Velocidad Específica (Km/h)	Radio Curva (m)	Peralte (%)	Parámetro Clotoide	Longitud Clotoide (m)	Percepción visual		Aceleración transversal	Desarrollo del peralte	Parámetro mínimo	Parámetro máximo	Cumplimiento Manual
						Guiado óptico	Retranqueo					
73	100.4	430	8.00%	176	72.04	143	176	175	123	176	430	cumple
74	114.5	600	8.00%	227	85.88	200	226	207	145	226	600	cumple
75	133.4	1 000	6.47%	334	111.56	333	331	262	168	333	1 000	cumple
76	167.5	3 000	2.83%									
77	121.4	700	8.00%	254	92.17	233	253	223	157	253	700	cumple
78	167.5	3 000	2.83%									
79	108.3	520	8.00%	203	79.25	173	203	193	135	203	520	cumple
80	100.4	430	8.00%	176	72.04	143	176	175	123	176	430	cumple
81	108.3	520	8.00%	203	79.25	173	203	193	135	203	520	cumple
82	121.4	700	8.00%	255	92.89	233	253	223	157	253	700	cumple
83	100.4	430	8.00%	176	72.04	143	176	175	123	176	430	cumple
84	100.4	430	8.00%	176	72.04	143	176	175	123	176	430	cumple
85	167.5	3 000	2.83%									
86	108.3	520	8.00%	203	79.25	173	203	193	135	203	520	cumple
87	167.5	3 000	2.83%									
88	100.4	430	8.00%	176	72.04	143	176	175	123	176	430	cumple
89	113.0	580	8.00%	220	83.45	193	220	204	142	220	580	cumple
90	126.2	800	7.51%	280	98.00	267	280	237	162	280	800	cumple

**Tabla 20.** Verificación cumplimiento parámetros trazado para las alineaciones curvas y clotoides

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla puede concluir que todas las alineaciones curvas y clotoides cumplen con los criterios establecidos en el Manual de Carreteras del Paraguay. Unidad 3: Diseño de Carreteras, Volumen 3.1 – Diseño Geométrico Vial.

En la siguiente tabla se analiza la longitud mínima de recta, verificando la tipología, recta entre curvas de distinto sentido o en “S” o recta entre curvas del mismo sentido o en “C”. Para las rectas en “S” se exigirá la longitud mínima de 140 m, y para rectas en “C” la longitud deseable de 280 m, aunque se puede alcanzar la mínima de 150 m.

Nº Recta	Velocidad Proyecto (Km/h)	Longitud Recta (m)	Tipo de Recta S o C	Longitud mínima S (m)	Longitud mínima C (m)	Cumplimiento Manual
1	100	1 565.00	S	140		cumple
2	100	759.95	C		280	cumple
3	100	685.43	C		280	cumple
4	100	143.39	S	140		cumple
5	100	1 836.67	S	140		cumple
6	100	871.93	C		280	cumple
7	100	504.89	S	140		cumple
8	100	5 293.06	C		280	cumple
9	100	1 825.34	S	140		cumple
10	100	1 905.14	C		280	cumple
11	100	1 037.09	S	140		cumple
12	100	661.51	S	140		cumple
13	100	167.19	S	140		cumple
14	100	5 074.53	S	140		cumple
15	100	4 910.49	S	140		cumple
16	100	251.22	S	140		cumple
17	100	877.55	C		280	cumple
18	100	399.51	S	140		cumple
19	100	3 987.20	S	140		cumple
20	100	1 443.66	S	140		cumple
21	100	1 183.95	S	140		cumple
22	100	807.17	C		280	cumple
23	100	148.03	S	140		cumple
24	100	3 224.52	S	140		cumple
25	100	897.28	C		280	cumple
26	100	1 582.81	S	140		cumple
27	100	213.94	S	140		cumple
28	100	365.42	S	140		cumple
29	100	1 041.43	C		280	cumple
30	100	1 184.66	S	140		cumple
31	100	444.93	C		280	cumple
32	100	938.84	S	140		cumple
33	100	2 269.44	S	140		cumple
34	100	385.90	C		280	cumple
35	100	874.21	S	140		cumple
36	100	831.12	C		280	cumple
37	100	281.99	S	140		cumple
38	100	891.80	S	140		cumple
39	100	450.38	S	140		cumple
40	100	1 212.34	C		280	cumple
41	100	2 027.88	C		280	cumple
42	100	2 008.27	S	140		cumple
43	100	170.13	S	140		cumple
44	100	2 244.56	S	140		cumple
45	100	2 163.56	S	140		cumple
46	100	8 503.82	C		280	cumple
47	100	1 344.24	S	140		cumple
48	100	1 537.79	S	140		cumple
49	100	2 144.79	S	140		cumple
50	100	4 049.95	S	140		cumple
51	100	4 808.49	C		280	cumple
52	100	5 153.05	S	140		cumple
53	100	2 077.44	C		280	cumple
54	100	568.50	S	140		cumple
55	100	8 296.36	C		280	cumple
56	100	872.05	S	140		cumple
57	100	489.23	C		280	cumple
58	100	357.76	S	140		cumple
59	100	1 811.76	S	140		cumple
60	100	4 527.70	S	140		cumple

## MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO "CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"

Nº Recta	Velocidad Proyecto (Km/h)	Longitud Recta (m)	Tipo de Recta S o C	Longitud mínima S (m)	Longitud mínima C (m)	Cumplimiento Manual
61	100	570.58	S	140		cumple
62	100	1 287.94	C		280	cumple
63	100	5 281.85	C		280	cumple
64	100	636.15	S	140		cumple
65	100	2 261.50	S	140		cumple
66	100	1 454.17	C		280	cumple
67	100	1 802.40	C		280	cumple
68	100	1 935.09	S	140		cumple
69	100	199.21	S	140		cumple
70	100	205.88	S	140		cumple
71	100	2 066.72	C		280	cumple
72	100	1 700.62	C		280	cumple
73	100	1 299.30	S	140		cumple
74	100	2 850.88	S	140		cumple
75	100	1 604.57	S	140		cumple

Tabla 21. Verificación cumplimiento longitud mínima de las alineaciones rectas

Fuente: Elaboración Propia

Tal y como se aprecia en la tabla, todas las alineaciones rectas cumplen con las longitudes mínimas especificadas en el Manual de Carreteras del Paraguay. Unidad 3: Diseño de Carreteras, Volumen 3.1 – Diseño Geométrico Vial.

#### 5.1.4. Alineación vertical

Se ha analizado el cumplimiento de los parámetros de alineamiento vertical.

Las velocidades de proyecto o diseño empleadas son:

- Velocidad genérica de diseño Ruta 12: 100 km/h
- Zonas de aproximación a rotondas (intersecciones): 40 km/h

Se presenta la tabla de cálculo de las curvas del alineamiento vertical, compuesta por las siguientes partes:

- Datos de la alineación vertical:
  - Número de orden del acuerdo
  - Velocidad de diseño
  - Pendiente de la alineación
  - Acuerdo vertical empleado, diferenciando en cóncavo y convexo
  - Longitud del acuerdo empleado
- Parámetros MCP. Unidad 3: Diseño de Carreteras, Volumen 3.1 – Diseño Geométrico Vial.
  - Acuerdo mínimo por comodidad
  - Acuerdo mínimo por apariencia (sólo para acuerdos cóncavos)
  - Acuerdo mínimo por seguridad
  - Longitud mínima necesaria para el acuerdo
  - Verificación del cumplimiento de los parámetros empleados.

La tabla de verificación del cumplimiento de los parámetros de alineación vertical se encuentra en el *Anexo 04. Trazado y Movimiento de tierras.*

#### 5.1.5. Sección transversal

Se diseña una sección tipo con los siguientes elementos y anchos:

- Ruta 12. P.K. 0+000 a P.K. 3+000
  - Ancho de pista o carril: 3,50 m
  - Ancho de banquina: 1,00 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V
- Ruta 12. P.K. 3.000 a P.K. 160+005
  - Ancho de pista o carril: 3,50 m
  - Ancho de banquina: 2,50 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m en talud 3H:1V y 0,80 m en talud 2H:1V
  - Talud de terraplén: 3H:1V para  $H < 3$  metros  
2H:1V para  $H \geq 3$  metros (en longitud continuada)
  - Talud de desmonte: 2H:1V

- Intersección Nanawa
  - Ancho de pista: variable 6.00 m
  - Ancho de banquina: 2,00 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V
  
- Intersección Ninfa:
  - Ancho de pista: variable 7.00 m
  - Ancho de banquina: 1,00 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V
  
- Tramo urbano Ninfa
  - Ancho de pista: variable 7.00 m
  - Ancho de banquina: 1,00 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Ancho de vereda: 1,50 m
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V
  
- Intersección Cruce triángulo:
  - Ancho de pista: variable 6.00 m
  - Ancho de banquina: 1,00 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V
  
- Glorieta:
  - Diámetro exterior de la rotonda: 50 m
  - Número de carriles: 2
  - Ancho de calzada: 8,00 m (2 x 4,00 m)
  - Ancho de banquina: 0,50 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Peralte: 2%.
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V
  
- Tramos urbanos General Bruguez:
  - Ancho de pista o carril: 3,50 m
  - Ancho de banquina: 2,50 m
  - Ancho de SAP: 0,00 m
  - Ancho de veredas: 1,50 m
  - Talud de terraplén: 3H:1V
  - Talud de desmonte: 2H:1V

El peralte de la sección transversal será idéntico en toda la plataforma. Las ecuaciones que regulan la relación entre radio y peralte para una carretera primaria son:

- Si  $250 \leq R \leq 700$   $e = 8 \%$
- Si  $700 < R \leq 5.000$   $e = 8 - 7.3 (1-700/R)^{1.3} \%$
- Si  $5.000 < R \leq 7.500$   $e = 2 \%$
- Si  $R > 7.500$   $e = \text{Bombeo (2 \%)}$

Adicionalmente a la sección tipo genérica, se diseñan elementos adicionales a la sección transversal, como son:

- Paradas de buses
- Estacionamiento de emergencia
- Áreas de pesaje móvil.

#### 5.1.5.1. Parada de Bus:

En las zonas próximas a núcleos de población, viviendas o caminos de acceso a las mismas, se proyectan paradas de buses. Las características que poseerán dichas paradas son:

- Longitud cuña de desaceleración: 20 m
- Longitud dársena de parada bus: 30 m
- Longitud cuña de aceleración o incorporación: 20 m

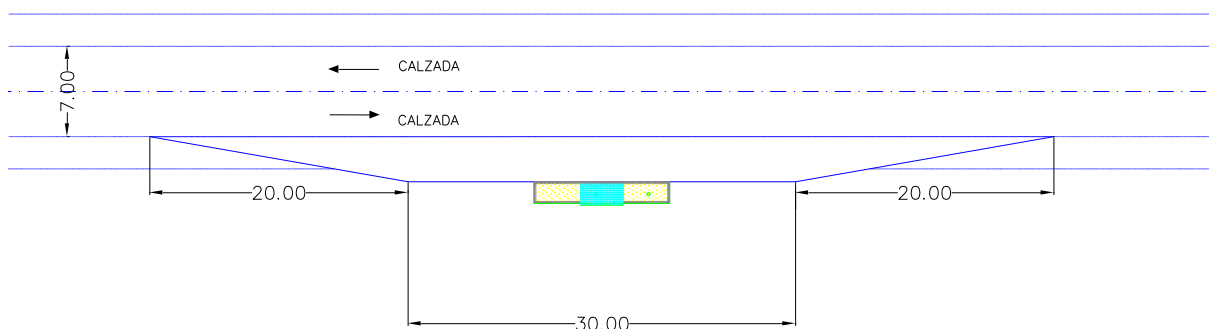


Figura 47. Esquema geométrico del diseño de las paradas de bus

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.5.2. Estacionamientos de emergencia

Cada 10 kilómetros a lo largo del trazado se definen, en márgenes alternas, unas áreas de estacionamiento o parada de emergencia. Las características de dichas áreas o dársenas son:

- Longitud cuña de desaceleración: 50 m
- Longitud dársena de estacionamiento: 75 m

- Longitud cuña de aceleración o incorporación: 50 m

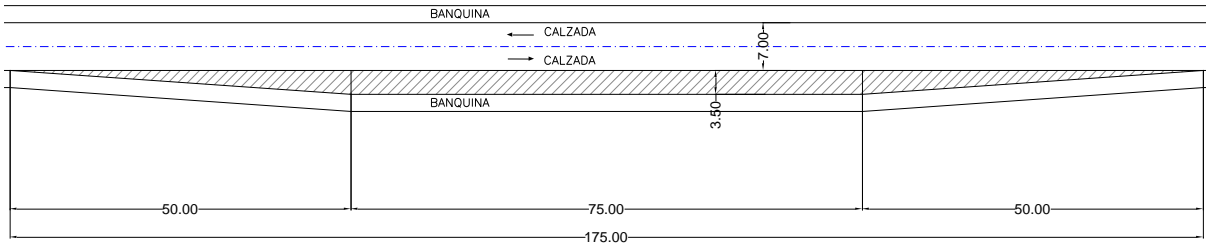


Figura 48. Esquema geométrico del diseño de las dársenas de estacionamiento

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.5.3. Dársena de pesaje móvil

Las zonas de pesaje móvil se ejecutarán con las características que a continuación se definen:

- Longitud cuña de desaceleración: 50 m
- Longitud pista deceleración: 40 m
- Zona de pesaje: 10 m
- Longitud pista aceleración: 40 m
- Longitud cuña de aceleración o incorporación: 50 m

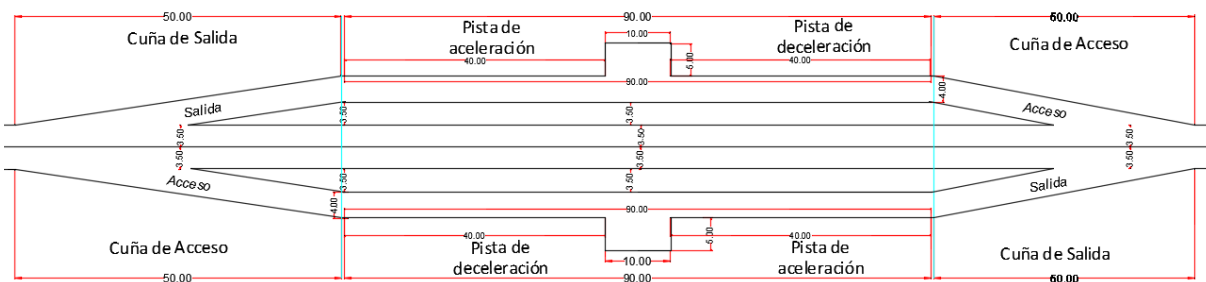


Figura 49. Esquema geométrico del diseño de las zonas de pesaje

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.5.4. Dársena de pesaje fijo

En la ubicación del pesaje fijo en el P.K. 15+000, se ejecutará una plataforma que puede albergarlo tal y como se define en la siguiente imagen:

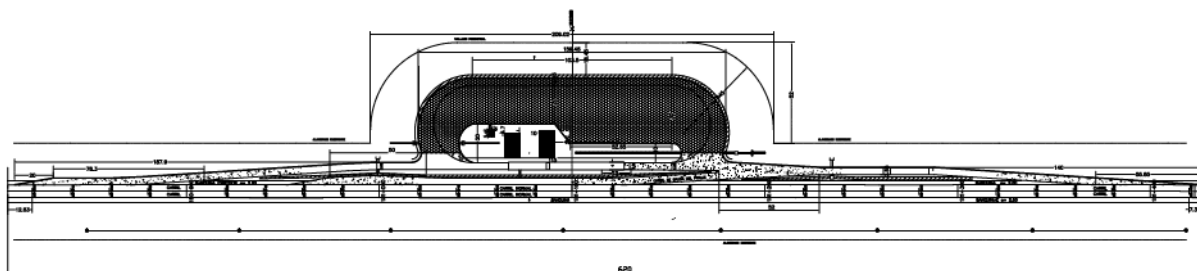


Figura 50. Esquema geométrico del diseño de las zonas de pesaje fijo

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.6. Diseño de intersecciones

Se define a continuación los parámetros de cálculo y diseño para los carriles de aceleración, deceleración, cuñas de salida e incorporación y carriles centrales de giro o espera.

#### 5.1.6.1. Carril central de deceleración

Se han obtenido las siguientes longitudes para el carril central de deceleración:

- Cuña central de deceleración  $L_c = 85$  m
- Carril central de deceleración  $L_d = 74$  m
- Zona central almacenamiento  $L_e = 15$  m

Sección característica de la intersección - Carril central de deceleración y espera:

Sección característica	Nanawa	Ninfa	Cruce Triangulo
Inicio cuña deceleración	2+773	102+582	143+984
Fin cuña deceleración / Inicio carril deceleración	2+858	102+497	143+899
Fin carril deceleración y espera	2+947	102+408	143+810

Tabla 22. Puntos característicos del carril central de deceleración

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.6.2. Carril de deceleración en giros a la derecha

El carril de deceleración para giros a la derecha viene definido por los valores  $L_c$  y  $L_d$  (cuña y carril de deceleración) los cuales son los mismos que los valores para el carril de deceleración central que se calculó en el apartado anterior, dando como resultado para una velocidad de proyecto de 100 km/h los siguientes valores:

- Cuña de deceleración  $L_c = 85$  m
- Carril de deceleración  $L_d = 74$  m

Sección característica de la intersección - Carril de aceleración y deceleración para giros a derecha:

Sección característica	Nanawa	Ninfa	Cruce Triangulo
Inicio cuña deceleración	3+127	102+211	143+611
Fin cuña deceleración / inicio carril deceleración	3+042	102+296	143+696
Fin carril deceleración	2+968	102+370	143+770
Inicio carril aceleración	2+908	102+460	143+840
Fin carril aceleración / inicio cuña aceleración	2+683	102+685	144+065
Fin cuña aceleración	2+608	102+760	144+140

Tabla 23. Puntos característicos carriles giros a derecha

#### 5.1.6.3. Carril de deceleración en giros a la derecha

Para una velocidad de 100 km/h y una velocidad al inicio del ramal de 0 km/h (debido al radio reducido de incorporación) se obtienen las siguientes longitudes:

- $LT = 300$  m
- Longitud cuña de aceleración  $LC = 75$  m
- Longitud carril aceleración  $LA = 225$  m

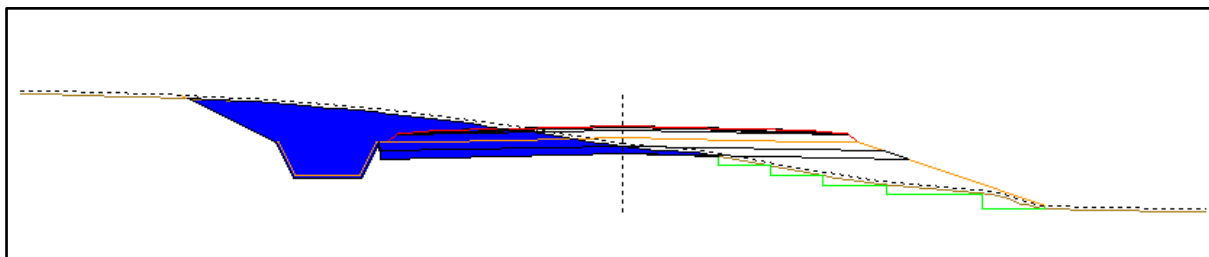
## 5.2. Movimiento de Suelos

### 5.2.1. Caracterización de los materiales

Tanto en los planos: secciones tipo y transversales, como en los listados de movimiento de suelos presentados en el apéndice 2 del *Anexo 04. Trazado y Movimiento de Suelos*, se presentan unos materiales de desmonte o terraplén, fruto de la mecanización de la sección constructiva que se pretende ejecutar con la aplicación informática empleada (ISTRAM ISPOL). A continuación, se procede a definir cada uno de los campos que se presentan en los planos o listados.

#### Desmonte:

Mide el material excavado por debajo de la línea de suelo vegetal

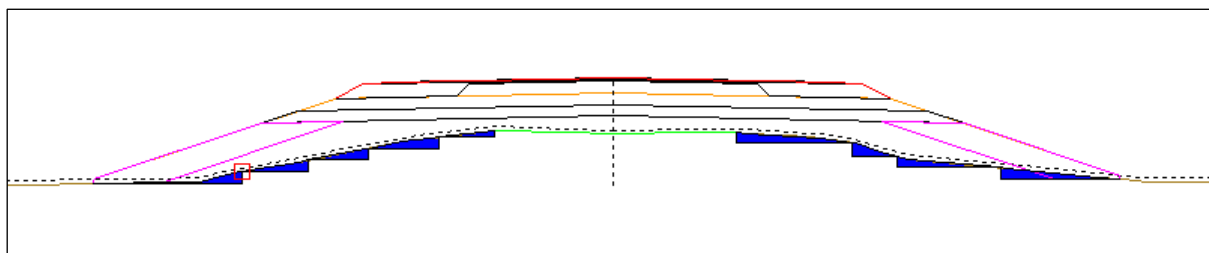


*Figura 51. Medición de desmonte o excavación en el trazado*

*Fuente: Elaboración propia*

#### Desmonte en escalonamiento:

Se mide un escalonamiento del talud del terreno natural, cuando la pendiente del mismo supera el 20 %, para la correcta ejecución de las nuevas tongadas o capas de terraplén a ejecutar.



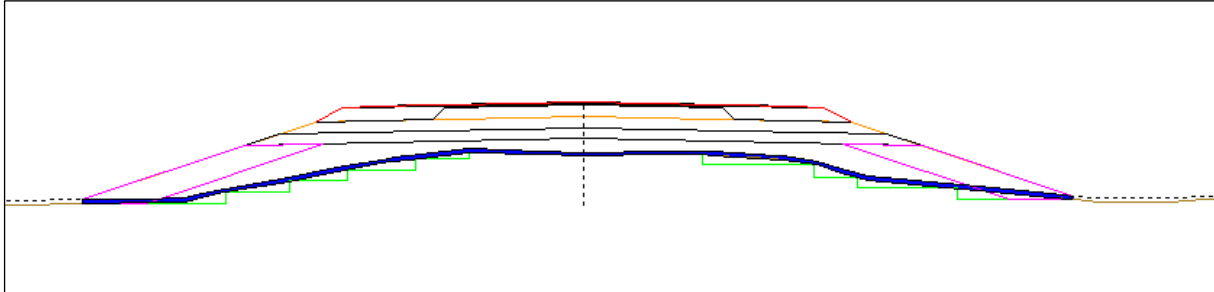
*Figura 52. Excavación del escalonamiento del talud*

*Fuente: Elaboración propia*

La suma de este material, junto con el de desmonte anterior, conforman el desmonte total de la obra.

### Desmonte tierra vegetal:

Es la medición de suelo orgánico en el perfil, el cual no será incluido en la compensación de tierras para la ejecución del terraplén.

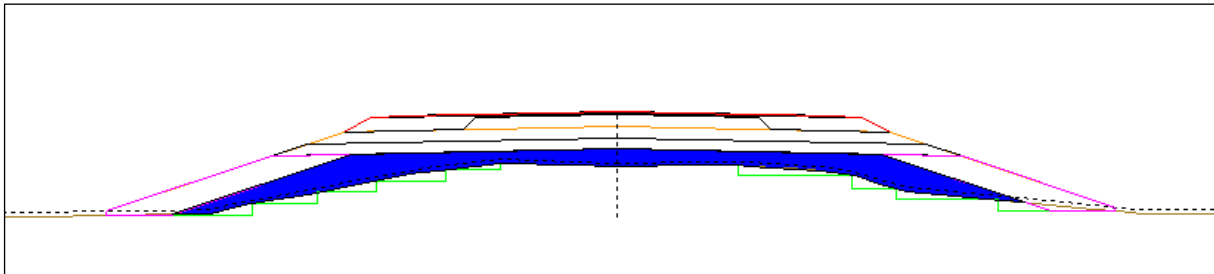


*Figura 53. Excavación de tierra vegetal*

*Fuente: Elaboración propia*

### Terraplén:

Este material o columna de medición es la que conforma el material de ejecución del terraplén de la obra a excepción del material del escalonamiento, que debido a la mecanización realiza en el software de trazado, es medido aparte.

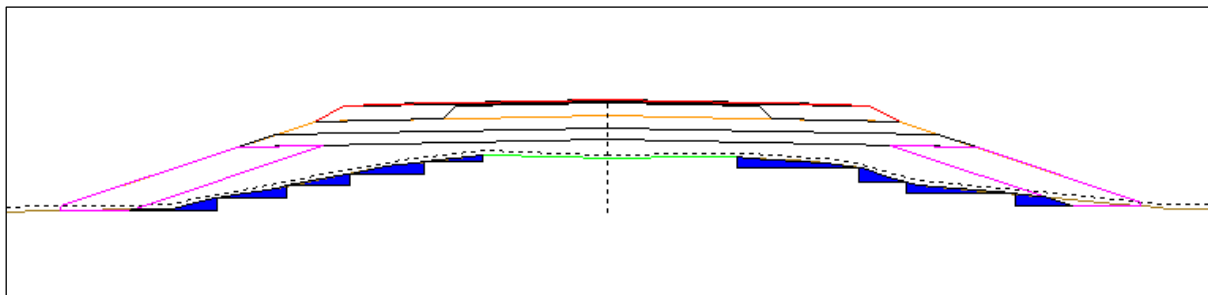


*Figura 54. Medición del terraplén a ejecutar en la obra*

*Fuente: Elaboración propia*

### Terraplén en escalonamiento:

Como se ha explicado anteriormente, es el terraplén del escalonamiento realizado en la fase de desmonte, que es medido aparte debido a la configuración del software. Esta medición, unida a la anterior descrita, conforman el terraplén total de la obra.

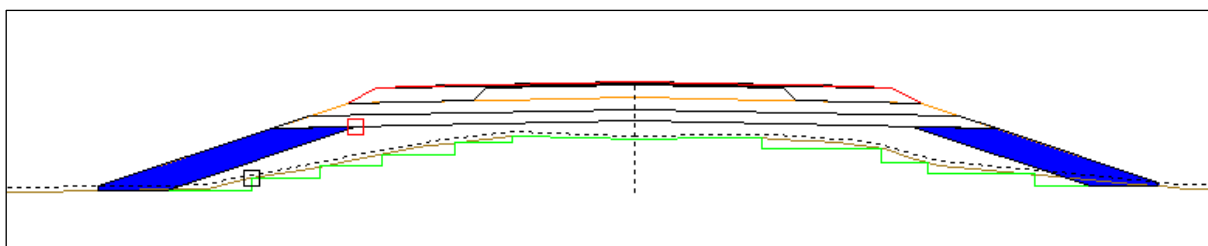


*Figura 55. Medición del terraplén en la zona de escalonamiento*

*Fuente: Elaboración propia*

#### Terraplén estabilizado en márgenes:

Los dos primeros metros del terraplén en las márgenes es realizado con el material estabilizado para encapsular el terraplén del núcleo de peor calidad y protegerlo de la infiltración de agua.

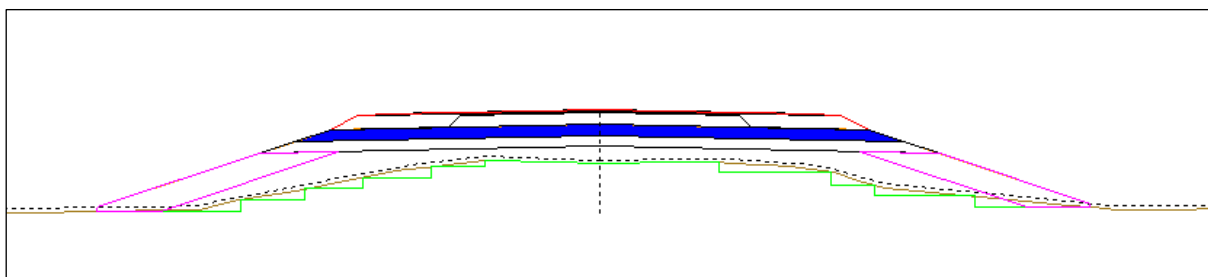


*Figura 56. Medición del terraplén estabilizado en los dos primeros metros de las márgenes*

*Fuente: Elaboración propia*

#### Capa de mejora. Suelo cal, capa 2:

Muestra la primera capa de mejora de 30 cm de suelo cal con CBR > 20 que es necesario ejecutar.

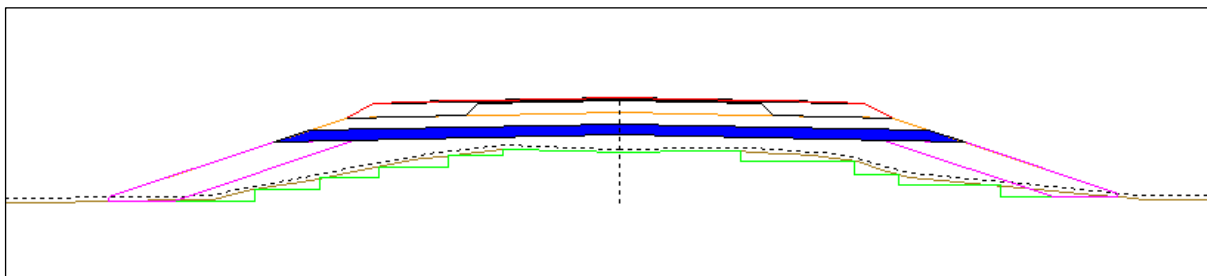


*Figura 57. Medición de la primera capa de mejora de suelo cal CBR > 20 a ejecutar*

*Fuente: Elaboración propia*

Capa de mejora. Suelo cal, capa 1:

Muestra la segunda capa de mejora de 30 cm de suelo cal con CBR > 20 que es necesario ejecutar.



*Figura 58. Medición de la segunda capa de mejora de suelo cal CBR > 20 a ejecutar*

*Fuente: Elaboración propia*



Se adjunta a continuación un resumen de los suelos necesarios en la obra y su resultado final de excedente o déficit de suelos:

Lote	Nombre	Desmonte (m³)	Terraplén (m³)	Suelo cal (m³)	Excedente o déficit (m³)
Lote 1	Lote 1: 0+000 - 6+370				
	Eje_principal	23 927.47	146 911.77	91 721.66	-214 705.96
	Cruce_Nanawa	1 090.59	3.25	1 086.13	1.21
	SUMA LOTE 1	25 018.06	146 915.02	92 807.79	-214 704.75
Lote 2	Lote 2: 6+370 - 10+000				
	Eje_principal	10 535.06	39 299.96	52 880.22	-81 645.12
	SUMA LOTE 2	10 535.06	39 299.96	52 880.22	-81 645.12
Lote 3	Lote 3: 10+000 - 14+600				
	Eje_principal	5 911.70	57 622.17	64 371.72	-116 082.19
	SUMA LOTE 3	5 911.70	57 622.17	64 371.72	-116 082.19
Lote 4	Lote 4: 14+600 - 20+000				
	Eje_principal	5 347.67	93 551.70	89 348.35	-177 552.38
	SUMA LOTE 4	5 347.67	93 551.70	89 348.35	-177 552.38
Lote 5	Lote 5: 20+000 - 30+000				
	Eje_principal	17 538.46	147 361.95	146 877.79	-276 701.28
	SUMA LOTE 5	17 538.46	147 361.95	146 877.79	-276 701.28
Lote 6	Lote 6: 30+000 - 40+000				
	Eje_principal	16 008.84	158 593.35	143 217.42	-285 801.93
	SUMA LOTE 6	16 008.84	158 593.35	143 217.42	-285 801.93
Lote 7	Lote 7: 40+000 - 50+000				
	Eje_principal	12 183.48	136 220.11	142 927.47	-266 964.10
	SUMA LOTE 7	12 183.48	136 220.11	142 927.47	-266 964.10
Lote 8	Lote 8: 50+000 - 60+000				
	Eje_principal	12 428.46	134 115.53	138 862.57	-260 549.64
	SUMA LOTE 8	12 428.46	134 115.53	138 862.57	-260 549.64
Lote 9	Lote 9: 60+000 - 70+000				
	Eje_principal	13 394.00	154 673.34	142 966.56	-284 245.90
	SUMA LOTE 9	13 394.00	154 673.34	142 966.56	-284 245.90
Lote 10	Lote 10: 70+000 - 80+000				
	Eje_principal	14 435.14	129 770.42	138 493.50	-253 828.78
	SUMA LOTE 10	14 435.14	129 770.42	138 493.50	-253 828.78
Lote 11	Lote 11: 80+000 - 90+000				
	Eje_principal	13 061.11	117 052.15	136 598.59	-240 589.63
	SUMA LOTE 11	13 061.11	117 052.15	136 598.59	-240 589.63
Lote 12	Lote 12: 90+000 - 100+000				
	Eje_principal	13 567.49	127 363.08	137 872.42	-251 668.01
	SUMA LOTE 12	13 567.49	127 363.08	137 872.42	-251 668.01
Lote 13	Lote 13: 100+000 - 110+000				
	Eje_principal	11 540.24	110 203.51	135 214.57	-233 877.84
	Cruce_Ninfa	6 047.56	20 217.05	24 966.59	-39 136.08
Lote 14	Lote 14: 110+000 - 120+000				
	Eje_principal	11 227.14	100 728.51	135 108.58	-224 609.95
	SUMA LOTE 14	11 227.14	100 728.51	135 108.58	-224 609.95
Lote 15	Lote 15: 120+000 - 130+000				
	Eje_principal	13 388.09	110 240.33	137 788.21	-234 640.45
	SUMA LOTE 15	13 388.09	110 240.33	137 788.21	-234 640.45
Lote 16	Lote 16: 130+000 - 140+000				
	Eje_principal	9 720.91	108 520.40	135 820.02	-234 619.51
	SUMA LOTE 16	9 720.91	108 520.40	135 820.02	-234 619.51
Lote 17	Lote 17: 140+000 - 150+000				
	Eje_principal	11 497.64	131 206.92	141 831.16	-261 540.44
	Cruce_Triangulo	623.72	3 073.67	1 882.51	-4 332.46
	SUMA LOTE 17	12 121.36	134 280.59	143 713.67	-265 872.90
LOTE 18	Lote 18: 150+000 - 160+005				
	Eje_principal	12 131.32	120 735.12	140 505.58	-249 109.38
	Rotonda_General Bruguez	0.23	1 210.42	1 508.60	-2 718.79
	Eje_Urbano_General Bruguer_03	4 049.51	1 489.03	7 434.12	-4 873.64
	Eje_Urbano_General Bruguer_01	11 311.66	1 905.99	16 457.83	-7 052.16
	Eje_Urbano_General Bruguer_02	11 028.69	1 576.72	15 706.21	-6 254.24
	Eje_Urbano_General Bruguer_04	5 815.36	13.77	6 594.56	-792.97
	SUMA LOTE 18	44 336.77	126 931.05	188 206.89	-270 801.18
SUMA TOTAL LOTES		267 811.54	2 153 660.22	2 328 042.93	-4 213 891.62

Tabla 25. Resumen del balance de suelos

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se deduce que el trazado realizado de la Ruta 12 es deficitario en tierras en 4.213.891,62 m³. El material necesario para el equilibrio de suelos de la obra se obtendrá de préstamo.

### 5.3. Diseño de Pavimentos

Esta actuación se ha dividido en cinco tramos de acuerdo a la intensidad de tránsito que discurre por los mismos, los cuales han sido:

- Tramo 1: Población Chaco'í – Cruce de Nanawa
- Tramo 2: Cruce de Nanawa – Cruce intersección Ruta PY09
- Tramo 3: Cruce intersección Ruta PY09 – Fin población Falcón
- Tramo 4: Fin población Falcón – Intersección cruce triángulo
- Tramo 5: Intersección cruce triángulo –General Bruguez

A los tramos urbanos e intersecciones a poblaciones con baja intensidad de tráfico se le asignará el mismo tráfico que al tramo 5.

En la imagen adjunta se pueden identificar cada uno de estos tramos en los que se subdivide este proyecto, de acuerdo a las diferentes intensidades de tránsito.

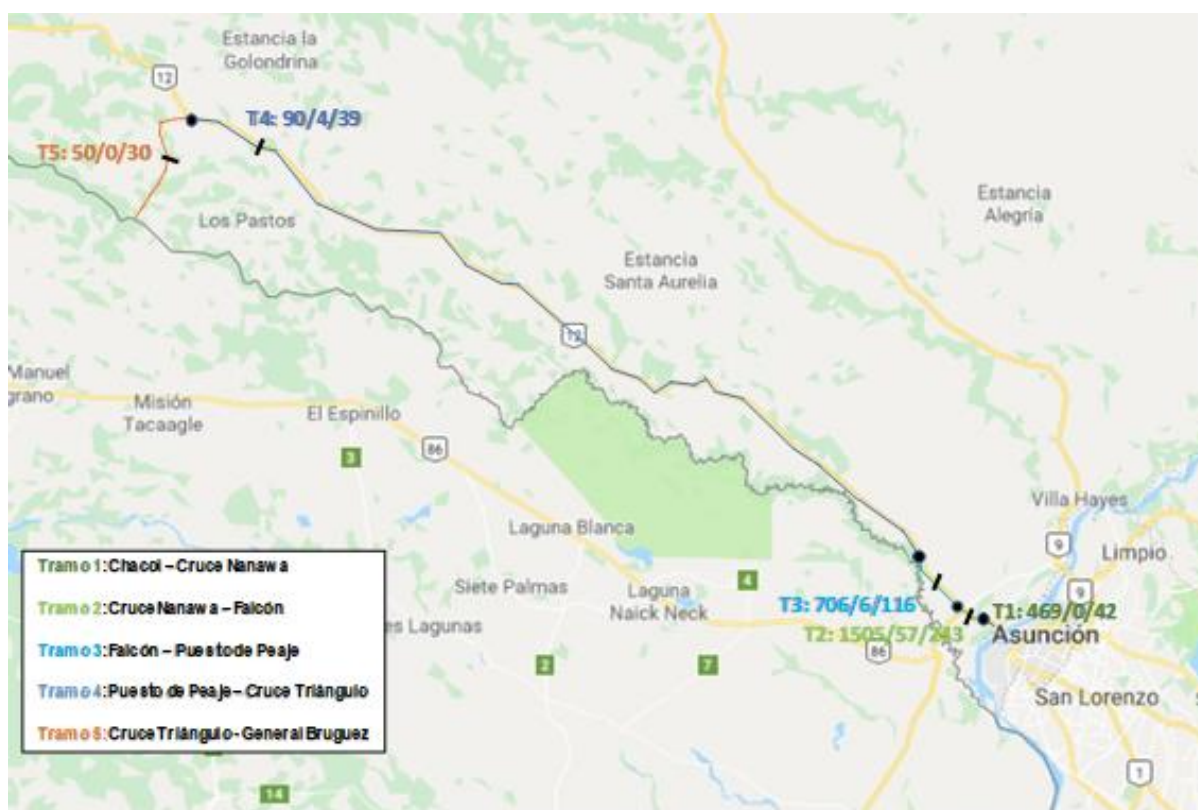


Figura 59. Localización del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Se emplea para el diseño la metodología descrita en el “Manual de Carreteras de Paraguay del MOPC. Unidad 3. Diseño de Carreteras. Volumen 3.2: Diseño Estructural de Carreteras”, usando dentro de esta metodología el siguiente método de cálculo:

- Guía AASHTO 93: Design of Pavement Structures, para el diseño
- Método SHELL, como comprobación al diseño (cálculo a fatiga para confiabilidad al 85 %)

Para el diseño del pavimento deben analizarse los siguientes datos:

- Tránsito de vehículos pesados de la Ruta y conversión de estos a ejes equivalentes de 18 kips ( $80 \text{ kN} = 8.2 \text{ t}$ ).
- Cálculo de la capacidad soporte de la subrasante, a partir de los resultados de laboratorio definitivos.

El desarrollo detallado del Diseño de Pavimentos se encuentra en el *Anexo 06. Estudio de Pavimentos*.

### 5.3.1. Ejes Equivalentes

Los ejes equivalentes de cálculo para un periodo de vida útil de 10 años para los tramos de pavimentación flexible son los siguientes:

- Tramo 2 (Cruce Nanawa – Cruce intersección Ruta PY09): 2.643.326 ej eq
- Tramo 3 (Cruce intersección Ruta PY09 – fin población Falcón): 1.302.406 ej eq
- Tramo 4 (Fin población Falcón – Intersección cruce triángulo): 561.129 ej eq
- Tramo 5 (Intersección cruce triángulo – General Bruguez): 323.932 ej eq

Para el pavimento rígido es tomado un periodo de vida útil de 20 años, eliminando la posibilidad de cálculo a 10 años con refuerzo en el año 10, debido a la dificultad de recrecio y refuerzo que posee la solución de pavimento rígido, debiendo ser calculado directamente para un periodo de diseño de 20 años.

- Tramo (Chaco'í – Cruce Nanawa): 1.074.669 ej eq

### 5.3.2. Capacidad de la Subrasante

Se obtienen las siguientes conclusiones:

- Coeficiente de variación del material bajo, 5.3 %
- Se toman los siguientes valores para los cálculos del diseño del pavimento:
  - CBR de diseño 14.0
  - Módulo resistente de la subrasante mejorada: 95.37 MPa (13.833 psi)
  - Coeficiente de variación: 5.3 %
  - $S_o = 0.45$

Como capas de mejora, se ha proyectado la siguiente solución:

- Se colocarán dos capas de mejoramiento de 300 mm de espesor con un material estabilizado con cal, de CBR > 20 %.

30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)
30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)

Estas capas de mejora se emplearán en coronación y garantizan que el apoyo del pavimento nuevo a proyectar es superior a 14.0 % (95.37 MPa).

### 5.3.3. Resultados del Diseño de Pavimentos

Se muestran a continuación los diferentes tipos de pavimentos para la Ruta Nacional PY12:

▪ **Tramo 1. Población Chaco'í – Cruce Nanawa:**

- 20 cm H-4.5 MPa resistencia a flexión

20.0 cm	Concr hidráulico juntas
Explanada	

Este pavimento se apoyará sobre una subrasante mejorada con dos capas de 30 cm de Suelo tratado con cal de CBR > 20%.

30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)
30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)

▪ **Tramo 2. Cruce Nanawa – Cruce intersección Ruta PY09:**

- 5 cm Carpeta Asfáltica CAC D R 12 AM-3
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- 5 cm Carpeta Asfáltica CAC D B 12 CA-30
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- Riego de Imprimación (1,25 kg/m<sup>2</sup>)
- 28 cm de Base Granular CBR > 100 %

10.0 cm	C.A.
28 cm	BG (CBR 100 %)
Explanada	

La carpeta asfáltica base de 5 cm solamente se prolongará hasta el borde de calzada, con una inserción en el ancho de banquina de 15 cm. La capa base en la zona de banquina estará compuesta por Base Granular de CBR > 100 %.

Este pavimento se apoyará sobre una subrasante mejorada con dos capas de 30 cm de Suelo tratado con cal de CBR > 20%.

30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)
30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)

En el año 10 se hace necesario el refuerzo del pavimento con una capa de 4 cm de carpeta asfáltica CAC D R 12 AM-3.

▪ **Tramo 3. Cruce intersección Ruta PY09 – Fin población Falcón:**

- 4 cm Carpeta Asfáltica CAC D R 12 AM-3
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- 5 cm Carpeta Asfáltica CAC D B 12 CA-30
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)

9.0 cm	C.A.
25 cm	BG (CBR 100 %)
Explanada	

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO "CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"

- Riego de Imprimación (1,25 kg/m<sup>2</sup>)
- 25 cm de Base Granular CBR > 100 %

La carpeta asfáltica base de 5 cm solamente se prolongará hasta el borde de calzada, con una inserción en el ancho de banquina de 15 cm. La capa base en la zona de banquina estará compuesta por Base Granular de CBR > 100 %.

Este pavimento se apoyará sobre una subrasante mejorada con dos capas de 30 cm de Suelo tratado con cal de CBR > 20%.

30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)
30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)

En el año 10 se hace necesario el refuerzo del pavimento con una capa de 4 cm de carpeta asfáltica CAC D R 12 AM-3.

▪ **Tramo 4. Fin población Falcón – Intersección cruce triángulo:**

- 4 cm Carpeta Asfáltica CAC D R 12 AM-3
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- 4 cm Carpeta Asfáltica CAC D B 12 CA-30
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- Riego de Imprimación (1,25 kg/m<sup>2</sup>)
- 22 cm de Base Granular CBR > 100 %

8.0 cm	C.A.
22 cm	BG (CBR 100 %)
Explanada	

La carpeta asfáltica base de 4 cm solamente se prolongará hasta el borde de calzada, con una inserción en el ancho de banquina de 15 cm. La capa base en la zona de banquina estará compuesta por Base Granular de CBR > 100 %.

Este pavimento se apoyará sobre una subrasante mejorada con dos capas de 30 cm de Suelo tratado con cal de CBR > 20%.

30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)
30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)

En el año 10 se hace necesario el refuerzo del pavimento con una capa de 4 cm de carpeta asfáltica CAC D R 12 AM-3.

▪ **Tramo 5. Intersección cruce triángulo – General Brugez, accesos y tramos urbanos:**

- 4 cm Carpeta Asfáltica CAC D R 12 AM-3
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- 4 cm Carpeta Asfáltica CAC D B 12 CA-30
- Riego de Liga (0,5 kg/m<sup>2</sup>)
- Riego de Imprimación (1,25 kg/m<sup>2</sup>)
- 20 cm de Base Granular CBR > 100 %

8.0 cm	C.A.
20 cm	BG (CBR 100 %)
Explanada	

La carpeta asfáltica base de 4 cm solamente se prolongará hasta el borde de calzada, con una inserción en el ancho de banquina de 15 cm. La capa base en la zona de banquina estará compuesta por Base Granular de CBR > 100 %.

Este pavimento se apoyará sobre una subrasante mejorada con dos capas de 30 cm de Suelo tratado con cal de CBR > 20%.

30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)
30 cm	Suelo cal (CBR > 20%)

En el año 10 se hace necesario el refuerzo del pavimento con una capa de 4 cm de carpeta asfáltica CAC D R 12 AM-3.

▪ **Pavimento de hormigón en zona de pesaje móvil en tramo 4:**

- 20 cm H-4.5 MPa resistencia a flexión
- 15 cm de Base Granular CBR > 100%

15.0 cm	Concr hidráulico juntas
15 cm	BG (CBR 100 %)
Subras	CBR 14 %

Este pavimento se apoyará sobre una subrasante mejorada con dos capas de 30 cm de Suelo tratado con cal de CBR > 20%.

## 5.4. Diseño Hidráulico

En el siguiente apartado se detallan las metodologías y los cálculos para el dimensionamiento de las obras de drenaje necesarias para evacuar las aguas de escorrentía superficial interceptadas por la traza de la carretera y generados por la planta de la misma, además, de validar o desechar la capacidad hidráulica de las obras existentes.

Se realizó un inventario de las obras de drenaje existentes, evaluando cualitativa y cuantitativamente la capacidad de estas. De este modo se pudo conocer el estado actual del drenaje de la carretera y de esta manera proyectar la solución. El desarrollo en detalle de lo anteriormente expuesto se puede observar en el *Anexo 03. Hidrología e Hidráulica*.

### 5.4.1. Relevamiento de obras existentes

Se procedió al relevamiento e inventariado<sup>1</sup> de las obras de drenaje existentes en la zona de estudio. Los resultados se pueden observar en el siguiente cuadro:

ALCANTARILLAS RELEVADAS		
Tipo de Obra	Dimensión (m)	Cantidad
ATSH	0.80	18
ATSH	1.00	107
ACSH	1.00	50
ACDH	1.00	23
NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	34

Tabla 26. Resumen de obras de drenaje transversal relevadas.

Fuente: Elaboración propia

Donde:

ATSH: Alcantarilla Tubular Simple de Hormigón

ACSH: Alcantarilla Celular Simple de Hormigón

ACSH: Alcantarilla Celular Simple de Hormigón

ACDH: Alcantarilla Celular Doble de Hormigón

<sup>1</sup> El inventariado de las obras relevadas se encuentra en el *Anexo 12. Estudio de Impacto Ambiental Preliminar*.

### 5.4.2. Diagnóstico de la situación actual

Se determinaron criterios cualitativos de forma a clasificar el estado de las obras relevadas, los cuales citamos a continuación:

- En construcción
- Nuevas
- Buen estado
- Con malezas
- Deteriorada/Colmatada

En base a los criterios mencionados anteriormente se procedió a plasmar la clasificación en ambiente Gis. Como resultado se obtuvo la siguiente imagen.

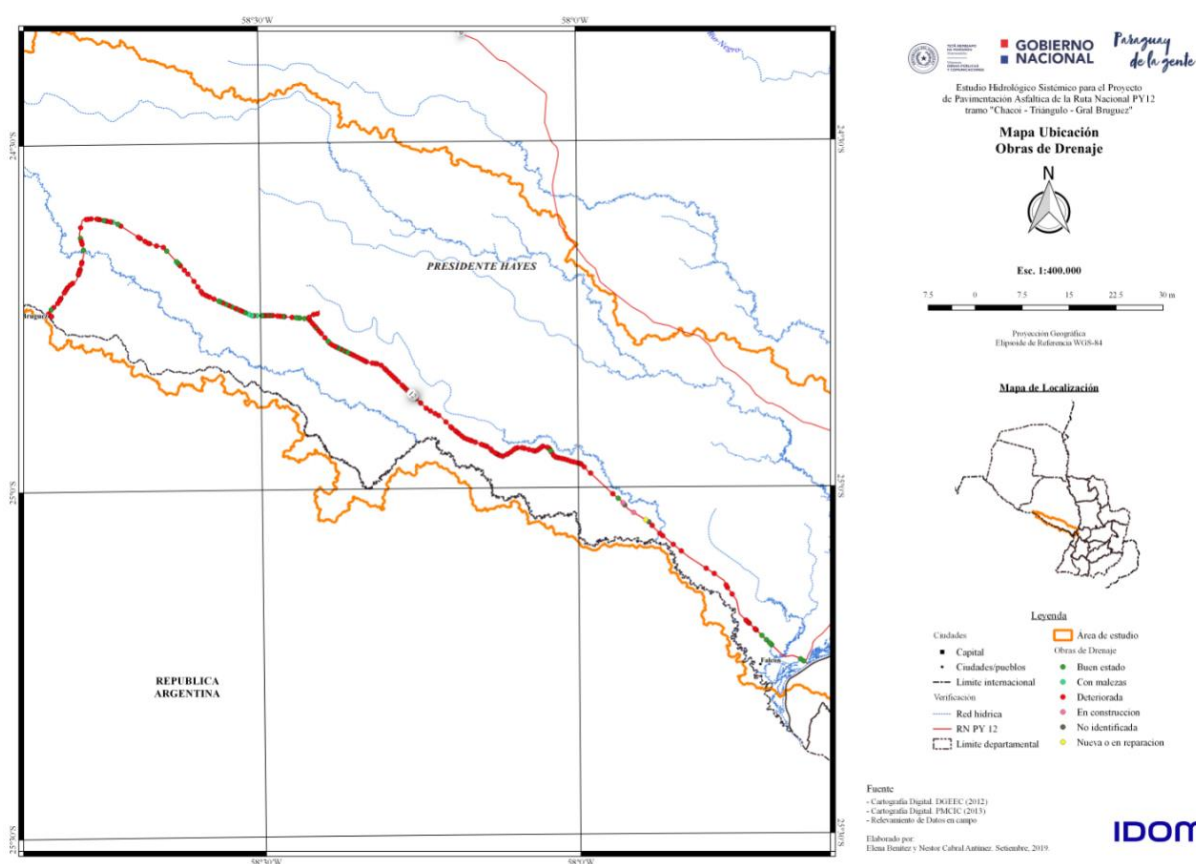
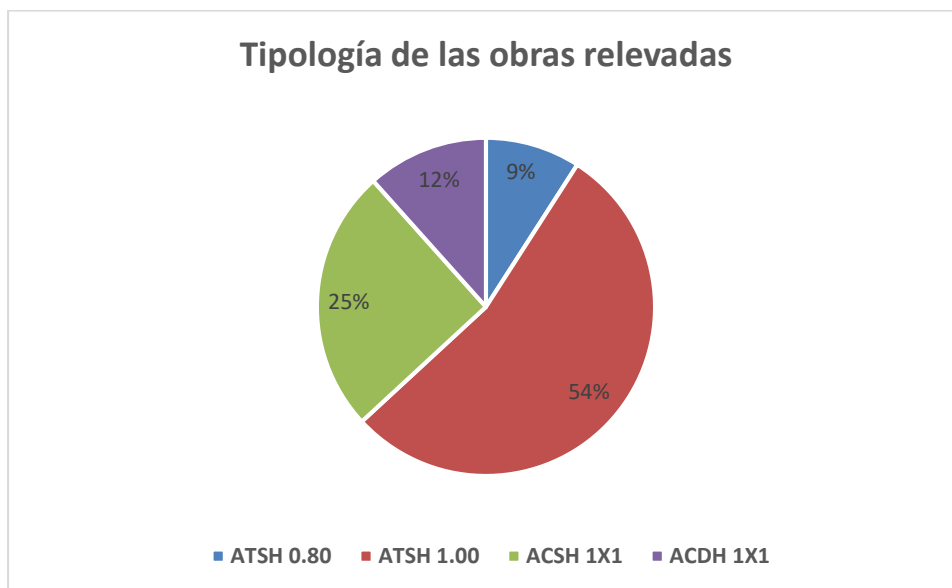


Figura 60. Obras relevadas a lo largo del tramo

Fuente: Elaboración Propia

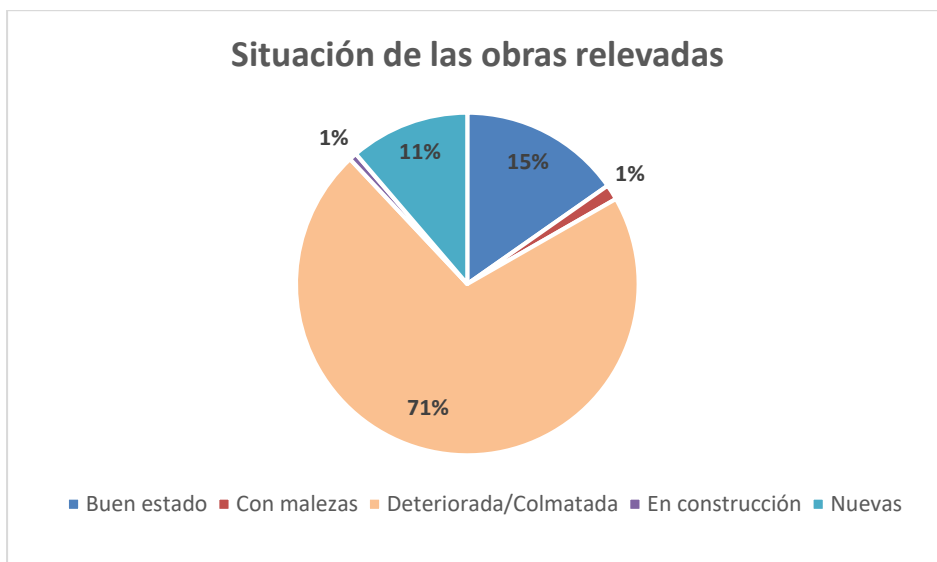
La mayoría de las obras relevadas corresponden a alcantarillas tubulares simples de hormigón de diámetros de 0.80 a 1.00 metro.



*Figura 61. Tipología de las obras relevadas*

*Fuente: Elaboración propia*

Del total de obras relevadas a lo largo del tramo en estudio, según un análisis cualitativo tras varias visitas a la zona se puede concluir que el 71% de las obras se encuentran colmatadas/deterioradas, el 15% se encuentra en buen estado y el 11% corresponden a obras nuevas.



*Figura 62. Situación de las obras relevadas*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.4.3. Criterios de diseño

#### **Puentes**

El software a utilizar fue desarrollado por el Corp of Engineers de Estados Unidos, denominado HEC – RAS, el cual es actualmente el modelo más completo que permite representar todo un sistema fluvial, desde la menos complejidad a sistemas entrelazados, con herramientas de diseño para puentes, alcantarillas, terraplenes, etc. Este modelo nos permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua.

El procedimiento de cálculo está basado en la resolución de la ecuación de la conservación de la energía, con pérdidas de fricción evaluadas por la fórmula de Manning, procedimiento conocido como Standard Step Method.

#### **Alcantarillas**

Las alcantarillas u obras de drenaje transversal basan su cálculo hidráulico en las recomendaciones del *Manual de Carreteras del Paraguay, UD 4, Vol 4.1 (Rev. 2019)*, extraídas de la *Hydraulic Design Series Nº5 del Federal Highway Administration (FHA)*, antiguo método promulgado por el Bureau of Public Roads de los Estados Unidos de América, de manera que cumpla con una serie de restricciones que se le imponen y que son:

- Nivel de agua  $H_w$  en la entrada menor que el máximo establecido en la Tabla 4.1-6 del *Manual de Carreteras del Paraguay, Unidad 4, Volumen 4.1. (Rev. 2019)*

Tipo de Cauces	Tubos	Cajones	Losas ( $L \leq 6,0$ m) *
Canales	D (diámetro)	H (altura total)	$H - 0,10$ m
Diseño Cauces Naturales	$D + 0,3$ m	$H + 0,3$ m	$H - 0,10$ m
Verificación Cauces Naturales	$D + 0,6$ m	$H + 0,3$ m	H
He máximo no puede sobrepasar la cota exterior del SAP – 0,3 m			

\*Si  $L > 6,0$  m revancha como en Puentes.

Figura 63. Nivel de agua  $H_w$

Fuente: Tabla 4.1\_6. *Manual de Carreteras del Paraguay, Unidad 4, Vol. 4.1 (Rev 2019)*

- Para estimar la rugosidad del material se han tenido en consideración los coeficientes establecidos en el *Manual de Carreteras del Paraguay (Rev. 2019)* y que viene recogidos en la siguiente tabla.

Materiales	n
a) Hormigón	0,012
b) Metal Corrugado	
- Ondulaciones estándar (68 mm x 13 mm)	0,024
- Revestido en un 25%	0,021
- Totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones medianas (76 mm x 25 mm)	0,027
- 25 % revestido	0,023
- totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones grandes (152 mm x 51 mm)	Variable
- 25% revestido	0,026
- totalmente revestido	0,012

Figura 64. Coeficientes de rugosidad para alcantarillas

Fuente: Tabla 4.1\_10. Manual de Carreteras del Paraguay, Ud. 4, Vol. 4.1 (Rev 2019)

En base a estos valores, para alcantarillas prefabricadas de hormigón, el coeficiente de Manning establecido debe ser de 0,012. Puesto que según los reconocimientos de campo y en base a la exposición de la situación actual donde se advierte una gran acumulación de material sedimentario en las obras de drenaje de la carretera actual se considera aumentar este coeficiente de rugosidad a 0,015 quedando por tanto del lado de la seguridad.

- Las restricciones de velocidad  $V_s$  a la salida seguirán lo establecido en el *Manual de Carreteras del Paraguay* (Rev. 2019) y que viene recogido en la siguiente tabla para evitar la socavación y erosión del cauce aguas abajo de la alcantarilla. De tal modo, para el tipo de terreno presente se limita la velocidad del flujo a 1 m/s.

#### 5.4.4. Resultados - Obras proyectadas

De los resultados de las simulaciones los modelos seleccionados y testados para los diferentes eventos extremos identificados, sumados a esto las experiencias de otros proyectos similares en la región del Bajo Chaco, hemos obtenido las siguientes conclusiones:

- Se recomienda ampliar las dimensiones de los puentes tanto en longitud de cobertura de cauce, como en sobre elevar la rasante actual de manera a resguardar el borde libre (revancha mínima) requerida por el Manual de Carreteras del Paraguay con respecto a la máxima avenida (NAME).

Cota de niveles máximos como resultado del estudio hidrológico para diseño de puentes de la Ruta PY12			
Progresiva	4+300	32+600	148+800
Estructura	Puente 1	Puente 2	Puente 3
Curso	Río Confusoi	Río Negro	Río Brazo Norte Pilcomayo
Longitud Propuesta (m)	60	80	80
Cota máx avenida Tr: 100 años	63.94	66.32	89.80
Variante	Aguas arriba del puente actual	Aguas arriba del puente actual	Aguas abajo del puente actual

Figura 65. Nivel de aguas máximas extraordinarias

Fuente: Elaboración propia

b. Para el diseño de la ruta en tramos donde se identifican zonas inundables por la propia topografía de la región, en base al balance hídrico, se ha estimado un nivel medio de 30 cm para los valles de inundación y zonas de llanuras. Además, la precipitación en la zona para un Tr: 50 años se traduce a un caudal específico aproximado de 4.3 m<sup>3</sup>/s/km. Cabe destacar que las zonas de mayor vulnerabilidad a inundación se dan en las áreas identificadas como paleocauces (Ver ítem 6.2.7 del *Anexo 03. Hidrología e Hidráulica*).

Con respecto a este punto, se sugieren las dimensiones de las obras de drenaje de forma tal que la suma de las capacidades de cada una de ellas sea suficiente para evacuar el caudal de diseño estimado para el tramo en cuestión. En general se proponen alcantarillas celulares de 1x1, reservándose las multicelulares para los casos donde se aprecian casos de flujos concentrados y cauces definidos y/o casos de acciones antrópicas de drenaje de los humedales. Este criterio obedece a que en general en zonas sin cauces profundos, la altura de lámina del agua respecto al suelo no podría superar los 1.00 metro debido a las características topográficas del terreno (zona de llanura). Para obtener un nivel de agua mayor, se requieren bordes u otras geoformas que contengan el agua; ante la ausencia de estas geoformas el agua simplemente se esparce en la llanura, manteniendo un nivel de agua relativamente bajo. A continuación, cuadro resumen de las obras propuestas.

TIPOLOGÍA	DIMENSIÓN	CANTIDAD
ACSH	1X1	232
ACSH	3X3	2
ACDH	1X1	37
ACTH	1X1	4
ACQH	1X1	3

*Figura 66. Resumen de obras propuestas*

*Fuente: Elaboración propia*

A lo largo del trazado se considera la disposición de alcantarillas que tienen por objeto dar permeabilidad transversal a las aguas interceptadas por el cuerpo de la carretera.

Las obras de drenaje consideradas son alcantarillas celulares de hormigón armado, con cabecera de entrada y salida. La ubicación de las obras se realizó con base en los estudios topográficos, estudios hidrológicos, y el diseño geométrico.

Se ha considerado que las obras existentes deben ser demolidas por diferentes razones: presentan una longitud corta, en la mayor parte de los casos presentan un diámetro inferior a 1,0 m lo que dificultaría su mantenimiento, no presentan juntas de estanqueidad entre tubos y no hay garantías de su estado de conservación.

## 5.5. Diseño de Puentes

### 5.5.1. Descripción de las estructuras

Las estructuras necesarias en el proyecto se listan a continuación, detallando las características básicas de cada uno de ellos:

PK	ANCHO (m)	N° de VANOS	LONGITUD VANOS (m)	LONGITUD PUENTE (m)
4+258	11,20	5	20	100
32+480	11,20	6	20	120
148+772	11,20	6	20	1200

Figura 67. Características de los puentes proyectados

Fuente: Elaboración Propia

El ancho total del puente es de 11,20 m, teniendo dos franjas vehiculares de 3,50 m, banquetas laterales de 1,50 m y 0,60 m para la disposición de las barreras de protección

Cada vano del tablero está constituido por 5 vigas prefabricada doble T tipo BN 20 de 1,20 m de canto, separadas 2,25 m y una losa in situ de 0,25 m de espesor total (incluidas las losetas prefabricadas). Sobre la losa se hará un relleno de hormigón asfáltico para darle pendiente transversal en cada trocha de 2% necesaria para el desagüe superficial. La losa será construida sobre losetas prefabricadas de hormigón de 8 cm de espesor que no se incorporan estructuralmente a la losa del tablero y que tienen solamente la función de encofrado.

Las vigas longitudinales son prefabricadas, trabajan como simplemente apoyadas con una longitud de cálculo de 20,00 m y apoyan en pilas y estribos sobre pastillas de neopreno de 200 x 250 mm de dimensión en planta.

Las pilas de apoyo son pórticos de un tramo y dos voladizos de sección constante, en los que apoyan las vigas longitudinales. Están compuestas por dos fustes circulares de 1,10 m de diámetro separados 6,75 m entre ejes y viga dintel rectangular de 1,40 m de altura x 1,20 m de ancho. La cimentación de cada fuste consta de un encepado cuadrado de 1,20 m de canto y 4 pilotes de 0,80 m de diámetro separados 2,40 m.

Los estribos sirven de apoyo extremo a las vigas longitudinales y de contención del terraplén de acceso. Están compuestos por un muro trasero o espaldón de 0,30 m de espesor de altura igual al canto de las vigas prefabricadas más el espesor de la losa y losetas prefabricadas. El muro nace de un cabezal continuo, de 11,8 m de largo, 4,00 m de ancho y 1,20 m de altura, que apoya en dos hileras de pilotes de 0,80 m de diámetro separados 2,40 m. Constan de alas inclinadas a aproximadamente 26,5° en los extremos y losa de aproximación para compensar posibles asentamientos diferenciales en la unión del terraplén con el viaducto.

Los estribos se proyectan con alas abiertas en voladizo.



Figura 68. Planta de un vano del tablero de los puentes

Fuente: Elaboración propia.

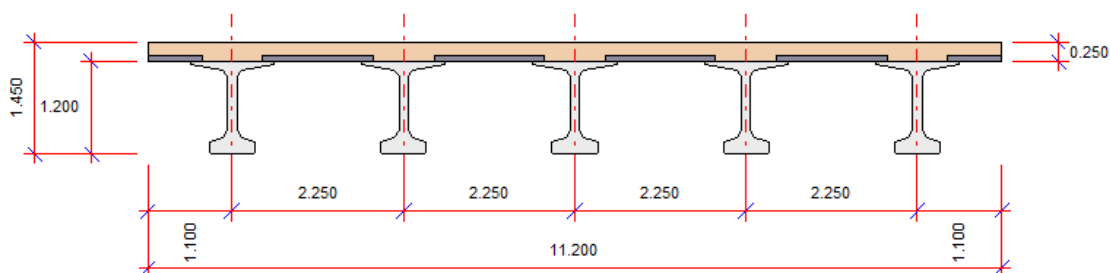


Figura 69. Sección transversal del tablero de los puentes

Fuente: Elaboración propia.

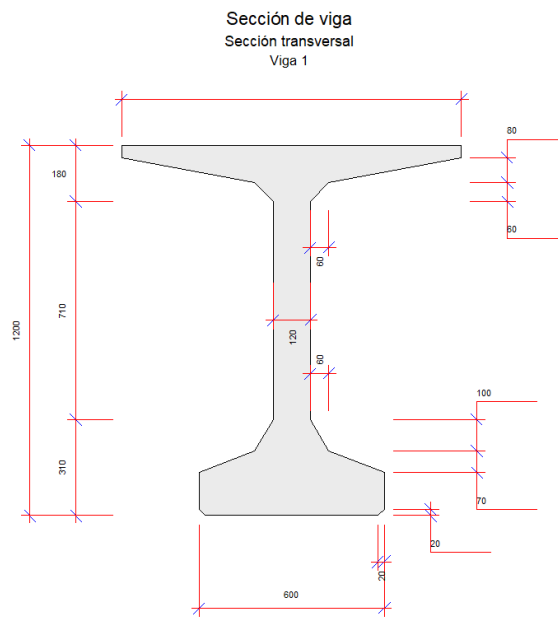


Figura 70. Sección transversal de viga

Fuente: Elaboración propia

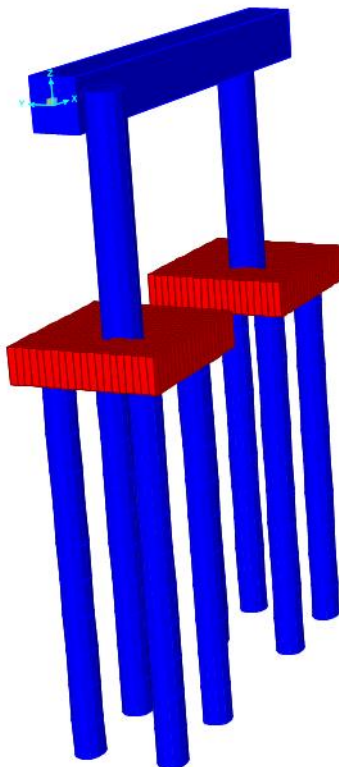


Figura 71. Modelo de las pilas adoptado

Fuente: Elaboración propia

### **5.5.2. Normativa utilizada**

Se detalla seguidamente la normativa considerada y que resulta de aplicación:

- Manual de Carreteras del Paraguay, editado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
- Standard Specifications for Highway Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.
- Instrucción sobre las Acciones en Puentes de Carretera (IAP-98). (\*)
- Instrucción de hormigón estructural, EHE (2008). (\*)

Los tres primeros documentos son la normativa aplicable de rigor en Paraguay.

(\*) El resto de documentos son normativa española que se ha considerado para aspectos específicos no contemplados en la normativa anterior o para la verificación de elementos de forma simultánea.

### **5.5.3. Programas de cálculo utilizados**

Para el cálculo y dimensionamiento de la estructura se han utilizado los siguientes programas:

- CivilCad 3000. Programa de cálculo de ingeniería civil.
- SAP2000. Programa de cálculo de elementos finitos.
- Prontuario Informático de Hormigón Estructural: Programa de comprobación y armado de secciones de hormigón frente a Estados Límite Últimos y de Servicio.
- Hojas de cálculo de elaboración propia para el cálculo de armaduras según EHE-08 y ACI-318.

### **5.5.4. Descripción de la modelización empleada en las estructuras**

El cálculo del tablero de la estructura tipos se ha realizado a través del programa CivilCAD 3000.

Las pilas y estribos tipos se han modelizado en el software SAP2000. A partir de los esfuerzos envolventes obtenidos se ha realizado el predimensionado geométrico de los elementos a partir de hojas de cálculo.

## 5.6. Diseño de Obras Complementarias

Dentro de las obras complementarias se encuentran comprendidos todos aquellos dispositivos encaminados a mejorar la funcionalidad, seguridad y durabilidad de la carretera. Entre otras se han considerado las siguientes:

- Revestimiento vegetal
- Alambradas
- Accesos menores
- Paradas de buses
- Puesto de control de pesaje
  - Dársenas de pesaje móvil
  - Puesto de pesaje fijo
- Puesto de Peaje
- Puesto de conteo
- Traslado de servicios públicos
- Iluminación
- Pasos de Fauna
- Dársenas de estacionamiento

### 5.6.1. Revestimiento vegetal

Esta labor está orientada a evitar procesos erosivos y evitar la ocurrencia de procesos geodinámicos que pueden afectar la flora, fauna y poblaciones aledañas al trazado de la vía. Si esta labor no se realiza puede generar un aumento de los costos de mantenimiento de la carretera en la etapa operativa, así como también daños considerables a los alrededores.

La aplicación de este trabajo se producirá sobre taludes de terraplenes, cortes y áreas de préstamo.

La protección de los taludes de cortes y terraplenes se llevará a cabo mediante la colocación de una protección vegetal que se realizará mediante camada de suelo orgánico semillado de 0,15 m de espesor.

También se realiza un revestimiento vegetal en las zonas de préstamo, a fin de restaurar el perímetro de los mismos. Este tratamiento consiste en retirar la capa de suelo vegetal de la zona de préstamo para ser colocada posteriormente en el eje de la futura plantación del cerco perimetral. En zonas de arbolado se deben aprovechar los árboles existentes para su reubicación en el cerco perimetral. El detalle de Áreas de préstamos, contenido en el Atlas de Planos, muestra la protección vegetal a aplicar en los préstamos.

### **5.6.2. Alambradas**

A lo largo de la carretera ha sido prevista la construcción de alambradas con postes de hormigón armado para el confinamiento de la misma.

Esta alambrada determina el límite de la franja de dominio asociada a la carretera. Esta franja de dominio se dispone a 25 metros a cada lado del eje de la carretera actual, en la zona rural, siendo la ocupación total de 50 metros de anchura.

El nuevo alambrado se ve interrumpido en cada intersección o acceso. Además, no se considera su colocación cuando ya existe previamente un cerramiento de cualquier tipo, no duplicando los dispositivos de cierre en ningún punto de la carretera. Tampoco se considera su colocación en los tramos de travesía urbana.

A lo largo de la carretera dentro de la franja de dominio se localizan diferentes tipos de alambradas para delimitación de parcelas, las cuales se retiran, siendo predominante el alambrado de la carretera.

### **5.6.3. Accesos menores**

En este apartado se resuelven las conexiones con la carretera de las propiedades colindantes y de los caminos locales interceptados a lo largo del recorrido. Estos accesos se van a diseñar como accesos menores.

#### **5.6.3.1. Conexiones con las propiedades adyacentes y los caminos locales**

El trazado de la carretera intercepta numerosos caminos no pavimentados a lo largo de su recorrido. De forma de materializar la vinculación del proyecto con los accesos existentes, se prevén las siguientes obras:

- Relleno de suelo de manera de salvar la diferencia de niveles entre la calzada principal y la entrada a la propiedad.
- Alcantarilla longitudinal (pasacunetas) con el fin mantener el escurrimiento natural de la zona.
- Cordón protector de hormigón con el fin de proteger el pavimento de la traza proyectada en aquellos puntos donde se produce un cambio de rigidez brusco entre las estructuras de ambas calzadas de circulación.

Las dimensiones y ubicaciones de los pasacunetas están definidas en el *Anexo 03. Hidrología e Hidráulica* del presente proyecto, así como en el *Anexo 09. Diseño de Obras Complementarias*.

#### 5.6.4. Parada de buses

En cuanto a la ubicación de las paradas de buses, respecto a la banquina, el Manual de Carreteras del Paraguay establece lo siguiente:

*“De acuerdo con el tipo de Camino o Carretera, la intensidad del tránsito y la frecuencia prevista para el uso de paradas, estas podrán proyectarse en la banquina o fuera de ella. Normalmente, toda vez que la velocidad de proyecto de la carretera supere los 70 Km/h, la parada deberá preferentemente, construirse fuera de la banquina.”*

Por lo tanto, habiendo adoptado una velocidad de proyecto de superior a 70 km/h y tratándose de una carretera bidireccional las paradas se diseñarán respetando la disposición y dimensiones que se indican en el Manual de Carreteras.

Además, las paradas deben localizarse en zonas que aseguren una visibilidad de parada igual o mayor a 1,5 veces la correspondiente a la velocidad de proyecto de la carretera. Esto deberá cumplirse tanto para el acceso como para la salida del sitio donde se para.

En zonas de intersección la parada no deberá obstaculizar el triángulo de visibilidad requerido desde cualquiera de las vías que concurren a la intersección. Si ello no es posible de lograr, la vía secundaria deberá regularse con un signo PARE.

En la siguiente tabla se indica la ubicación de las paradas propuestas en el presente proyecto:

DARSENAS DE PARADA DE BUSES		
PROGRESIVA	LADO	DESCRIPCIÓN
2+840	Derecho	Eje 1
3+000	Izquierdo	Eje 1
9+340	Izquierdo	Eje 1
9+460	Derecho	Eje 1
102+200	Izquierdo	Eje 1
102+300	Derecho	Eje 1
121+900	Izquierdo	Eje 1
122+000	Derecho	Eje 1
137+800	Derecho	Eje 1
137+940	Izquierdo	Eje 1
143+500	Izquierdo	Eje 1
143+600	Derecho	Eje 1
148+440	Izquierdo	Eje 1
148+540	Derecho	Eje 1

Tabla 27. Ubicación de las paradas de buses.

Fuente: Elaboración propia

### 5.6.5. Puestos de control de pesaje

#### 5.6.5.1. Dársenas de pesaje móvil

##### 5.6.5.1.1. Criterios de localización

Los puestos de pesaje, según indicaciones del MOPC, deben cumplir:

- Deben ubicarse fuera de las zonas urbanas.
- Deben ubicarse en tramos rectos, de baja pendiente y buena visibilidad.

La ubicación de las dársenas de pesaje móvil será entre las progresivas indicadas en la siguiente tabla.

Zona pesaje	Margen
142+600	Derecho
142+700	Izquierdo

Tabla 28. Ubicación de los puestos de pesaje móvil.

Fuente: Elaboración propia.

El principal objetivo de esta tarea es la de dotar de medios tecnológicos para el control de los pesos admisibles de toneladas por ejes de los camiones, con el fin de prevenir el deterioro prematuro de la estructura de los pavimentos.

#### 5.6.5.2. Puesto de pesaje fijo

##### 5.6.5.2.1. Ubicación

Los puestos de pesaje, según indicaciones del MOPC, deben cumplir:

- Deben ubicarse fuera de las zonas urbanas.
- Deben ubicarse en tramos rectos, de baja pendiente y buena visibilidad.

Se considera la instalación de dos estaciones de pesaje simple con selectiva, de manera de poder pesar en los vehículos que transitan en ambos sentidos de la ruta.

La ubicación propuesta es en la Progresiva 15+000 del eje principal, donde se instalará una estación en cada margen de la ruta.

Zona pesaje	Margen
15+000	Derecho
15+000	Izquierdo

Tabla 29. Ubicación de las dársenas de pesaje fijas

Fuente: Elaboración propia.

Cada estación de pesaje debe contar, además del equipamiento necesario, con la habilitación de infraestructura vial dedicada para estos fines.

#### **5.6.5.2.2. Obras y equipamiento**

El puesto de pesaje está constituido por una estación fija que se ejecuta dentro de la franja de dominio con pista de carreteo de entrada y salida, en un área aproximada de una hectárea.

La estación deberá contar con una **Báscula Selectiva** instalada en una pista especial para el efecto, donde los vehículos deben poder circular normalmente a una velocidad de entre 30 a 60 Kms/hs sin comprometer la seguridad vial ni los márgenes de precisión del pesaje. Después del pesaje de selección el sistema debe seleccionar los vehículos con riesgo de sobrepeso a la **Báscula de Precisión o Punitiva** a través de señales lumínicas automáticas, y según el resultado de su peso, al estacionamiento o al camino principal para continuar viaje.

#### **5.6.6. Puesto de peaje**

La ubicación del puesto de peaje será definida en el proyecto final de ingeniería previa aprobación por parte del MOPC. Sin embargo, se realiza la recomendación de realizar la instalación de la infraestructura en la Progresiva 15+000.

En este proyecto se adjuntan los planos de las casetas e instalaciones en el atlas de planos. El presupuesto estimado de los trabajos se obtiene mediante el análisis de precio unitario presentado en el *Documento N° 4* del presente proyecto.

El puesto de peaje estará emplazado en su totalidad dentro de la franja de dominio de la carretera. Será ejecutado el puesto de peaje con los siguientes trabajos:

- Obras Civiles
- Obras Viales Asociadas:
- Equipamientos Especiales

#### **5.6.7. Puestos de conteo**

Los puestos de conteo a instalar deberán ser permanentes, compuestos por sensores, piezoeléctricos, de temperatura y espiras magnéticas. Las principales características de la infraestructura de los puestos permanentes son las siguientes:

- Para cada carril, se instalarán dos (2) sensores piezoeléctricos para conteo y pesaje en movimiento (WIM) más una (1) espira magnética para detección
- Para cada puesto, un (1) sensor de temperatura
- Conexión eléctrica de la ANDE con descarga a tierra con pararrayos

- Un gabinete de metal hermético, montado sobre una base y un apoya-escaleras que contiene el equipo EMU3 de conteo, accesorios de conexión de los sensores y de conexiones de energía eléctrica y/o batería.
- Conectividad con el servidor ubicado en el MOPC
- Transmisión de datos con el formato solicitado por la Dependencia del MOPC encargada de la operación de los puestos de control

Para que los equipos mencionados puedan obtener la información de conteo de tránsito con los mayores niveles de calidad, es necesario el estricto cumplimiento de las condiciones de instalación, operación y mantenimiento establecidas en las especificaciones.

En lo referente a la colocación de los sensores y espiras en el pavimento, la demarcación de la ubicación de la posición de los sensores y espiras, así como los cables de salida correspondientes, en el pavimento debe realizarse con extremo cuidado respetando las medidas establecidas en los planos finales previamente aprobados por el MOPC.

#### **5.6.8. Traslado de estructuras de servicio público**

En el tramo Chaco'í – Gral. Bruguez se encuentran columnas de servicios público, del tendido eléctrico y de la red de comunicaciones, ubicadas en sitios que interfieren con la traza de la carretera y por tanto su afección ha sido prevista en el presente proyecto.



*Figura 72. Afecciones a servicios. Líneas eléctricas.*

*Fuente: Elaboración Propia*

Solo se considera la afección de los elementos que se vean directamente interceptados por la plataforma de la carretera con su movimiento de tierras asociado. Por tanto, no se considera como afectados por las obras de la carretera a los elementos que aun quedando dentro de la franja de dominio de la carretera (situada a 25 m a cada lado del eje en la zona rural) no se vean directamente afectados por la plataforma de la misma.

El Contratista deberá realizar el replanteo y determinar los servicios que efectivamente serán removidos y recolocados.

En el *Anexo 09. Diseño de obras complementarias* se detallan los servicios del tendido de media tensión que se verán afectados por la carretera.

Para el tramo comprendido entre Chaco'í y la Rotonda, localizada en la progresiva 365+350, se estima un total de **51.570 metros de tendido eléctrico** de media tensión deberá ser trasladado.

En caso de existir instalaciones del servicio de comunicaciones que se disponen compartiendo los apoyos de las líneas eléctricas de Media Tensión. Estos apoyos quedan incluidos en el ítem "Traslado de estructuras eléctricas del servicio público", por tanto, en el ítem "Traslado de estructuras de comunicaciones" se dispone en materiales el cable de comunicaciones y el material auxiliar para su colocación, sin necesidad de disponer apoyos.

### 5.6.9. Iluminación

De acuerdo a las indicaciones dadas por el MOPC se deben disponer alumbrados en todas las intersecciones previstas en el proyecto y en las travesías urbanas. A continuación, se presenta el listado de puntos que requieren de iluminación:

Descripción	Eje del Proyecto	Progresiva		Longitud (m)
		Inicio	Fin	
Cruce con Ruta a Nanawa	Eje 1	2+500	3+100	600
Cruce con Ruta PY09 (Rotonda)	Eje 1	6+140	6+600	460
Travesía urbana José Falcón	Eje 1	8+387	9+527	1.140
Cruce con Acceso Ninfa	Eje1	102+200	102+800	600
	Eje 7	2+500	2+630	130
Travesía urbana Ninfa	Eje 7	0+000	0+600	600
Comunidad indígena Tooshes Qaltaq	Eje 1	121+800	122+100	300
Cruce Triángulo	Eje 1	143+600	144+140	540
Rotonda 160+005	Eje 1	159+800	160+005	205
	Eje 13	0+000	0+200	200
	Eje 14	0+000	0+200	200
Intersección Eje 13 y Eje 2	Eje 13	1+300	1+500	200
	Eje 2	0+320	0+540	220
Intersección Eje 13 y Eje 14	Eje 13	1+740	1+850	110
	Eje 14	1+060	1+280	220
Intersección Eje 14 y Eje 2	Eje 14	0+560	0+800	240
	Eje 2	0+000	0+100	100

Descripción	Eje del Proyecto	Progresiva		Longitud (m)
		Inicio	Fin	
Frontera con la República Argentina	Eje 2	0+617	0+817	200
Travesía urbana Gral. Briguez	Eje 14	1+280	1+871	591
Travesía urbana Gral. Briguez	Eje 15	0+000	0+780	780
TOTAL				7.636

Tabla 30. Ubicación de puntos de iluminación.

Fuente: Elaboración propia

El estudio de iluminación, no se incluye en el alcance del presente proyecto y será desarrollado por el Contratista adjudicado. Este estudio tendrá por objeto definir la instalación de alumbrado viario en la construcción de la Ruta PY12, tramo “Chaco’í – Gral. Briguez” y la ejecución del proyecto se ajustará a las Especificaciones Técnicas Constructivas, Ambientales y Especiales contenidas en el Diseño Final.

#### 5.6.9.1. Normas

Los elementos integrantes de la instalación deben cumplir las normativas de la Administración Nacional de Electricidad (A.N.D.E.).

El sistema de iluminación deberá cumplir con los criterios establecidos en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por R.D. 1890/08, y su Instrucción técnica complementaria ITC-EA-02.

#### 5.6.9.2. Recomendaciones

Los criterios de calidad más importantes para una instalación de alumbrado público desde el punto de vista de la seguridad del tráfico y percepción visual son:

- El logro de unas condiciones óptimas de visibilidad.
- Grado de confort visual del conductor.
- Ahorro energético.
- Durabilidad de los elementos que componen la instalación.
- Facilidad de mantenimiento de la instalación.

Otro aspecto a tener en cuenta en la disposición de las luminarias para evitar sufrir el efecto “agujero negro” al salir de la zona iluminada, pasar súbitamente de la luz a la sombra, es estableciendo un decrecimiento progresivo de la luminancia, durante una longitud de al menos 100 m.

Los niveles de iluminación para carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados con velocidades superiores a 60 km/h, tendrán los valores de referencia siguientes:

- Luminancia media  $L_m \geq 1,50$  (cd/m<sup>2</sup>)

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO “CHACO’Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRIGUEZ Y ACCESOS”

- Uniformidad global  $U_o \geq 0,40$
- Uniformidad Longitudinal  $U_l \geq 0,70$
- Incremento Umbral  $TI \leq 10 \%$
- Relación entorno  $SR \geq 0,50$

Los niveles de iluminación para vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones con velocidades superiores a 60 km/h, tendrán los valores de referencia siguientes:

- Luminancia media  $L_m \geq 0,75$  (cd/m<sup>2</sup>)
- Uniformidad global  $U_o \geq 0,40$
- Uniformidad Longitudinal  $U_l \geq 0,60$
- Incremento Umbral  $TI \leq 15 \%$
- Relación entorno  $SR \geq 0,50$

Los niveles de iluminación para carreteras locales en áreas rurales y Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, con velocidades superiores a 30 km/h e inferiores a 60 km/h, tendrán los valores de referencia siguientes:

- Luminancia media  $L_m \geq 0,75$  (cd/m<sup>2</sup>)
- Uniformidad global  $U_o \geq 0,40$
- Uniformidad Longitudinal  $U_l \geq 0,50$
- Incremento Umbral  $TI \leq 15 \%$
- Relación entorno  $SR \geq 0,50$

Además de la iluminación de la rotonda el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos de 200 m en ambos sentidos.

Los niveles de iluminación para rotondas serán un 50% mayores que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

- Iluminancia media horizontal  $E_m \geq 40$  lux
- Uniformidad media  $U_m \geq 0,5$
- Deslumbramiento máximo  $GR \leq 45$

#### **5.6.10. Pasos de fauna**

Se dispone la implantación de pasos de fauna en el tramo de Chaco'í – Gral. Bruguez, con el fin de reducir el efecto barrera y la mortalidad de fauna por atropello durante el funcionamiento de la carretera.

Para la determinación de las características de los pasos faunísticos, se consultó el documento técnico "Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (Segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, Número 1". Editado por el por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España en el año 2015.

#### **5.6.10.1. Selección de la ubicación de los pasos de fauna**

La identificación de los puntos de la infraestructura que requieren la construcción de pasos de fauna se realizará en función del análisis de cuatro factores que, fundamentalmente, tratan de delimitar los tramos en los que los desplazamientos de fauna se solapan con los ejes viarios. Los factores a evaluar se indican a continuación.

1. Criterio de Humedales, en la zona del bajo Chaco, entre la progresiva 0+000 a la 6+000. En esta zona se adecuarán la zona de puentes, así como un sector de alcantarillas;
2. Paleocauces, donde se tienen zonas de vegetación palustre, coincidente con los cauces de aguas temporales;
3. Relevamiento de Campo, mediante observación directa e indirecta, evidenciados la presencia de animales, cadáveres y rastros/huellas propiamente

Basados en estos tres criterios, se ha definido la necesidad de adecuar estos pasos de agua, en al menos diez (10) lugares a ser confirmados con el diseño final de ingeniería.

- Puente en la zona de humedales cercano a Chaco'í, de la microcuenca del río Confuso'í;
- Una alcantarilla en la zona entre Progresiva 0+000 y 6+000;
- Dos alcantarillas ubicadas entre las progresivas 16+000 y la 20+000
- Una en la zona del río Negro en la progresiva 32+600
- Una en zona de paleocauces, a definir;
- Una en la zona ubicada entre las progresivas 75+000 y 77+000;
- Una en la zona de las progresivas 106+000 y 110+000
- Una en el tramo final del proyecto, progresiva 148+800 en la zona del brazo norte del río Pilcomayo;
- Otro a ser propuesto por el contratista, fundados en estudios previos.

#### **5.6.10.2. Drenaje adaptado para animales terrestres.**

La adaptación de obras de drenaje es un sistema eficaz para facilitar el paso de vertebrados de pequeño y mediano tamaño (particularmente de mamíferos), ya que coinciden con vaguadas o fondos de valle que canalizan el desplazamiento de muchas especies. Además, en general, se trata de estructuras poco perturbadas por la presencia humana.

Se requieren pocas modificaciones para adaptar los drenajes al paso de fauna. Básicamente se trata de utilizar materiales adecuados (el acero corrugado no es compatible con el paso de fauna), construir banquetas laterales que se mantengan secas para evitar la inundación completa de la estructura y acondicionar adecuadamente las entradas.

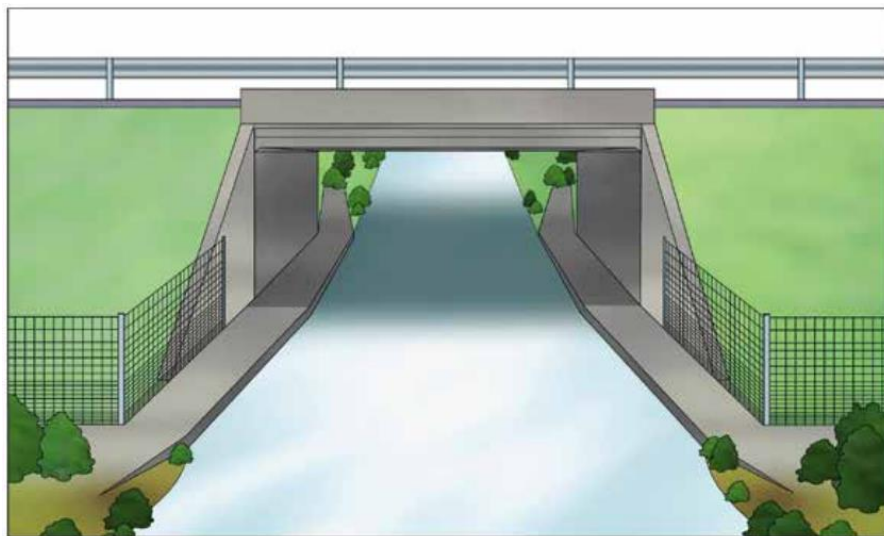
Las dimensiones de los drenajes se establecerán en función de los condicionantes hidráulicos. Para su adaptación al paso de fauna se seleccionarán drenajes con una sección mínima de 1,5 x 1,5 m.

En los lugares donde deban adaptarse las obras de drenaje como pasos de fauna deberá elevarse la rasante puntualmente, como se indican en los planos de detalle. Esta situación es debido a que la diferencia de nivel entre la rasante y el terreno natural es igual a 1,20 m, en promedio, y que las obras de drenaje en general presentan dimensiones de 1 x 1 m.

El diseño prevé además de la geometría, elementos complementarios, tales como: embudos y encauzadores, a ser constituidos de palmas o elementos verdes propios de la zona, de manera a minimizar el impacto visual de elementos contrastantes con el medio natural.

Se propone el uso de palmas de karanday (o material leñoso) propio del lugar, para la conformación del cerramiento encauzador. El muro de palmas-encauzador tendrá una extensión de 20,00 m paralelo a la vía, y se propone además que se realice la implantación de especies nativas propias del lugar de manera a fortalecer la barrera como un elemento natural del medio.

Se prevé que la base del paso se inunde completamente de manera permanente, o durante largos períodos de tiempo, por lo que se construirán dos plataformas o banquetas laterales, una a cada lado de la estructura, que se mantendrán secas, y con una adecuada conexión de sus accesos con el entorno del paso. En los drenajes compuestos de varias estructuras adosadas, las banquetas o plataformas deberán instalarse como mínimo en los laterales de las dos más externas.



*Figura 73. Esquema general de un drenaje adaptado para animales terrestres.*

*Fuente: Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales.*

*Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España.*

## **6. PRECATASTRO**

El estudio de Precatastro está orientado a la identificación de las propiedades afectadas y a la evaluación del precio de adquisición del terreno necesario para la construcción de la obra, en aquellas zonas donde la misma se implanta fuera de la franja de dominio de las rutas existentes. Se evalúan las expropiaciones de terrenos y viviendas situados dentro de la franja de Dominio Público.

El desarrollo detallado del Estudio de Precatastro se encuentra en el *Anexo 11. Precatastro* y los planos catastrales se presentan en el *Documento N° 2; Planos 2.7.1. Planta General. Precatastro*

### **6.1. Datos de partida**

La información con la que se realizó el estudio de Pre-Catastro es la siguiente:

- Información de la web del Servicio Nacional de Catastro de Paraguay (<http://www.catastro.gov.py/>) de donde se ha obtenido el mapa catastral del área de estudio así como la información disponible de las propiedades (en formato .shp).
- Levantamiento cartográfico a escala 1:1.000 de una banda de terreno de 100 metros a cada lado del eje de la carretera en la que se han levantado los límites de las propiedades y alambrados existentes, edificaciones y otros elementos, líneas aéreas, obras de arte, etc.
- Ortofotografías aéreas georreferenciadas.
- Eje del Trazado de la carretera.
- Franja de Dominio Público de la carretera.
- Relevamiento de información en campo de los datos no existentes en el SNC:
  - Nombre del propietario u ocupante.
  - Número de Cédula de Identidad.
  - Mejoras existentes construidas, tipos de mejoras, tipos de material.
  - Precios de los terrenos y las mejoras.
- Relevamiento de información en campo facilitada por las Municipalidades.

## 6.2. Metodología de cálculo para valor homogeneizado

En lo que respecta a los valores de mercado de las propiedades, hay que reseñar que el Proyecto se encuentra en el marco de la *“Ley Nº 5389/15, que establece el procedimiento para la expropiación e indemnización de inmuebles comprendidos en las áreas destinadas a la franja de dominio público de obras de infraestructura a cargo del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) y declara de Utilidad Pública y expropia a favor del Estado Paraguayo (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones) varios inmuebles afectados por dicha condición”*.

Según esta Ley, y en concreto en el artículo 18, se establece el pago del 10% adicional sobre el avalúo final para los afectados que acepten la tasación de su inmueble y firme la constancia de conformidad. En concreto, el artículo especifica que:

*“Cuando el propietario afectado manifieste su conformidad con el monto de la avaluación practicada por el Departamento de Avalúo, o con la reconsideración resuelta por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), el precio total se incrementará en un 10% (diez por ciento) del valor indemnizatorio fijado.”*

Además de este 10% que especifica la Ley, se adoptó un 3% en concepto de transferencia del inmueble.

En resumen, a los Valores Homogeneizados de terrenos calculados de acuerdo a la zonificación y al factor de área (homologados por el Departamento de Avalúo Oficial) se les aplica un incremento del 13% y a los valores de las mejoras edilicias y agroforestales se le aplica un incremento del 10% que especifica la Ley, de acuerdo tanto a la normativa en materia de expropiaciones como a los criterios e indicaciones mantenidos de los contactos con el MOPC. El resultado será un Valor Homogeneizado final, que resultará de la suma de los valores incrementados, por un lado, de los terrenos, y por el otro, de las mejoras.

La metodología empleada para los cálculos es el método comparativo directo de antecedentes. Para ello se utiliza la planilla de homogeneización donde recaban las referencias a ser utilizadas, utilizando la fórmula de factor área.

### 6.3. Propiedades afectadas

El Manual de Carreteras del Paraguay recomienda una franja de dominio según el tipo de red y categoría de la misma. Para el presente proyecto se ha adoptado las recomendaciones del Manual, obteniendo las siguientes dimensiones:

Franja de Dominio			
Eje	Progresiva	Anchura	Obs.
Tronco principal. Eje 1	0+000 a 2+500	25 m.	
	2+500 a 5+000	50 m.	
	5+000 a 5+750	40 m.	
	5+750 a 8+380	50 m.	
	8+380 a 9+540	40 m.	
	9+540 a 14+900	50 m.	
	14+900 a 15+100	140 m.	Puesto de Pesaje Fijo
	15+100 a 160+000	50 m.	
Acceso a Ninfa	0+000 a 2+600	25 m.	
Eje Urbano Gral. Bruguez 01	0+000 a 1+620	30m.	
	1+620 a 1+820	25m.	
Eje Urbano Gral. Bruguez 02	0+000 a 0+880	25 m.	
	0+880 a 1+100	30 m.	
	1+100 a 1+870	25 m.	
Eje Urbano Gral. Bruguez 03	0+000 a 0+260	25 m.	
	0+260 a 0+780	30 m.	
	0+780 a 0+820	25 m.	
Eje Urbano Gral. Bruguez 04	0+000 a 0+780	25 m.	

Tabla 31. Ancho de Franja de Dominio Adoptada

Fuente: Elaboración propia

Se identificaron un total de 248 afectados a lo largo del desarrollo del proyecto vial (exceptuando la localidad de Ninfa). Cabe mencionar que desde la progresiva 6+250 al 6+430 las afectaciones están incluidas en el “Proyecto de rehabilitación y duplicación del tramo Remanso Ruta N° 9 (Vista Alegre – Puerto Falcon).

Las consideraciones adoptadas y la planilla detallada de afectados indicando las progresivas, propietarios y superficie afectada se encuentra en el *Anexo 11. Precatastro*.

#### 6.4. Pre-Avalúo de Terrenos

El Proyecto de pavimentación de la Ruta Nacional PY12 , Tramo “Chaco’í – Triangulo – Gral. Briguez y Accesos” se encuentra dentro del Departamento de Presidente Hayes, afectando en su trazado zonas rurales y zonas urbanas.

Para la determinación de los precios a ser considerados para el pre avalúo de las propiedades a ser afectadas por las obras necesarias, se realizaron las siguientes consideraciones.

Con el propósito de conformar una homogeneización de antecedentes para las fracciones de lotes afectados en las distintas zonas, preliminarmente se realizó una sectorización en los siguientes 4 tramos

- Zona Sub-Urbana Chaco’í: PK 0+000 a PK 5+300
- Zona Urbana Puerto Falcon: PK 5+300 a PK 10+000
- Zona Rural Puerto Falcon a Colonia Ninfa: PK 10+000 a PK 120+000
- Zona Rural Colonia Ninfa a acceso a Gral. Briguez: PK 120+000 a PK 161+800

Seguidamente se acompaña una tabla en la que se resumen los valores totales del Precatastro de la Ruta

Valores Homogeneizados	
<b>TOTAL</b>	<b>Gs. 16.335.491.504</b>

Tabla 32. Valor total Precatastro.

Fuente: Elaboración propia

## 7. PLAN DE OBRAS

Esta planificación consiste en una discriminación de la obra en distintos niveles, que luego servirán para el seguimiento de la obra ejecutada en el tiempo.

La obra se ejecutará en 18 tramos, de acuerdo con la siguiente tabla:

CONSTRUCCIÓN DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO “CHACO’Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ” Y ACCESOS			
Tramos terminados y utilizables	Longitud (km)	Progresivas	
		Inicio	Fin
Tramo 1+ Puente P.K. 4+300	6,37	0+000	6+370
Tramo 2	3,63	6+370	10+000
Tramo 3	4,60	10+000	14+600
Tramo 4	5,40	14+600	20+000
Tramo 5	10,00	20+000	30+000
Tramo 6 + Puente P.K. 32+600	10,00	30+000	40+000
Tramo 7	10,00	40+000	50+000
Tramo 8	10,00	50+000	60+000
Tramo 9	10,00	60+000	70+000
Tramo 10	10,00	70+000	80+000
Tramo 11	10,00	80+000	90+000
Tramo 12	10,00	90+000	100+000
Tramo 13 + Acceso Ninfa	10,00 + 2,63	100+000	110+000
Tramo 14	10,00	110+000	120+000
Tramo 15	10,00	120+000	130+000
Tramo 16	10,00	130+000	140+000
Tramo 17 + Puente PK 148+800	10,00	140+000	150+000
Tramo 18 + Accesos a General Bruguez	10,005+5,48	150+000	160+005
<b>TOTAL</b>	<b>168,115</b>		

Tabla 33. Tramificación de la obra

Fuente: Elaboración propia

Las duraciones estimadas y las características de la obra dan como resultado un plan de trabajo representado gráficamente en el diagrama de Gantt que se presenta a continuación. La duración de la obra será de TREINTA Y SEIS (36) MESES para la obra según este cronograma.

CRONOGRAMA SIMPLIFICADO																																						
	LONGITUD (Km)	DURACIÓN (Meses)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
TRAMO 1	6,37	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																								
TRAMO 2	3,63	6	1	2	3	4	5	6																														
TRAMO 3	4,60	6		1	2	3	4	5	6																													
TRAMO 4	5,40	6			1	2	3	4	5	6																												
TRAMO 5	10,00	12				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																					
TRAMO 6	10,00	15				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																		
TRAMO 7	10,00	12					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																				
TRAMO 8	10,00	12									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
TRAMO 9	10,00	12										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
TRAMO 10	10,00	12											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
TRAMO 11	10,00	12												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
TRAMO 12	10,00	12													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
TRAMO 13	10,00 + 2,63	12														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
TRAMO 14	10,00	12															1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
TRAMO 15	10,00	12																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
TRAMO 16	10,00	12																		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
TRAMO 17	10,00	15																			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
TRAMO 18	10,005+5,48	13																				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				

Figura 74. Cronograma simplificado del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del plan de obras se han tenido en cuenta el diseño y el procedimiento constructivo contemplado en el documento Planos del proyecto, los cómputos métricos y análisis de costos, y los procedimientos y especificaciones del proyecto.

Se menciona que el contenido del *Anexo 10. Plan de Obras*, es indicativo ya que la constructora adjudicada es la que tendrá la obligación de elaborar el mismo, previo a la ejecución de los trabajos y acorde a los medios y personal que haya ofertado en su propuesta.

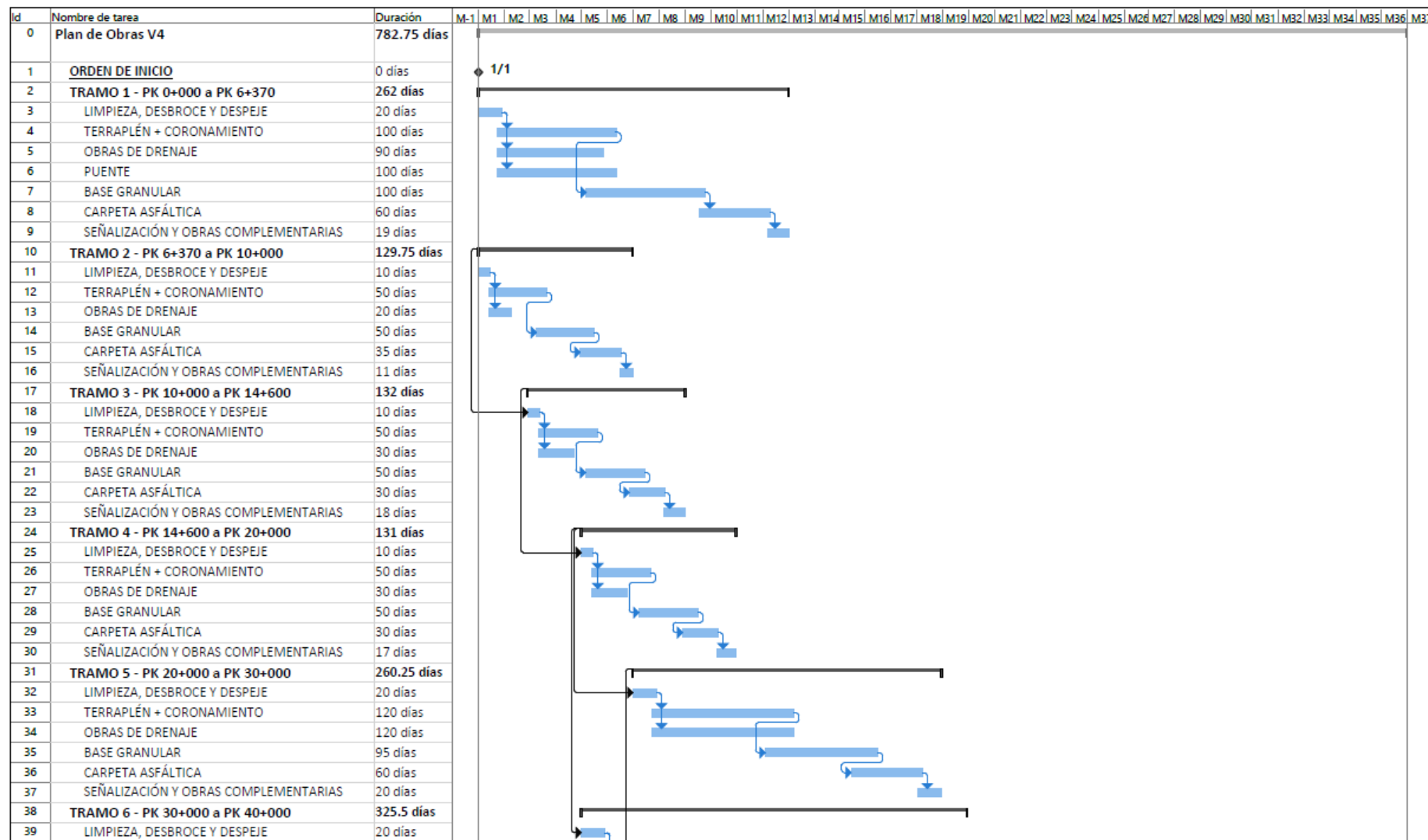


Figura 75. Cronograma del Proyecto (1/4)

## MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12

TRAMO "CHACO'Í - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"

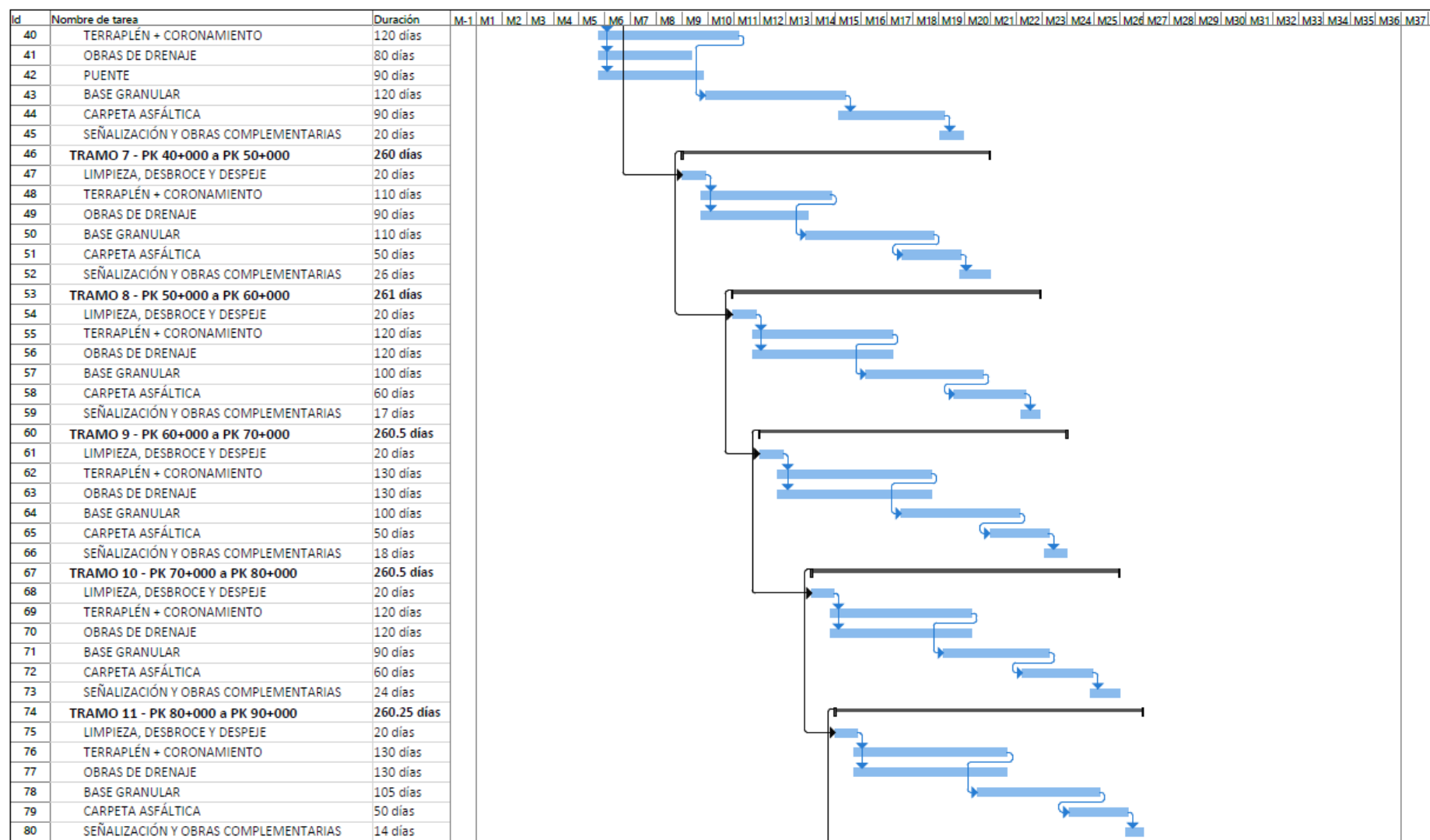


Figura 76. Cronograma del Proyecto (2/4)

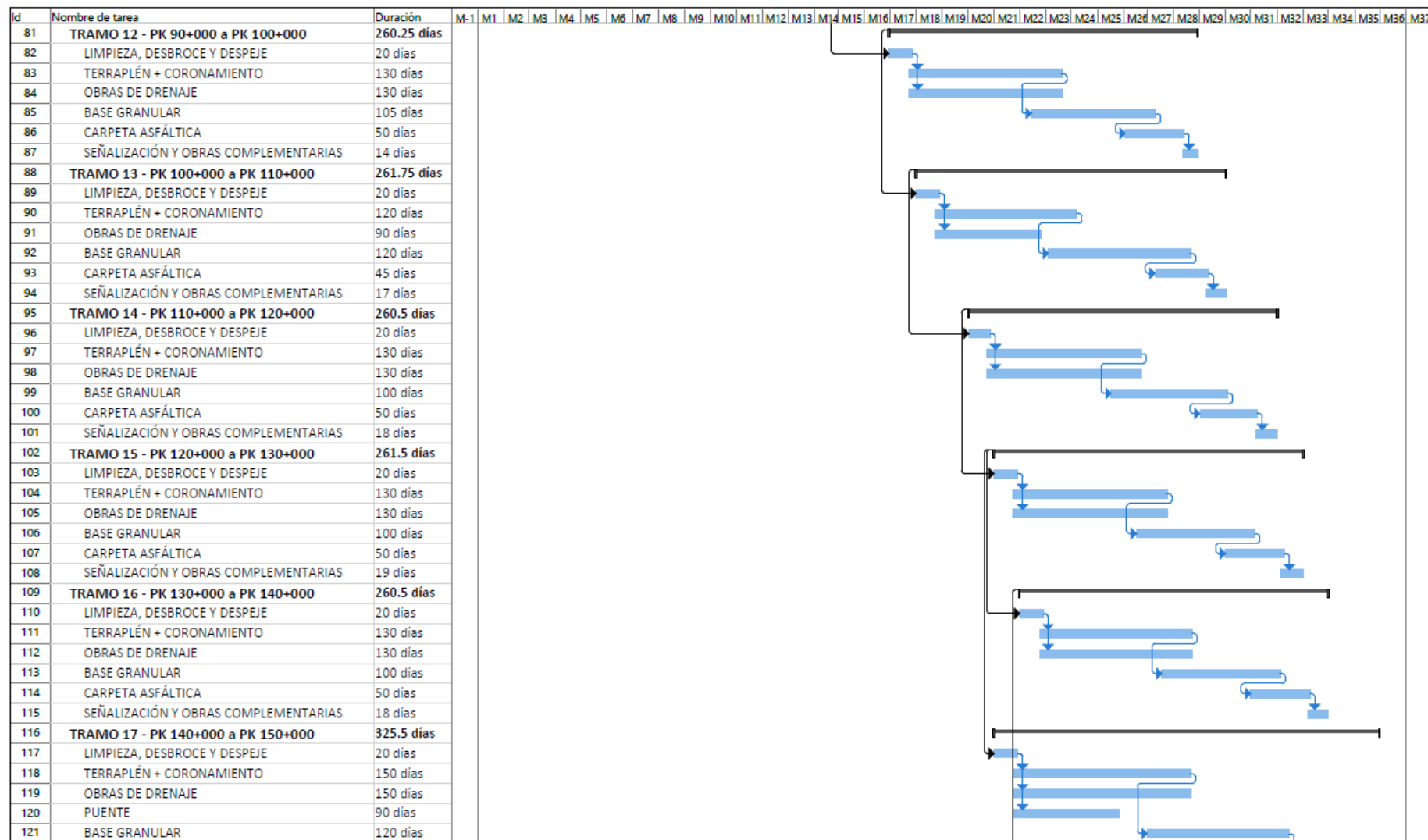


Figura 77. Cronograma del Proyecto (3/4)

PAG. 126 DE 129

## 8. CÓMPUTOS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE OBRAS

La suma de cálculos de todos los ítems conforma el presupuesto de inversión para las obras.

Aplicando a los cálculos actualizados los precios unitarios se obtiene el presupuesto actualizado.

El presupuesto de inversión se presenta en Guaraníes.

Las mediciones auxiliares, el análisis de precios unitarios, el desglose del presupuesto general se encuentra en el *Documento N°4. Cálculo y Presupuesto*.

A continuación, se presenta el resumen del presupuesto de las obras:

<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12</b>	
<b>CP021 MOVIMIENTO DE SUELOS .....</b>	<b>413.639.031.369</b>
<b>CP022 OBRAS DE DRENAJE Y PUENTES.....</b>	<b>100.026.291.407</b>
CP0221 DRENAJE TRANSVERSAL .....	36.683.565.682
CP0222 DRENAJE LONGITUDINAL.....	27.487.445.594
CP0223 PUENTE PK 4+258 S/RIO CONFUSO'1 .....	8.617.201.449
CP0224 PUENTE PK 32+480 S/ RIO NEGRO .....	14.590.678.777
CP0225 PUENTE PK 148+772 S/BRAZO NORTE RÍO PICOMAYO.....	12.647.399.905
<b>CP023 PAQUETE ESTRUCTURAL.....</b>	<b>467.578.898.087</b>
<b>CP024 OBRAS COMPLEMENTARIAS Y EQUIPAMIENTOS.....</b>	<b>210.242.649.803</b>
CP0241 ALAMBRADOS.....	10.238.565.500
CP0242 SEÑALIZACIÓN .....	12.179.564.723
CP0243 BARANDAS Y PRETILES .....	6.516.550.296
CP0244 PUESTOS DE CONTEO .....	193.800.944
CP0245 DARSENAS DE BUSES .....	189.585.578
CP0246 DARSENAS PESAJES MOVILES .....	216.856.243
CP0247 PEAJES Y PESAJE FIJO .....	10.360.557.962
CP0248 PROTECCIÓN VEGETAL .....	25.187.059.089
CP0249 SITUACIONES PROVISIONALES.....	131.895.194.042
CP0250 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	4.891.472.506
CP0251 PASOS DE FAUNA .....	2.142.610.630
CP0252 VEREDAS .....	6.230.832.290
<b>CP025 REPOSICIONES DE SERVICIO PÚBLICO .....</b>	<b>11.628.612.821</b>
<b>CP026 MOVILIZACIÓN.....</b>	<b>36.093.464.505</b>
<b>TOTAL DE INVERSIÓN EN OBRAS</b>	<b>Gs. 1.239.208.947.992</b>

Tabla 34. Presupuesto de la obra

Fuente: Elaboración propia

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN BILLÓN DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS OCHO MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y DOS GUARANÍES.

## **9. CONTENIDO DEL PRESENTE PROYECTO**

El presente proyecto se compone de los siguientes documentos:

- DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEXOS
  - Memoria descriptiva y justificativa de la solución
  - Anexo 00: Antecedentes
  - Anexo 01: Cartografía y topografía
  - Anexo 02: Geología, geotecnia y estudio de materiales
  - Anexo 03: Hidrología e hidráulica
  - Anexo 04: Trazado y movimiento de tierras
  - Anexo 05: Estudios de tránsito
  - Anexo 06: Estudio de pavimentos
  - Anexo 07: Diseño de puentes
  - Anexo 08: Señalización y balizamiento
  - Anexo 09: Obras complementarias
  - Anexo 10: Plan de obras
  - Anexo 11: Estudio de Precatastro
  - Anexo 12: Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP)
- DOCUMENTO N° 2: ATLAS DE PLANOS
- DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- DOCUMENTO N° 4: COMPUTO Y PRESUPUESTO
- DOCUMENTO N° 5: CONTROL DE CALIDAD

## 10. CONCLUSIÓN

El presente proyecto define todas las actuaciones necesarias para la licitación de las obras de Pavimentación de la Ruta Nacional PY12, tramo “Chaco’í – Triángulo – Gral. Briguez y Accesos”

El tramo de estudio se inicia en Chaco’í, junto a la margen norte del Río Paraguay, y finaliza en General Briguez, con una longitud aproximada de 168 km, incluyendo los accesos.

El proyecto se ha estructurado en los siguientes cinco documentos:

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEXOS
- DOCUMENTO Nº 2: ATLAS DE PLANOS
- DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- DOCUMENTO Nº 4: COMPUTO Y PRESUPUESTO
- DOCUMENTO Nº 5: CONTROL DE CALIDAD

El presente documento constituye **la memoria descriptiva y justificativa** del Proyecto de Pavimentación de la Ruta Nacional PY12, tramo “Chaco’í – Triángulo – Gral. Briguez y Accesos”

- El apartado 1 contiene una introducción, el apartado 2 los antecedentes del proyecto y el apartado 3 la descripción del camino existente.
- En el apartado 4 se explican los diferentes Estudios realizados a lo largo del desarrollo del proyecto. Por su parte los estudios completos se presentan en Anexos independientes para una mejor organización y seguimiento de la documentación.
- En el apartado 5 se incluyen los diferentes Diseños que componen la solución. La información completa de cada uno se presenta en anexos independientes.
- En el apartado 6 se incluyen los estudios de Precatastro
- El apartado 7 se presenta el plan de obra en el que se muestra la duración prevista de la obra y el camino crítico.
- En el apartado 8 lo relativo a cálculos y presupuestos.
- En el apartado 9 se incluye un resumen con el contenido del proyecto.
- El documento finaliza con el presente apartado 10 conclusión.

De este modo se considera que la Memoria del Proyecto es completa, contiene la descripción y justificación de las soluciones técnicas adoptadas para el proyecto, y se presenta para su aprobación

REPUBLICA DEL PARAGUAY

**INFORME DE REVISIÓN  
SEGUNDA ENTREGA**

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA  
DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO  
CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y  
ACCESOS**



TETÁ REMBIAPO  
HA MARANDU  
Motenondcha  
  
Ministerio  
OBRAS PÚBLICAS  
Y COMUNICACIONES



*Paraguay  
de la gente*

JUNIO 2020

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## **CONTENIDO**

1	OBJETO.....	6
2	ANTECEDENTES .....	6
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
	3.1 UBICACIÓN .....	6
	3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAZADO.....	7
	3.3 TRÁNSITOS MEDIOS DIARIOS ANUALES POR TRAMO.....	9
	3.4 SECCIONES TIPO .....	9
	3.5 PRESUPUESTO E ÍTEMS DE MAYOR INCIDENCIA.....	12
4	DATOS DE LICITACIÓN .....	13
5	NORMATIVA APLICABLE.....	14
	5.1 NORMAS NACIONALES.....	14
	5.2 NORMAS INTERNACIONALES DE REFERENCIA.....	15
6	REQUERIMIENTOS DEL PLIEGO PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO .....	16
7	CONTENIDO DE LA ENTREGA .....	20
8	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS .....	23
9	ANÁLISIS REALIZADO .....	24
	9.1 TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO.....	24
	9.2 ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS .....	26
	9.3 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS .....	28
	9.4 ESTUDIO DE TRÁNSITO .....	29
	9.5 DISEÑO GEOMÉTRICO .....	30
	9.6 MOVIMIENTO DE SUELOS.....	35
	9.7 DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	36
	9.8 DISEÑO HIDRÁULICO .....	37
	9.9 DISEÑO DE PUENTES.....	40
	9.10 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	43
	9.11 PRECATASTRO.....	47
	9.12 PLAN DE OBRAS.....	49
	9.13 CÓMPUTOS, COSTOS Y PRESUPUESTO DE OBRA .....	50
10	ACCIONES DE CONSULTORÍA PARA REVISIÓN DE PROYECTO .....	52
11	HALLAZGOS DE LA CONSULTORÍA .....	53
	11.1 TAPADAS DE ALCANTARILLAS.....	53
	11.2 SECCIONES DE ALCANTARILLAS .....	53
	11.3 TASAS DE CRECIMIENTO VEHÍCULOS PESADOS .....	54
	11.4 REDUCCIÓN ANCHO DE BANQUINAS .....	54
	11.5 MODIFICACIÓN OBRA BÁSICA DE PROYECTO.....	56
	11.6 AJUSTE DE PECIOS UNITARIOS.....	59

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

12	COMENTARIOS FINALES .....	60
12.1	RESULTADOS .....	61
13	INFORMACIÓN REQUERIDA PARA OPTIMIZACIÓN DEL PROYECTO .....	62

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	Tramos de proyecto.....	8
Tabla 2.	Tránsitos medios anuales existentes, año 2019 .....	9
Tabla 3.	Paquetes estructurales de proyecto .....	10
Tabla 4.	Presupuesto e ítems de mayor incidencia .....	12
Tabla 5.	Resumen datos de licitación.....	14
Tabla 6.	Análisis PBC Topografía y replanteo .....	24
Tabla 7.	Análisis MCP Topografía y replanteo.....	25
Tabla 8.	Análisis Criterios de diseño Topografía y replanteo .....	25
Tabla 9.	Análisis PBC Estudios geológicos y geotécnicos.....	26
Tabla 10.	Análisis MCP Estudios geológicos y geotécnicos .....	26
Tabla 11.	Análisis Criterios de diseño Estudios geológicos y geotécnicos .....	27
Tabla 12.	Análisis PBC Estudios hidrológicos .....	28
Tabla 13.	Análisis MCP Estudios hidrológicos .....	28
Tabla 14.	Análisis Criterios de diseño Estudios hidrológicos .....	28
Tabla 15.	Análisis PBC Estudio de tránsito .....	29
Tabla 16.	Análisis MCP Estudio de tránsito .....	29
Tabla 17.	Análisis Criterios de diseño Estudio de tránsito .....	29
Tabla 18.	Análisis PBC Diseño geométrico.....	33
Tabla 19.	Análisis MCP Diseño geométrico .....	33
Tabla 20.	Análisis Criterios de diseño Diseño geométrico .....	34
Tabla 21.	Análisis PBC Trazado y movimiento de tierras .....	35
Tabla 22.	Análisis MCP Trazado y movimiento de tierras .....	35
Tabla 23.	Análisis Criterios de diseño Trazado y movimiento de tierras .....	35
Tabla 24.	Análisis PBC Diseño de pavimentos.....	36
Tabla 25.	Análisis MCP Diseño de pavimentos .....	36
Tabla 26.	Análisis Criterios de diseño Diseño de pavimentos .....	36
Tabla 27.	Análisis PBC Diseño hidráulico.....	38
Tabla 28.	Análisis MCP Diseño hidráulico .....	38
Tabla 29.	Análisis Criterios de diseño Diseño hidráulico .....	39
Tabla 30.	Análisis PBC Diseño de puentes.....	41
Tabla 31.	Análisis MCP Diseño de puentes .....	41
Tabla 32.	Análisis Criterios de diseño Diseño de puentes .....	42
Tabla 33.	Análisis PBC Obras complementarias.....	46
Tabla 34.	Análisis MCP Obras complementarias .....	46
Tabla 35.	Análisis Criterio de diseño Obras complementarias.....	46
Tabla 36.	Análisis PBC Precatastro.....	48
Tabla 37.	Análisis MCP Precatastro .....	48

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Tabla 38.	Análisis Criterio de diseño Precatastro .....	48
Tabla 39.	Análisis PBC Plan de obras.....	49
Tabla 40.	Análisis MCP Plan de obras .....	49
Tabla 41.	Análisis Criterio de diseño Plan de obras.....	49
Tabla 42.	Análisis PBC Cómputos, costos y presupuesto de obra.....	50
Tabla 43.	Análisis MCP Cómputos, costos y presupuesto de obra .....	50
Tabla 44.	Análisis Criterios de diseño Computo métrico .....	51
Tabla 45.	Ejes equivalentes AASHTO / Ejes admisibles SHELL, por tramo de análisis .....	54
Tabla 46.	Análisis reducción de cantidades por reducción de ancho de banquetas.....	56
Tabla 47.	Variación montos de proyecto por reducción de ancho de banquetas .....	56
Tabla 48.	Análisis reducción de cantidades por modificación de obra básica de proyecto ...	58
Tabla 49.	Variación montos de proyecto por modificación de obra básica de proyecto .....	59
Tabla 50.	Variación montos de proyecto por ajuste de precios unitarios .....	59
Tabla 51.	Comparativa resultados posibles ajustes de proyecto .....	61

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Ubicación de proyecto .....	6
Figura 2 – Traza existente, PK 17+350.....	7
Figura 3 – Traza existente, PK 70+300.....	7
Figura 4 – Puente sobre el Río Negro PK 32+400, traza existente .....	7
Figura 5 – Tramos de proyecto.....	9
Figura 6 – Sección tipo de obra básica y estructura de pavimento, calzada principal .....	10
Figura 7 – Sección tipo de obra básica y estructura de pavimento, Gral. Bruguez .....	11
Figura 8 – Sección tipo de obra básica y estructura de pavimento, Ninfa .....	11
Figura 9 – Alcantarilla celular simple .....	53
Figura 10 – Alcantarilla celular doble.....	53
Figura 11 – Perfil tipo de Obra básica y estructura de pavimento propuesto por MOPC .....	57

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 1 OBJETO

El presente informe tiene como objeto el análisis y revisión de la primera entrega del PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12, EN EL TRAMO: CHACO Í – TRIANGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS, elaborado por la empresa IDOM en Noviembre de 2019.

## 2 ANTECEDENTES

La documentación empleada como antecedente para la elaboración del análisis y revisión se se detalla a continuación:

- **Primera entrega del Proyecto** de pavimentación asfáltica de la ruta nacional PY12 Tramo ChacoÍ – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos. Sobre la totalidad de la documentación técnica (IDOM, Noviembre 2019).
- **Pliego de bases y condiciones**, Llamado MOPC N° /2019 – “Licitación Pública Internacional para Diseño y Construcción de la pavimentación asfáltica de la ruta: Ruta Nacional PY12 Tramo ChacoÍ – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos, con financiamiento bajo el régimen de la Ley N° 1.302/1.998 que establece modalidades y condiciones especiales y complementarias a la Ley N° 1.045/1.983 que establece el régimen de obras públicas, modificada por la ley n° 5074/2013, sus modificatorias y reglamentaciones”.
- **Revisión y Actualización del Proyecto de la Ruta N°12 Vicepresidente Sánchez. Tramo: Chaco í – Triángulo – General Bruguez**, realizado por la empresa CAEM en Noviembre de 2011.

## 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 3.1 Ubicación

La traza del proyecto se desarrolla en los Distritos de Villa Hayes, José Falcón y General José María Bruguez del Departamento Presidente Hayes. Y vincula a Teniente Esteban Martínez, Benjamín Aceval, José Falcón y General Bruguez desde el punto de vista territorial y de conectividad.

A continuación se expone una imagen general de ubicación del proyecto.



Figura 1 – Ubicación de proyecto

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 3.2 Descripción general del trazado

### 3.2.1 Trazado existente

Las principales características del trazado existente incluyen:

- Ruta actual sin pavimentar en su mayoría, en general sin elevación respecto al terreno natural.
- Trazado en zona de llanura de inundación del Río Pilcomayo y el Río Paraguay.
- Tramo de 160,00 Km de longitud.
- Accesos a zonas urbanas:
  - Nínfa: 2,60 Km
  - Gral. Bruguez: 5,50 Km

Seguidamente se presentan imágenes representativas del trazado.



Figura 2 – Traza existente, PK 17+350



Figura 3 – Traza existente, PK 70+300



Figura 4 – Puente sobre el Río Negro PK 32+400, traza existente

### 3.2.2 Trazado proyectado

El Proyecto de Pavimentación de la Ruta Nacional PY12, tramo “Chacoí – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos comprende la ejecución de una carretera con pavimentación asfáltica, con dos carriles de 3,50 m de ancho, banquetas de 2,50 m y sobre ancho de plataforma (SAP) de 0,50 m a cada lado (en sectores donde aplique).

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Asimismo, se prevé también la ejecución de todas las obras de drenaje, puentes, señalización, colocación de barreras y pretiles en puentes, obras complementarias como: un puesto de peaje y pesaje fijo (Pr. 15+000), dársenas de pesaje para básculas móviles, paradas de bus, iluminación de algunos tramos, entre otras.

Las obras de drenaje transversal incluyen:

- Ejecución de nuevas alcantarillas celulares, en un total de 278 unidades a lo largo del tramo, contemplando un período de recurrencia de 25 años.
- Demolición de las alcantarillas existentes y el reemplazo por nuevas alcantarillas.
- Se proyecta la construcción de tres puentes a lo largo del trazado, empleando un período de recurrencia de 100 años, localizados en las progresivas:
  - Puente PK 4+300 sobre el Río Confuso-í. Longitud 100,00 m
  - Puente PK 32+600 sobre el Río Negro. Longitud 120,00 m
  - Puente PK 148+800 sobre el brazo Norte del río Pilcomayo. Longitud 120,00 m

### 3.2.3 Tramos de proyecto

El proyecto se divide en 5 tramos, comprendidos de la siguiente manera:

TRAMOS DE PROYECTO	
TRAMO 1	PK 0+000 a PK 2+520
TRAMO 2	PK 2+520 a PK 6+360
TRAMO 3	PK 6 +360 a PK 9+527
TRAMO 4	PK 9+527 a PK 144+300
TRAMO 5	PK 144+300 a PK 160+005

*Tabla 1. Tramos de proyecto*

Puede apreciarse a continuación una imagen en planta donde se divisan los tramos mencionados.

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ - TRIÁNGULO -  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS



Figura 5 - Tramos de proyecto

### 3.3 Tránsitos medios diarios anuales por tramo

Se exponen en la tabla siguiente los Tránsitos Medios Anuales medidos en el año 2019, incluyendo su composición.

TMDA Existente							
Tramo	Livianos		Ómnibus		Camiones		Total
Tramo 1	92,0%	469	0,0%	0	8,0%	42	511
Tramo 2	83,4%	1505	3,1%	57	13,5%	243	1805
Tramo 3	85,3%	706	0,7%	6	14,0%	116	828
Tramo 4	67,7%	90	3,0%	4	29,3%	39	133
Tramo 5	62,5%	50	0,0%	0	37,5%	30	80

Tabla 2. Tránsitos medios anuales existentes, año 2019

### 3.4 Secciones tipo

#### 3.4.1 Calzada principal

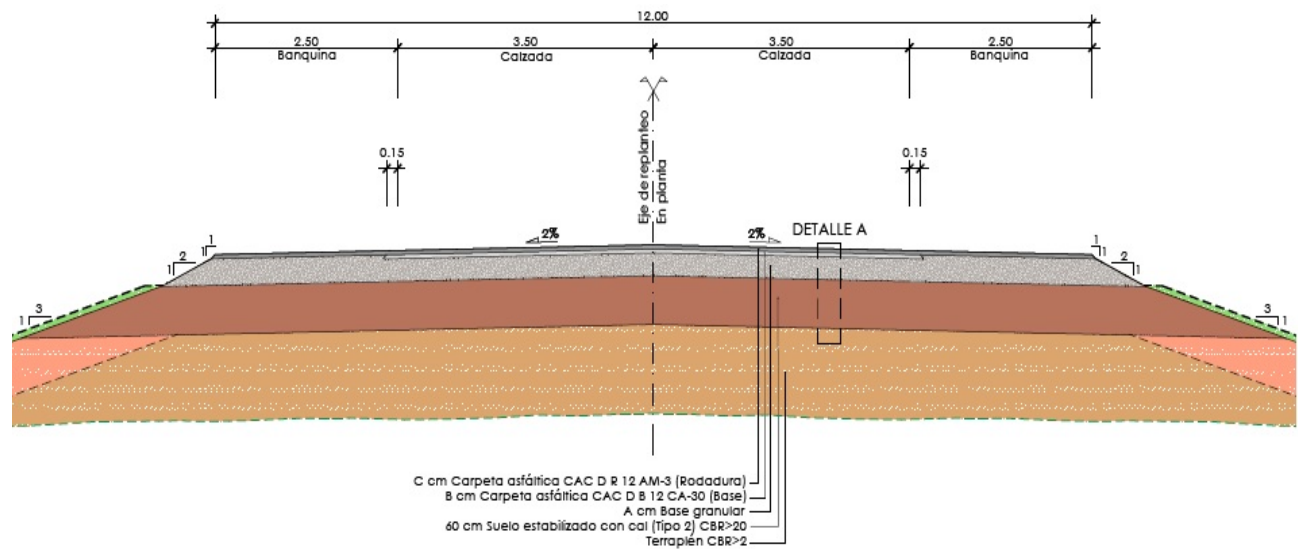
a) Características de la obra básica

- Ancho de calzada: 7,00 m (2 carriles 3,50m)
- Ancho de banquetas: 2,50 m

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

- Pendiente transversal: 2,00 %
- SAP 0,50 aplicable con defensa metálica
- Taludes 1:3

A continuación se expone la sección tipo de obra básica y estructura de pavimento correspondiente a la calzada principal de proyecto.



*Figura 6 – Sección tipo de obra básica y estructura de pavimento, calzada principal*

**b) Paquete estructural**

<b>Tramo 1:</b> Pavimento rígido: Vida útil 20 años	EE = 1.074.669	20.0 cm Concr hidráulico juntas Explanada
<b>Tramo 2:</b> Pavimento flexible: Vida útil 10 años	EE = 2.643.326	10.0 cm C.A. 28 cm BG (CBR 100 %) Explanada
<b>Tramo 3:</b> Pavimento flexible: Vida útil 10 años	EE = 1.302.406	9.0 cm C.A. 25 cm BG (CBR 100 %) Explanada
<b>Tramo 4:</b> Pavimento flexible: Vida útil 10 años	EE = 561.129	8.0 cm C.A. 22 cm BG (CBR 100 %) Explanada
<b>Tramo 5:</b> Pavimento flexible: Vida útil 10 años	EE = 323.932	8.0 cm C.A. 20 cm BG (CBR 100 %) Explanada
<b>Pesaje móvil:</b> Pavimento rígido: Vida útil 20 años	EE = 167.279	15.0 cm Concr hidráulico juntas 15 cm BG (CBR 100 %) Subras CBR 14 %

*Tabla 3. Paquetes estructurales de proyecto*

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í - TRIÁNGULO -  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

### 3.4.2 Accesos y zonas urbanas

Luego, se exponen las secciones tipo correspondientes a accesos y zonas urbanas de Gral. Bruguez y Ninfa.

#### a) Gral. Bruguez

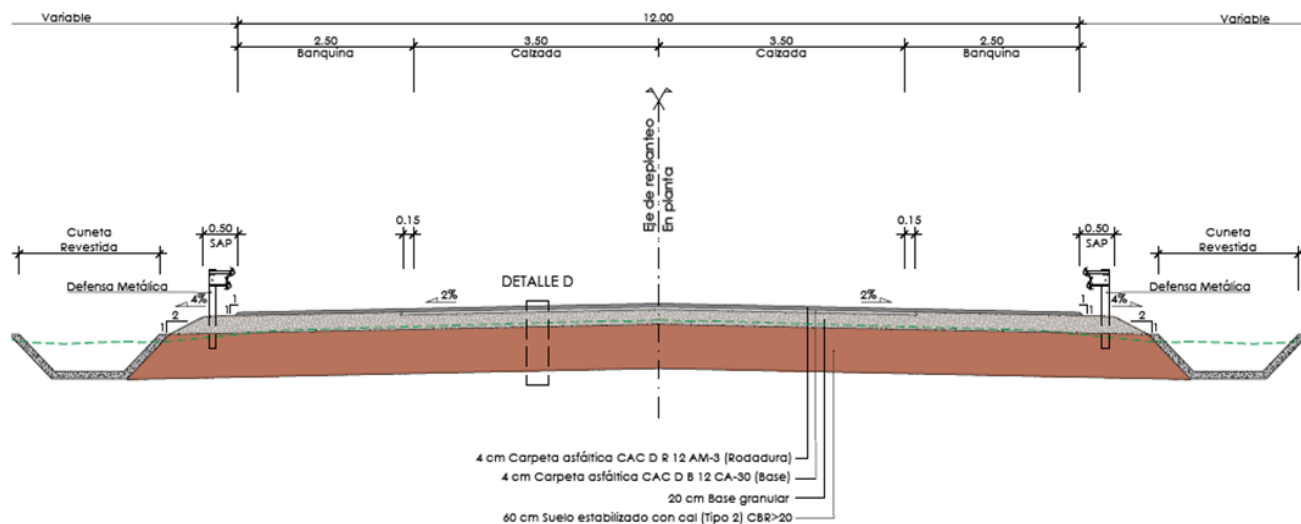


Figura 7 - Sección tipo de obra básica y estructura de pavimento, Gral. Bruguez

#### b) Ninfa

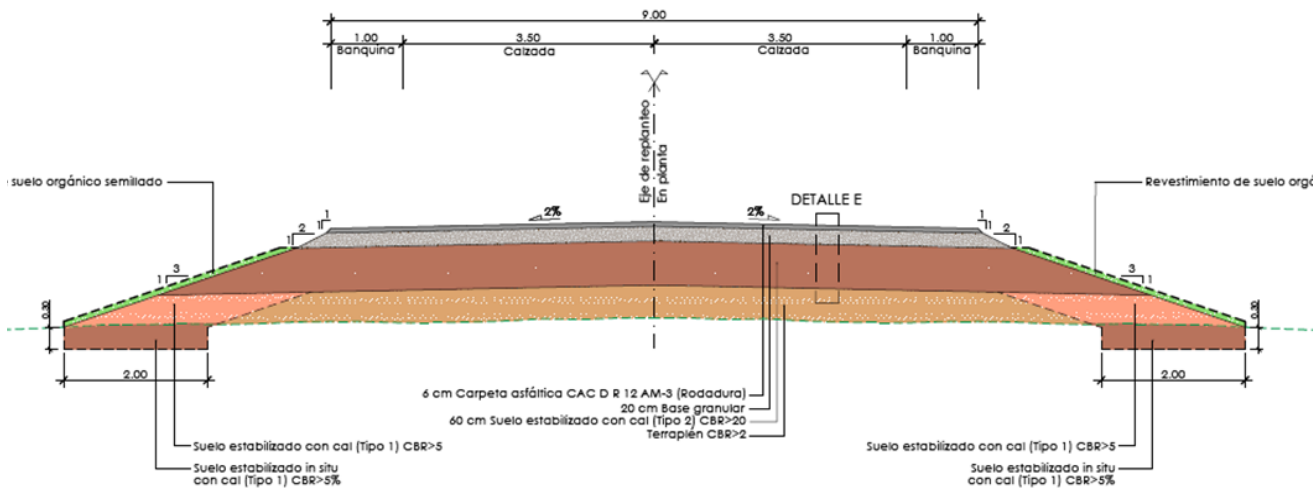


Figura 8 - Sección tipo de obra básica y estructura de pavimento, Ninfa

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

### 3.5 Presupuesto e ítems de mayor incidencia

Se presenta el presupuesto general del proyecto, incluyendo los porcentajes de incidencia sobre los ítems de mayor importancia.

<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA PY12</b>			
<b>CP021 MOVIMIENTO DE SUELOS .....</b>	<b>413.639.031.369</b>	<b>33,40%</b>	
<b>CP022 OBRAS DE DRENAJE Y PUENTES.....</b>	<b>100.026.291.407</b>	<b>8,10%</b>	
CP0221 DRENAJE TRANSVERSAL .....	36.683.565.682		
CP0222 DRENAJE LONGITUDINAL.....	27.487.445.594		
CP0223 PUENTE PK 4+258 S/RIO CONFUSO'I .....	8.617.201.449		
CP0224 PUENTE PK 32+480 S/ RIO NEGRO .....	14.590.678.777		
CP0225 PUENTE PK 148+772 S/BRAZO NORTE RÍO PICOMAYO.....	12.647.399.905		
<b>CP023 PAQUETE ESTRUCTURAL.....</b>	<b>467.578.898.087</b>	<b>37,70%</b>	
<b>CP024 OBRAS COMPLEMENTARIAS Y EQUIPAMIENTOS.....</b>	<b>210.242.649.803</b>	<b>17,00%</b>	
CP0241 ALAMBRADOS.....	10.238.565.500		
CP0242 SEÑALIZACIÓN .....	12.179.564.723		
CP0243 BARANDAS Y PRETILES .....	6.516.550.296		
CP0244 PUESTOS DE CONTEO .....	193.800.944		
CP0245 DARSENAS DE BUSES .....	189.585.578		
CP0246 DARSENAS PESAJES MOVILES .....	216.856.243		
CP0247 PEAJES Y PESAJE FIJO .....	10.360.557.962		
CP0248 PROTECCIÓN VEGETAL .....	25.187.059.089		
CP0249 SITUACIONES PROVISIONALES.....	131.895.194.042		
CP0250 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	4.891.472.506		
CP0251 PASOS DE FAUNA .....	2.142.610.630		
CP0252 VEREDAS .....	6.230.832.290		
<b>CP025 REPOSICIONES DE SERVICIO PÚBLICO .....</b>	<b>11.628.612.821</b>	<b>0,90%</b>	
<b>CP026 MOVILIZACIÓN.....</b>	<b>36.093.464.505</b>	<b>2,90%</b>	
<b>TOTAL DE INVERSIÓN EN OBRAS</b>		<b>Gs. 1.239.208.947.992</b>	

Tabla 4. Presupuesto e ítems de mayor incidencia

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 4 DATOS DE LICITACIÓN

<b>CONVOCANTE</b>	"MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES" - MOPC		
<b>DESCRIPCIÓN Y NUMERO DEL LLAMADO DE LICITACIÓN</b>	LLAMADO MOPC N° ____/19 LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LA CONTRATACIÓN DE EMPRESAS CONSTRUCTORA ESPECIALIZADAS EN OBRAS VIALES, PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA: RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS CON FINANCIAMIENTO BAJO EL RÉGIMEN DE LA LEY N°1302/1998 QUE ESTABLECE MODALIDADES Y CONDICIONES ESPECIALES Y COMPLEMENTARIAS A LA LEY N° 1045/1983 "QUE ESTABLECE EL RÉGIMEN DE OBRAS PÚBLICAS, MODIFICADA POR LA LEY N° 5074/2013, SUS MODIFICATORIAS Y REGLAMENTACIONES.		
<b>PLAZOS</b>	DISEÑO: Ciento veinte (120) días desde la firma del contrato.		
	CATASTRO Y PLAN DE ACCION SOCIAL: Doce (12) meses desde la firma del contrato.		
	EJECUCIÓN (DESDE LA EMISIÓN DE LA ORDEN DE INICIO DE LA OBRA)		
	<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD (Km.)</b>	<b>Mes de conclusión</b>
	Tramo 1: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 0+000 hasta 6+370 y puente en el Km. 4+300.	6,30	12
	Tramo 2: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 6+370 hasta 10+000.	3,56	6
	Tramo 3: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 10+000 hasta 14+930.	4,93	8
	Tramo 4: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 14+930 hasta 20+000 y puesto de Peaje y Pesaje.	5,07	10
	Tramo 5: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 20+000 hasta 30+000.	10,00	18
	Tramo 6: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 30+000 hasta 40+000 y puente en el Km. 32+600.	10,00	19
	Tramo 7: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 40+000 hasta 50+000.	10,00	20
	Tramo 8: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 50+000 hasta 60+000.	10,00	22
	Tramo 9: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 60+000 hasta 70+000.	10,00	23
	Tramo 10: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 70+000 hasta 80+000.	10,00	25
	Tramo 11: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 80+000 hasta 90+000.	10,00	25
	Tramo 12: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 90+000 hasta 100+000.	10,00	28

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

	Tramo 13: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 100+000 hasta 110+000.	10,00	29
	TRAMO	LONGITUD (Km.)	Mes de conclusión
	Tramo 14: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 110+000 hasta 120+000.	10,00	31
	Tramo 15: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 120+000 hasta 130+000.	10,00	32
	Tramo 16: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 130+000 hasta 140+000.	10,00	33
	Tramo 17: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 140+000 hasta 150+000 y puente en el Km. 148+800.	10,00	35
	Tramo 18: Pavimentación asfáltica de ruta desde progresiva 150+000 hasta 160+370.	10,37	36
<b>FINANCIAMIENTO</b>	Será por el cien por ciento (100%) del monto de la oferta.		

Tabla 5. Resumen datos de licitación

## 5 NORMATIVA APLICABLE

### 5.1 Normas Nacionales

La normativa nacional aplicable a la redacción del Diseño Final y para la ejecución de la obra es la siguiente:

- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 1. Planificación de proyectos viales (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 2. Impacto ambiental en carreteras (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 3. Diseño de carreteras (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 4. Diseño de drenaje de carreteras (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 5. Construcción de carreteras (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 6. Ensayos de materiales para construcción de carreteras (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 7. Mantenimiento y gestión de carreteras (MOPC, Paraguay).
- Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 8. Planos tipo (MOPC, Paraguay).
- Normas y Especificaciones Técnicas de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE).
- Manual de Puentes de Hormigón Estandarizado. MOPC.
- ETAGs.

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 5.2 Normas Internacionales de Referencia

La normativa internacional aplicable referencialmente a la redacción del Diseño Final y para la ejecución de la obra es la siguiente:

- Método AASHTO 93. (USA)
- Método SHELL.
- PG-3, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. (España)
- Recomendaciones para suelos estabilizados con cal, AOPJA Junta de Andalucía. (España)
- Normativa de ensayos AASHTO. (USA)
- Normativa de ensayos ASTM. (USA)
- Normativa de ensayos IRAM. (Argentina)
- Normativa de ensayos NLT. (España)
- Normativa de ensayos UNE-EN. (España, CE)
- Norma UNE EN 1317 Barreras y pretilas de protección. (España, CE)
- Standard Specifications for Highway Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.
- Instrucción sobre las Acciones en Puentes de Carretera (IAP-98).
- Instrucción de hormigón estructural, EHE (2008).
- Norma Española "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera" del Ministerio de Fomento.

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 6 REQUERIMIENTOS DEL PLIEGO PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO

En la Sección V: "Alcance del Contrato" del PBC se establecen las condiciones para el diseño, catastro, construcción y financiamiento de las obras.

Asimismo, se incluyen Términos de Referencia, donde se vuelcan los requerimientos de la documentación técnica que deberá integrar el mismo.

A continuación se indica lo definido en cuanto al alcance del contrato y términos de referencia:

### "Alcance del Contrato

*El alcance del contrato comprende el diseño final de ingeniería, catastro, construcción y financiamiento de las obras definidas en el Proyecto de Referencia de la Pavimentación de la Ruta Nacional PY12, tramo "Chaco'í – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos, de acuerdo con las especificaciones técnicas, términos referencia y el resto de las condiciones establecidas en el PBC del presente llamado.*

*Una vez aprobado el Diseño Final por la Contratante, el Contratista **ejecutará las obras con estricta sujeción al mismo y al cumplimiento de los alcances definidos en esta sección del pliego.***

***El Contratista será responsable de toda discrepancia, error u omisión en las especificaciones, planos y otros documentos técnicos que haya preparado, ya sea que dichas especificaciones, planos y otros documentos hayan sido aprobados o no por la Contratante.***

*Además, debe tenerse en cuenta que durante la fase de construcción se deberá mantener y garantizar el tránsito de usuarios a través del tramo, para lo cual el Contratista deberá adoptar las medidas de seguridad, construcción de desvíos y su mantenimiento, que sean necesarios. La condición anterior es independiente del tramo en el que se estén efectuando las obras, por lo que los trabajos de mantenimiento del camino deben extenderse a la totalidad de la longitud del tramo que comprende el contrato, en el plazo comprendido entre la fecha de la Orden de inicio de la obra, hasta la fecha de recepción definitiva del último tramo.*

### Términos de referencia

#### Descripción

*El Contratista deberá elaborar y entregar un Diseño Final de Ingeniería de las obras de Construcción de la Ruta Nacional PY12, tramo "Chaco'í – Cruce Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos*

*Dicho diseño estará basado fielmente en el Proyecto de Referencia facilitado por la Contratante como parte de la documentación del llamado a licitación (**Anexo I**) no admitiéndose cambios sobre los criterios y definiciones expresados en el mismo. El Contratista deberá desarrollar los aspectos señalados en los términos de referencia del presente documento, de forma que queden definidas todas las unidades en los documentos del proyecto y constituya un documento válido para la construcción del tramo adjudicado.*

*Los documentos que integrarán el diseño final son los siguientes:*

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

- **Memoria**, en la que se resuma el contenido del proyecto, justificación de la solución adoptada, condicionantes y parámetros de diseño.
- **Anexos a la memoria:**
  - Cartografía y topografía, en la que se describa el sistema de georreferencia utilizado, las bases de la poligonal y su comprobación. Se utilizará la cartografía del proyecto de referencia, completándola con todos los estudios topográficos de detalle que se consideren necesarios.
  - Geología, geotecnia y estudio de materiales. Se incluirá un perfil geológico de la traza y se analizarán e indicarán las procedencias de materiales tanto para su uso como suelo estabilizado con cal, como para las capas de firme (base granular y concreto asfáltico) como áridos para hormigones.
  - Hidrología e Hidráulica, en que se indiquen las cuencas que afectan a la traza, los caudales hidráulicos asociados, y la definición del sistema de drenaje de la ruta, tanto longitudinal como transversal.
  - Estudio de tránsito que defina los vehículos que discurren por el tramo objeto de estudio. Para así caracterizar las tipologías vehiculares y su proyección para el dimensionamiento de los firmes en el proyecto.
  - Trazado y movimiento de tierras, en el que se justifique el trazado, los parámetros utilizados tanto en planta como en alzado y se suministren los listados de todos los ejes. También debe contemplar los volúmenes de movimiento de tierras e incluir un diagrama de masas.
  - Diseño de pavimentos, en el que se justifique la estructura del firme, que deberá ser obligatoriamente la del Proyecto de Referencia.
  - Diseño de puentes: donde se detalle la tipología estructural de los puentes: hormigón armado, pretensado o postensado, tipo de tablero, pilas y cimentación, así como sistema constructivo. Se incluirá la prueba de carga de los puentes de acuerdo con la normativa internacional, se sugiere emplear la Norma Española "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera" del Ministerio de Fomento.
  - Identificación y reposición de los servicios afectados por el proyecto: líneas de transporte de energía eléctrica, comunicaciones, red de agua potable, saneamiento y alcantarillado, y cualquier otro servicio de carácter público o privado que sea interferido por el trazado del proyecto.
  - Medidas de seguridad, construcción de desvíos y su mantenimiento que el Contratista deberá adoptar, durante la fase de construcción, para mantener y garantizar el tránsito de usuarios a través del trazado completo del proyecto. Desde la fecha de la Orden de inicio de la obra, hasta la fecha de recepción definitiva del último tramo
  - Señalización y balizamiento, en el que se defina la señalización, horizontal, vertical, balizamiento y defensas. Barreras en puentes en el que se desarrolle y defina las barreras a instalar en los puentes de acuerdo con el criterio establecido en el Proyecto de Referencia.

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

- *Obras complementarias, en el que se definan los alambrados, accesos a propiedades colindantes y caminos y carreteras interceptados por la ruta objeto del diseño, casetas refugio de dársenas de buses, puestos de pesaje con báscula móvil y fija, protección de taludes y revegetación, puesto de peaje y sus obras accesorias (puesto de la Patrulla Caminera), y el proyecto de iluminación. En estas se incluyen además las obras complementarias vinculadas a pasos de fauna.*
- *Plan de Obra y Plan de Avance Físico-Financiero.*
- **Planos:**
  - *Planta de ubicación*
  - *Planta general*
  - *Planta de trazado*
  - *Perfiles longitudinales de todos los ejes del proyecto.*
  - *Secciones transversales*
  - *Secciones tipo*
  - *Proceso constructivo*
  - *Señalización transitoria durante la fase de obras*
  - *Accesos a la ruta*
  - *Planta de drenaje*
  - *Detalle de las obras de drenaje transversal*
  - *Detalle de drenaje longitudinal: cunetas, drenes, colectores, etc.*
  - *Planta, cortes y detalles de las estructuras (puentes)*
  - *Planta de señalización, balizamiento y defensas. Detalles*
  - *Planta de cerramientos y alambrados. Detalles*
  - *Puesto de pesaje con báscula móvil*
  - *Puesto fijo de pesaje*
  - *Puesto fijo de peaje*
  - *Protección vegetal*
  - *Iluminación*
  - *Servicios afectados*
- **Especificaciones Técnicas:** *Serán las incluidas en el Proyecto de Referencia, no pudiendo alterarse lo estipulado en las mismas. En caso de incluirse nuevos ítems durante la fase de diseño se deberán de elaborar las respectivas especificaciones técnicas, las cuales deberán de ser entregadas a la Fiscalización y al Supervisor de Obra para su verificación y posterior aprobación si corresponde.*
- **Presupuesto y cálculos métricos.** *Se incluirá justificación de mediciones y presupuesto por cada tramo terminado y utilizable. El presupuesto resultante del Diseño Final deberá coincidir con el "precio ofertado" establecido por el Contratista en su oferta para cada tramo. Para la elaboración del presupuesto el contratista adjudicado deberá de presentar los precios unitarios con su respectivo análisis para cada tramo, de acuerdo con el formulario 2.1 a de "Análisis de precios unitarios" que figura en la Sección IV del Pliego de Bases y Condiciones del llamado. En el caso que se requieran nuevos ítems, la determinación de los precios unitarios de los mismos deberá realizarse conforme a la composición de los precios del resto de ítems presentados con el diseño*

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

*final, para cada tramo. De no poder deducirse en base a la composición de los precios de los ítems presentados, el contratista presentará el análisis de precio unitario el cual estará sujeto a la aprobación de la administración contratante. Esto servirá al solo efecto de determinar la incidencia en el porcentaje de avance, sin afectar a los montos globales ofertados.*

- **Plan de Inspección y Pruebas:** Deberá estar basado en el incluido en el Proyecto de Referencia. No se permitirá alteración de frecuencias de ensayos ni de especificaciones para la aceptación de los lotes ensayados.
- **Catastro.”**

Luego, se establecen normativas aplicables (Ver apartado 4 del presente informe), alcances y parámetros de diseño, condiciones para relevamiento topográfico y replanteo, capas estructurales de pavimento, drenaje, diseño de puentes, señalización y balizamiento, obras complementarias, etc.

Asimismo, se prevén consideraciones ambientales que contemplan la incorporación al diseño de lo volcado en las Especificaciones Técnicas Ambientales Generales del MOPC (ETAGs), así como las definidas en los Programas del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) que deriva del estudio de Impacto Ambiental preliminar (EIAp).

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 7 CONTENIDO DE LA ENTREGA

El Contratista ha presentado la primera entrega del diseño de ingeniería, compuesto por la siguiente documentación técnica:

- a) Memoria descriptiva y justificativa de la solución. Anexos.
- b) Planos

### Índice

#### 1. Generales

- Plano de situación
- Plano de conjunto
- Planta de conjunto sobre ortofotos
- Planta general sobre ortofotos

#### 2. Trazado y movimiento de tierras

- Planialtimetría. Planta y perfil longitudinal

Tronco principal – Eje 1

Acceso a Nanawa – Eje 6

Acceso a Ninfa – Eje 7

Cruce Triángulo – Eje 8

Rotonda acceso a Gral. Briguez – Eje 9

Eje urbano Gral. Briguez 01 – Eje 13

Eje urbano Gral. Briguez 02 – Eje 14

Eje urbano Gral. Briguez 03 – Eje 12

Eje urbano Gral. Briguez 04 – Eje 15

- Secciones transversales tipo

- Perfiles transversales

Tronco principal. Eje 1

Acceso a Nanawa. Eje 6

Acceso a Ninfa. Eje 7

Cruce Triángulo. Eje 8

Rotonda acceso a Gral. Briguez – Eje 9

Eje urbano Gral. Briguez 01 – Eje 13

Eje urbano Gral. Briguez 02 – Eje 14

Eje urbano Gral. Briguez 03 – Eje 12

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Eje urbano Gral. Bruguez 04 – Eje 15

- Plantas de detalle

Acceso a Nanawa. Eje 6

Acceso a Ninfa. Eje 7

Cruce Triángulo. Eje 8

Zona urbana de Gral. Bruguez

3. Hidrología e Hidráulica

- Detalles tipo de obras de drenaje

4. Diseño de estructuras y cimentaciones

- Puente PK. 4+258
- Puente PK. 32+480
- Puente PK. 148+772

5. Obras complementarias

- Estacionamiento de ómnibus y caseta refugio
- Dársena de estacionamiento
- Dársena de báscula de pesaje móvil
- Dársena de báscula de pesaje fija
- Puesto de peaje
- Plano tipo de acceso caminos existentes
- Detalle de alambrado y portón de acceso
- Detalle de protección de préstamos
- Detalle de paso de fauna

6. Señalización

- Detalles de señalización

7. Precatastro

- Planta general

8. Geología

- Perfil geológico de puentes
- Puente PK. 4+258
- Puente PK. 32+480
- Puente PK. 148+772

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

- Planta de ubicación de prospecciones
- Localización de sulfatos
- c) Pliego de especificaciones técnicas
- d) Computo y presupuesto
  - Listado de ítems
  - Análisis de los precios unitarios
  - Computo métrico
  - Presupuesto de las obras
  - Resumen de presupuesto de las obras
  - Mediciones auxiliares
- e) Control de calidad
  - Plan de inspección y pruebas
- f) Estudio de impacto ambiental preliminar (EIAp)
- g) Relatoría de impacto ambiental (RIMA)

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 8 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

El análisis efectuado sobre la documentación técnica prevé un enfoque basado en el Pliego de Bases y Condiciones (PBC), normativa aplicable y observaciones generales propias al diseño, como por ejemplo, incorporación de información para mejor interpretación.

Se verificará el cumplimiento del contenido tanto del PBC, como del Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP). Luego, serán incorporadas observaciones generales al diseño, relacionadas a cada especialidad.

Por último se incluirá un análisis de niveles de riesgo al cumplir o no con los requerimientos del caso, que será incorporado dentro de las observaciones generales.

La estructura del análisis será la siguiente:

*X.X Especialidad*

*X.X.X Observaciones por requerimientos del Pliego de Bases y Condiciones (PBC)*

*X.X.X Observaciones por requerimientos del Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)*

*X.X.X Observaciones por criterios de diseño (incluye niveles de riesgo)*

Los niveles de riesgo tendrán la escala expuesta a continuación:

En líneas generales se cumplen los requerimientos. Pueden existir observaciones leves que no afecten significativamente al proyecto.	Si bien se verifican requerimientos, total o parcialmente, surgen aspectos que deben ser corroborados. Podrían presentarse cambios al proyecto.	No se cumplen los requerimientos. Surgen observaciones que afectan significativamente al proyecto.

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9 ANALISIS REALIZADO

A continuación se expone el análisis realizado para cada especialidad contenida en el Estudio de ingeniería, siguiendo la metodología descripta.

### 9.1 Topografía y replanteo

#### 9.1.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Relevamiento de campo	Anexo. Cartografía y topografía, en la que se describa el sistema de georreferencia utilizado, las bases de la poligonal y su comprobación. Se utilizará la cartografía del proyecto de referencia, completándola con todos los estudios topográficos de detalle que se consideren necesarios.	Se cumple con lo indicado.		
	Se tomará como base la cartografía incluida en el proyecto de referencia y el replanteo de la obra se realizará de acuerdo con la red primaria y secundaria definida en el Anexo N° 01. Cartografía y Topografía del Proyecto de Referencia.	Se cumple con lo indicado.		
	El contratista estará obligado a reponer los monolitos y puntos de referencia correspondientes a la red principal y secundaria que hayan sido removidos y/o no se puedan localizar.	Se cumple con lo indicado.		
	El contratista realizará levantamientos topográficos detallados para el diseño de aquellos elementos que requieran mayor detalle, como por ejemplo las zonas donde se ubican los puentes y alcantarillas. En estos casos se realizará un levantamiento taquimétrico de detalle en el entorno de los mismos a escala 1:500.	No se incluyen levantamientos de detalle en zona de puentes ni alcantarillas.		Se solicita el relevamiento aguas arriba y aguas abajo de cada elemento (Ver apartado 8.1.2). Debe incluirse topobatimetría. El relevamiento debe poder identificar las características de los cauces en cuestión.

Tabla 6. Análisis PBC Topografía y replanteo

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

### 9.1.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Relevamiento de campo	<p>En la Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.1 "Diseño geométrico vial" se establece, dentro del Capítulo 3.1.2 "Estudios de campo" (pág. 277), lo siguiente:</p> <p>"...En general, un estudio hidrológico hidráulico para el diseño de puentes requiere de información cartográfica y topográfica específica:</p> <p>En primer término, la caracterización de la(s) cuencas hidrográficas de los cauces de agua hasta el punto de salida a través de la plataforma vial, requieren de información cartográfica a escalas adecuadas para el dibujo del contorno de la cuenca y la determinación de sus principales parámetros. Dicha información proviene en general de cartas geográficas digitalizadas y/u ortoimágenes que se procesan con herramientas informáticas adecuadas para el dibujo de cuencas y determinación de sus principales características.</p> <p>A continuación y con el fin de recopilar datos necesarios para la modelización del cauce y áreas de inundación en las cercanías de un puente, se suelen realizar levantamientos topográficos del cauce y las riberas del curso de agua, implantando un eje estacado en el talweg o en una orilla no inundada. Dicho eje suele instalarse en una longitud aproximada de 2.000 m (1.000 m aguas arriba del sitio de la obra y 1.000 m aguas abajo de la misma)..."</p>	No se cumple con lo indicado.		Se solicita completar el relevamiento topográfico efectuado, cumplimentando lo indicado en el MCP.

Tabla 7. Análisis MCP Topografía y replanteo

### 9.1.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Relevamiento de campo	<p>Incorporar listado resumen de Referencias de Nivel con descripción y coordenadas de cada elemento en el cuerpo de la Memoria de Ingeniería, Capítulo 4.1 "Estudios Cartográficos y topográficos".</p> <p>Se entiende que dicha información se encuentra dentro del Anexo 01 – "Cartografía y Topografía", no obstante es considerado de importancia para el proyecto.</p>	

Tabla 8. Análisis Criterios de diseño Topografía y replanteo

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.2 Estudios Geológicos y Geotécnicos

### 9.2.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Estudios Geológicos y geotécnicos	Anexo. Se incluirá un perfil geológico de la traza y se analizarán e indicarán las procedencias de materiales tanto para su uso como suelo estabilizado con cal, como para las capas de firme (base granular y concreto asfáltico) como áridos para hormigones.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 9. Análisis PBC Estudios geológicos y geotécnicos

### 9.2.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Estudios Geológicos y geotécnicos	En la Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.1 "Diseño geométrico vial" se establece, dentro del Capítulo 3.1.1 "Estudios necesarios para el diseño de las carreteras", lo siguiente: Los Estudios Geotécnicos permitirán conocer a profundidad las características físicas de los materiales y la resistencia de los mismos. Estos materiales deberán ser ensayados en laboratorios certificados para la realización de los mismos, y de acuerdo con las Normativas existentes, cu-yos procedimientos no podrán ser cambiados bajo ningún motivo.	Se cumple con lo indicado.		
	La totalidad de lo volcado en el Unidad 6: "Ensayos de materiales para construcción de carreteras". Indicaciones y normativa allí dispuesta.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 10. Análisis MCP Estudios geológicos y geotécnicos

### 9.2.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Estudios Geológicos y geotécnicos	Incorporar al cuerpo del informe principal lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>Listado resumen con ubicación, lado, mantos encontrados (y espesores), etc. de cada prospección realizada,</li> <li>Listado resumen de resultados de todos los ensayos realizados.</li> </ul>	
	Asimismo, dado que se tomó información de un estudio anterior, hacer mención al mismo en el actual informe. Dicho estudio se encuentra incorporado en el anexo.	

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Ítem	Observaciones	NR
	El material existente en las zonas de préstamos en las inmediaciones del trazado no es apropiado para su utilización como núcleo de terraplenes ya que no presenta un CBR superior a 3 en la mayoría de los ensayos realizados (77%). Para utilizar estos materiales se tendrá que encapsular el núcleo del terraplén con otras capas impermeables.	
	No se debe utilizar el agua subterránea por su alto contenido de sales nocivas. Se recomienda el uso de agua de tajamares.	
	El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado, mezclado con un 2,5% de cal útil vial logra valores de CBR adecuados para relleno, un pH mayor a 10 y un hinchamiento inferior al 1%. Se recomienda esta dosificación para los espaldones.	
	Se advierte que con un 3,00 % de cal se obtienen valores de CBR adecuados para subrasante mejorada e hinchamientos de 0,00%. De acuerdo a los resultados de los ensayos Eades & Grim realizados, con un contenido mínimo del 3,00 % de cal se cumpliría que el valor de pH del suelo será mayor de 12. Se recomienda esta dosificación para el coronamiento.	
	El material de préstamo para suelo-cal debe inspeccionarse, ya que no debe poseer niveles inadmisibles de sulfato. Se recomienda buscar en zonas secas cercanas a la traza. Se puede observar en el mapa de sulfatos del Apéndice 12 que en estas zonas las concentraciones son menores.	
	El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado no es válido para conformar las capas de sub-base granular y base granular. Para el estudio de suministro de este material se han inventariado tres canteras próximas al área en estudio. Cualquiera de las tres canteras pueden suministrar áridos válidos para conformar estas capas cumpliendo los requerimientos de las Especificaciones Técnicas de proyecto, no obstante por cercanía, se recomienda la tercera de ellas, Heisecke.	

Tabla 11. Análisis Criterios de diseño Estudios geológicos y geotécnicos

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

### 9.3 Estudios Hidrológicos

#### 9.3.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Estudios Hidrológicos	Anexo. En que se indiquen las cuencas que afectan a la traza, los caudales hidráulicos asociados, y la definición del sistema de drenaje de la ruta, tanto longitudinal como transversal.	No se cumple con lo indicado.		Restan cuencas de aporte consideradas para cada elemento. Restan cálculos de caudales asociados. Asimismo, no se definen pendientes longitudinales ni transversales del sistema de drenaje.
	Además de lo anteriormente expuesto, luego del análisis hidrológico – hidráulico se detectaron zonas en donde es necesario incorporar nuevas obras, de forma a asegurar el libre escurrimiento, evitando así acumulaciones o sobreelevaciones.	Se cumple con lo indicado.		
	El Contratista no podrá modificar las bases de diseño del drenaje del Proyecto de Referencia. No se podrán considerar coeficientes de escorrentía, tiempos de retorno u otros parámetros que arrojen resultados menos conservadores. Sólo se aceptará una revisión que implique mayor tamaño y número de las alcantarillas y/o cunetas.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 12. Análisis PBC Estudios hidrológicos

#### 9.3.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Estudios Hidrológicos	Contenido de Unidad 4 "Diseño de drenaje de carreteras", Capítulo 4.1.2 "Hidrología".	A priori, se cumple con lo indicado.		Resta mayor detalle en cuanto a la aplicación de la metodología empleada. Deben mostrarse los resultados de cada paso.

Tabla 13. Análisis MCP Estudios hidrológicos

#### 9.3.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Estudios Hidrológicos	Se requiere especificar con mejor nivel de detalle la metodología empleada con: curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, cuencas de aporte, caudales resultantes, etc.	
	No obstante, en el Anexo no se especifican cuencas (y sus características) y caudales calculados.	

Tabla 14. Análisis Criterios de diseño Estudios hidrológicos

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.4 Estudio de Tránsito

### 9.4.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Estudio de Tránsito	Estudio de tránsito que defina los vehículos que discurren por el tramo objeto de estudio. Para así caracterizar las tipologías vehiculares y su proyección para el dimensionamiento de los firmes en el proyecto.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 15. Análisis PBC Estudio de tránsito

### 9.4.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Estudio de Tránsito	Contenido de la Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.1 "Diseño geométrico vial", Volumen 3.2 "Diseño estructural de carreteras" y Volumen 3.3 "Diseño de señalización y obras complementarias".	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 16. Análisis MCP Estudio de tránsito

### 9.4.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Estudio de Tránsito	Indicar en una escala adecuada los puestos de conteo vehicular volcados en el cuerpo de la memoria de ingeniería. Los gráficos actuales no permiten una correcta interpretación. Asimismo, las imágenes incorporadas contienen referencias incorrectas en cuanto a los puestos de medición empleados.	
	Incorporar tabla con resultados de TMDA para cada tramo analizado. Incorporar esquema representativo y clasificación vehicular.	
	Eliminar los valores de tránsito inducido para los primeros 3 años, dado que es el período de construcción de la obra y aun no se aplica su efecto. De todas formas, se entiende que dichos valores no se han considerado para la suma total del TMDA de cada año.	
	Se advierte una falla en la implementación de tasas de crecimiento correspondientes a vehículos pesados. Los valores volcados responden a la tasa de crecimiento poblacional, mientras que deberían guardar relación con la tasa del PIB, dado que el valor de la elasticidad que aplica es igual a 1,00. Producto de esta incongruencia, se emplean tasas del orden de un tercio del valor. Esto impactará directamente sobre los ejes equivalentes, provocando modificaciones sobre el diseño estructural y la evaluación económica.	

Tabla 17. Análisis Criterios de diseño Estudio de tránsito

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 9.5 Diseño Geométrico

### 9.5.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño Geométrico	<p>Parámetros de diseño</p> <p>Por tanto, la Ruta Chaco-i – Cruce Triángulo – General Bruguez se engloba dentro de la Red Primaria, siendo una vía bidireccional de una (1) calzada con dos (2) carriles, en terreno llano, cuyo diseño una vez pavimentada será para una velocidad de proyecto de 100 km/h y con control parcial de accesos. Se define el ancho de franja de dominio igual a 50 m.</p> <p>Clasificación según las características principales de las clases funcionales.</p> <p>Fuente: Manual de carreteras del Paraguay Unidad 3 Volumen 3.1 Diseño Geométrico Vial.</p>	Se cumple con lo indicado.		
	La franja de dominio a considerar en este caso sería de 50 m de ancho.	Se cumple con lo indicado.		
	<p>Características asociadas por tipo de Red y categorías.</p> <p>Fuente: Manual de carreteras del Paraguay Unidad 3 Volumen 3.1 Diseño Geométrico Vial</p> <p>En relación con el tramo Cruce Triángulo – General Bruguez, si bien este tramo no se encuentra dentro de la Ruta PY12, y no forma parte de una Ruta Nacional, en consideración a que conecta una ruta Nacional con una frontera internacional en General Bruguez se va a considerar para el presente proyecto que pertenece a la red Primaria del país y por lo tanto presenta las mismas características de diseño que el tramo anterior.</p>	Se cumple con lo indicado.		
	<p>La velocidad de proyecto de Pavimentación de la Ruta Nacional PY12, tramo "Chaco'í – Cruce Triángulo – Gral. Bruguez es de 100 km/h.</p> <p>En el vial de Acceso a Ninfa la velocidad de proyecto es de 50 km/h.</p> <p>En la zona urbana de General Bruguez la velocidad de</p>	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		<p>Deben indicarse en la memoria de ingeniería los parámetros empleados en el diseño, para los accesos a Ninfa, Nanawa, Cruce Triángulo y Gral. Bruguez. Incorporar tablas de verificaciones para los mismos, de igual manera que lo efectuado para el</p>



PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í - TRIÁNGULO -  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	<p>proyecto es de 50 km/h, al tener la actuación un carácter urbano (glorieta de intersección, Acerados, accesos múltiples, etc.).</p> <p>En las zonas de aproximación a rotondas (intersección con Ruta PY09) se adopta la velocidad de proyecto igual a 40 km/h.</p> <p>El Contratista no podrá modificar la velocidad de proyecto, bajo ningún concepto.</p>			<p>tronco principal.</p> <p>Se hace notar que las siguientes curvas horizontales no verifican la velocidad de proyecto:</p> <p>Acceso Ninfa: Pr. 0+630 Pr. 1+944</p> <p>Ambas curvas poseen radios de 72m, no cumplen con el radio mínimo correspondiente a la velocidad de proyecto de 50 km/h. Dicho radio debe ser como mínimo de 80m.</p> <p>Acceso Gral. Bruguez: Pr. 0+755</p> <p>El radio empleado es de 50m. Debe emplearse el mismo radio anteriormente señalado.</p>
	<p>Condicionantes del alineamiento horizontal</p> <p>No se podrá modificar el trazado en planta definido en el Proyecto de Referencia, salvo ajustes menores, que deberán estar debidamente justificados y debiendo contar con la aprobación de la Fiscalización y la Contratante. En los casos en los que sea necesario realizar algún ajuste se tendrá en cuenta lo siguiente:</p> <p>La Franja de Construcción deberá estar emplazada dentro de los 50 metros correspondientes a la Franja de Dominio definida en el Proyecto de Referencia.</p> <p>Se dispondrá elementos de transición (clotoides) en las curvas de radio inferior a 3000, salvo en los tramos de accesos a Ninfa y General Bruguez y en las zonas urbanas</p> <p>Debe cumplirse con lo establecido en el Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 2019. Unidad 3. Diseño de carreteras (MOPC, Paraguay).</p> <p>Se completará el diseño geométrico de las intersecciones.</p>	<p>Se cumple con lo indicado.</p>		



PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í - TRIÁNGULO -  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	<p>Condicionantes del alineamiento vertical.</p> <p>No se podrá modificar el trazado en alzado definido en el Proyecto de Referencia ni en cotas absolutas ni en cotas relativas (altura del terraplén respecto a terreno existente), salvo ajustes menores, como por ejemplo el que se derive del encaje geométrico de las alcantarillas y de los pasos de fauna, y sin bajar, en ningún, caso la rasante del Proyecto de Referencia. En los casos para los que sea preciso realizar algún ajuste se deberá contar con la aprobación de la Fiscalización y Contratante, y se tendrá en cuenta lo siguiente:</p> <p>En los cruces con cauces de agua donde se han dispuesto puentes se asegurará que la máxima lámina de agua para la crecida de un periodo de retorno de 100 años presenta un resguardo de al menos un metro respecto de la cota inferior del tablero del puente.</p> <p>Se comprobará que la pendiente en cualquier punto de carretera, combinando pendiente longitudinal y transversal no es inferior al 0,50% de modo que permita la evacuación del agua. Se estudiará especialmente, la pendiente longitudinal en las zonas de peralte "0" (zonas de transición recta - clotoide).</p> <p>Cuando sea necesaria la elevación de la rasante del Proyecto de Referencia por encaje geométrico de alcantarillas y pasos de fauna se tendrá en cuenta un recubrimiento mínimo de 55 cm en el eje de la plataforma y nunca inferior a 40 cm en el punto más desfavorable de la plataforma, para garantizar que el paquete estructural pasa completo sobre la obra.</p> <p>Se modificarán los acuerdos verticales existentes que no cumplan lo definido en el</p>	<p>No se cumple con lo indicado</p>		<p>Existen sectores donde no se verifica una altura de rasante mínima tal que pueda aplicarse la totalidad del paquete estructural.</p> <p>Tal es el caso de alcantarillas en Pr. 0525, 1+236, 2+400, etc.</p> <p>Se entiende que las alcantarillas proyectadas en gran medida no verifican valores de tapadas mínimas.</p> <p>Se requiere rectificar el diseño altimétrico debido a ello.</p> <p>Se solicitan perfiles transversales de desagüe para todas las alcantarillas, a fines de verificar valores de tapadas y escurrimientos.</p> <p>Ver sectores de rasante donde se produzcan puntos bajos de calzada en coincidencia con zonas de transición de peralte. Esto se manifiesta, por ejemplo, en el sector comprendido entre Pr. 4+400 a 4+900 y Pr. 149+100 a 149+700, donde el diseño altimétrico resulta en lomas sucesivas con puntos bajos en transiciones de peralte. Esto genera situaciones no deseables desde el punto de vista de la seguridad vial.</p> <p>Pendientes de 0% o cercanas donde es probable que se acumule agua.</p>

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	Manual de Carreteras del Paraguay.			
	<p>Condicionantes de la sección transversal.</p> <p>La sección transversal del diseño final se ajustará, como mínimo, a las dimensiones definidas en el Proyecto de Referencia.</p> <p>Se modifica la sección transversal existente sin pavimentar, por una que cumpla las especificaciones del Manual, de 7 m de calzada y banquetas de 2,50 m de ancho y sobre ancho de plataforma (SAP) de 0,50 m a cada lado.</p> <p>La vía actual no presenta peraltes adecuados en recta y alineaciones curvas. Se diseñarán unos peraltes óptimos para la velocidad de diseño de 100 km/h, de acuerdo con las especificaciones del Manual de Carreteras del Paraguay.</p> <p>No se podrá disminuir los espesores de saneo bajo los rellenos definidos en el apartado 5.6 del Anexo 02. Geología, Geotecnia y Estudio de Materiales del Proyecto de Referencia.</p>	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 18. Análisis PBC Diseño geométrico

### 9.5.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño Geométrico	<p>Contenido de la Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.1 "Diseño geométrico vial", Volumen 3.2 "Diseño estructural de carreteras".</p>	En líneas generales se cumple con lo indicado.		<p>Ver el caso de las curvas horizontales mencionadas en el apartado anterior respecto a:</p> <p>1) Acceso Ninfa: Pr. 0+630 y Pr. 1+944</p> <p>2) Acceso Gral. Bruguez: Pr. 0+755.</p>

Tabla 19. Análisis MCP Diseño geométrico

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

### 9.5.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Diseño Geométrico	Incorporar replanteo de ejes y datos de Referencias de Nivel en planos de planialtimetrías.	
	Incorporar referencias de elementos ubicados dentro de perfiles altimétricos, en planos de planialtimetrías.	
	En memoria de ingeniería, adicionar las Progresivas de las curvas expuestas en tabla de página 75.	
	Respecto a plantas de detalle de intersecciones (incluir accesos a zonas urbanas), añadir: replanteo de curvas, niveles de pavimento (calzadas acotadas) y simulación de giros de vehículos de diseño.	
	En memoria de ingeniería, incorporar verificación geométrica (planimétrica y altimétrica) según MCP para los accesos urbanos del presente proyecto.	
	Reubicar vértices de curvas verticales en Progresivas redondeadas a enteros. De igual manera, aplicar longitudes de curvas verticales redondeadas a números enteros. Es el caso de los accesos a Nanawa, Ninfa, Cruce Triángulo, etc.	
	Añadir cotas de desagüe de alcantarillas en perfiles altimétricos correspondientes a planos de planialtimetrías.	
	A priori, se advierte la existencia de alcantarillas que no verificarían tapadas mínimas. Se solicitan perfiles transversales de desagüe para todas las alcantarillas, a fines de verificar valores de tapadas y escurrimientos. Por otro lado, en caso de haber efectuado las verificaciones estructurales pertinentes, adjuntar cálculos que justifiquen la adopción de dichos valores de tapada.	
	Ver sectores de rasante donde se produzcan puntos bajos de calzada en coincidencia con zonas de transición de peralte. Esto se manifiesta, por ejemplo, en el sector comprendido entre Pr. 4+400 a 4+900 y Pr. 149+100 a 149+700, donde el diseño altimétrico resulta en lomadas sucesivas con puntos bajos en transiciones de peralte. Esto genera situaciones no deseables desde el punto de vista de la seguridad vial. Pendientes de 0% o cercanas donde es probable que se acumule agua.	
	En relación a la observación anterior, eliminar puntos de ascenso y descenso consecutivos, llamados comúnmente espalda de camello. Al margen de cuestiones de seguridad vial, este tipo de diseño ocasiona incrementos en cantidades de proyecto.	
	En planos de secciones transversales se observan cunetas revestidas en "V" a ambos lados de calzada, para perfiles a dos aguas. Incorporar altimetría de las mismas. Esto se manifiesta en los siguientes tramos: Pr. 0+000 a 2+500, Pr. 8+387 a 9+527, Acceso a Gral. Bruguez, Zona urbana Ninfa.	
	En secciones transversales, hoja 2/5, corresponde la aplicación de cordones cuneta a ambos lados de calzada.	
	Aclarar análisis de efectos de pendientes longitudinales en vehículos pesados (hipótesis de velocidades empleadas, casos de aplicación, etc.). De todas formas, dado que las pendientes longitudinales de rasante se encuentran por debajo del 2%, se entiende que no existen inconvenientes al respecto.	
	Si bien se entiende que las condiciones de entorno del proyecto son limitantes, se observa que ciertas curvas no verificarían longitudes mínimas de desarrollo, ni deflexiones, así como tampoco se verificarían distancias entre curvas sucesivas; de acuerdo al MCP.	

Tabla 20. Análisis Criterios de diseño Diseño geométrico

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.6 Movimiento de suelos

### 9.6.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Trazado y movimiento de tierras	Anexo Trazado y movimiento de tierras, en el que se justifique el trazado, los parámetros utilizados tanto en planta como en alzado y se suministren los listados de todos los ejes. También debe contemplar los volúmenes de movimiento de tierras e incluir un diagrama de masas.	Se cumple parcialmente con lo indicado.		Resta incorporar el diagrama de masas en el conjunto de la documentación técnica.

Tabla 21. Análisis PBC Trazado y movimiento de tierras

### 9.6.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Trazado y movimiento de tierras	Contenido de la Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.1 "Diseño geométrico vial", Sección 3.1.1.8. "Criterios de diseño de la sección transversal".	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 22. Análisis MCP Trazado y movimiento de tierras

### 9.6.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Trazado y movimiento de tierras	<p>A fines de evaluar el impacto sobre las cantidades de movimiento de suelos en el ajuste de la rasante de proyecto, se analizaron cambios sobre dos tramos de 1,00 Km. de longitud en los que se requería alguna modificación sobre alcantarillas para verificar una tapada 1,00m. (ver apartado de diseño hidráulico).</p> <p>Los tramos contemplados fueron: Pr. 39+340 a 40+321 y Pr. 72+100 a 73+100.</p> <p>En el primer caso se cuantificó un incremento de aproximadamente 1.000m<sup>3</sup>, mientras que para el segundo caso resultó un aumento de 350m<sup>3</sup> de terraplén.</p>	

Tabla 23. Análisis Criterios de diseño Trazado y movimiento de tierras

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.7 Diseño de pavimentos

### 9.7.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño de pavimentos	<p>Diseño de pavimentos, en el que se justifique la estructura del firme, que deberá ser obligatoriamente la del Proyecto de Referencia.</p> <p>El pavimento para proyectar será de nueva ejecución a lo largo de la totalidad del trazado, desde Chaco'í hasta General Bruguez, y estará compuesto por las capas o estructura de pavimento indicadas en el PBC.</p>	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 24. Análisis PBC Diseño de pavimentos

### 9.7.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño de pavimentos	Contenido de la Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.2 "Diseño estructural de carreteras".	En líneas generales, se cumple con lo indicado.		

Tabla 25. Análisis MCP Diseño de pavimentos

### 9.7.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Diseño de pavimentos	Se advierte la falta de estudios de alternativas de paquetes estructurales, por ejemplo con la aplicación de estructuras con suelo cemento que en esta región y por el tipo de suelos tal vez impliquen una doble estabilización con cal en primera instancia y luego con cemento.	
	Respecto al mejoramiento de la subrasante: se plantean dos capas de suelo Cal de 30,00 cm. Se entiende que podría plantearse una única capa y luego una capa de suelo cemento de 20,00 cm de espesor.	
	Los parámetros de diseño utilizados son muy conservadores: Confiabilidad, Coeficientes de drenaje.	
	En relación a los paquetes estructurales de los tramos 4 y 5, se considera que podrían ser ajustados	

Tabla 26. Análisis Criterios de diseño Diseño de pavimentos

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.8 Diseño Hidráulico

### 9.8.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño Hidráulico	En el Anexo 03. Hidrología e Hidráulica del Proyecto de Referencia se desarrolla el capítulo de drenaje. En el mismo, se ha adoptado el criterio de sustituir todas las alcantarillas existentes, debido a que la capacidad hídrica de las mismas es insuficiente, y que no puede garantizar un correcto estado de las mismas.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		Si bien se relevaron alcantarillas existentes, no se indica su ubicación. Deben incorporarse dicha información tanto en la memoria de ingeniería como en planos. No obstante, se advierte la mención dentro de la memoria, en relación a la demolición de la totalidad de obras existentes.
	Además de lo anteriormente expuesto, luego del análisis hidrológico – hidráulico se detectaron zonas en donde es necesario incorporar nuevas obras, de forma a asegurar el libre escurrimiento, evitando así acumulaciones o sobreelevaciones.	Se cumple con lo indicado.		
	El Contratista no podrá modificar las bases de diseño del drenaje del Proyecto de Referencia. No se podrán considerar coeficientes de escorrentía, tiempos de retorno u otros parámetros que arrojen resultados menos conservadores. Sólo se aceptará una revisión que implique mayor tamaño y número de las alcantarillas y/o cunetas.	Se cumple con lo indicado.		
	Corresponde al contratista, durante la redacción del Diseño Final, situar y ajustar geométricamente la ubicación de las nuevas obras de drenaje una vez realizados los levantamientos topográficos de detalle, respetando los criterios de diseño hidráulico considerados en el Anexo 03 del Proyecto de Referencia, así como la elaboración de los planos de detalle de cada obra de drenaje.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		Resta la incorporación de perfiles transversales de desagüe a fines de analizar la correcta implementación y funcionamiento de alcantarillas de proyecto.
	La pendiente longitudinal de las alcantarillas se ajustará a la rasante del terreno natural y en ningún caso se enterrará la salida de la obra de drenaje por un criterio de pendiente mínima, ya que eso implicaría su aterramiento.			

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	Los hormigones empleados para la ejecución de alcantarillas deben ser fabricados atendiendo la agresividad del ambiente con presencia de sales en el terreno y el agua, debiendo emplearse hormigones con cementos sulforresistentes cuando su contenido en sulfatos sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg, en el caso de suelos.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		Se advierte la existencia de ensayos de sales y sulfatos, con presencia de los mismos. Sin embargo no se hace mención a los tipos de hormigones a emplear en dicho casos.
	No podrá reducirse la longitud total de los puentes, respecto de la contemplada en el proyecto referencial.	Se cumple con lo indicado.		
	No podrá reducirse el ancho del tablero de los puentes respecto de la considerada en el proyecto referencial.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 27. Análisis PBC Diseño hidráulico

### 9.8.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño Hidráulico	Contenido de Unidad 4 "Diseño de drenaje de carreteras", Capítulo 4.1.3 "Diseño de alcantarillas".	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		Restan cuencas de aporte consideradas para cada elemento. Restan caudales asociados. Asimismo, no se definen pendientes longitudinales ni transversales del sistema de drenaje. En general, se solicita incorporar mayor nivel de detalle, en cuanto a lo expuesto en el MCP.

Tabla 28. Análisis MCP Diseño hidráulico

### 9.8.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Diseño Hidráulico	Si bien se incorpora dentro de la documentación técnica de proyecto un listado de alcantarillas proyectadas, se solicita incorporar las cuencas y los caudales calculados, asociados a las mismas.	
	Asimismo, como se menciona en el apartado 8.8.1, resta la incorporación de perfiles transversales de desagüe a fines de analizar la correcta implementación y funcionamiento de alcantarillas de proyecto, verificando valores de tapadas mínimas.	
	Por otro lado, una vez efectuado el relevamiento de detalle aguas arriba y aguas debajo de los cauces (tal cual se indica en apartado 8.1.2), debe efectuarse nuevamente la modelación de los puentes de proyecto, a fines de verificar las condiciones de diseño.  Es posible que surjan modificaciones en las condiciones de escurrimiento.	

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Ítem	Observaciones	NR
	En cuanto a la incorporación de cunetas revestidas en zonas urbanas: se advierte la existencia de la verificación de la sección propuesta (volcada en planos de detalle de obras de drenaje). Sin embargo, no se observa altimetría ni disposición clara de las mismas en planimetría para cada caso de aplicación.	
	Finalmente, se deberá indicar la pendiente transversal de la cuneta correspondiente a los cordones cuneta contemplados en el proyecto.	
	La longitud de las alcantarillas debe redondearse a decimas (múltiplos de 0,10m).	
	Aclarar valores de revancha adoptados para diseño altimétrico de rasante en sectores donde se ubiquen alcantarillas proyectadas.	
	Se advierte que la totalidad de las alcantarillas transversales proyectadas poseen la misma longitud (16,00m). Estos deberían variar en función a diferencias en ubicación altimétrica, posible aplicación de peraltes, etc.	

Tabla 29. Análisis Criterios de diseño Diseño hidráulico

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.9 Diseño de puentes

### 9.9.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño de puentes	Diseño de puentes: donde se detalle la tipología estructural de los puentes: hormigón armado, pretensado o postensado, tipo de tablero, pilas y cimentación, así como sistema constructivo. Se incluirá la prueba de carga de los puentes de acuerdo con la normativa internacional, se sugiere emplear la Norma Española "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera" del Ministerio de Fomento.	Se cumple con lo indicado.		
	No podrá reducirse la longitud total de los puentes, respecto de la contemplada en el proyecto referencial.	Se cumple con lo indicado.		
	No podrá reducirse el ancho del tablero de los puentes respecto de la considerada en el proyecto referencial.	No es posible verificar lo indicado.		
	Podrá modificarse la separación y el número de las vigas del tablero respecto de las contempladas en el proyecto referencial, lo cual deberá estar convenientemente justificado.	Se cumple con lo indicado.		
	En la posición de las vigas extremas se tendrá en consideración la necesidad de disponer sumideros en el tablero y el detalle constructivo de su evacuación. El agua del sumidero se evacuará convenientemente para evitar que el vertido se produzca sobre superficies de hormigón.	Se advierten observaciones.		Incorporar detalle en la documentación técnica de proyecto.
	En el diseño del puente se contemplará lo necesario para una sustitución de los neoprenos en el futuro y en particular se tendrá en consideración la previsión de espacio y elementos resistentes para la colocación de gatos hidráulicos de izado del tablero.	Se advierten observaciones.		Incorporar detalle en la documentación técnica de proyecto.
	En el detalle de armado del zuncho perimetral de la losa donde apoya el pretil se tomará en consideración las recomendaciones y/o especificaciones del fabricante con relación a la resistencia del hormigón, dimensiones del zuncho o viga de anclaje, armado mínimo u otras que pueda realizar.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		Incorporar detalles de armado. Armaduras y encofrado.

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	El espesor de la losa de compresión de los puentes no será inferior a 25 cm en ningún caso.	Se cumple con lo indicado.		
	En el caso de que se considere la contribución estructural en el puente de las losetas de encofrado perdido del tablero del puente deberá garantizarse y justificarse adecuadamente la transmisión de esfuerzos.	Se cumple con lo indicado.		
	El proyecto deberá contemplar que los hormigones empleados para la ejecución de los puentes deben ser fabricados atendiendo la agresividad del ambiente con presencia de sales en el terreno y el agua. De forma particular, en el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento deberá especificarse que los hormigones deben poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg, en el caso de suelos.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		Se advierte la existencia de ensayos de sales y sulfatos, con presencia de los mismos. Sin embargo no se hace mención a los tipos de hormigones a emplear en dicho casos.
	En el diseño de ingeniería a presentar por el Contratista, deberá de contemplar en los puentes a ejecutar, canalizaciones para el cruce de líneas de servicio que se puedan prever: eléctricas, de comunicaciones, agua potable, etc.	Se advierten observaciones.		Incorporar detalle en la documentación técnica de proyecto.
	Se incluirá la prueba de carga de los puentes de acuerdo con alguna normativa internacional. Se sugiere el empleo de la Norma Española "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera" del Ministerio de Fomento.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 30. Análisis PBC Diseño de puentes

### 9.9.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Diseño de puentes	Contenido de Unidad 4 "Diseño de drenaje de carreteras", Volumen 4.2 – "Guía para el diseño de puentes".	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado		Deberá preverse mayor detalle en cálculos y modelaciones efectuadas para pilas y estribos. Incorporar cálculo y detalle de disposición y características de armaduras.

Tabla 31. Análisis MCP Diseño de puentes

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

### 9.9.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Diseño de puentes	Incorporar información relevante de cada elemento componente (vigas, pilas, estribos, apoyos de neopreno, etc.) dentro del cuerpo del informe principal.	
	Restan planos de detalle de vigas pretensadas, tableros, losas de aproximación y apoyos de neopreno. Asimismo, restan cálculo de armaduras y detalles de armado de todos los elementos.	
	Exponer modelación y resultados de cálculo correspondientes a pilas y estribos. Obtención de módulo de balasto horizontal.	

Tabla 32. Análisis Criterios de diseño Diseño de puentes

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.10 Diseño de obras complementarias

### 9.10.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Obras complementarias	Se dispondrán como mínimo las siguientes dársenas de buses: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresiva 2+840 Lado Derecho</li> <li>• Progresiva 3+000 Lado Izquierdo</li> <li>• Progresiva 9+340 Lado Izquierdo</li> <li>• Progresiva 9+460 Lado Derecho               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresiva 102+200 Lado Izquierdo</li> </ul> </li> <li>• Progresiva 102+300 Lado Derecho               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresiva 121+900 Lado Izquierdo</li> </ul> </li> <li>• Progresiva 122+000 Lado Derecho</li> <li>• Progresiva 137+800 Lado Derecho               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresiva 137+940 Lado Izquierdo</li> <li>• Progresiva 143+500 Lado Izquierdo</li> </ul> </li> <li>• Progresiva 143+600 Lado Derecho               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresiva 148+440 Lado Izquierdo</li> </ul> </li> <li>• Progresiva 148+540 Lado Derecho</li> </ul>	Se cumple con lo indicado.		
	Además de en las progresivas antes mencionadas, se preverán seis paradas adicionales a definir en la fase de diseño final.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		No se encuentran indicados en plano de obras complementarias ni computo métrico.
	En las dársenas de buses se deberán implantar basureros empotrados.	No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.		No se encuentran indicados en plano de obras complementarias ni computo métrico.
	Se presentan en el Proyecto de Referencia los planos y las especificaciones técnicas del Puesto de Peaje y Pesaje.	Se cumple con lo indicado.		
	Se prevé además la adecuación de alcantarillas y puentes, para la previsión de pasos de fauna. Se seguirán las especificaciones técnicas particulares para el caso, tal como se detalla en el PBC.	Se cumple con lo indicado.		



PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	<p>Señalización y Balizamiento En el Anexo 08. Señalización y Balizamiento del Proyecto de Referencia se describen las características y condicionantes para realizar estas labores.</p> <p>Los trabajos se desarrollarán de acuerdo con el Manual de Carreteras del Paraguay, Unidad 3 – Volumen 3.3.</p> <p>En la redacción del Diseño Final, el Contratista desarrollará en detalle los planos de señalización vertical y horizontal, así como a los elementos de balizamiento y seguridad vial.</p> <p>En el proyecto de construcción se detallarán los planos de desvíos de tráfico y señalización de acuerdo con el procedimiento constructivo propuesto en la Memoria Técnica a presentar por el contratista, de acuerdo con lo establecido en el punto 8.1 "Documentación técnica a presentar", apartado 8 "Requerimientos adicionales", Sección III "Criterios de Evaluación y Calificación" del presente Pliego de Bases y Condiciones.</p> <p>En el diseño final se incluirán los planos de detalle de la barrera metálica que deberá tener un nivel de contención H1, de acuerdo con la norma europea UNE-EN 1317.</p> <p>También se definirá con detalle el pretil a instalar en los puentes, el cual deberá tener un nivel de contención H2, de acuerdo con la norma europea UNE-EN 1317.</p> <p>Los dispositivos seleccionados/ofertados e incluidos en el diseño final deberá obligatoriamente contar con el Certificado de Constancia de Prestaciones por el fabricante junto con el Certificado de Conformidad CE emitido por el ente acreditador, según establece el Anexo ZA de la norma europea EN 1317-5.</p> <p>La ubicación de los pórticos de señalización será definida en el Diseño Final en conjunto con el MOPC.</p>	Se cumple parcialmente.		<p>Resta incorporar:</p> <p>1) Plano de detalle de barreras metálicas. Las mismas se encuentran computadas. Se deberán incorporar en planialtimetrías (en planta, indicando lado, progresiva de inicio y fin y longitudes).</p> <p>2) Señalización y balizamiento: Incorporar criterios y aspectos principales en el cuerpo principal de la memoria de ingeniería.</p> <p>Si bien existen planos de detalle de señalización y demarcación, no se observa detalle de implementación en intersecciones de proyecto, ni en los tramos de ruta. Incorporar a la documentación técnica, planimetría de señalización y demarcación, incluyendo intersecciones.</p>



PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í - TRIÁNGULO -  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	<p>Iluminación en travesías e intersecciones</p> <p>Deberá contemplarse la iluminación de:</p> <p>En la intersección con la Ruta PY09 (Progresiva 6+370)</p> <p>En la intersección con el acceso a Colonia Ninfa (Progresiva 102+400)</p> <p>En la intersección con el Cruce Triángulo (Progresiva 143+800)</p> <p>La travesía de Ninfa.</p> <p>Los viales urbanos de General Díaz.</p> <p>La longitud mínima de las zonas a iluminar será la establecida en el Anexo 09. Obras Complementarias del Proyecto de Referencia.</p> <p>El sistema de iluminación deberá cumplir con los criterios establecidos en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por R.D. 1890/08, y su Instrucción técnica complementaria ITC-EA-02.</p> <p>Además, el proyecto deberá contar con el visto bueno de la A.N.D.E. y la Fiscalización de las Obras.</p> <p>Los niveles de iluminación para carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados con velocidades superiores a 60 km/h, tendrán los valores de referencia siguientes:</p> <p>Luminancia media <math>L_m \geq 1,50</math> (cd/m<sup>2</sup>)</p> <p>Uniformidad global <math>U_o \geq 0,40</math></p> <p>Uniformidad Longitudinal <math>U_l \geq 0,70</math></p> <p>Incremento Umbral <math>TI \leq 10 \%</math></p> <p>Relación entorno <math>SR \geq 0,50</math></p> <p>Los niveles de iluminación para vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones con velocidades superiores a 60 km/h, tendrán los valores de referencia siguientes:</p> <p>Luminancia media <math>L_m \geq 0,75</math> (cd/m<sup>2</sup>)</p> <p>Uniformidad global <math>U_o \geq 0,40</math></p> <p>Uniformidad Longitudinal <math>U_l \geq 0,60</math></p> <p>Incremento Umbral <math>TI \leq 15 \%</math></p> <p>Relación entorno <math>SR \geq 0,50</math></p> <p>Los niveles de iluminación para carreteras locales en áreas rurales y Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, con velocidades</p>	<p>No es posible determinar el cumplimiento de lo indicado.</p>		<p>Si bien los criterios indicados en el PBC se exponen dentro del anexo 09 de la memoria de ingeniería, restan los cálculos y verificaciones pertinentes (verificaciones luminotécnicas y eléctricas).</p> <p>Asimismo deberán presentarse planos correspondientes al proyecto de iluminación.</p> <p>Incorporar planimetría de iluminación, donde se indique posición y tipo de columnas, disposición de cableado con secciones y longitudes; y los planos tipo y de detalle que apliquen.</p> <p>Asimismo, incorporar cálculo de fundaciones de columnas de alumbrado.</p> <p>Se advierte un cómputo de columnas de iluminación, sin embargo se observa la falta del resto de los elementos que conforman el sistema de iluminación.</p> <p>Incorporar.</p>

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	<p>superiores a 30 km/h e inferiores a 60 km/h, tendrán los valores de referencia siguientes:</p> <p>Luminancia media <math>L_m \geq 0,75</math> (cd/m<sup>2</sup>)</p> <p>Uniformidad global <math>U_o \geq 0,40</math></p> <p>Uniformidad Longitudinal <math>U_l \geq 0,50</math></p> <p>Incremento Umbral <math>TI \leq 15 \%</math></p> <p>Relación entorno <math>SR \geq 0,50</math></p> <p>Los niveles de iluminación para rotondas serán un 50% mayores que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:</p> <p>Iluminancia media horizontal <math>E_m \geq 40</math> lux</p> <p>Uniformidad media <math>U_m \geq 0,5</math></p> <p>Deslumbramiento máximo <math>GR \leq 45</math></p> <p>Además de la iluminación de la rotonda el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos de 200 m en ambos sentidos.</p>			

Tabla 33. Análisis PBC Obras complementarias

### 9.10.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Obras complementarias	Contenido de Unidad 3 "Diseño de carreteras", Volumen 3.3 "Diseño de señalización y obras complementarias".	No se advierten observaciones.		

Tabla 34. Análisis MCP Obras complementarias

### 9.10.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Obras complementarias	<p>En el plano tipo de acceso se indica una cuneta proyectada. Se solicita corregir dicho plano dado que se entiende que no se prevé el diseño de cunetas laterales.</p> <p>En caso que exista diseño de cunetas, incorporarlo en planialtimetrías y perfiles transversales de proyecto.</p>	

Tabla 35. Análisis Criterio de diseño Obras complementarias

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 9.11 Precatastro

### 9.11.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Precatastro	<p>Catastro y Plan de Acción Social</p> <p>El Contratista deberá realizar el Catastro para los predios afectados en este llamado, que deberá efectuar en el marco del diseño final y deberá ser entregado a los doce (12) meses de la firma del contrato. El Contratista deberá coordinar, a través de su equipo social, con el equipo de profesionales sociales del MOPC, articulando permanentemente las actividades de difusión y consulta necesarias para el relevamiento, tanto de datos técnicos como sociales. El objeto principal es que el contratista provea al MOPC de toda la documentación e información necesaria y suficiente para identificar con precisión a todos los afectados por las obras de construcción de la Ruta Nacional PY12, tramo "Chaco'í – Triángulo – Gral. Bruguez y Accesos. Se resalta que el tramo objeto del llamado se encuentra comprendido dentro de la Ley N° 5389/15.</p> <p>La información proporcionada deberá ser la necesaria y suficiente a fin de que el Estado a través del MOPC pueda obtener el derecho de ocupación, posesión y dominio de los inmuebles o la parte de los inmuebles (con las mejoras incluidas en ellos) comprendidos en el área destinada a la franja de dominio de la obra referida, de acuerdo con el diseño final, y con ello ejecutar la obra.</p> <p>De igual modo, además del Catastro de las propiedades (con la correspondiente identificación y título de sus propietarios), el servicio comprenderá la provisión de la información y documentación que permita identificar a los poseedores u ocupantes precarios que hayan realizado alguna mejora de cualquier tipo (edilicia, agroforestal, o de cualquier otra índole).</p> <p>En el Proyecto de Referencia se incluyen varias documentaciones que servirán de antecedentes, entre los que se encuentran:</p> <p>Planos de catastro: donde se</p>	Se cumple con lo indicado.		

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
	<p>identifican las propiedades afectadas</p> <p>Estudio de Pre-catastro: donde se presenta una planilla de avalúo de las propiedades y de las mejoras (edilicias y agroforestales)</p> <p>Línea de base social: que incluye la información del Censo socioeconómico realizado.</p> <p>El estudio de Catastro a realizar deberá estar formado por un conjunto de antecedentes técnicos, avalados y sustentados por la documentación legal correspondiente. El cual deberá contener como mínimo:</p> <p>Planos de Catastro</p> <p>Base de Datos de afectados</p> <p>Carpetas de Afectación</p> <p>Ver el Anexo IV de los Términos de Referencia del Catastro y Plan de Acción Social.</p>			

*Tabla 36. Análisis PBC Precatastro*

**9.11.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)**

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Precatastro	Contenido de Unidad 3 "Diseño de carreteras".	No se advierten observaciones.		

*Tabla 37. Análisis MCP Precatastro*

**9.11.3 Observaciones por criterios de diseño**

Ítem	Observaciones	NR
Precatastro	En planta general de Precatastro, indicar datos de cada predio: propietario, superficie total, superficie afectada, mejoras implementadas, etc.	
	En planta general de Precatastro, incluir anchos de franja de dominio actual y de proyecto.	

*Tabla 38. Análisis Criterio de diseño Precatastro*

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.12 Plan de obras

### 9.12.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Plan de obras	Incorporar Plan de Obra y Plan de Avance Físico-Financiero.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 39. Análisis PBC Plan de obras

### 9.12.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Plan de obras	Contenido de Unidad 3 "Diseño de carreteras" y Unidad 5 "Construcción de carreteras".	No se advierten observaciones.		

Tabla 40. Análisis MCP Plan de obras

### 9.12.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Plan de obras	Se advierte la omisión de tareas de inspección y control de obra dentro del plan de obra. No se contemplan controles sobre el avance de la obra (mezclas, ensayos de suelos, etc.), con lo cual, el mismo constituye un plan de carácter preliminar.	

Tabla 41. Análisis Criterio de diseño Plan de obras

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 9.13 Cómputos, costos y presupuesto de obra

### 9.13.1 Observaciones por requerimientos de Pliego de Bases y Condiciones (PBC)

Ítem	Requerimientos PBC	Observaciones	NR	Comentarios
Cómputos, costos y presupuesto de obra	Se incluirá justificación de mediciones y presupuesto por cada tramo terminado y utilizable. El presupuesto resultante del Diseño Final deberá coincidir con el "precio ofertado" establecido por el Contratista en su oferta para cada tramo. Para la elaboración del presupuesto el contratista adjudicado deberá de presentar los precios unitarios con su respectivo análisis para cada tramo, de acuerdo con el formulario 2.1 a de "Análisis de precios unitarios" que figura en la Sección IV del Pliego de Bases y Condiciones del llamado. En el caso que se requieran nuevos ítems, la determinación de los precios unitarios de los mismos deberá realizarse conforme a la composición de los precios del resto de ítems presentados con el diseño final, para cada tramo. De no poder deducirse en base a la composición de los precios de los ítems presentados, el contratista presentará el análisis de precio unitario el cual estará sujeto a la aprobación de la administración contratante. Esto servirá al solo efecto de determinar la incidencia en el porcentaje de avance, sin afectar a los montos globales ofertados.	Se cumple con lo indicado.		

Tabla 42. Análisis PBC Cómputos, costos y presupuesto de obra

### 9.13.2 Observaciones por requerimientos de Manual de Carreteras de la República del Paraguay (MCP)

Ítem	Requerimientos MCP	Observaciones	NR	Comentarios
Cómputos, costos y presupuesto de obra	Contenido de Unidad 3 "Diseño de carreteras", Unidad 4 "Diseño de drenaje de carreteras" y Unidad 5 "Construcción de carreteras".	No se advierten observaciones.		

Tabla 43. Análisis MCP Cómputos, costos y presupuesto de obra

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

### 9.13.3 Observaciones por criterios de diseño

Ítem	Observaciones	NR
Cálculos, costos y presupuesto de obra	En relación a los ítems de estructura de pavimento, se advierte que, a grandes rasgos, las cantidades verificadas se encuentran en el orden correcto.	
	Teniendo en cuenta las observaciones contempladas en el diseño geométrico, se entiende que podrían surgir importantes variaciones en las cantidades de movimientos de suelos, ante posibles modificaciones en la rasante de proyecto.	
	Se entiende que los ítems más importantes podrían tener un ajuste en sus precios unitarios de entre un 5,00 a un 20,00%. Aplica para: Terraplén (15,00%), Base Granular (10,00%), Suelo Estabilizado con cal (20,00%) y Capas de concreto asfáltico (10,00%).	

Tabla 44. Análisis Criterios de diseño Computo métrico

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 10 ACCIONES DE CONSULTORÍA PARA REVISIÓN DE PROYECTO

En primera instancia se realizó una revisión general del proyecto, empleando un análisis sobre cada especialidad contenida de acuerdo a la metodología citada.

Luego del análisis se confeccionó un primer informe de revisión para elevar ante autoridades del BID y MOPC, acompañado de una presentación virtual donde se expusieron las principales observaciones encontradas y se propusieron alternativas de acción a fines de estimar el impacto de modificaciones sobre el diseño en el monto total.

Una vez entregados los archivos del informe y presentación, el equipo técnico del MOPC efectuó un análisis por su parte y se llevó a cabo una reunión virtual el día 11 de Mayo.

Allí fueron indicados por parte del MOPC ajustes sobre secciones de alcantarillas, conformación de capas de estructura de pavimento y configuración de la obra básica (contemplando un ancho total de banquetas de 2,00m), y ajustes de precios en base a licitaciones vigentes en el país.

A partir de los intercambios generados tanto con el BID como con el MOPC, se ha avanzado sobre la presente versión del informe de revisión, que contiene los impactos de los ajustes indicados.

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

## 11 HALLAZGOS DE LA CONSULTORÍA

A partir de la revisión efectuada surgen posibles intervenciones a ejecutar sobre el proyecto, ya sea por correcciones sobre el diseño base, o bien por optimizaciones sobre el mismo.

En los apartados que siguen podrá apreciarse con mayor detalle lo mencionado.

### 11.1 Tapadas de alcantarillas

En primera instancia se realizaron ajustes estimados sobre la rasante de proyecto a fines de evaluar el impacto sobre las cantidades de movimiento de suelos (ítem con gran incidencia sobre el monto de proyecto), sobre las siguientes condiciones:

- Verificación de valores mínimos de tapada de alcantarillas en todo el proyecto (se tomó 1,00m),
- Ajuste de rasante por tapada en dos tramos de prueba de 1,00Km de longitud aprox.: Pr.39+340 a 40+321 y Pr. 72+180 a 73+110,
- Considerar un ajuste sobre 160 Km. (con 1.000m<sup>3</sup> por Km. dato de cálculo (ver apartado de movimiento de suelos)),
- Adopción de una postura del lado de la seguridad.

Dichos ajustes arrojaron un aumento de alrededor del 0,60% sobre el monto total de proyecto.

Luego, a partir de una reunión virtual llevada a cabo con el equipo técnico del MOPC, se indicó emplear un valor mínimo de tapada de 0,70m para el análisis. Dicho valor redujo el aumento del monto de proyecto de 0,60% a 0,27% aproximadamente.

### 11.2 Secciones de alcantarillas

Por indicación del equipo técnico del MOPC se efectuó el reemplazo de alcantarillas celulares dobles por las del tipo simple en sección equivalente (ver figuras debajo). Dicho reemplazo radica en mejorar las condiciones de escurrimiento (y funcionamiento) de las mismas.

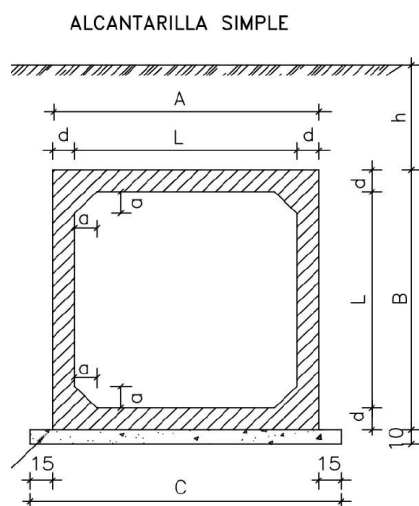


Figura 9 – Alcantarilla celular simple

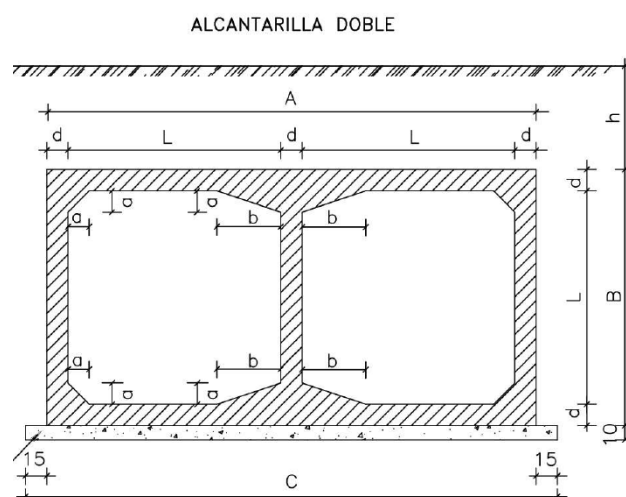


Figura 10 – Alcantarilla celular doble

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

A raíz de ello, se modificaron los precios de alcantarillas celulares dobles, utilizando en su lugar precios de alcantarillas simples correspondientes, provistos por el MOPC. Como resultado se lograría reducir aproximadamente un 0,03% del monto de proyecto.

### **11.3 Tasas de crecimiento vehículos pesados**

Debido a la corrección de las tasas de crecimiento de vehículos pesados los ejes equivalentes de proyecto sufrieron variaciones. Se efectuaron nuevos cálculos empleando una tasa de crecimiento surgida a partir de intercambios con especialistas económicos del MOPC, de 3,00% anual.

Seguidamente se exponen los valores correspondientes para cada tramo:

EE/Tramo	Período Acumulación	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Proyecto	10 años	2,643,326	1,302,406	561,129	323,932
	20 años	5,876,125	2,848,337	1,213,857	693,728
Actualización TC	10 años	2,906,867	1,476,272	623,128	302,059
	20 años	6,801,607	3,453,103	1,455,675	691,887
Ejes Admisibles Shell a 10 años		2,680,450	1,359,492	670,028	504,397

*Tabla 45. Ejes equivalentes AASHTO / Ejes admisibles SHELL, por tramo de análisis*

Se infiere que los resultados verifican la metodología AASHTO, mientras que la comprobación a fatiga por el método SHELL, solo se verifica para los tramos 4 y 5.

Particularmente se observa, para las capas asfálticas, la adopción de un Módulo de Elasticidad “bajo” en la verificación a Fatiga del Proyecto (aprox. 372.000 psi). Se entiende que aplicando un Módulo más elevado (alrededor de 400.000 psi), sería factible el cumplimiento de la misma.

Asimismo, podría optarse por un cambio en el paquete estructural, analizando la aplicación de una capa con suelo-cemento, a fines de lograr reducir espesores de capas granulares y de suelo-cal. Luego, podrían analizarse reducciones de espesores en los tramos con menores solicitudes (tramos 4 y 5).

### **11.4 Reducción ancho de banquetas**

Inicialmente, se analizó una reducción del ancho de banquetas de 2,50m a 1,80m, a fines de ajustar montos de proyecto. Debido a ello surgieron cambios sobre ítems correspondientes al paquete estructural, alcantarillas y movimiento de suelos.

Luego, se plantearon tres escenarios de análisis:

- SITUACIÓN ACTUAL, banquetas de 2,50m pavimentadas en todo el ancho (sin cambios al proyecto).
- BANQUINAS DE 2,50M DE ANCHO, CON 1,80M PAVIMENTADO Y 0,70M DE SUELO (a fines de garantizar seguridad vial). Con ajustes únicamente sobre el paquete estructural. Se mantienen las cantidades relacionadas a alcantarillas y terraplén.

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

A continuación se expone un detalle de la reducción de cantidades en el paquete estructural:

ANÁLISIS REDUCCCIÓN DE CANTIDADES POR REDUCCIÓN DE ANCHO DE BANQUINAS					
PAQUETE ESTRUCTURAL					
ANCHO TOTAL PAVIMENTADO:	1,80m				
Reducción de ancho:	0,70m				
Ltotal:	157,49Km				
	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5	<b>TOTALES</b>
Esp. C.A.	0,05	0,04	0,04	0,04	
Esp. B.G.	0,33	0,30	0,26	0,24	
Ltramo (m)	3840,00	3167,00	134773,00	15705,00	157485
Superficie (m2)	5376,00	4433,80	188682,20	21987,00	220479
Volumen C.A. (m3)	268,80	177,35	7547,29	879,48	<b>8872,92</b>
Volumen B.G. (m3)	1774,08	1330,14	49057,37	5276,88	<b>57438,47</b>
Volumen Estab. Con cal (m3)	3225,60	2660,28	113209,32	13192,20	<b>132287,40</b>
Riego de liga (m2)	5376,00	4433,80	188682,20	21987,00	<b>220479,00</b>
Imprimación (m2)	5376,00	4433,80	188682,20	21987,00	<b>220479,00</b>

- c) BANQUINAS DE 1,80M PAVIMENTADAS EN TODO EL ANCHO. Contemplando ajustes de cantidades sobre paquete estructural, longitud de alcantarillas y terraplén.

A continuación puede apreciarse un detalle de la reducción de cantidades:

ANÁLISIS REDUCCCIÓN DE CANTIDADES POR REDUCCIÓN DE ANCHO DE BANQUINAS					
PAQUETE ESTRUCTURAL					
ANCHO TOTAL:	1,80m				
Reducción de ancho:	0,70m				
Ltotal:	157,49Km				
	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5	<b>TOTALES</b>
Esp. C.A.	0,05	0,04	0,04	0,04	
Esp. B.G.	0,33	0,30	0,26	0,24	
Ltramo (m)	3840,00	3167,00	134773,00	15705,00	157485
Superficie (m2)	5376,00	4433,80	188682,20	21987,00	220479
Volumen C.A. (m3)	268,80	177,35	7547,29	879,48	<b>8872,92</b>
Volumen B.G. (m3)	1774,08	1330,14	49057,37	5276,88	<b>57438,47</b>
Volumen Estab. Con cal (m3)	3225,60	2660,28	113209,32	13192,20	<b>132287,40</b>
Riego de liga (m2)	5376,00	4433,80	188682,20	21987,00	<b>220479,00</b>
Imprimación (m2)	5376,00	4433,80	188682,20	21987,00	<b>220479,00</b>
ALCANTARILLAS TRANSVERSALES					
ΔJ: 1,40m					
	Cantidad	ΔJ			
Celular simple	233	<b>326,20</b>			
Celular doble	38	<b>53,20</b>			
Celular triple	4	<b>5,60</b>			
Celular quintuple	3	<b>4,20</b>			
<b>TOTALES</b>	<b>278</b>	<b>389,20</b>			

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

MOVIMIENTO DE SUELOS					
Se adopta una reducción en valores de terraplén de 0,70m x Hprom x 2 x Ltotal					
Hprom	0,60 m	obtenida de perfiles transversales y altimetría			
Volumen Ltotal (m3)	132287,40				
	6614,37	5% imprevistos			
<b>TOTAL</b>	<b>138901,77</b>				

Tabla 46. Análisis reducción de cantidades por reducción de ancho de banquetas

#### 11.4.1 Variación montos de proyecto

A partir de los tres escenarios planteados y el cálculo de la reducción de cantidades asociadas a cada uno, se han estimado variaciones en los montos de acuerdo a la tabla que sigue.

Dado que el escenario a) involucra el proyecto actual, no existen reducciones.

ÍTEM	PRECIO UNITARIO	b) SOLO PAQUETE ESTRUCTURAL	Δ%	c) PAQUETE EST.+ ALCANTARILLAS + MOV. DE SUELOS	Δ%
		MONTOS TOTALES		MONTOS TOTALES	
Volumen C.A. (m3)	1.642.020,00 Gs.	14.569.512.098,40 Gs.		14.569.512.098,40 Gs.	
Volumen B.G. (m3)	422.335,00 Gs.	20.510.932.403,92 Gs.		20.510.932.403,92 Gs.	
Volumen Estab. con cal (m3)	137.882,00 Gs.	18.240.051.286,80 Gs.		18.240.051.286,80 Gs.	
Riego de liga (m2)	5.192,00 Gs.	1.144.726.968,00 Gs.		1.144.726.968,00 Gs.	
Imprimación (m2)	10.255,00 Gs.	2.261.012.145,00 Gs.		2.261.012.145,00 Gs.	
Celular simple (m)	4.171.936,00 Gs.			1.360.885.523,20 Gs.	
Celular doble (m)	7.701.000,00 Gs.			409.693.200,00 Gs.	
Celular triple (m)	10.805.465,00 Gs.			60.510.604,00 Gs.	
Celular quintuple (m)	14.594.364,00 Gs.			61.296.328,80 Gs.	
Terraplén (m3)	46.387,00 Gs.			6.443.236.404,99 Gs.	
TOTAL PARCIAL		<b>56.726.234.902 Gs.</b>	<b>4,60</b>	<b>65.061.856.963 Gs.</b>	<b>5,25</b>
TOTAL PROYECTO (Base)		1.239.208.947.992 Gs.			

Tabla 47. Variación montos de proyecto por reducción de ancho de banquetas

Como puede apreciarse en la tabla, la columna Δ% indica las variaciones porcentuales sobre el monto total de proyecto. El escenario b) alcanza una disminución de 4,60%, mientras que el escenario c) alcanza 5,25% de reducción.

#### 11.5 Modificación obra básica de proyecto

Se analizó la modificación sobre la obra básica de proyecto, involucrando lo siguiente:

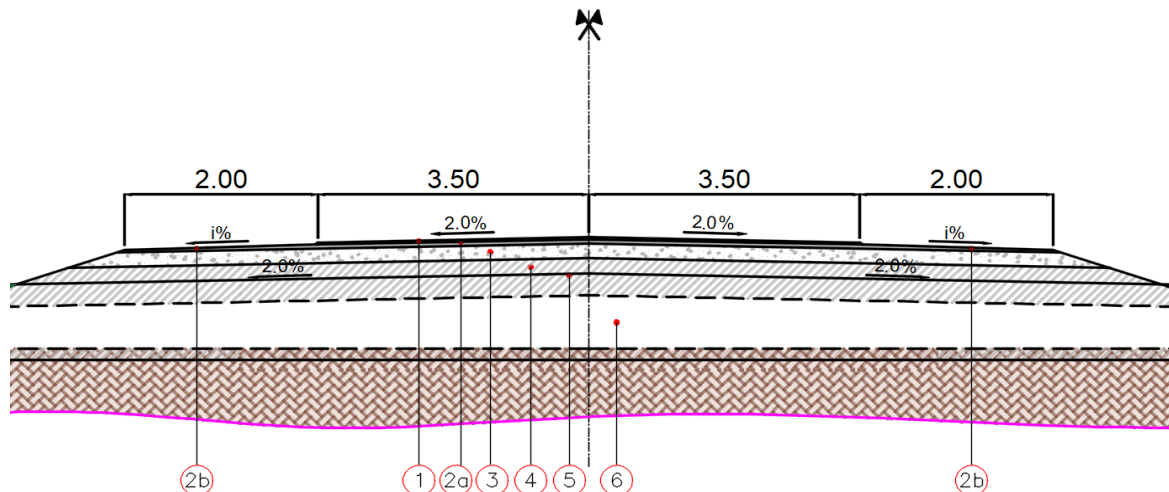
- Ancho total de banquetas: 2,00m.

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

- Cambio en la conformación de capas de pavimento: aplicando carpeta de concreto asfáltico con polímeros únicamente sobre calzada y carpeta de concreto asfáltico convencional en todo el ancho de la banquina.

Dicha modificación fue indicada por parte del equipo técnico del MOPC en la ya citada reunión llevada a cabo.

A continuación se muestra una figura que representa el cambio solicitado.



**REFERENCIAS:**

- ① CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO CON POLÍMEROS
- ②a BASE DE CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL
- ②b CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN BANQUINAS
- ③ BASE GRANULAR (CBR  $\geq$  100%)
- ④ SUELO ESTABILIZADO CON CAL (CBR  $\geq$  20%)
- ⑤ SUELO ESTABILIZADO CON CAL (CBR  $\geq$  20%)
- ⑥ TERRAPLÉN

*Figura 11 – Perfil tipo de Obra básica y estructura de pavimento propuesto por MOPC*

**Nota:** La pendiente “i (%)” es función de la variación de espesor de la carpeta de concreto asfáltico convencional en banquetas.

Nuevamente se ha confeccionado un detalle de la reducción de cantidades asociada a la modificación dispuesta:

ANÁLISIS REDUCCCIÓN DE CANTIDADES POR MODIFICACION DE OBRA BASICA					
PAQUETE ESTRUCTURAL					
ANCHO TOTAL:	2,00	m			
Reducción de ancho:	0,50	m			
Ltotal:	157,49	Km			
	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5	<b>TOTALES</b>
Esp. C.A.	0,05	0,04	0,04	0,04	
Esp. B.G.	0,28	0,26	0,22	0,20	
Esp. S.C.	0,60	0,60	0,60	0,60	

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Ltramo (m)	3840,00	3167,00	134773,00	15705,00	157485
Superficie (m2)	3840,00	3167,00	134773,00	15705,00	157485
Volumen Carpeta C.A. (m3)					<b>33649,45</b>
Volumen Base C.A. (m3)					<b>-22304,70</b>
Volumen B.G. (m3)	1075,20	823,42	29650,06	3141,00	<b>34689,68</b>
Estabilizado con cal (m3)	2304,00	1900,20	80863,80	9423,00	<b>94491</b>
Riego de liga (m2)	4992,00	4117,10	175204,90	20416,50	<b>204730,5</b>
Imprimación (m2)	3840,00	3167,00	134773,00	15705,00	<b>157485</b>
<b>ALCANTARILLAS TRANSVERSALES</b>					
<b>ΔJ:1,00m</b>					
	Cantidad	<b>ΔJ</b>			
Celular simple (m)	233	<b>233,00</b>			
Celular doble (m)	38	<b>38,00</b>			
Celular triple (m)	4	<b>4,00</b>			
Celular quintuple (m)	3	<b>3,00</b>			
TOTALES	278	278,00			
<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>					
Se adopta una reducción en valores de terraplén de 0,50m x Hprom x 2 x Ltotal					
Hprom	0,60	m	obtenida de perfiles transversales y altimetría		
Terraplén Ltotal (m3)	94491,00				
	4724,55	5% imprevistos			
<b>TOTAL</b>	<b>99215,55</b>				

Tabla 48. Análisis reducción de cantidades por modificación de obra básica de proyecto

### 11.5.1 Variación montos de proyecto

A partir de la modificación planteada y el cálculo de la reducción de cantidades asociadas, se han estimado variaciones en los montos de acuerdo a la tabla que sigue.

ÍTEM	PRECIO UNITARIO	PAQUETE + ALCANTARILLAS + MOV. DE SUELOS	Δ%
Volumen C.A. (m3)	1.642.020,00 Gs.	55.253.061.678,90 Gs.	
Volumen B.G. (m3)	1.460.130,00 Gs.	-32.567.767.816,55 Gs.	
Volumen Estab. Con cal (m3)	422.335,00 Gs.	14.650.666.002,80 Gs.	
Riego de liga (m2)	137.882,00 Gs.	13.028.608.062,00 Gs.	
Imprimación (m2)	5.192,00 Gs.	1.062.960.756,00 Gs.	
Celular simple (m)	10.255,00 Gs.	1.615.008.675,00 Gs.	
Celular doble (m)	4.171.936,00 Gs.	972.061.088,00 Gs.	
Celular triple (m)	7.701.000,00 Gs.	292.638.000,00 Gs.	
Celular quintuple (m)	10.805.465,00 Gs.	43.221.860,00 Gs.	
Terraplén (m3)	14.594.364,00 Gs.	43.783.092,00 Gs.	
Volumen C.A. (m3)	46.387,00 Gs.	4.602.311.717,85 Gs.	
TOTAL PARCIAL		<b>58.996.553.116,00 Gs.</b>	<b>4,75</b>
TOTAL PROYECTO (Base)		1.239.208.947.992,00 Gs.	

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACOÍ - TRIÁNGULO - GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

*Tabla 49. Variación montos de proyecto por modificación de obra básica de proyecto*

Como puede apreciarse la columna  $\Delta\%$  indica las variaciones porcentuales sobre el monto total de proyecto. En este caso se alcanza una reducción del 4,75%.

### 11.6 Ajuste de precios unitarios

Se entiende que los ítems más importantes podrían tener un ajuste en sus precios unitarios de entre un 5,00 a un 20,00%. Aplica para: Terraplén (15,00%), Base Granular (10,00%), Suelo Estabilizado con cal (20,00%) y Capas de concreto asfáltico (10,00%).

En relación a ello, se ha recabado información relativa a últimas licitaciones en intercambios con funcionarios del MOPC y BID, obteniendo valores actualizados.

Se aplican los nuevos precios a los ítems volcados en la tabla siguiente, tomando en cuenta las modificaciones planteadas en apartados anteriores.

Ítem	PRECIO UNITARIO (Gs.)	SOLO PAQUETE ESTRUCTURAL (Banquinas 1,80m)	$\Delta\%$	ANCHO TOTAL BANQUINAS: 1,80m	$\Delta\%$	ANCHO TOTAL BANQUINAS: 2,00m + CAMBIO O.B.	$\Delta\%$
		MONTOS TOTALES (Gs.)		MONTOS TOTALES (Gs.)		MONTOS TOTALES (Gs.)	
Volumen C.A. (m3)	1.500.000,00	13.309.380.000,00		13.309.380.000,00		50.474.167.500,00	
Volumen B.C.A. (m3)	1.300.000,00	-		-		28.996.115.525,00	
Volumen B.G. (m3)	375.000,00	18.212.082.000,00		18.212.082.000,00		13.008.630.000,00	
Estabilizado con cal (m3)	115.000,00	15.213.051.000,00		15.213.051.000,00		10.866.465.000,00	
Riego de liga (m2)	5.192,00	1.144.726.968,00		1.144.726.968,00		1.062.960.756,00	
Imprimación (m2)	10.255,00	2.261.012.145,00		2.261.012.145,00		1.615.008.675,00	
Celular simple	3.285.923,00	-		1.071.868.082,60		765.620.059,00	
Celular doble	5.792.817,00	-		308.177.864,40		220.127.046,00	
Celular triple	10.805.465,00	-		60.510.604,00		43.221.860,00	
Celular quintuple	14.594.364,00	-		61.296.328,80		43.783.092,00	
Terraplén	40.000,00	-		5.556.070.800,00		3.968.622.000,00	
TOTAL PARCIAL		50.140.252.113	<b>4,30</b>	57.198.175.793	<b>5,00</b>	53.072.490.463	<b>4,65</b>
TOTAL PROYECTO ACTUALIZADO CON PRECIOS MODIFICADOS		1.168.450.973.611		1.149.908.401.870			
FINAL CON REDUCCIÓN DE BANQUINAS		1.118.310.721.498	<b>9,80</b>	1.092.710.226.077	<b>11,80</b>	1.088.765.892.64	<b>12,10</b>

*Tabla 50. Variación montos de proyecto por ajuste de precios unitarios*

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

## 12 COMENTARIOS FINALES

- En términos generales y de acuerdo a las especialidades analizadas al corriente, el diseño cumple con lo indicado en el Pliego de Bases y Condiciones y en el Manual de Carreteras.
- No obstante, surgen observaciones que podrían originar cambios sobre el monto total de proyecto dado que influyen sobre cantidades del paquete estructural, terraplén y hormigones en obras de drenaje, como se indicó en el apartado de hallazgos de consultoría. Tal es el caso de:

- Ajustes sobre la rasante de proyecto a fines de cumplir tapadas mínimas.
- Reducciones del ancho de banquetas. Como resultado, se lograrían disminuciones sobre el monto total de proyecto.
- Modificación de obra básica. Como resultado, se lograrían disminuciones sobre el monto total de proyecto.
- Corrección de tasas de crecimiento de vehículos pesados. Debido a ello los ejes equivalentes de proyecto sufrieron variaciones.

Se infiere que los resultados verifican la metodología AASHTO, mientras que la comprobación a fatiga por el método SHELL solo se verifica para los tramos 4 y 5.

Podría optarse por un cambio en el paquete estructural, analizando la aplicación de una capa con suelo-cemento, a fines de lograr reducir espesores de capas granulares y de suelo-cal. Luego, podrían analizarse reducciones de espesores en los tramos con menores solicitaciones (Tramo 4 y 5).

- En lo relativo al proyecto de puentes, deberá considerarse la falta de información, en general, respecto al diseño y cálculo estructural. Eventuales cambios en ello, podrían repercutir sobre el diseño alométrico por un lado, con sus consecuentes variaciones en cantidades de movimiento de suelos; así como en los volúmenes de hormigón y toneladas de acero empleados, por el otro.
- Se han ajustado precios correspondientes a los ítems más importantes a partir de información relativa a últimas licitaciones en intercambios con funcionarios del MOPC y BID, obteniendo valores actualizados.

Ello aplica para los siguientes ítems: terraplén, base granular, suelo estabilizado con cal y capas de concreto asfáltico.

Teniendo en cuenta el ajuste en los precios mencionados, se lograría una disminución de alrededor del 7,20% del monto total de proyecto (sin modificar el diseño).

Tomando una reducción de banquetas a 1,80m pavimentadas, con 0,70m de suelo (2,50m de ancho total) el monto total se vería disminuido en 9,80%.

Por otro lado, si se considerara una reducción de banquetas a 1,80m total el monto total se vería disminuido en 11,80%.

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS**

Y considerando una reducción de banquetas a 2,00m y la modificación de las capas estructurales del pavimento, el monto total se vería disminuido en 12,10%.

- Por último, se recomienda incluir dentro de los Términos de Referencia de proyecto, obras que garanticen accesibilidad universal para peatones y personas con movilidad reducida. Deberán materializarse mediante el empleo de rampas de acceso, cebras, pasarelas peatonales, etc. Esto constituye una política ineludible del Banco Interamericano de Desarrollo.

## 12.1 Resultados

A fines de analizar posibles intervenciones sobre el proyecto, se expone una tabla comparativa que contiene resultados de los hallazgos desarrollados (en rojo aumentos, en verde reducciones):

AJUSTES	PRECIOS SIN MODIFICAR	PRECIOS MODIFICADOS
TAPADA ALCANTARILLAS 1,00m (1)	0,60%	0,50%
TAPADA ALCANTARILLAS 0,70m (2)	0,27%	0,23%
REDUCCIÓN BQNAS (1,80m+0,70m) (3)	4,60%	4,30%
REDUCCIÓN BQNAS (1,80m) (4)	5,25%	5,00%
MODIFICACIÓN OBRA BÁSICA (5)	4,75%	4,65%
REDUCCIÓN PRECIOS UNITARIOS (6)	-	7,20%
(1) + (3)	4,00%	
(1) + (4)	4,65%	
(1) + (4) + (6)		11,30%
(1) + (3) + (6)		9,30%
(2) + (5)	4,48%	
(2) + (5) + (6)		11,87%

*Tabla 51. Comparativa resultados posibles ajustes de proyecto*

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA RUTA NACIONAL PY12 TRAMO CHACO'Í – TRIÁNGULO –  
GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

### 13 INFORMACIÓN REQUERIDA PARA OPTIMIZACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se expone un listado de información necesaria en caso de contemplar una optimización del proyecto:

a) Relevamiento topográfico

- A fines de identificar las características de los cauces del tramo y así efectuar una correcta modelación su comportamiento, debería completarse el relevamiento de topobatimetría aguas arriba y aguas debajo de los mismos.

Tal como se indica en el Manual de Carreteras de la República del Paraguay, cada cauce debe relevarse en una longitud aproximada de 2.000 m (1.000 m aguas arriba del sitio de la obra y 1.000 m aguas abajo de la misma).

- Por otro lado, sería necesario incorporar en el envío el relevamiento topográfico de todo el trazado, incluyendo Referencias de Nivel.

b) Hidrología

- Se requeriría especificar con mejor nivel de detalle la metodología empleada con: curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, cuencas de aporte consideradas para cada elemento, caudales resultantes, etc.
- Asimismo, se requeriría la definición de las pendientes longitudinales y transversales del sistema de drenaje.

c) Diseño geométrico

- Deberían solicitarse perfiles transversales de desagüe para todas las alcantarillas, a fines de verificar valores de tapadas y escurrimientos. Indicar tapadas mínimas consideradas/calculadas.

d) Obras complementarias

- En relación al proyecto de iluminación, se advierte la falta de los cálculos y verificaciones pertinentes (verificaciones luminotécnicas y eléctricas). Se requeriría el envío de los mismos, así como de la documentación detallada a continuación:
- Planimetría de iluminación, donde se indique posición y tipo de columnas, disposición de cableado con secciones y longitudes; y los planos tipo y de detalle que apliquen.
- Asimismo, se incluye un cómputo de columnas de iluminación, sin embargo se observa la falta del resto de los elementos que conforman el sistema de iluminación. Debería enviarse un cómputo detallado de los mismos.

e) Archivos digitales

- Dada la envergadura del proyecto debería solicitarse el envío de archivos en formato CIVIL de manera de agilizar modelaciones y cálculos a efectuar.

A partir de lo expuesto podrían realizarse los ajustes que se consideren necesarios a fines de cumplimentar la normativa aplicable y restablecer montos de proyecto.



TETĀ REMBIAPO  
HA MARANDU  
Motenondcha  
Ministerio  
OBRAS PÚBLICAS  
Y COMUNICACIONES



GOBIERNO  
NACIONAL

Paraguay  
de la gente

## PROYECTO:

### PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA

#### RUTA NACIONAL PY12

#### TRAMO CHACOÍ – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS

#### REPÚBLICA DEL PARAGUAY



## “INFORME DE AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL”

## ETAPA: PROYECTO EJECUTIVO

JUNIO 2020

## INFORME DE LA AUDITORÍA VIAL

### INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.	OBJETIVO .....	2
3.	METODOLOGÍA .....	3
4.	PRE-IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALMENTE CONFLICTIVAS.....	3
5.	RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE PROYECTO .....	3
6.	CHECKLIST DEL PROYECTO .....	4
7.	AUDITORÍA DEL PROYECTO.....	4
7.1.	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	4
7.1.1.	Análisis de consistencia .....	4
7.1.2.	Intersecciones y Accesos.....	10
7.1.3.	Instalaciones para Transporte Público .....	14
7.1.4.	Visibilidad .....	15
7.1.5.	Verificación de camino indulgente .....	16
7.2.	SEÑALIZACIÓN VIAL.....	18
7.2.1.	Demarcación Horizontal .....	18
7.2.2.	Señalización Vertical.....	19
7.3.	SISTEMAS DE CONTENCIÓN .....	19
7.3.1.	Ubicación de las defensas proyectadas .....	19
7.3.2.	Diseño de las defensas proyectadas.....	19
8.	MEDIDAS PROPUESTAS Y CONCLUSIONES.....	22
8.1.	MEDIDAS PROPUESTAS .....	22
8.3.	CONCLUSIONES .....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

"La auditoría de seguridad es un procedimiento sistemático para examinar un proyecto vial o un camino existente,..., para detectar defectos capaces de resultar en accidentes, o incrementar la gravedad de los accidentes"<sup>1</sup>.

En particular, esta Auditoría se realiza sobre el Proyecto de Pavimentación de la Ruta Nacional N° 12 - ETAPA: Proyecto Ejecutivo -, en el Departamento de General Hayes de la República del Paraguay, cuyos datos fueron enunciados en el Anexo I - "Ficha Resumen de las Características del Proyecto".

En general, se buscó verificar dos principios básicos que permiten una operación segura del camino.

A. Principio de **CALIDAD**, en el cual se debe dar cumplimiento a un total de cinco requerimientos básicos:

- ❖ Visibilidad → debe asegurarse que la calidad de la información visual del ambiente del camino contribuye a facilitar la tarea de conducción.
- ❖ Diseño auto-explicatorio del camino → La infraestructura del camino y su entorno deben comprenderse fácilmente de modo que los usuarios fácilmente puedan identificar dónde están, determinar qué dirección deben seguir y anticipar fácilmente los eventos con los cuales puedan confrontarse y ajustar su comportamiento consecuentemente.
- ❖ Adecuación de la infraestructura del camino a las tensiones dinámicas de los vehículos → Sobre la base de la velocidad de operación, las características del camino deben ser adecuadas para minimizar el riesgo de fallas dinámicas.
- ❖ Posibilidades de prevención y recuperación → La infraestructura debe tener características *indulgentes*, es decir, debe permitir maniobras evasivas o de recuperación completas en situaciones críticas para que no ocurran accidentes bajo tales condiciones.
- ❖ Limitación de la gravedad del impacto → Para no agravar las consecuencias de los accidentes, los obstáculos laterales deben ser pocos y estar alejados desde la calzada. Cuando estos requerimientos no puedan satisfacerse, los usuarios deben ser protegidos mediante el uso de defensas entre éstos y los objetos rígido o en su defecto, hacer frangibles a los objetos rígidos.

B. Principio de **COHERENCIA** en el **ESPACIO**:

- ❖ Coherencia total de todos los elementos del camino con su entorno
- ❖ Coherencia de las características viales a lo largo de una ruta → Para adaptar con seguridad su conducción, los usuarios viales deben comprender sobre qué tipo de camino viajan, y predecir las situaciones próximas.

## 2. OBJETIVO

Los objetivos de la presente Auditoría es generar acciones preventivas sobre:

- Asegurar que el proyecto haya sido elaborado teniendo en cuenta las máximas condiciones de seguridad de operación.
- Minimizar la posibilidad de aparición de situaciones de riesgo que puedan implicar accidentes.
- Proponer Recomendaciones / Medidas Correctivas al proyecto para asegurar la seguridad de los usuarios.

---

<sup>1</sup> ROAD SAFETY MANUAL – 2003 – PIARC TECHNICAL COMMITTEE ON ROAD SAFETY (C13)

### 3. METODOLOGÍA

La metodología aplicada se basa en analizar la documentación del proyecto con que se cuenta, para luego verificar los principios enunciados anteriormente, a través de la auditoría de los siguientes elementos del proyecto:

1. Análisis preliminar de los datos
2. Pre-Identificación de zonas potencialmente conflictivas
3. Reconocimiento de la zona de Proyecto
4. Auditoría del Proyecto
  - ❖ Diseño Geométrico
  - ❖ Señalización vial
  - ❖ Sistemas de Contención
5. Medidas Correctivas y/o Preventivas propuestas

### 4. PRE-IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALMENTE CONFLICTIVAS

Luego de analizar la documentación de proyecto; se ha realizado una identificación preliminar, mediante el empleo de Imágenes aéreas, de zonas potencialmente conflictivas que deberían ser inspeccionadas In-Situ. A continuación se establecen las progresivas de las zonas identificadas:

#### Escuelas

- Prog. 0+800 Lado Derecho
- Prog. 9+460 Lado Izquierdo
- Escuela en Ninfa
- Prog. 122+000 Lado Izquierdo
- Prog. 137+860 Lado Izquierdo
- Prog. 162+380 Lado Izquierdo

#### Puentes

- Prog. 4+258 – Puente sobre Río Confusoí
- Prog. 32+480 – Puente sobre Río Negro
- Prog. 148+772 – Puente sobre brazo norte del cauce viejo del Río Pilcomayo

#### Intersecciones y Travesías Urbanas

- Travesía urbana (Prog 0+000 a 1+700)
- Intersección con Ruta a Chacoí (Prog 0+300)
- Intersección con Ruta Nanawa – Chacoí (Prog 2+900)
- Travesía urbana (Prog 5+000 a 5+800)
- Rotonda en intersección con Ruta Falcón 9 – Falcón (Prog 6+300)
- Travesía urbana (Prog 8+400 a 10+000)
- Puesto Cabo Talavera (Prog 102+400)
- Zona urbana Ninfa
- Cruce Triángulo (143+900)
- Rotonda de General Bruguez (Prog 160+300)
- Zona urbana General Bruguez

### 5. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE PROYECTO

En este apartado se desarrolla lo observado durante las recorridas In situ de la traza, buscando evaluar las situaciones detectadas en el Punto 4. Debido a la situación actual, este punto queda pendiente de resolverse cuando sea factible realizar la recorrida.

## 6. CHECKLIST DEL PROYECTO

El propósito del presente *checklist* es facilitar la identificación y detección de eventos o situaciones particulares en el proyecto auditado, que luego son profundizados en el punto 7.

El checklist de la seguridad del Diseño Geométrico incluida aquí se adaptó de la Lista 3, Etapa de Diseño Detallado de Road Safety Audit Segunda Edición 2002. Austroads, Australia.

Los aspectos evaluados son los siguientes:

N	ASPECTO EVALUADO	N	ASPECTO EVALUADO
<b>A</b>	<b>TEMAS GENERALES</b>	<b>D</b>	<b>INTERSECCIONES</b>
1	Condiciones climáticas	19	Visibilidad hacia y en las intersecciones
2	Paisajismo	20	Trazado
3	Servicios	21	Legibilidad de los conductores
4	Acceso a propiedades y desarrollos	22	Diseño geométrico detallado
5	Desarrollos adyacentes	23	Otras intersecciones
6	Estabilidad de cortes y terraplenes	<b>E</b>	<b>USUARIOS VIALES ESPECIALES</b>
7	Resistencia al deslizamiento	24	Tierra adyacente
<b>B</b>	<b>TEMAS DE DISEÑO</b>	25	Peatones
8	Geometría de los alineamientos horizontal y vertical	26	Ciclistas
9	Secciones transversales típicas	27	Motociclistas
10	Efecto de la variación de la sección transversal	28	Jinetes y ganado
11	Trazado del coronamiento	29	Carga
12	Tratamiento de banquetas y bordes	30	Transporte Público
13	Visibilidad y distancia visual	31	Vehículos de mantenimiento vial
<b>C</b>	<b>DETALLE DE LOS ALINEAMIENTOS</b>	<b>F</b>	<b>ILUMINACIÓN, SEÑALES Y DELINEACIÓN</b>
14	Visibilidad; distancia visual	32	Iluminación
15	Interfaz caminos nuevo/existente	33	Señales
16	'Legibilidad' del alineamiento, para los conductores	34	Marcas y delineación
17	Diseño geométrico de detalle	<b>G</b>	<b>OBJETOS FÍSICOS</b>
18	Tratamiento en puentes y alcantarillas	35	Postes y otras obstrucciones
		36	Barreras
		37	Puentes, alcantarillas y cunetas
		<b>H</b>	<b>ASUNTOS ADICIONALES</b>
		38	Alineamiento horizontal
		39	Alineamiento vertical
		40	Señales y marcas
		41	Paisajismo
		42	Administración del tránsito

Se adjunta en el Anexo II las planillas realizadas con los resultados obtenidos.

## 7. AUDITORÍA DEL PROYECTO

### 7.1. DISEÑO GEOMÉTRICO

#### 7.1.1. Análisis de consistencia

##### Introducción

La Consistencia del Diseño es la "Condición bajo la cual una vía se encuentra en armonía con las expectativas de los conductores" (Irizary y Krammes, 1998).

Se podría considerar que es un objetivo básico del diseño. En términos generales, y con todos los demás factores constantes, sería de esperar una reducción en la frecuencia de accidentes a medida que aumenta la consistencia del diseño. Esto quiere decir que la tasa de accidentes en las curvas aumenta con el aumento de la reducción de la velocidad estimada desde la tangente hacia la curva consecutiva.

En relación al proyecto que se está analizando, se podría afirmar que una de las expectativas de los conductores en zonas rurales de dos carriles indivisos, es capacidad de mantener una velocidad relativamente uniforme, o sea, "uniformidad completa" a lo largo de la traza.

### Herramienta de análisis

El **Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM)** es un conjunto de herramientas (Freeware) de la Federal Highway Administration - Departamento de Transporte de los Estados Unidos – elaboradas para evaluar la seguridad y los efectos operacionales debidos al diseño geométrico de proyectos de desarrollos viales. El ámbito de aplicación de la versión actual del IHSDM es: Caminos rurales de dos carriles. Es importante aclarar que el modelo utilizado en esta auditoría no se encuentra calibrado para nuestro país (tipo de usuarios locales), sin embargo, es una herramienta que permite obtener una muy buena aproximación en el análisis de la coherencia del diseño.

Para la presente Auditoría se utilizó, dentro del pack de herramientas que componen al software, el **Módulo de Consistencia de Diseño**, el cual evalúa la consistencia de la velocidad de operación a través de un perfil de velocidad modelo que estima la velocidad del percentil 85, que es aquella bajo la cual circula el 85% de los vehículos cuando no existe congestión. El modelo del perfil de velocidad combina: velocidades estimadas del percentil 85 en curvas (horizontal, vertical, y la combinación horizontal-vertical), velocidad deseada en las tangentes, la aceleración y deceleración al ingreso y egreso de las curvas, y un algoritmo para estimar velocidades en las pendientes longitudinales.

Para realizar la evaluación, el módulo estima dos medidas:

- La diferencia esperada entre las velocidades estimadas percentil 85 a lo largo de la carretera y la velocidad de diseño, y
- La reducción esperada en el percentil 85 de la velocidad entre la tangente y su curva horizontal consecutiva.

La finalidad de la estimación de estas medidas es poner de manifiesto los lugares donde más atención se debe prestar, o sea, donde la evaluación puede estar justificada.

La salida gráfica del software utiliza un código de colores para ayudar a distinguir rápidamente los valores más grandes de los valores más pequeños. La codificación por colores no pretende y no debe interpretarse como diseño aceptable o inaceptable.

### Resultados obtenidos



**Table 3. Design Speed Assumption, Increasing Stations**

From Location (Sta. m)	To Location (Sta. m)	Min (km/h)	Max (km/h)	Condition
0.000	1600+05.331	-75	0	4

**Design Speed Assumption Check Conditions Key**

Condition 1:  $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$   
 Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$   
 Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$   
 Condition 4:  $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0 \text{ km/h}$

where:

$V_{85}$ : estimated 85th percentile operating speed

$V_{\text{design}}$ : design speed

**Table 5. Speed Differential of Adjacent Design Elements, Increasing Stations**

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
1211+44.560	100	1214+07.367	100	0	1
1219+13.536	67	1221+59.310	56	11	2
1223+40.000	100	1224+22.117	100	0	1
1224+22.117	100	1230+42.590	100	0	1
1230+42.590	100	1252+72.275	100	0	1
1297+90.981	100	1299+22.356	97	3	1
1302+32.370	100	1308+99.287	99	1	1
1309+92.531	100	1324+36.348	100	0	1
1375+20.000	67	1379+72.175	56	11	2
1383+75.392	100	1384+04.618	100	0	1
1387+04.030	100	1394+21.457	100	0	1
1418+62.138	100	1419+76.178	98	2	1
1421+37.234	100	1436+67.996	56	44	3
1453+17.848	100	1460+84.707	98	2	1

**Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key**

Condition 1:  $0 \text{ km/h} (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}}) \leq 10 \text{ km/h}$   
 Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}}) \leq 20 \text{ km/h}$   
 Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}})$

where:

$V_{85_{\text{Tangent}}}$ : estimated 85th percentile operating speed on tangent

$V_{85_{\text{Curve}}}$ : estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve

**Aclaración**

La tabla es un extracto de los valores en condición 2 o 3. La tabla completa se encuentra incluido en el Anexo III.



**Table 4. Design Speed Assumption, Decreasing Stations**

From Location (Sta. m)	To Location (Sta. m)	Min (km/h)	Max (km/h)	Condition
1600+05.331	0.000	-75	0	4

**Design Speed Assumption Check Conditions Key**

Condition 1:  $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$

Condition 4:  $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0 \text{ km/h}$

where:

$V_{85}$ : estimated 85th percentile operating speed

$V_{\text{design}}$ : design speed

**Table 6. Speed Differential of Adjacent Design Elements, Decreasing Stations**

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
1484+70.748	100	1483+67.399	100	0	1
1463+73.592	100	1462+59.552	98	2	1
1460+10.009	100	1441+31.017	56	44	3
1424+80.131	100	1420+62.537	98	2	1
184+96.863	100	184+19.161	100	0	1
162+59.132	100	161+45.092	98	2	1
159+29.957	100	140+20.820	98	2	1
137+10.512	100	84+12.902	66	34	3
84+00.000	100	77+60.687	100	0	1
77+60.687	100	68+08.285	100	0	1
64+00.000	100	48+08.665	98	2	1
46+63.326	100	45+75.249	97	2	1
44+12.339	100	41+71.754	97	3	1
37+44.203	100	30+33.614	56	44	3
28+09.951	58	27+70.714	56	2	1
24+82.196	100	16+82.360	66	34	3

**Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key**

Condition 1:  $0 \text{ km/h} (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}})$

where:

$V_{85_{\text{Tangent}}}$ : estimated 85th percentile operating speed on tangent

$V_{85_{\text{Curve}}}$ : estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve

**Aclaración**

La tabla es un extracto de los valores en condición 2 o 3. La tabla completa se encuentra incluido en el Anexo III.

## Conclusiones

En base a los resultados obtenidos de la modelación realizada con el IHSDM, se puede concluir que el diseño es adecuado para las expectativas de los usuarios y no se observan elementos que afecten la seguridad de los usuarios.

Sin embargo, la tasa de desaceleración prevista en dos curvas (Curva N° 146 - Prog. 143+667.984; Curva N° 16 - Prog. 8+265.575; Curva N° 5 - Prog. 2+844.323; Curva N° 2 - Prog. 1+644.251, aproximadamente), es mayor que la tasa de desaceleración confortable determinada en base a los datos recopilados para el desarrollo del Módulo de Consistencia del Diseño, como hace mención la FHWA reporte FHWA-RD-99-171, "Speed prediction for two-lane Rural Highway". Por lo cual se considera que se encuentra comprometido este aspecto.

**De lo anteriormente enunciado, se concluye que, si bien el diseño es consistente para las velocidades de diseño y operación surgidas de la modelación, se considera que la tasa de desaceleración deberá ser atenuada, lo cual puede requerir modificación geométrica o mediante una reducción paulatina de la velocidad mediante elementos de control.**

### 7.1.2. Intersecciones y Accesos

#### Introducción

A continuación, se realizará un repaso de todas las intersecciones y accesos importantes identificados en el tramo, algunos de los cuales han sido objeto de Diseño y otros que no han sido evaluados en el proyecto, por lo cual se recomienda que sean objeto de alguna medida, ya sea como las expuestas en el presente informe o alguna alternativa que se crea más conveniente.

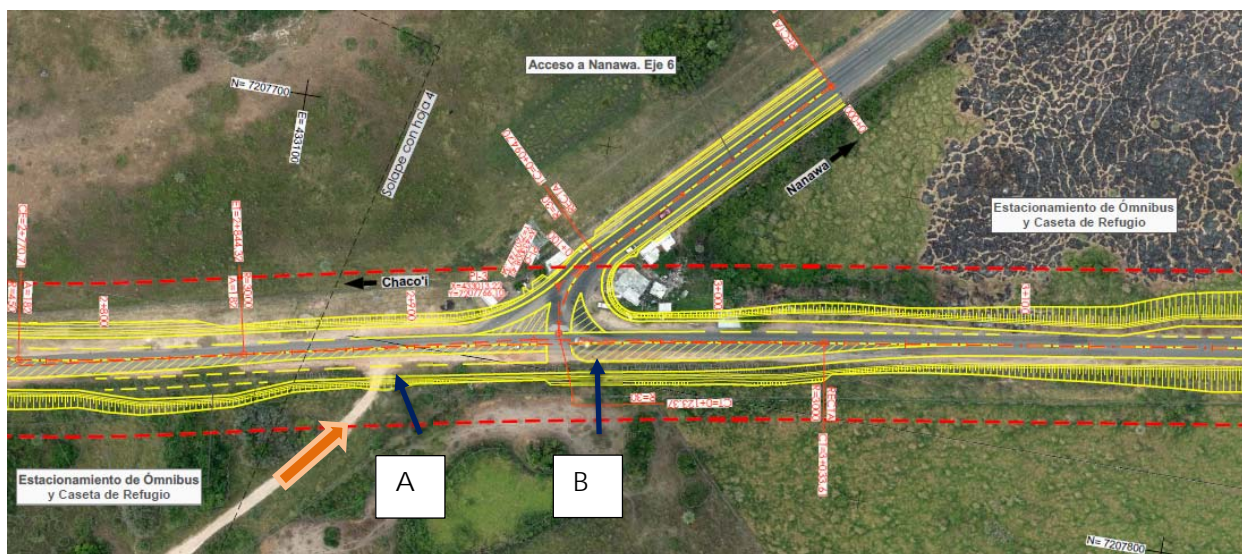
Se destaca que no se observa en la documentación la simulación de Giro de vehículo de diseño de las intersecciones, lo cual puede implicar modificaciones geométricas posteriores.

El Análisis de cada una se describe a continuación:

#### A. INTERSECCIONES

##### ❖ INTERSECCIÓN ACCESO A NANAWA (Prog. 2+950)

En esta intersección se observan dos aspectos que requieren ser incorporados en el diseño geométrico de la intersección, debido a que tienen implicancias en la Seguridad Vial.



Punto A: incorporación de acceso en intersección, no contemplado, que además puede estar afectado por la falta de distancia de visibilidad de detención debido a la proximidad de la Dársena de Detención y el Refugio.

Punto B: La falta de carril de incorporación de los vehículos que se dirigen desde el acceso a Nanawa hacia Gral Bruguez, puede generar una fricción con los vehículos pasantes, lo cual puede derivar en una colisión.

#### **Propuesta**

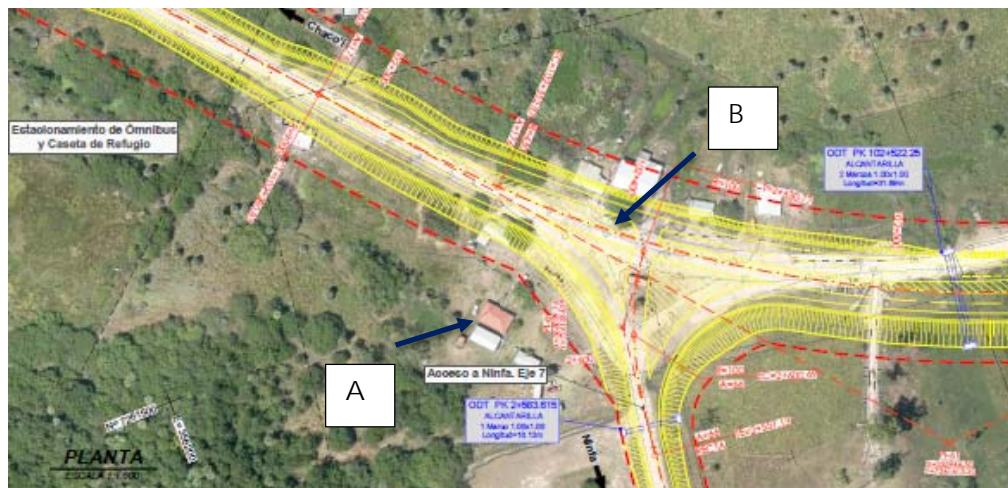
Incorporar en el diseño geométrico el acceso y realizar la correspondiente verificación de visibilidad.

Generar el carril de incorporación para el movimiento Nanawa – Gral Bruguez, lo cual implica una modificación sobre la isleta pintada.

Complementariamente se solicita la verificación de la simulación de los giros de los vehículos, la Señalización Vertical y la Demarcación Horizontal propia de la intersección.

#### **❖ INTERSECCIÓN ACCESO A NINFA (Prog. 102+410)**

En esta intersección se observan dos aspectos que requieren ser incorporados en el diseño geométrico de la intersección, debido a que tienen implicancias en la Seguridad Vial.



Punto A: el ingreso/egreso de viviendas/Puesto Comercial desde y hacia la traza no se encuentra contemplado, de manera que puedan realizar los movimientos sin que se generen situaciones peligrosas de cruces.

Punto B: La falta de carril de incorporación de los vehículos que se dirigen desde el acceso a Ninfa hacia Chacoí, puede generar una fricción con los vehículos pasantes, lo cual puede derivar en una colisión.

#### **Propuesta**

Incorporar en el diseño geométrico el acceso de las viviendas/Puesto Comercial y realizar la correspondiente verificación de visibilidad.

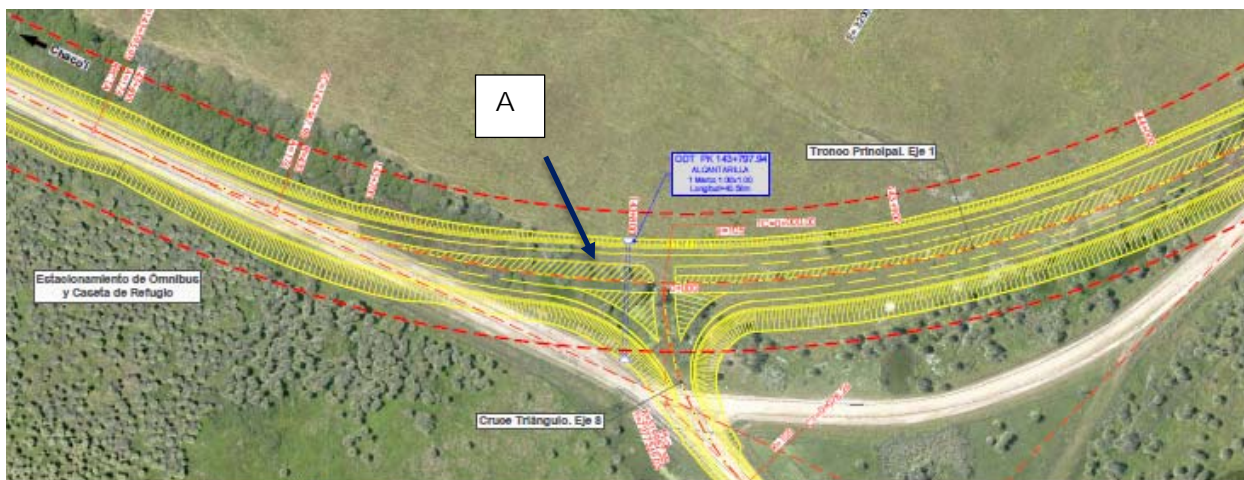
Generar el carril de incorporación para el movimiento Ninfa – Chacoí, lo cual implica una modificación sobre la isleta pintada.

Evaluar el Giro del vehículo detenido curva con peralte del 8%.

Complementariamente se solicita la verificación de la simulación de los giros de los vehículos, la Señalización Vertical y la Demarcación Horizontal propia de la intersección.

❖ **INTERSECCIÓN ACCESO A TRIANGULO (Prog. 143+810, APROX.)**

En esta intersección se observan un aspecto que requiere ser incorporados en el diseño geométrico de la intersección, debido a que tiene implicancias en la Seguridad Vial.



Punto A: La falta de carril de incorporación de los vehículos que se dirigen desde el acceso a Triangulo hacia Chacoí, puede generar una fricción con los vehículos pasantes, lo cual puede derivar en una colisión.

**Propuesta**

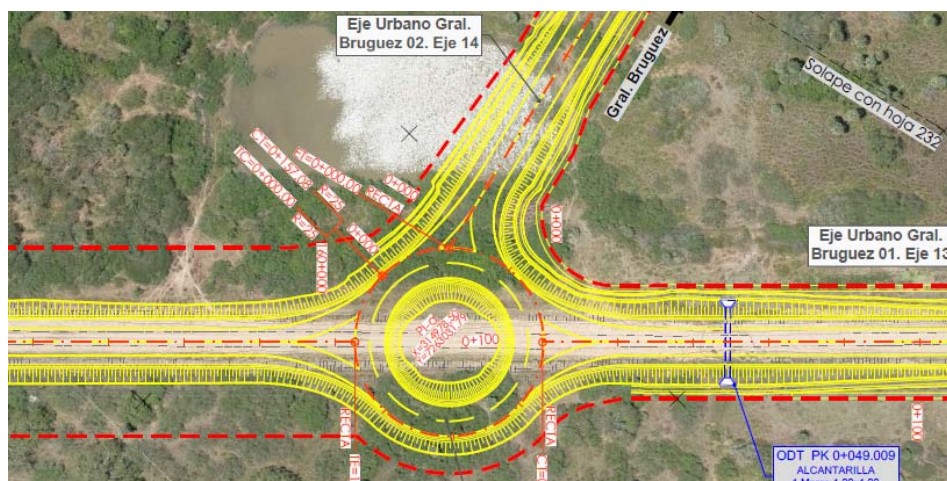
Generar el carril de incorporación para el movimiento Triangulo – Chacoí, lo cual implica una modificación sobre la isleta pintada.

Evaluar el Giro del vehículo detenido curva con peralte del 8%.

Complementariamente se solicita la verificación de la simulación de los giros de los vehículos, la Señalización Vertical y la Demarcación Horizontal propia de la intersección.

❖ **ROTONDA ACCESO GRAL BRUGUEZ (Prog. 160+005)**

En esta intersección se observan un aspecto que requiere ser incorporados en el diseño geométrico de la intersección, debido a que tiene implicancias en la Seguridad Vial.

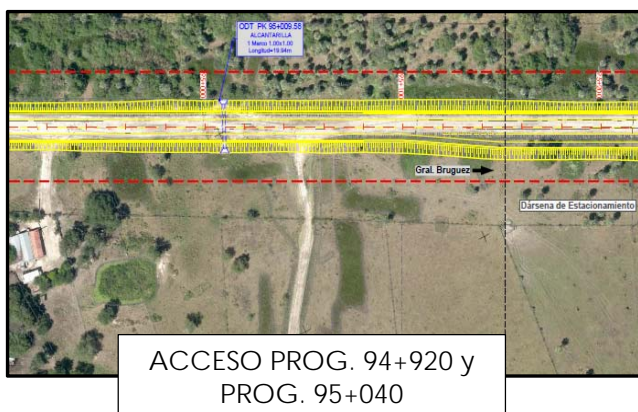
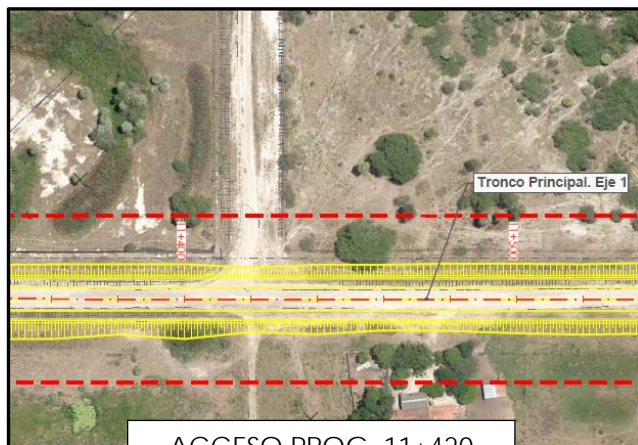


**Propuesta**

En el sector del plato no se observa la presencia de banquina lo cual restringe y afecta el barrido de los vehículos. Se solicita la verificación de la simulación de los giros de los vehículos, la Señalización Vertical y la Demarcación Horizontal propia de la rotonda.

## B. ACCESOS

Respecto de los accesos se ha podido comprobar que, si bien se encuentran identificados una gran cantidad parte de los mismos, no se evalúa y plantea la resolución de los movimientos de los generadores y atractores de tránsito más importantes. En particular los establecimientos productivos / caminos terciarios, que emplean Vehículos pesados o tienen una frecuencia de movimiento distinta a los accesos particulares. A continuación, se incluyen algunas imágenes donde se puede visualizar la situación previamente descrita:



Una cuestión adicional es que el ingreso perpendicular a la calzada suele deteriorar la estructura de la banquina, que luego progresa hacia la calzada, si no se contempla alguna medida de protección.

### Propuesta

Evaluar e identificar los accesos, según usuario/actividad/frecuencia.

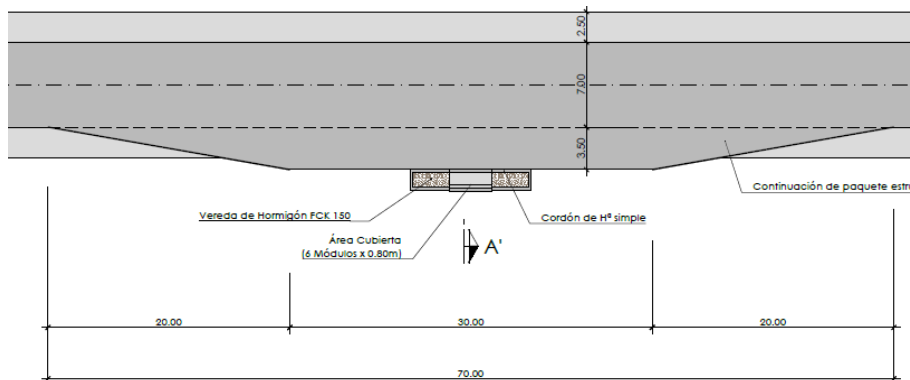
Sobre los que tienen una exigencia de tránsito más elevada (Vehículos Pesados / Elevada frecuencia), aplicar plano de Detalle de Obras Complementarias, verificando el giro de vehículos. Verificar que todas las obras asociadas estén incluidas dentro del Cómputo Métrico.

Se debe incluir toda la cartelería Informativa (por ej. INGRESO Y SALIDA DE CAMIONES y preventiva correspondiente para la misma, junto con cartel de PARE sobre el acceso. Verificar que la visibilidad no se encuentre comprometida y se asegure la distancia visual de detención.

### 7.1.3. Instalaciones para Transporte Público

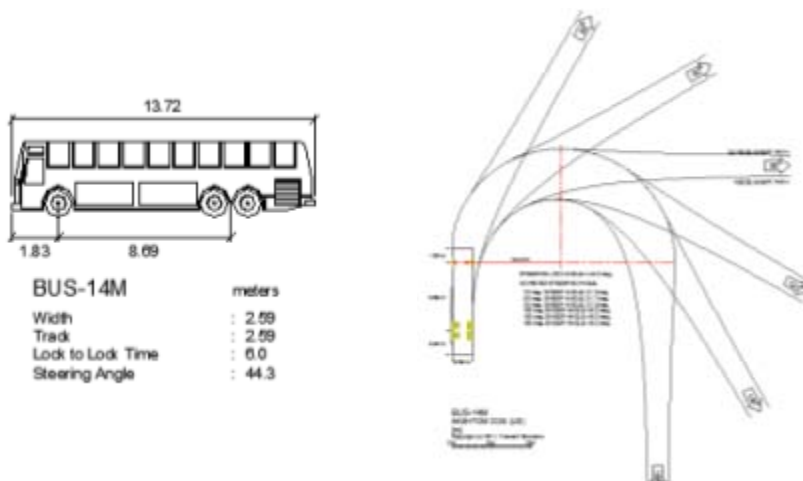
Con motivo de brindar seguridad a los usuarios de la Ruta, el Diseño incorpora de 14 (catorce) Dársenas y Refugios para permitir el correcto posicionamiento de los buses para el ascenso y descenso de pasajeros.

La misma se encuentra desarrollada en el Plano de Detalle. A continuación se esquematiza el mismo:



Si bien no se cuenta en la documentación con la modelación de la misma, se realiza una simulación de maniobras para verificar los movimientos de un vehículo tipo.

El diseño previamente esquematizado, permite el correcto ingreso, detención y egreso de un bus de las siguientes características:



Siendo la modelización ajustada de la maniobra de ingreso y egreso de la dársena de la siguiente manera:



Se puede concluir que los 30 metros centrales brindan una maniobrabilidad adicional que favorece la seguridad vial.

Con respecto a la ubicación indicada en el informe, se considera que al estar consensuado con las Autoridades y quedando pendiente el recorrido la traza, se concluye que están correctamente ubicadas, siempre y cuando cumplan los puntos siguientes.

#### 7.1.4. Visibilidad

##### Introducción

En cualquier punto de un camino, la distancia visual disponible debe ser suficiente como para que un conductor que viaje a una velocidad razonable detenga su vehículo con seguridad sin golpear un objeto fijo ubicado en su trayectoria.

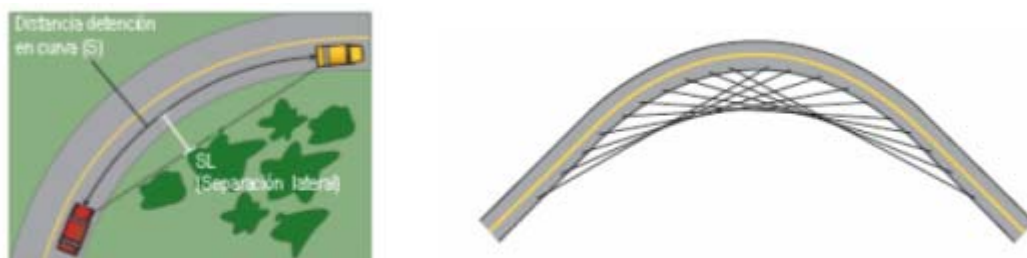
En lo que respecta a accesos, se deberá disponer de una visibilidad en la ruta superior a la distancia de detención para el carril y sentido de la circulación del costado de camino en que se sitúa. Cuando estén permitidos los giros a la izquierda, de entrada o salida a la ruta, la distancia de visibilidad disponible deberá ser superior a la de cruce.

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza la maniobra de cruce parte del reposo y está situado a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía principal, de tres metros (3,00 m).

##### ➤ Curvas

En este aspecto se observa en forma general que, en las curvas horizontales, la obstrucción visual no es un evento frecuente y además se prevé la limpieza de la zona de camino, sin embargo, debido a la imposibilidad de realizar el recorrido de la traza es importante verificar posteriormente el sector interior de la curva, siendo la recomendación la remoción mínima y necesaria de la masa forestal, tal que permita un desarrollo correcto de la Distancia Visual de Detención.

Para determinar la distancia de Separación lateral a la cual no se debería presentar objeto alguno que afecte la visibilidad, se tiene en cuenta la Distancia de Detención.



Criterio para determinar la Separación Lateral en Curvas

En base a este dato y por tratarse de una ruta con Velocidad directriz de 100 Km/h, la SL envolvente determinada es de 13 metros en las curvas de Radio Mínimo (criterio conservador).

##### ➤ Accesos

Los Accesos a Propiedad pueden definirse como caminos privados que dan acceso entre los caminos públicos y las actividades o edificios en la tierra colindante.

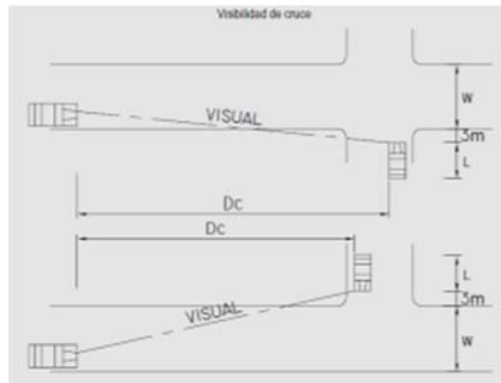
Se han identificado en la actualidad varios accesos a Instalaciones productivas, etc., en los cuales no se observa una verificación de visibilidad respecto al criterio establecido (vehículo en reposo a 3 metros de la calzada) para otorgar la distancia visual de detención necesaria.

Sin embargo, se estima que al respetar la actividad de limpieza de la zona de camino (siendo la vegetación el elemento principal que se ha detectado en lo que respecta a la afectación de visibilidad), no se verá afectada la seguridad de los usuarios.

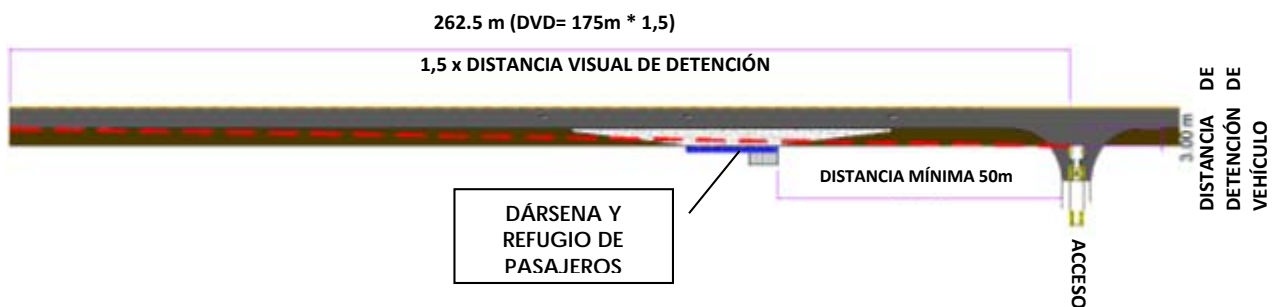
Cabe resaltar que en el caso del acceso a las Escuelas e Intersecciones, se debe evaluar la posición del refugio según los criterios indicados a continuación.

Es importante definir donde **no** debería ubicarse dicho elemento, para que de esta manera se permita la detección de los vehículos que ingresan desde accesos laterales a la Ruta Nacional N° 12 a una distancia tal que permita desarrollar la detención del mismo.

A continuación se esquematiza el triángulo de visibilidad que no debe ser obstaculizado por el refugio para pasajeros.



Por lo cual, en base a lo enunciado anteriormente, considerando la velocidad de diseño de 100 Km/h, la distancia relativa entre la ubicación de los accesos y las dársenas de detención de transporte público deben estar distanciados 262,5m ( $DVD=175m + 50\%$ ), de acuerdo al siguiente esquema:



Cabe destacar que esta posición (Distancia Mínima de 50 m) responde solo a maniobra de ascenso y descenso de pasajeros (tiempo breve de detención), puesto un vehículo estacionado obstruye la visión y para asegurar la distancia visual de detención se debería alejar el Refugio hasta una distancia aproximada de 130 metros, lo cual generaría un exceso de traslado del peatón, desalentando el uso de la estructura propuesta.

#### 7.1.5.Verificación de camino indulgente

##### Introducción

Se entiende que los Costados del Camino deberían ser tan indulgentes como razonablemente fuese posible, para dar a los vehículos errantes oportunidad para recuperarse, detenerse con seguridad, o volver a la calzada, o reducir la gravedad del choque resultante.

O sea que la zona de recuperación debería estar libre de objetos permanentes tales como árboles, soportes no-rompibles de señales, postes de servicios públicos, y otros objetos.

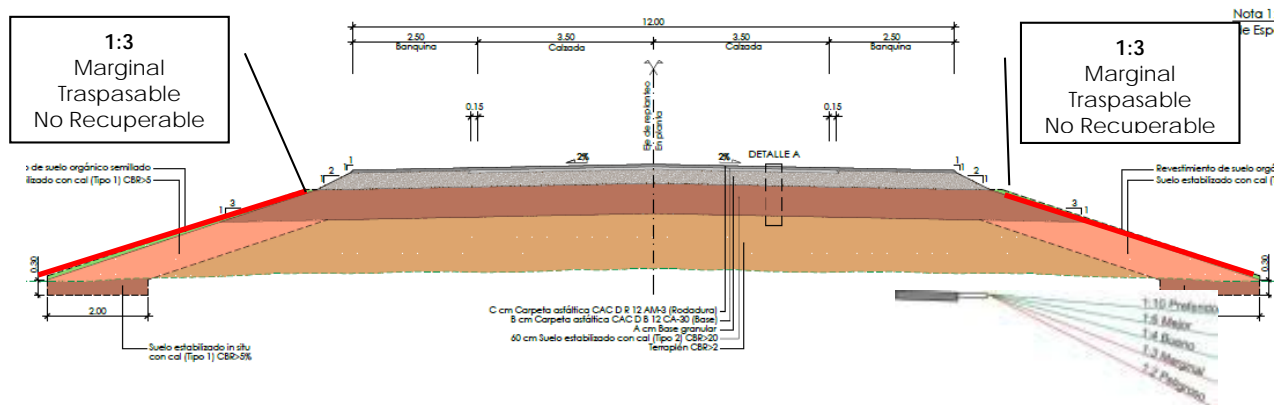
##### Zona de Limpieza

En el caso particular de éste proyecto se define la Limpieza del Terreno en Zona de camino. De esta forma, nos podemos asegurar que a 5 metros del borde de calzada no se encuentren árboles que puedan comprometer la seguridad de los vehículos errantes.

Se requiere que se detalle la forma en que se pretende realizar la misma y el tratamiento que se realizará con los árboles próximos a la traza.

### Taludes del Perfil Tipo de Obra

A continuación, se presenta el perfil tipo de proyecto.



De los perfiles adjuntos se puede observar que los taludes son Marginales, traspasables pero No recuperables.

Ello implica que cualquier vehículo errante puede salir de la calzada sin riesgo aparente (por la pendiente del talud, no se analizan objetos en la zona despejada en este punto), pero no será capaz de retornar nuevamente por sus propios medios.

### Objetos rígidos en la Zona Despejada

Dentro de la zona despejada de la traza se han podido observar elementos que atentan contra la seguridad de los usuarios:

- Árboles
- Postes (por ejemplo, LBT)
- Cabeceras de Alcantarillas
- Estructuras

Estos elementos pueden representar un peligro para el vehículo que circula fuera de la calzada.

Las formas de tratar los objetos rígidos ubicados dentro de la zona despejada han sido:

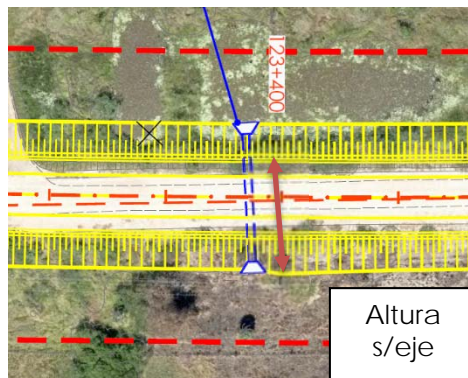
- i) Remoción
- ii) Reubicación
- iii) Reajuste del elemento
- iv) Protección del usuario

Para tratar los peligros que representan los ejemplos indicados precedentemente, que no puedan ser removidos / trasladados, se recomienda proyectar una Defensa de Contención de acuerdo a la ubicación y a los lineamientos establecidos, siguiendo las recomendaciones del presente informe.

### Despeje Vertical con Líneas Eléctricas

De acuerdo a lo establecido por la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), definen las alturas y distancias en líneas aéreas tendidas sobre postación.

En el proyecto se encuentran varios cruces de LBT. A continuación se puede visualizar en la siguiente imagen uno de los cruces donde se resalta la LBT.



Como no se cuentan con los datos de altura sobre el eje del camino actual no se han verificado los gálbos verticales resultantes luego de la aplicación de la altimetría de la nueva rasante, por lo cual se recomienda Verificar el Gálibo disponible en todos los cruces de LBT y LMT que no sean objeto de Proyectos de Traslados y contrastarlos con la Reglamentación de la Autoridad competente.

## 7.2. SEÑALIZACIÓN VIAL

### Introducción

Cuando se realiza la circulación por cualquier vía, la información que recibe el usuario para recorrer de forma segura se obtiene de forma visual. La demarcación en el pavimento le permite al usuario mantenerse dentro de la calzada y además leer el camino con anticipación. Mientras que los elementos de señalización vertical le permiten obtener información ante eventos o localidades ubicados más delante de su posición actual. Debido a esto es que se considera que el correcto diseño de la señalización vial es un elemento importante para la seguridad.

#### 7.2.1. Demarcación Horizontal

##### Recomendación General

Para el diseño de la Demarcación Horizontal, el proyectista ha realizado el diseño siguiendo los lineamientos establecidos en la Normativa vigente. Se recomienda presentar el diseño particular de cada una de las Intersecciones, Rotondas y Travesías Urbanas de manera de poder realizar un análisis pormenorizado de la aplicación de la Norma.

##### Recomendación Particular

En la demarcación de las travesías urbanas se plantea la utilización de “Sonorizadores”, lo cuales, si bien pueden generar un efecto de alerta sobre el usuario, puede alterar la maniobrabilidad de motociclistas, lo cual sería causal de accidentes. Por lo cual se recomienda evaluar la posibilidad de generar una huella o apertura en el sonorizador para evitar dicha situación.

### 7.2.2. Señalización Vertical

#### **Recomendación General**

Para el diseño de la Señalización Vertical, se recomienda presentar el diseño del tramo y el diseño particular de cada una de las Intersecciones, Rotondas y Travesías Urbanas de manera de poder realizar un análisis pormenorizado de la aplicación de la Norma. En particular se solicita verificar tres puntos:

- a. Escalonamiento de Reducción de Velocidad
- b. Anticipación de Distancias Informativas
- c. Distancia de anticipación

### 7.3. SISTEMAS DE CONTENCIÓN

#### **Introducción**

Las barreras longitudinales se utilizan para proteger a los conductores de los peligros naturales o artificiales al costado del camino. El choque contra una barrera constituye un accidente sustituto del que tendría lugar en caso de no estar instalada, no exento de riesgos para los ocupantes del vehículo.

Sólo se recomienda instalar una barrera después de comparar los riesgos potenciales de chocar la barrera o el peligro y de descartar la eliminación, reubicación, rediseño del peligro (objeto fijo o condición peligrosa).

Para el presente proyecto se considera que los sistemas de contención de vehículos deben cumplir los requisitos de la norma europea UNE-EN 1317.

#### 7.3.1. Ubicación de las defensas proyectadas

En el presente proyecto se ha contemplado la colocación de 18.905 ml de Sistema de Contención H1 y 680 ml de Sistema de Contención H2 en puentes.

#### **Recomendación Particular**

Si bien se indica la ubicación en donde los taludes sean elevados y en travesías urbanas, no se presenta en planta la ubicación de las mismas para realizar la verificación correspondiente. Se recomienda indicar la ubicación de elementos u objetos rígidos que no sean retirados para evaluar la necesidad de implementar defensas para proteger a los usuarios.

#### 7.3.2. Diseño de las defensas proyectadas

Debido a que no se encuentra especificada en detalle la forma de colocación de las defensas se enuncian a continuación las siguientes:

- 1) Como regla general el Sistema de Contención deberá ubicarse tan lejos como sea posible del borde de calzada, siempre y cuando se mantengan las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento y eficacia del sistema. Esto es a aproximadamente 1 m como mínimo del objeto rígido. Esto da mayores posibilidades a los conductores de retomar el control del vehículo antes de chocar con la barrera, y mejora la visibilidad en las zonas próximas a las intersecciones.

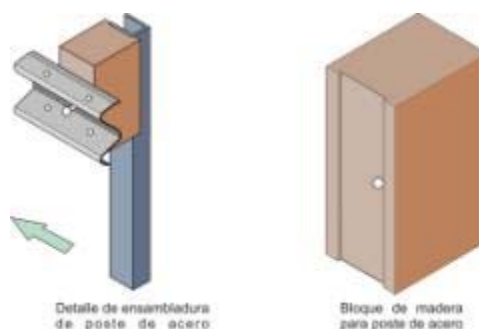
- 2) Se recomienda, para el tratamiento de extremo, colocar un abocinamiento en los extremos de barrera para minimizar el sobresalto del conductor por la aparición de un obstáculo próximo a la calzada. Esta forma de colocar la defensa tiene la ventaja de introducir gradualmente una defensa desde fuera de la línea de sobresalto hasta el borde de la banquina y al mismo tiempo reducir la longitud necesaria de barrera. Sin embargo, cabe mencionar que tiene las desventajas de aumentar el ángulo de choque (aumentando la severidad del accidente) y reduciendo la capacidad de redireccionamiento de la barrera. Para minimizar dichas desventajas se recomiendan las tasas máximas de abocinamiento<sup>2</sup>.

Velocidad Directriz	Tasa de Abocinamiento
km/h	
100	1:15
60	1:8

- 3) Se recomienda colocar un **Bloque separador**. El mismo es un elemento intermedio entre la barrera y el poste, con la finalidad original de alejar los postes de la rueda del vehículo, evitando que puedan engancharse producto del choque, y de mantener la altura de la barrera prácticamente constante durante el choque, incluso cuando el poste se va inclinando. Los bloques pueden estar fabricados en madera, plástico reciclado; son de bajo costo.

Al contar con el bloque separador, el poste se vuelca más rápidamente alcanzando antes la resistencia lateral del suelo mientras entra en carga axial. Simultáneamente la viga se mantiene vertical y aproximadamente a la altura inicial en coincidencia con el centro de gravedad del vehículo lo que reduce el balanceo. Durante la deflexión inicial la altura de la viga inclusive se eleva un poco, ayudando así a evitar que el vehículo pase o vuelque por arriba de la barrera.

A continuación se esquematiza el Bloque:



El mismo puede estar constituido de madera o del mismo perfil metálico que el poste.

### 7.3.3. Transición de Defensa Flexible a Defensa Rígida

Un aspecto importante a prestar especial interés es la transición adecuada entre barreras de distintas características, conjuntamente con los elementos especiales de conexión. Para ello es necesario realizar una disminución gradual en la distancia entre postes, con

<sup>2</sup> Guía para la Selección, ubicación y proyectos de las barreras de tránsito (AASHTO)

lo cual se aumenta la rigidización de forma paulatina del elemento de contención más flexible, antes de que se produzca el empalme con el sistema de contención más rígido.

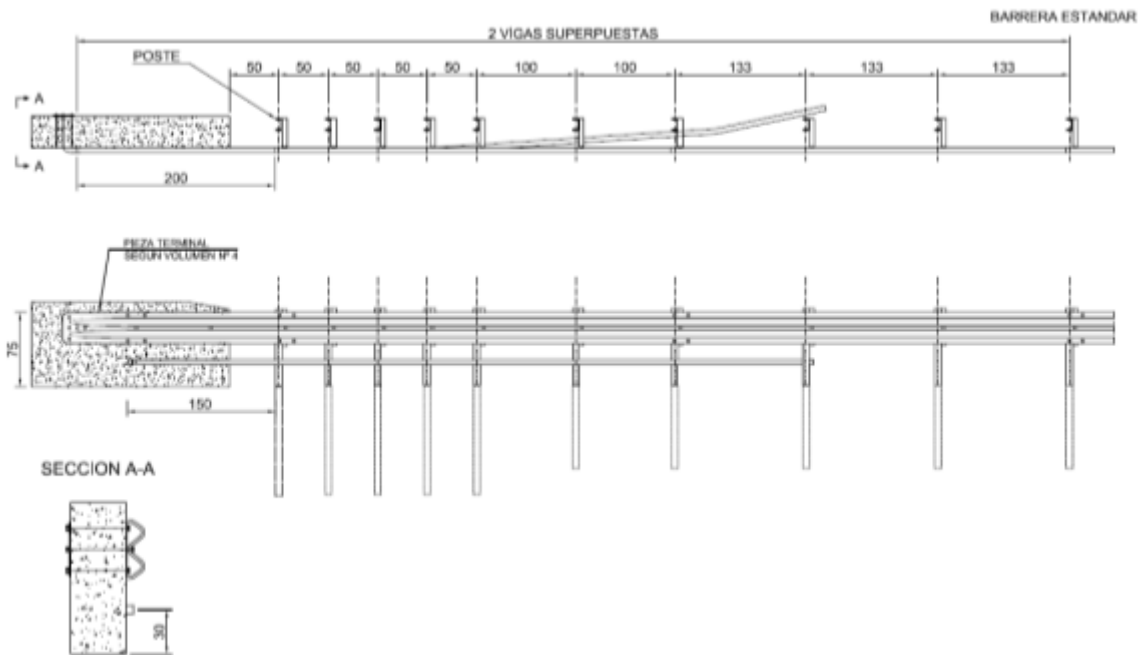
Esta transición se debe realizar en todos los empalmes, debido a que se trata de una vía indivisa de un carril por sentido.

Este caso es de aplicación a todos los puentes del tramo, la Transición deberá estar especificada por el proveedor del sistema, el cual deberá estar correctamente homologado.

Para las alcantarillas y puentes se requiere darles continuidad a las defensas existentes (rígidas o flexibles) con las proyectadas en los terraplenes de acceso, de forma tal que se corrija la situación actual, que es proclive a incrementar la severidad de un potencial accidente en dicho sector.

Se debe realizar mantenimiento sobre las defensas existentes para asegurar su funcionalidad.

El desarrollo del espaciamiento en las defensas proyectadas, entre postes y distancias de empalme debería estar, por ejemplo, acuerdo a lo siguiente:



Por último, es importante que para que el sector de conexión entre la barrera metálica de aproximación y la barrera rígida del puente/alcantarilla sea fuerte, resistente y que además, bajo condiciones de impacto la conexión no colapse, se debe dar preferencia al anclaje, cuyo número y características deberán estar en correspondencia con la necesidad de asegurar el funcionamiento de sistema.

## 8. MEDIDAS PROPUESTAS Y CONCLUSIONES

### 8.1. MEDIDAS PROPUESTAS

A continuación se resumen las medidas propuestas para incrementar la seguridad del proyecto auditado:

<i>Elemento</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Medida / Recomendación</i>
<b><i>Diseño Geométrico</i></b>	<i>Intersecciones y Accesos</i>	Se recomienda evaluar la posibilidad de generar una homogeneidad en las curvas identificadas mediante el uso del IHSDM, caso contrario se requiere presentar el diseño de la demarcación horizontal y señalización vertical planimétrico completo. Se deberá realizar la simulación de las maniobras en Intersecciones y accesos. Evaluar la maniobra de giro del vehículo detenido en intersección en curva con peralte al 8%.
<b><i>Visibilidad</i></b>	<i>Accesos</i>	Se debe verificar el Triángulo de Visibilidad, en lo que refiere a la ubicación de Refugios. Se define distancia mínima de los mismos a los accesos (ubicados sobre la misma margen)
	<i>Curvas en general</i>	Asegurar remoción de árboles y vegetación
<b><i>Demarcación Horizontal</i></b>	<i>General</i>	Elaborar planimetría detallando las medidas y distancias específicas para el presente proyecto.
	<i>Traza</i>	En Intersecciones, presentar la planimetría correspondiente.
	<i>Banda Óptico Sonora y Sonorizadores</i>	En caso de no realizar modificaciones geométricas, se propone incluirla en el ingreso a las curvas identificadas en el IHSDM. Evaluar la generación de una huella para el tránsito de motociclistas a través de los sonorizadores..

<i>Elemento</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Medida / Recomendación</i>
<b>Señalización Vertical</b>	<i>General</i>	<i>Presentar la planimetría de la Señalización Vertical, Verificar el Escalonamiento de Reducción de Velocidad, la Anticipación de Distancias Informativas y la Distancia de Anticipación.</i>
	<i>Intersecciones</i>	<i>Presentar proyecto de Señalización vertical.</i>
	<i>Accesos Transversales</i>	<i>Incluir cartel de PARE</i>
	<i>Traza</i>	<i>Incluir en coincidencia con accesos de Establecimientos Productivos, el cartel de INGRESO Y EGRESO DE CAMIONES. Incluir carteles informativos de Localidades y Orientación. Incluir cartel de FIN DE RESTRICCIÓN de velocidad máxima.</i>
	<i>Curva</i>	<i>Para las curvas identificadas en el IHSDM se recomienda una Señal Preventiva respetando la Zona de Prevención adelantada y un refuerzo del guiado óptico de la curva mediante Paneles de Prevención (Curva) – Chevron Simple..</i>
<b>Objetos Rígidos</b>	<i>Árboles</i>	<i>Se debe verificar aplicación de limpieza de camino.</i>
	<i>Postes de Línea de Baja Tensión</i>	<i>Evaluar su nueva posición en caso de ser requerida obras de Alteo. En caso de mantener su posición actual, se recomienda la colocación de Sistema de Contención según los lineamientos expresados en el Informe.</i>

<i>Elemento</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Medida / Recomendación</i>
<b><i>Sistema de Contención</i></b>	<i>Transición entre Defensa Rígida – Flexible y Flexible - Flexible</i>	<i>Emplear elementos homologados, los cuales indican y especifican la colocación y vinculación entre elementos. Se recomienda realizar una transición de acuerdo a esquemas adjuntos al informe y darles continuidad a las defensas existentes en los puentes y alcantarillas, de forma tal que se eliminen las discontinuidades.</i>
	<i>Forma de colocación</i>	<i>Se recomienda distribución y abocinamiento máximo Complementar con Bloque Separador</i>
	<i>Cantidades</i>	<i>Se recomienda indicar en una planimetría la ubicación de cada una de las defensas propuestas, lo cual también debe estar en concordancia con los objetos rígidos no removidos de la zona despejada. Los sectores con taludes elevados han sido objeto del proyecto..</i>
<b><i>Especial</i></b>	<i>Cruce de LBT y LMT</i>	<i>Verificar cruce no modificados de LBT y LMT para asegurar Gálbo vertical establecido por ANDE.</i>
	<i>Iluminación</i>	<i>Presentar la el Proyecto de Iluminación, indicando ubicación de postes, de manera de asegurar los coeficientes de uniformidad indicados.</i>

### 8.3. CONCLUSIONES

*Los principios básicos establecidos como base para realizar la presente auditoría han sido verificados, según lo especificado a continuación.*

- ❖ Visibilidad → se debe verificar la eliminación de la vegetación en curvas. Por otro lado se debe respetar el triángulo de visibilidad en los accesos con relación a la ubicación de los refugios.
- ❖ Diseño auto-explicatorio del camino → Se ha requerido verificar que la distancia entre las señales verticales limitantes de velocidad, Zona de Prevención adelantada y la distancia de Anticipación de Señales Informativas. Se requiere verificar la simulación de vehículos en las Intersecciones y realizar el proyecto de iluminación para asegurar el cumplimiento de los parámetros de uniformidad, lo cual facilita entender el proyecto en circulación nocturna.
- ❖ Adecuación de la infraestructura del camino a las tensiones dinámicas de los vehículos → el camino contempla una banquina suficientemente ancha como para permitir la detención de los vehículos con fallas mecánicas. Por otro lado se ha recomendado el abocinamiento de las defensas para reducir la tensión dinámica de los vehículos.
- ❖ Posibilidades de prevención y recuperación → El proyecto no indica trabajos por fuera del ancho de coronamiento, por lo cual el proyectista debe verificar que los sectores que no cuentan con defensa brinden al usuario la posibilidad de recuperación. En caso de que exista una particularidad que afecte la seguridad, se deberá colocar defensa. El proyecto contempla un la Limpieza de la Zona de Camino, la cual debe asegurar una zona despejada de 5 metros. Por otro lado, el talud de la obra básica adoptado se encuentra dentro de los denominados "No Recuperables", esto implicaría, sin embargo, sin realizar el análisis de todo el perfil transversal de la zona de camino, que el proyecto tendría características de indulgente, con excepción de la zona de puentes donde se coloca el Sistema de Contención.
- ❖ Limitación de la gravedad del impacto → Se ha recomendado el empleo de la Normativa Europea EN 1317-2. Se recomienda emplear elementos homologados y seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a su colocación. En puentes y alcantarillas se ha esquematizado una propuesta de transición entre Sistemas de Contención de distinta característica. Se recomienda verificar las cantidades asignadas según la existencia de objetos rígidos que requieren la colocación de defensa adicionales y el abocinamiento recomendado. Se propone verificar gálibos verticales de las LBT y LMT según lo establecido por ANDE.
- ❖ Coherencia total de todos los elementos del camino con su entorno → Se ha observado coherencia en el diseño respecto a su entorno.
- ❖ Coherencia de las características viales a lo largo de una ruta → En general se logra un diseño de características uniformes a lo largo de la traza evaluada, con lo cual se logra una coherencia total.

# **ANEXOS DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL**

---

**ANEXO I**  
**FICHA RESUMEN DEL PROYECTO**

---

## FICHA RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN

RUTA NACIONAL PY 12

TRAMO: CHACO'Í – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ

ACCESOS: Nanawa – Ninfa – Triángulo - Bruguez

DEPARTAMENTO: PRESIDENTE HAYES

DISTRITO: VILLA HAYES, JOSÉ FALCÓN Y GENERAL JOSÉ MARÍA BRUGUEZ

PROYECTISTA:

**IDOM**

AÑO DE ELABORACIÓN: 2019

B.I.D.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

### Datos de la calzada proyectada

LONGITUD: 160.000 METROS (excluido accesos)

CALZADA POR SENTIDO: 1 (UNA)

TOPOGRAFÍA: LLANA

A.C.: 12,00 M.

CARRIL: 3,50 M

BANQUINA: 2,50 M.

CARPETA DE RODAMIENTO: CONCRETO ASFÁLTICO

ZONA DE CAMINO: 50 M (según afectaciones)

PENDIENTE TRANSVERSAL DE CALZADA: 2,0%

CATEGORÍA: RED PRIMARIA (uso Mixto)

PENDIENTE TRANSVERSAL EN BANQUINA: 2,0%

TALUD DEL TERRAPLÉN: 1:3 (h<3M); 1:2 (h>3M) c/defensa

VELOCIDAD DE DISEÑO: 100 KM/H.

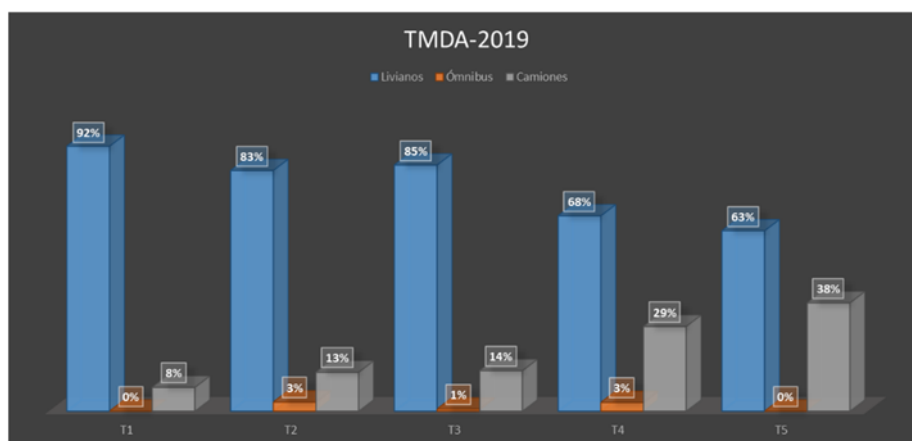
RADIO MÍNIMO EN TRAZA: 425 M

SISTEMA DE CONTENCIÓN: H2 en pretilos de Puentes y H1 en barreras, índice de severidad A o B (Normativa EN 1317-2)

PERALTE MÁXIMO: 8%

### Datos del Tránsito

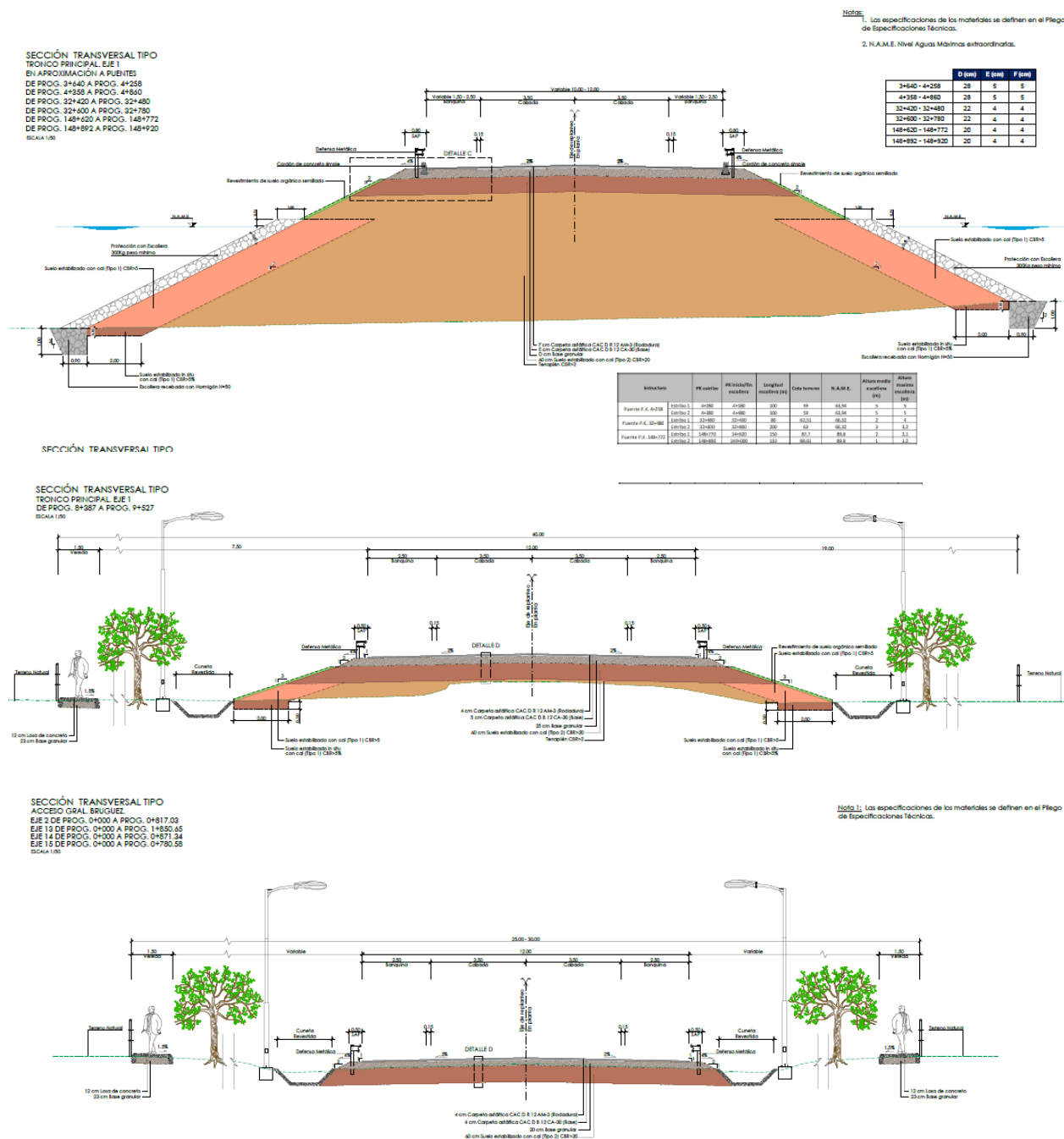
TRAMO	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
T1	469	0	42	511
T2	1505	57	243	1805
T3	706	6	116	828
T4	90	4	39	133
T5	50	0	30	80



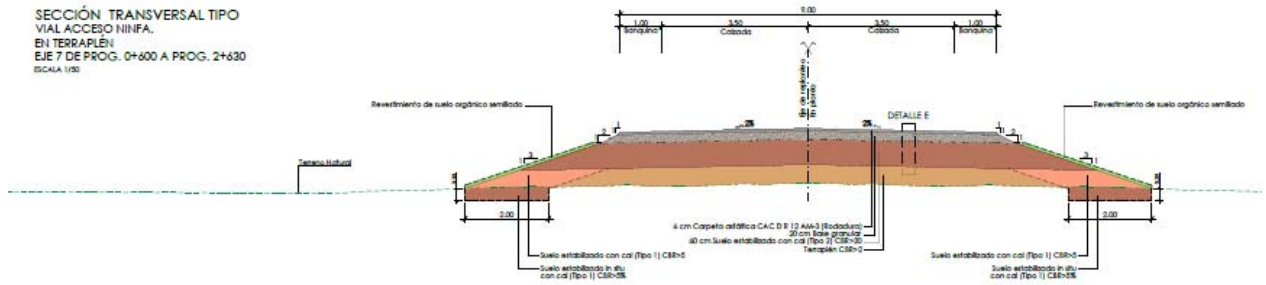
## Obras incluidas en el Proyecto relacionadas con Aspectos de la Seguridad Vial

- 1) ALAMBRADOS.
- 2) CRUCE DE ESCOLARES
- 3) SISTEMA DE CONTENCIÓN LATERAL.
- 4) CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS TRANSVERSALES
- 5) DEMARCACIÓN HORIZONTAL
- 6) SEÑALIZACIÓN VERTICAL
- 7) PUENTES
- 8) PAVIMENTO DE ACUERDO A PTP.
- 9) DÁRSENAS DE BUSES
- 10) DÁRSENAS PESAJE MOVILES.
- 11) PEAJE Y PESAJE MOVIL
- 12) ILUMINACION
- 13) VEREDAS

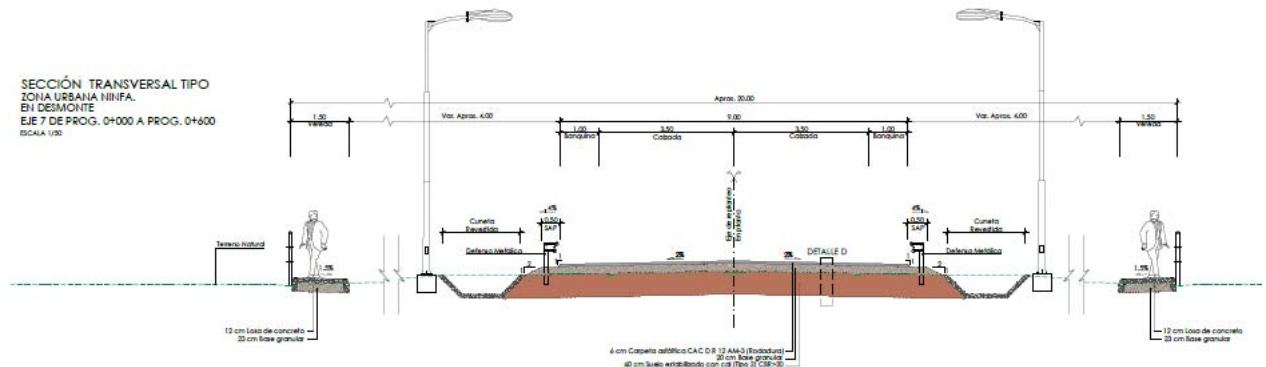
## Perfil Tipo de Pavimento



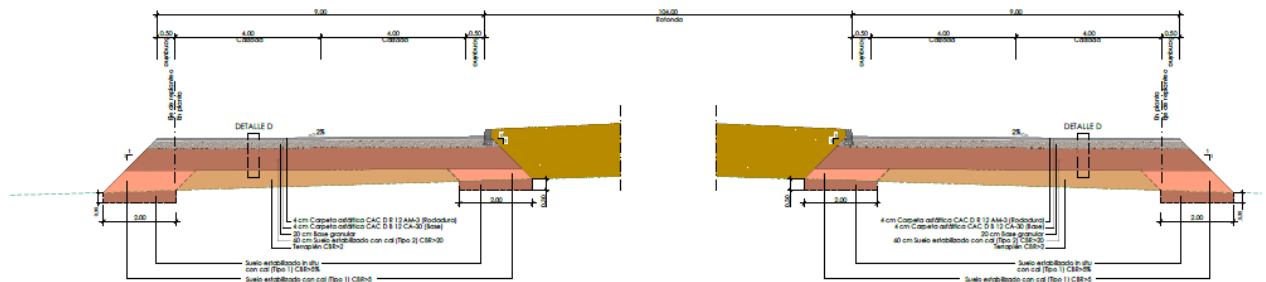
SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO  
VIAL ACCESO NINFA.  
EN TERRAPLEN  
EJE 7 DE PROG. 0+600 A PROG. 2+630  
ESCALA 1/50



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO  
ZONA URBANA NINFA.  
EN DESMONTÉ  
EJE 7 DE PROG. 0+000 A PROG. 0+600  
ESCALA 1/50



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO  
ROTONDA PROG. 160+005 (EJE 1)  
EJE 9  
ESCALA 1/50



### Consideraciones particulares del Proyecto

- 1) REUBICACIÓN DE SERVICIOS
- 2) ACCESOS A ESCUELAS (PROG. 122+000; PROG. 137+860; 162+380)
- 3) PUENTES
  - PROG. 4+258, LONGITUD 100 METROS
  - PROG. 32+480, LONGITUD 120 METROS
  - PROG. 148+772, LONGITUD 120 METROS.
- 4) DARSENA DE PARADA DE BUSES (14 UNIDADES)
- 5) PUESTOS DE CONTROL DE PESAJE (2 UNIDADES)
- 6) PUESTOS DE PESAJE FIJO (2 UNIDADES)
- 7) PUESTO DE PEAJE (1 UNIDAD)
- 8) ILUMINACIÓN
  - Cruce con Ruta a Nanawa
  - Cruce con Ruta PY09 (Rotonda)
  - Travesía urbana José Falcón
  - Cruce con Acceso Ninfa
  - Travesía urbana Ninfa
  - Comunidad indígena Tooshes Qaltaq
  - Cruce Triángulo
  - Rotonda 160+005
  - Intersección Eje 13 y Eje 2
  - Intersección Eje 13 y Eje 14
  - Intersección Eje 14 y Eje 2

## Documentación Base para la Realización de la Auditoría

### 1. ESTUDIO DE INGENIERIA L

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA RUTA NACIONAL PY12, TRAMO "CHACO" – TRIÁNGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS"		
CODIGO	DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEXOS	TOMO
21593-R12-LIC-MEM-GEN-001-R01	MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA DE LA SOLUCIÓN	TOMO I
	ANEXOS	
21593-R12-LIC-ANE-ANT-000-R01	ANEXO 0: ANTECEDENTES	TOMO II
21593-R12-LIC-ANE-TOP-001-R01	ANEXO 1: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	
21593-R12-LIC-ANE-GEO-001-R01	ANEXO 2: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES	TOMO III - IV
21593-R12-LIC-ANE-HID-001-R01	ANEXO 3: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	TOMO V
21593-R12-LIC-ANE-DIG-001-R01	ANEXO 4: TRAZADO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
21593-R12-LIC-ANE-TRA-001-R01	ANEXO 5: ESTUDIOS DE TRÁNSITO	
21593-R12-LIC-ANE-PAV-001-R01	ANEXO 6: DISEÑO DE PAVIMENTOS	
21593-R12-LIC-ANE-PUE-001-R01	ANEXO 7: DISEÑO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES	
21593-R12-LIC-ANE-SEN-001-R01	ANEXO 8: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	
21593-R12-LIC-ANE-OBC-001-R01	ANEXO 9: OBRAS COMPLEMENTARIAS	
21593-R12-LIC-ANE-PLO-001-R01	ANEXO 10: PLAN DE OBRAS	TOMO VI
21593-R12-LIC-ANE-CAT-001-R01	ANEXO 11: PRECATASTRO	
21593-R12-LIC-ANE-AMB-001-R01	ANEXO 12: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR (EIAp)	
CODIGO	DOCUMENTO N°2: ATLAS DE PLANOS	TOMO
	GENERALES	TOMO VII - VIII
21593-R12-LIC-PLA-GEN-02010100-R01	ÍNDICE DE PLANOS	
21593-R12-LIC-PLA-GEN-02010200-R01	PLANO DE SITUACIÓN	
21593-R12-LIC-PLA-GEN-02010300-R01	PLANO DE CONJUNTO (1:25.000)	
21593-R12-LIC-PLA-GEN-02010400-R01	PLANTA DE CONJUNTO SOBRE ORTOFOTOS (1:5.000)	
21593-R12-LIC-PLA-GEN-02010500-R01	PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTOS (1:1000)	
	TRAZADO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
	PLANALTIMETRÍA. PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020101-R01	TRONCO PRINCIPAL. EJE 1	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020102-R01	ACCESO A NANAWA. EJE 6	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020103-R01	ACCESO A NINFA. EJE 7	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020104-R01	CRUCE TRIÁNGULO. EJE 8	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020105-R01	ROTONDA ACCESO A GRAL. BRUGUEZ. EJE 9	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020106-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 01. EJE 13	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020107-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 02. EJE 14	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020108-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 03. EJE 2	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020109-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 04. EJE 15	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020200-R01	SECCIONES TRANSVERSALES TIPO	
	PERFILES TRANSVERSALES	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020301-R01	TRONCO PRINCIPAL. EJE 1	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020302-R01	ACCESO A NANAWA. EJE 6	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020303-R01	ACCESO A NINFA. EJE 7	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020304-R01	CRUCE TRIÁNGULO. EJE 8	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020305-R01	ROTONDA ACCESO A GRAL. BRUGUEZ. EJE 9	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020306-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 01. EJE 13	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020307-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 02. EJE 14	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020308-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 03. EJE 2	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020309-R01	EJE URBANO GRAL. BRUGUEZ 04. EJE 15	
	PLANTAS DE DETALLE	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020401-R01	ACCESO A NANAWA. EJE 6	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020402-R01	ACCESO A NINFA. EJE 7	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020403-R01	CRUCE TRIÁNGULO. EJE 8	
21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020404-R01	ZONA URBANA DE GENERAL BRUGUEZ	
	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	
21593-R12-LIC-PLA-HID-02030100-R01	DETALLES TIPO DE OBRAS DE DRENAJE	
	DISEÑO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES	
21593-R12-LIC-PLA-PUE-02040100-R01	PUENTE PK 4+258	
21593-R12-LIC-PLA-PUE-02040200-R01	PUENTE PK 32+480	
21593-R12-LIC-PLA-PUE-02040300-R01	PUENTE PK 148+772	
	OBRAS COMPLEMENTARIAS	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050100-R01	ESTACIONAMIENTO DE ÓMNIBUS Y CASETA REFUGIO	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050200-R01	DÁRSENA DE ESTACIONAMIENTO	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050300-R01	DÁRSENA DE BÁSCULA DE PESAJE MÓVIL	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050400-R01	DÁRSENA DE BÁSCULA DE PESAJE FJA	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050500-R01	PUERTO DE PEAJE	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050600-R01	PLANO TIPO DE ACCESO CAMINOS EXISTENTES	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050700-R01	DETALLE DE ALAMBRADO Y PORTON DE ACCESO	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050800-R01	DETALLE DE PROTECCIÓN DE PRETAMOS	
21593-R12-LIC-PLA-OBC-02050900-R01	DETALLE DE PASO DE FAUNA	
	SEÑALIZACIÓN	
21593-R12-LIC-PLA-SEN-02060100-R01	DETALLES DE SEÑALIZACIÓN	
	PRECATRASTRO	
21593-R12-LIC-PLA-CAT-02070100-R01	PLANTA GENERAL	
CODIGO	DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	TOMO
21593-R12-LIC-ETS-GEN-001-R01	DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	TOMO IX
CODIGO	DOCUMENTO N° 4: COMPUTO Y PRESUPUESTO	TOMO
21593-R12-LIC-LIS-GEN-001-R01	LISTADO DE ÍTEMS	TOMO X
21593-R12-LIC-APU-GEN-001-R01	ANÁLISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS	
21593-R12-LIC-COM-GEN-001-R01	COMPUTO MÉTRICO	
21593-R12-LIC-PRE-GEN-001-R01	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS	
21593-R12-LIC-RPR-GEN-001-R01	RESUMEN DE PRESUPUESTO DE OBRAS	
21593-R12-LIC-MED-GEN-001-R01	MEDICIONES AUXILIARES	
CODIGO	DOCUMENTO N° 5: CONTROL DE CALIDAD	TOMO
21593-R12-LIC-PIP-GEN-001	PLAN DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS	TOMO X

## **ANEXO II**

### **CHECKLIST DE LA AUDITORÍA**

---

N	ASPECTO EVALUADO	ESTADO	COMENTARIOS
<b>A</b>	<b>TEMAS GENERALES</b>		
<b>1</b>	<b>Condiciones climáticas</b>		
	El diseño, ¿toma en cuenta los registros climáticos o experiencia local que pueda indicar un problema particular (p. ej., nieve, hielo, viento, niebla)?	I	No hay mención en el Informe
<b>2</b>	<b>Paisajismo</b>		
	Debido al paisajismo, los conductores, ¿serán capaces de ver a los peatones (y viceversa)?	✓	Los sectores de cruce peatonal se encuentran en tramos rectos y donde la vegetación actual será objeto de limpieza, lo cual no implica que no incidirá negativamente en la visibilidad.
	Debido al paisajismo, ¿se mantendrán las líneas visuales de intersección?	✓	Si
	La seguridad a los costados del camino cuando los árboles o plantaciones maduren, ¿será adecuada (sin peligros laterales)?	I	Se establece en el Artículo N° 5.1.3.1 que el trabajo de Descbroce, Despeje y Limpieza de la Zona de Camino consistirá en el retiro de malezas, arbustos y toda vegetación que entorpezca el libre escurrimiento de las aguas y en la totalidad de la zona de camino, por lo cual no se preve que se mantengan peligros a los costados del camino, sin embargo admite que se puede mantener algún árbol u objeto, lo cual no esta definido en el documento. No se menciona en el EsIA la necesidad de Reforestación para verificar plantaciones de árboles
<b>3</b>	<b>Servicios</b>		
	El diseño, ¿trata adecuadamente los servicios públicos enterrados y aéreos (especialmente con respecto de la separación de vertical aérea, etcétera)?	✓	Se prevé realizar la remoción y traslado de Servicios que afecten la Obra. No se encuentran mención en el proyecto respecto al galibo de la Ruta y su relación con los servicios aéreos, sin embargo las obras deben realizarse bajo la aprobación de ANDE, por lo cual se asume que se cumplirá su reglamento respecto a dicho tema.
	La ubicación de los objetos fijos o equipamiento asociado con servicios públicos, ¿se verificó (incluyendo cualquier pérdida de visibilidad, posición de postes, y separación hasta cables aéreos)?	✗	No se observo verificación de ubicación o pérdida de visibilidad por objetos fijos o equipamientos asociados a Servicios Públicos
<b>4</b>	<b>Acceso a propiedades y desarrollos</b>		
	Todos los accesos, ¿pueden usarse con seguridad?	✗	Se cuenta en el proyecto con la identificación de Accesos (no se discrimina salidas desde establecimientos productivos). Se indica que las Paradas de buses deben estar ubicadas de manera tal que se asegure 1,5 veces la distancia de Visibilidad de Parada y no se afecte Visibilidad en Intersecciones. No se presenta analisis de Visibilidad
	El diseño, ¿está libre de cualquier efecto de accesos corriente abajo o arriba, particularmente cerca de las intersecciones?	✓	Si, no se observa en la documentación elementos que afecten el diseño
	Las áreas de descanso y de estacionamiento de camiones, ¿tienen adecuada distancia visual en los puntos de acceso?	I	Se indica la ubicación de las obras de Áreas de descanso y de estacionamiento de Camiones. No se evalúa la distancia visual, aunque se menciona que tiene en cuenta Parada de buses, accesos, etc.
<b>5</b>	<b>Desarrollos adyacentes</b>		
	El diseño, ¿maneja con seguridad los accesos hacia adyacentes generadores importantes de tránsito y desarrollos?	✗	No se observa identificación de accesos a generadores de tránsito y desarrollo, por lo cual no se indica un tratamiento de seguridad especial en dichos accesos.
	La percepción de los conductores del camino adelante, ¿está libre de efectos engañosos de cualquier iluminación o semáforos en el camino adyacente?	✓	No se detecto esta problemática
<b>6</b>	<b>Estabilidad de cortes y terraplenes</b>		
	La estabilidad de los taludes, ¿es satisfactoria (p. ej., sin pérdida potencial de material suelto que afecte a los usuarios del camino)?	✓	Si
<b>7</b>	<b>Resistencia al deslizamiento</b>		
	La necesidad de superficies antideslizantes donde el frenado o la buena adhesión del pavimento es más esencial (p. ej., en pendientes, curvas, aproximaciones a intersecciones y semáforos), ¿se consideró?	✓	No es necesario el análisis de este aspecto por tratarse de pavimentación donde se exigen parámetros normativos para lograr su aprobación que tienen en cuenta estos aspectos de fricción.
<b>B</b>	<b>TEMAS DE DISEÑO</b>		
<b>8</b>	<b>Geometría de los alineamientos horizontal y vertical</b>		
	Los alineamientos horizontal y vertical, ¿están correctamente coordinados?	✓	No se observa una descoordinación. Se deberá tener en cuenta la Velocidad entre elementos adyacentes.
	El alineamiento horizontal total, ¿es coherente y adecuado?	✓	Se considera correcto.
	El alineamiento vertical total, ¿es coherente y adecuado?	✓	Se considera correcto
	El alineamiento, ¿es coherente con la función del camino?	✓	Se considera correcto
	El diseño, ¿está libre de claves visuales engañosas (p. ej., ilusiones ópticas, delineación subliminal como las líneas de postes)?	✓	Se considera correcto

<b>9 Secciones transversales típicas</b>			
Los anchos de carriles, banquetas, medianas y otras características de la sección transversal, ¿son adecuados para la función del camino?	✓		Dimensiones acorde a la Categoría de Camino
Los anchos de carriles y calzada, son adecuados en relación con:			
• ¿alineamiento?	✓		Dimensiones acorde a la Categoría de Camino
• ¿volumen de tránsito?	✓		Dimensiones acorde a la Categoría de Camino
• ¿dimensiones del vehículo?	✓		Dimensiones acorde a la Categoría de Camino
• ¿ambiente de velocidad?	✓		Dimensiones acorde a la Categoría de Camino
Los anchos de banquina, ¿son adecuados para vehículos inmóviles o errantes?	✓		Se considera que el ancho de 2.5m en zona rural es correcto.
El peralte, ¿es coherente con el ambiente vial?		!	Se encuentra dentro de la Normativa Vigente. Se debe evaluar la incidencia del mismo en intersecciones en curva.
Las pendientes transversales de banquina, ¿son seguras para ser atravesadas por los vehículos?	✓		Dimensiones acorde a la Categoría de Camino
Los taludes, ¿son traspasables por automóviles y camiones?		!	Taludes 1:3, son traspasables pero no recuperables
Los taludes debajo de las estructuras, ¿son adecuados?	✓		Si
¿Se proveyeron adecuadas obras para peatones y ciclistas?	✓		Se cuenta con sendas peatonales. No se identifica de la documentación la necesidad de obras para ciclistas
<b>10 Efecto de la variación de la sección transversal</b>			
El diseño, ¿está libre de variaciones indeseables de la sección transversal?	✓		Si
Las pendientes transversales, ¿son seguras? (particularmente donde se usan secciones de la carretera existente, donde puede haber compromisos para acomodar los accesos, en angostamientos de puentes, etcétera.)	✓		Se considera que las pendientes transversales no implican un riesgo para la seguridad
Las pendientes transversales adversas, ¿están dentro de adecuados límites?	✓		Acorde a la Normativa
¿Se provee suficiente peralte en todos los lugares requerido?	✓		Acorde a la Normativa
<b>11 Trazado del coronamiento</b>			
El trazado de las marcas y materiales reflectivos, ¿es capaz de tratar satisfactoriamente los cambios en el alineamiento? (particularmente donde el alineamiento puede ser subestándar.)	✓		Acorde a la Normativa
¿Hay adecuada distancia visual para adelantamiento?	✓		Acorde a la Normativa
Los requerimientos de adelantamiento, ¿son satisfactorios?		!	Acorde a la Normativa. Se debe verificar las líneas de visibilidad
El diseño, ¿está libre de problemas por salida y puesta del sol?		!	Por tratarse de una repavimentación, no se considera que el diseño pueda modificar o eliminar problemas por salida y puesta del sol.
Los requerimientos del transporte público, ¿se satisfacen adecuadamente?	✓		Se proponen 14 (catorce) refugios y dársenas para el transporte público.
<b>12 Tratamiento de banquetas y bordes</b>			
Los siguientes aspectos de seguridad de provisión de banquetas, ¿son satisfactorios?			
• provisión de banquetas revestidas o no;	✓		Si
• ancho y tratamiento de terraplenes;	✓		Acorde a la Normativa
• pendiente transversal de las banquetas.	✓		Acorde a la Normativa
Las banquetas, ¿probablemente serán seguras si las usan vehículos lentos o ciclistas?	✓		Si
<b>13 Visibilidad y distancia visual</b>			
Los alineamientos horizontal y vertical, ¿son coherentes con los requerimientos de visibilidad?	✓		Acorde a la Normativa
Según los requerimientos de visibilidad, ¿se seleccionó una adecuada velocidad de diseño?	✓		Acorde a la Normativa

C	DETALLE DE LOS ALINEAMIENTOS			
14	<b>Visibilidad; distancia visual</b>			
	El diseño, está libre de obstrucciones a la línea visual debidas a:			
	¿señales?	✓		Acorde a la Normativa
	¿paisajismo?		✗	No se encuentran análisis en el Informe
	¿estribos de puente?		I	No aplica
	Los cruces ferroviarios, puentes y otros peligros ¿son todos conspicuos?	✓		Si
	El diseño, ¿está libre de cualesquiera otras características locales que afecten a la visibilidad?		I	Con excepción de la Vegetación, no se observa en la documentación otro elemento o característica que afecte la visibilidad. Se debería verificar con una recorrida de traza
	El diseño, ¿está libre de obstrucciones aéreas (p. ej., pasos a distinto nivel viales o ferroviarios, señales, árboles sobresalientes) que puedan limitar la distancia visual en curvas cóncavas?		I	No se ha observado en la documentación ningún elemento que afecte la visibilidad, pero se debería verificar con una recorrida de traza
	Donde fue necesario, ¿se proveyeron desvíos para vehículos muy altos?		I	Si bien no requieren desvíos, no se indican los niveles de los cruces de las LBT, lo cual impide análisis de alteo.
	La visibilidad, ¿es adecuada en:			
	• cualesquiera cruces peatonales, ciclista?	✓		Se observa una adecuada visibilidad para ciclistas y peatones
	• caminos de acceso, accesos a propiedad, ramas de entrada y de salida, etcétera.?		I	No se observa en la documentación este análisis. Se debería verificar con una recorrida de traza.
	El mínimo triángulo visual, ¿se ha provisto en:			
	• Intersecciones?		✗	No se encuentran análisis en el Informe
	• otros puntos de conflicto?		✗	No se encuentran análisis en el Informe
15	<b>Interfaz caminos nuevo/existente</b>			
	En la interfaz considerada, ¿hay implicaciones de seguridad?	✓		No
	La transición desde el viejo camino al nuevo esquema, ¿es satisfactoria?	✓		Si, se realiza en Intersecciones
	Si el camino existente es de estándar más bajo que el nuevo esquema, ¿hay clara advertencia de la reducción en la norma?		I	No aplica
	Donde se requieren repentinos cambios de velocidad, ¿se tomaron precauciones sobre la seguridad?		I	No aplica
	La fricción lateral, ¿se trata con seguridad?		I	No aplica
	La interfaz, ¿ocurre alejada de cualquier peligro? (p. ej., una cresta, curva, peligro lateral o donde puedan ocurrir pobre visibilidad/distracciones.)	✓		Si
	Si las normas de las carreteras difieren, ¿se efectúa el cambio con seguridad?		I	No aplica
	La transición donde el entorno del camino cambia (p. ej., urbana a rural, restringida a irrestricta, iluminada a no iluminada), ¿se hizo con seguridad?		I	No aplica
	La necesidad de advertencia anticipada, ¿se consideró?		I	No aplica
16	<b>'Legibilidad' del alineamiento, para los conductores</b>			
	El trazado general, función y características generales, ¿serán reconocidos por los conductores en tiempo adecuado?	✓		No se observa que las características de la traza afecten la legibilidad del alineamiento
17	<b>Diseño geométrico de detalle</b>			
	Las normas de diseño, ¿son adecuadas para todos los requerimientos del esquema?	✓		Si
	La coherencia de las normas y guías generales, tales como anchos y pendientes transversales de los carriles, ¿se mantienen?	✓		Si
18	<b>Tratamiento en puentes y alcantarillas</b>			
	La transición geométrica entre las secciones transversales de los accesos y el puente, ¿es manejada con seguridad?	✓		Si

D	<b>INTERSECCIONES</b>				
19	<b>Visibilidad hacia y en las intersecciones</b>				
	Los alineamientos horizontal y vertical en la intersección o accesos, ¿son coherentes con los requerimientos de visibilidad?			✗	No se presenta análisis de visibilidad
20	<b>Trazado</b>				
	Las intersecciones y accesos, ¿son adecuadas para todos los movimientos vehiculares?		!		Si bien el diseño parece correcto, no se adjuntan las verificaciones de las simulaciones del vehículo de diseño
	Los vehículos de diseño y de prueba, ¿se usaron para dimensionar los giros?			✗	No se presenta el análisis
	Las áreas barridas, ¿acomodan todos los probables tipos de vehículos? ¿se usó el adecuado tipo de vehículo?			✗	No se presenta el análisis
	Las intersecciones, ¿están libres de cualesquiera inusuales características que pudieran afectar la seguridad vial?			✗	Los accesos a propiedades que se encuentran en la zona de intersección no se encuentran analizados, lo cual puede afectar la seguridad vial
	Donde fueron requeridos, ¿se proveyeron isletas y señales?		!		Las isletas se encuentran pintadas según prácticas usuales locales. No se presenta el proyecto de señalización de Intersecciones.
	Los vehículos que puedan estacionar en o cerca de una intersección, ¿pueden hacerlo con seguridad, o es necesario reubicar esta actividad?	✓			Se han ubicado Dársenas de Detención de Buses y Áreas de Estacionamiento fuera de la zona de influencia de las intersecciones.
	Los peligros debidos a vehículos estacionados, ¿se evitaron?	✓			Se cuenta con banquina y obras para detención fuera de la zona de Intersección.
21	<b>Legibilidad de los conductores</b>				
	La existencia de las intersecciones y su trazado general, función y características generales, ¿serán percibidos correctamente en cualquier tiempo adecuado?	✓			Si
	Las velocidades de aproximación y las posiciones probables de los vehículos, ¿son las requeridas para seguridad de la intersección?	✓			Se realiza la reducción de velocidad acorde a lo requerido para su operación.
	El diseño, ¿está libre de elementos engañosos?	✓			Si
	El diseño, ¿está libre de problemas de salida y puesta del sol que puedan crear problemas a los motoristas?		!		Se considera que el diseño no puede modificar o eliminar presuntos problemas por salida y puesta del sol.
22	<b>Diseño geométrico detallado</b>				
	El trazado, ¿puede soportar con seguridad inusuales mezclas o circunstancias del tránsito?		!		Si bien no se presenta los análisis de los vehículos, no se observaría problema alguno.
	En cualquier isleta de seguridad, ¿se tuvieron en cuenta:				
	• alineamientos y trayectorias de los vehículos?			✗	No se presenta el análisis
	• espacio y superficie para almacenamiento de peatones?			✗	No se presenta el análisis
	• separación de la trayectoria de giro?			✗	No se presenta el análisis
	• distancia visual de detención hasta la nariz?			✗	No se presenta el análisis
	La provista separación vertical a estructuras, ¿es adecuada? (p. ej., líneas de energía eléctrica, avisos comerciales.)			✗	No se indican los niveles de los cruces de las LBT
23	<b>Otras intersecciones</b>				
	La necesidad de isletas con cordones o pintadas, y refugios, ¿se consideró?		!		No es práctica usual el uso de cordones en isletas. Se recomienda evaluar su implementación puesto que realizan un aporte a la seguridad vial.
	Las intersecciones, ¿tienen adecuada longitud/almacenamiento de filas de movimientos de giro (incluyendo el centro de una intersección escalonada)?	✓			De acuerdo a Normativa

E	USUARIOS VIALES ESPECIALES			
24	<b>Tierra adyacente</b>			
	Todos los accesos hacia y desde la tierra/propiedad adyacente, ¿son seguros?		✗	No se presenta análisis de visibilidad, por lo cual no se puede asegurar la seguridad de los ingresos y egresos de propiedades adyacentes
	Las necesidades especiales de los movimientos relacionados con la agricultura y ganadería, ¿se consideraron?		✗	No se observa este análisis.
25	<b>Peatones</b>			
	Los peatones, ¿pueden cruzar con seguridad en:			
	intersecciones?			
	• refugios?	✓		Los refugios se encuentran en zonas con amplia visibilidad
	• puentes y alcantarillas?	!		Se mantienen las banquetas por sobre las estructuras hidráulicas menores. Sin embargo los puentes no presentan veredas, lo cual puede estar acorde a los movimientos peatonales, pero no se cuenta con el análisis en la documentación.
	En cada cruce, ¿se proveyeron rebajes de cordones?	✓		No Aplica
	La iluminación en los cruces, ¿es satisfactoria?	!		Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente.
	¿Es improbable evitar un cruce por medio de una opción más directa, pero menos segura?	✓		Los cruces se encuentra bien emplazados.
26	<b>Ciclistas</b>			
	• ¿Se consideraron las necesidades de los ciclistas?	!		No, pero no se identifica la necesidad de las mismas. Se debe verificar con una visita a la traza.
27	<b>Motociclistas</b>			
	La ubicación en la superficie de la calzada de dispositivos u objetos que pudieran desestabilizar a los motociclistas, ¿se evitó?		✗	Se incluyen sonorizadores que poseen una longitud de 5 metros, lo cual puede desestabilizar a los motociclistas. Evaluar la posibilidad de dejar un paso para Motocicletas
	La zona al costado del camino en curva, donde los motociclistas pueden inclinarse, ¿está libre de obstrucciones?	✓		Si
	Las advertencias o delimitación, ¿son adecuadas?	✓		Si
	Los cordones, ¿se evitaron en zonas de alta velocidad?	✓		Si
	En las zonas más propicias para que los motociclistas se desvíen de la calzada, ¿es el costado del camino indulgente o está protegido con seguridad?	✓		El camino se plantea Indulgente
	Todos los postes y dispositivos, ¿son necesarios? (Si así es, ¿la protección es una opción?)	✓		No se observa una interacción negativa
28	<b>Jinetes y ganado</b>			
	Las necesidades de los jinetes, incluyendo el uso de bordes o banquetas y reglas respecto de las carreteras, ¿se consideraron?	!		No se observa esta necesidad. Se podría verificar con una recorrida de la traza.
	Las obras bajo nivel, ¿pueden ser usadas por jinetes y ganado?	!		No se observa esta necesidad. Se podría verificar con una recorrida de la traza. Las obras no permiten el paso de Jinete a caballo
29	<b>Carga</b>			
	Las necesidades de los camioneros, incluyendo radios de giro y anchos de carriles, ¿se consideraron?		✗	No se observa este análisis
	Las necesidades del transporte de carga, ¿se consideraron? ¿están adecuadamente señalizadas y provistas?	!		Se colocan dársenas de pesaje y Estacionamientos para Camiones según plano tipo. No se cuenta con el proyecto de Señalización.
30	<b>Transporte Público</b>			
	Las necesidades del transporte público, ¿se consideraron?, ¿se señalizaron y dieron adecuadamente?	✓		Si
	Las necesidades de los usuarios del transporte público, ¿se consideraron?	✓		Si, mediante refugios
	Las necesidades de maniobras del transporte público, ¿se consideraron?	✓		Si, mediante dársenas
	Las paradas de ómnibus, ¿están seguramente ubicadas?	!		Se indica que las Paradas de buses deben estar ubicadas de manera tal que se asegure 1,5 veces la distancia de Visibilidad de Parada y no se afecte Visibilidad en Intersecciones. No se presenta análisis de Visibilidad
31	<b>Vehículos de mantenimiento vial</b>			
	Las necesidades de los vehículos de mantenimiento vial, ¿se consideraron? ¿se señalizaron y dieron adecuadamente?	!		No se observa este análisis
	Los vehículos de mantenimiento vial, ¿pueden ubicarse con seguridad?	!		No se observa este análisis

F	ILUMINACIÓN, SEÑALES Y DELINEACIÓN			
32	<b>Iluminación</b>			
	<i>Si se requirió iluminación, ¿se proveyó adecuadamente?</i>		▼	Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente, ni la distribución planimétrica de las columnas.
	<i>El diseño, ¿está libre de características que interrumpen la iluminación (p. ej., árboles o pasos superiores)?</i>		▼	Con el proyecto planimétrico de iluminación se deberá verificar in situ posibles afectaciones / interrupciones de la iluminación.
	<i>Cualesquiera postes de iluminación, ¿presentan un obstáculo lateral fijo?</i>		▼	No se cuenta con planimetría de ubicación, aunque se indica en los planos de detalle de iluminación que estarán alejados de la calzada. Se debe verificar con la planimetría.
	<i>¿Se proveyeron postes frangibles o de base deslizante?</i>	✓		No, pero no es práctica usual
	<i>¿Se iluminan adecuadamente cruces, trayectorias próximas, refugios, etcétera.?</i>		▼	Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente, ni la distribución planimétrica de las columnas.
	<i>Todas las zonas de nesgas, ¿están adecuadamente iluminadas?</i>		▼	Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente, ni la distribución planimétrica de las columnas.
	<i>Todas las zonas de convergencia, ¿están adecuadamente iluminadas?</i>		▼	Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente, ni la distribución planimétrica de las columnas.
	<i>El esquema, ¿está libre de parches negros de iluminación?</i>		▼	Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente, ni la distribución planimétrica de las columnas.
	<i>¿Hay ubicaciones con problemas de accidentes -que se conoce son susceptibles al tratamiento con la iluminación mejorada- corregidos mediante la iluminación?</i>		▼	No se identifican sectores con problemas de accidentes, puede no encontrarse disponible la información.
	<i>¿Se cumplen los criterios de Uniformidad establecidos por Normativa?</i>		▼	Se indica la necesidad de cumplimiento de estándares, pero no se realiza la verificación correspondiente, ni la distribución planimétrica de las columnas.
33	<b>Señales</b>			
	<i>¿Hay señales adecuadas para su ubicación?</i>	✓		Acorde a la Normativa.
	<i>Las señales, ¿están ubicadas donde pueden verse y leerse en tiempo adecuado?</i>		▼	Acorde a la Normativa. No se presenta planimetría de señalización
	<i>Las señales, ¿se entenderán fácilmente?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Las señales, ¿se adecuan a las necesidades del conductor (p. ej., señales de dirección, señales de velocidad aconsejada, etcétera.)?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Las señales, ¿se ubican para que se mantenga la distancia visual?</i>		▼	Acorde a la Normativa. No se presenta planimetría de señalización
	<i>¿hacia y desde accesos y caminos que se cruzan?</i>		✗	No se observa este detalle
	<i>Las consecuencias de los vehículos que golpean postes de señales, ¿se consideraron?</i>		✗	No se observa este detalle
	<i>¿Están los soportes de señales fuera de la zona de despejo?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Si no, son ellos:</i>			
	• <i>frangibles?</i>		✗	No
	• <i>protegidos por barreras (p. ej., barandas de defensa, amortiguadores de impacto)?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>¿Se evitó una sobreconfianza en las señales? (En lugar de adecuado diseño geométrico)</i>	✓		Acorde a la Normativa. Se deberá reforzar la solución en algunos sectores puntuales.
34	<b>Marcas y delineación</b>			
	<i>Las marcas (líneas, flechas, etc.), ¿son coherentes con las marcas estándares?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Las ubicaciones donde las marcas estándares que pudieran ser confusas o malinterpretadas, ¿se identificaron y trataron en forma que considera las probables respuestas de los usuarios?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Las líneas-barrera (no adelantar), ¿se proveyeron según los requerimientos?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Donde fue necesario, ¿se proveyeron marcadores de pavimento retroreflectivos sobre elevados?</i>	✓		Acorde a la Normativa
	<i>Las señales de advertencia de curvas, velocidad aconsejada o chebrones, ¿se proveyeron según requerimientos?</i>		✗	No se presenta planimetría para evaluar este aspecto en las curvas de Radio Mínimo.
	<i>Las marcas y la delineación, ¿serán visibles de noche?</i>	✓		Deberán estar acorde a las Especificaciones Técnicas

<b>G</b>	<b>OBJETOS FÍSICOS</b>			
<b>35</b>	<b>Postes y otras obstrucciones</b>			
	Todos los postes, ¿están bien alejados del tránsito directo?		!	Se deberán verificar las posiciones finales de los postes de LBT y LMT a reubicar.
	Los postes frangibles o rompibles, ¿se consideraron donde eran requeridos?		✗	No se emplea localmente este sistema en los postes.
	El costado del camino, ¿está libre de cualesquiera obstrucciones que puedan crear un peligro para la seguridad?		✗	Si bien no se ha podido realizar la recorrida, se observa que el proyecto plantea desplazamiento de servicios y Desbosque del terreno. No queda identificado en la documentación los objetos al costado del camino proyectados o existente.
	Todas las medidas necesarias para remover, reubicar o proteger obstáculos, ¿se tomaron?		!	Si, pero como en la documentación no se encuentran identificados todos los obstáculos, por lo cual no puede confirmarse totalmente. Se deberá realizar la recorrida de la traza.
	Los drenes y canales al costado del camino, ¿pueden ser atravesados por cualquier vehículo que se desvíe fuera del camino?	✓		Se prevé la colocación de defensas en coincidencia con canales, por lo cual no se requiere diseño específico para asegurar el pasaje de un vehículo a través del mismo
<b>36</b>	<b>Barreras</b>			
	Cualesquiera barreras de choque provistas, ¿fueron necesarias y adecuadamente detalladas (p. ej., en terraplenes, estructuras, árboles, postes, canales de drenaje, pilas de puente, zonas de nesga)?	✓		Si
	La barrera de choque, ¿es segura? (es decir, improbable de crear un peligro para los usuarios viales incluyendo peatones, ciclistas, motociclistas, etcétera.)	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	Las condiciones de los extremos de las barreras de choque, ¿son seguras y satisfactorias?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	El diseño de la valla de defensa, ¿responde a las normas para: tratamientos extremos?			
	• anclajes?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	• espaciamiento de postes?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	• bloques de separación?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	• profundidad de los postes?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	• traslape de baranda?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	• rigidización en obstáculos fijos?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	Todas las vallas de defensa, ¿son necesarias? (es decir, protegen de un peligro mayor que el de la propia defensa?)	✓		Si
<b>37</b>	<b>Puentes, alcantarillas y cunetas</b>			
	Las barreras de puente y extremos de alcantarillas y muros, son seguros con respecto a:			
	• visibilidad?	✓		Si
	• facilidad de reconocimiento?	✓		Si
	• proximidad al tránsito?	✓		Si
	• posibilidad de causar heridas o daño?	✓		Si
	• extremos colapsibles o frangibles?		✗	No
	• señales y marcas?	✓		Si
	• conexión a las barreras de choque?	✓		Si
	• protección contra peligros a los costados del camino?	✓		Si
	Las alturas y resistencias de las barandas de puente, ¿son correctas y suficientemente fuertes?	✓		Acorde a la Normativa Europea EN 1317-2
	El ancho de banquina en puente, ¿es el mismo que en las adyacentes longitudes de camino?		✗	No, pasa de 2,50 en el camino a 1,50 en el tablero
	El tránsito no vehicular sobre las estructuras, ¿es seguro? (p. ej., peatones, ciclistas, jinetes, ganado, etcétera.).		✗	No
	Todos los muros extremos de alcantarillas (incluyendo alcantarillas de acceso), ¿están fuera de la zona de despejo?		✗	No

H	ASUNTOS ADICIONALES			
38	<b>Alineamiento horizontal</b>			
	La visibilidad en los accesos propuestos ¿es adecuada para conductores y peatones?		✗	No se observa este detalle
	El espacio de giro provisto para el volumen y velocidad del tránsito, ¿es adecuado?		✗	No se observa este análisis
	Los radios de curva y visibilidad hacia delante, son satisfactorios?	✓		Si, acorde a la Normativa
	Las distancias visuales y de detención, ¿son adecuadas?	✓		Si, acorde a la Normativa
39	<b>Alineamiento vertical</b>			
	Las pendientes, ¿son satisfactorias?	✓		Si, acorde a la Normativa
	Las distancias visuales y de detención, ¿son adecuadas?	✓		Si, acorde a la Normativa
40	<b>Señales y marcas</b>			
	Como parte de un desarrollo, ¿se proveyeron las adecuadas señales y marcas?		!	No se cuenta con la planimetría de la Señalización para verificar este aspecto, sin embargo se plantea como base la Normativa vigente
	La prioridad, ¿está claramente definida en todos los puntos de intersección y caminos de acceso?		!	No se cuenta con la planimetría de la Señalización para verificar este aspecto, sin embargo se plantea como base la Normativa vigente
	Las señales y marcas, ¿serán claras en todas las condiciones, incluyendo día/noche, lluvia, niebla, etcétera.?	✓		Acorde a las Especificaciones Técnicas
41	<b>Paisajismo</b>			
	La plantación de árboles, ¿se evitó donde haya probabilidad de que los vehículos se desvíen fuera de la calzada?	✓		En caso de que se realice un Proyecto de Reforestación, se debe confirmar y verificar que no se afecte la seguridad en función a la zona despejada (5m del borde de la Plataforma)
42	<b>Administración del tránsito</b>			
	El diseño, ¿mantendrá las velocidades de viaje en un nivel seguro?		!	Se deben evaluar puntos específicos identificados mediante el software IHSDM
	Las instalaciones para los servicios del transporte público, ¿están seguramente ubicadas?		!	Se debería verificar la ubicación siguiendo criterios de visibilidad
	Sobre los movimientos vehiculares, cualesquiera obras para ciclistas, ¿están seguramente ubicadas?		!	No aplica. No se cuentan en el proyecto obras para ciclistas

**ANEXO III**  
**CONSISTENCIA DEL DISEÑO**

---

*Interactive Highway Safety Design Model*

## **Design Consistency Evaluation Report**

June 2, 2020



## **Disclaimer**

The Interactive Highway Design Model (IHSDM) software is disseminated under the sponsorship of the Department of Transportation in the interest of information exchange. The United States Government assumes no liability for its content or use thereof. This document does not constitute a standard, specification, or regulation.

The United States Government does not endorse products or manufacturers. Trade and manufacturers' names may appear in this software and documentation only because they are considered essential to the objective of the software.

## **Limited Warranty and Limitations of Remedies**

This software product is provided "as-is," without warranty of any kind-either expressed or implied (but not limited to the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose). The FHWA do not warrant that the functions contained in the software will meet the end-user's requirements or that the operation of the software will be uninterrupted and error-free.

Under no circumstances will the FHWA be liable to the end-user for any damages or claimed lost profits, lost savings, or other incidental or consequential damages rising out of the use or inability to use the software (even if these organizations have been advised of the possibility of such damages), or for any claim by any other party.

## **Notice**

The use of the IHSDM software is being done strictly on a voluntary basis. In exchange for provision of IHSDM, the user agrees that the Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation and any other agency of the Federal Government shall not be responsible for any errors, damage or other liability that may result from any and all use of the software, including installation and testing of the software. The user further agrees to hold the FHWA and the Federal Government harmless from any resulting liability. The user agrees that this hold harmless provision shall flow to any person to whom or any entity to which the user provides the IHSDM software. It is the user's full responsibility to inform any person to whom or any entity to which it provides the IHSDM software of this hold harmless provision.

## Table of Contents

<b>Report Overview</b> .....	<b>1</b>
<b>Design Consistency Graphical Results</b> .....	<b>4</b>
<b>V85 Speed Profile</b> .....	<b>6</b>
<b>Design Speed Assumption</b> .....	<b>19</b>
<b>Speed Differential of Adjacent Design Elements</b> .....	<b>21</b>

## List of Tables

Table V85 Speed Profile Coordinates, Increasing Stations .....	6
Table V85 Speed Profile Coordinates, Decreasing Stations .....	12
Table Design Speed Assumption, Increasing Stations .....	19
Table Design Speed Assumption, Decreasing Stations .....	19
Table Speed Differential of Adjacent Design Elements, Increasing Stations .....	21
Table Speed Differential of Adjacent Design Elements, Decreasing Stations .....	23

## List of Figures

Figure Graphical Results, Increasing Stations .....	4
Figure Graphical Results, Decreasing Stations .....	5

## Report Overview

**Report Generated:** 02/06/2020 11:42

**Report Template:** System: Multi-Page, by Results [System] (dcm2, 31/05/2020 15:41)

**Evaluation Date:** Sun May 31 23:31:53 ART 2020

**IHSDM Version:** v15.0.0 (Oct 31, 2019)

**Design Consistency Module:** v5.0.0 (Sep 26, 2018)

**User Name:** Alejandro

**Organization Name:**

**Phone:**

**E-Mail:**

**Project Title:** ASV-R012-PY

**Project Comment:** Created using wizard

**Project Unit System:** Metric

**Highway Title:** Alignment EJE

**Highway Comment:** Imported from XR\_R12\_EJE\_500 F.xml

**Highway Version:** 1

**Evaluation Title:** Evaluation 6

**Evaluation Comment:** Created Sun May 31 23:25:34 ART 2020

**Minimum Location:** 0.000

**Maximum Location:** 1600+05.331

**Design vs. Operating Speed:** true

**Predicted Speed Differential of Adjacent Elements:** true

**Specify Start/Ends Speeds:** true

**Speed at Evaluation Start (Increasing):** 50 km/h

**Speed at Evaluation End (Increasing):** 25 km/h

**Speed at Evaluation Start (Decreasing):** 25 km/h

**Speed at Evaluation End (Decreasing):** 50 km/h

### Run Time Messages

Warning: Horizontal element (Tangent) at 28+44.323 ignored

Warning: Horizontal element (Tangent) at 1484+60.292 ignored

Base speed calculations from 0.000 to 17+00.000 with low speed model

Predicted 4 speeds

Base speed calculations from 17+00.000 to 26+00.000 with high speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 26+00.000 to 32+00.000 with low speed model

Predicted 5 speeds

Base speed calculations from 32+00.000 to 50+00.000 with high speed model

Predicted 8 speeds

Base speed calculations from 50+00.000 to 58+00.000 with low speed model

Predicted 2 speeds

Base speed calculations from 58+00.000 to 62+00.000 with high speed model

Predicted 2 speeds

Base speed calculations from 62+00.000 to 64+00.000 with none speed model

Base speed calculations from 64+00.000 to 84+00.000 with high speed model

Predicted 7 speeds

Base speed calculations from 84+00.000 to 100+00.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 100+00.000 to 1216+60.000 with high speed model

Predicted 118 speeds

Base speed calculations from 1216+60.000 to 1219+60.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 1219+60.000 to 1220+40.000 with none speed model

Base speed calculations from 1220+40.000 to 1223+40.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 1223+40.000 to 1375+20.000 with high speed model

Predicted 15 speeds

Base speed calculations from 1375+20.000 to 1378+20.000 with low speed model

Predicted 2 speeds

Base speed calculations from 1378+20.000 to 1379+00.000 with none speed model

Base speed calculations from 1379+00.000 to 1382+00.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 1382+00.000 to 1436+00.000 with high speed model

Predicted 9 speeds

Base speed calculations from 1436+00.000 to 1442+00.000 with low speed model

Predicted 4 speeds

Base speed calculations from 1442+00.000 to 1600+05.331 with high speed model

Predicted 22 speeds

Adjusting 213 speeds for acceleration/deceleration

Testing 298 adjusted speeds for grade limiting.

A total of 3 speeds added or modified due to grade limiting.

Testing 297 speeds for start speed acceleration from 50 km/h at 0.000

A total of 2 speeds adjusted for start speed acceleration.

Testing 298 speeds for end speed deceleration to 25 km/h at 1600+05.331

A total of 1 speeds adjusted for end speed deceleration.

Base speed calculations from 1600+05.331 to 1442+00.000 with high speed model

Predicted 22 speeds

Base speed calculations from 1442+00.000 to 1436+00.000 with low speed model

Predicted 4 speeds

Base speed calculations from 1436+00.000 to 1382+00.000 with high speed model

Predicted 9 speeds

Base speed calculations from 1382+00.000 to 1379+00.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 1379+00.000 to 1378+20.000 with none speed model

Base speed calculations from 1378+20.000 to 1375+20.000 with low speed model

Predicted 2 speeds

Base speed calculations from 1375+20.000 to 1223+40.000 with high speed model

Predicted 15 speeds

Base speed calculations from 1223+40.000 to 1220+40.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 1220+40.000 to 1219+60.000 with none speed model

Base speed calculations from 1219+60.000 to 1216+60.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 1216+60.000 to 100+00.000 with high speed model

Predicted 118 speeds

Base speed calculations from 100+00.000 to 84+00.000 with low speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 84+00.000 to 64+00.000 with high speed model

Predicted 7 speeds

Base speed calculations from 64+00.000 to 62+00.000 with none speed model

Base speed calculations from 62+00.000 to 58+00.000 with high speed model

Predicted 2 speeds

Base speed calculations from 58+00.000 to 50+00.000 with low speed model

Predicted 2 speeds

Base speed calculations from 50+00.000 to 32+00.000 with high speed model

Predicted 8 speeds

Base speed calculations from 32+00.000 to 26+00.000 with low speed model

Predicted 5 speeds

Base speed calculations from 26+00.000 to 17+00.000 with high speed model

Predicted 3 speeds

Base speed calculations from 17+00.000 to 0.000 with low speed model

Predicted 4 speeds

Adjusting 213 speeds for acceleration/deceleration

Testing 296 adjusted speeds for grade limiting.

A total of 18 speeds added or modified due to grade limiting.

Testing 312 speeds for start speed acceleration from 25 km/h at 1600+05.331

A total of 17 speeds adjusted for start speed acceleration.

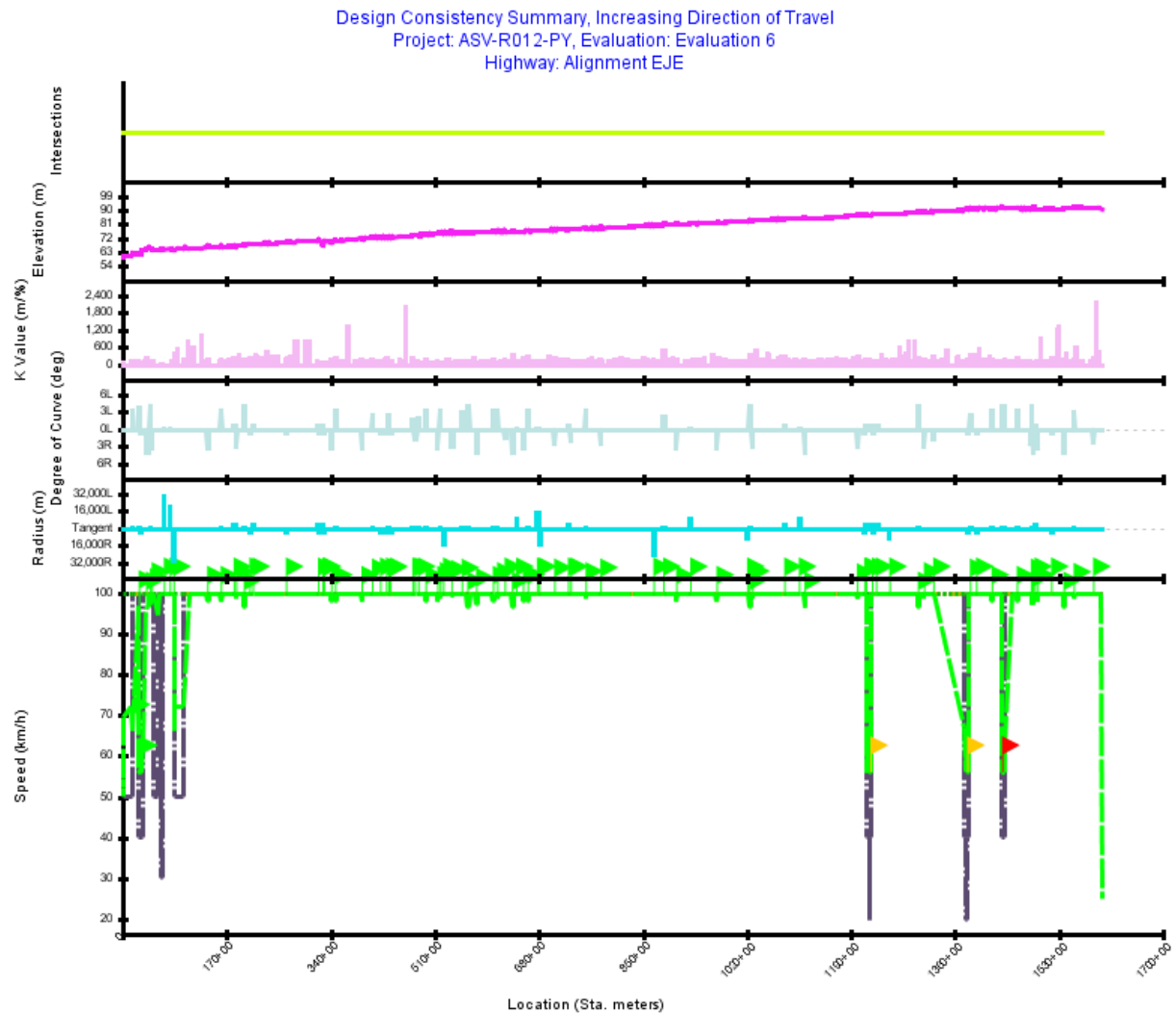
Testing 313 speeds for end speed deceleration to 50 km/h at 0.000

A total of 1 speeds adjusted for end speed deceleration.

## Design Consistency Graphical Results

Figure 1 below displays the graphical results of the Design Consistency Module evaluation for travel the direction of increasing stations.

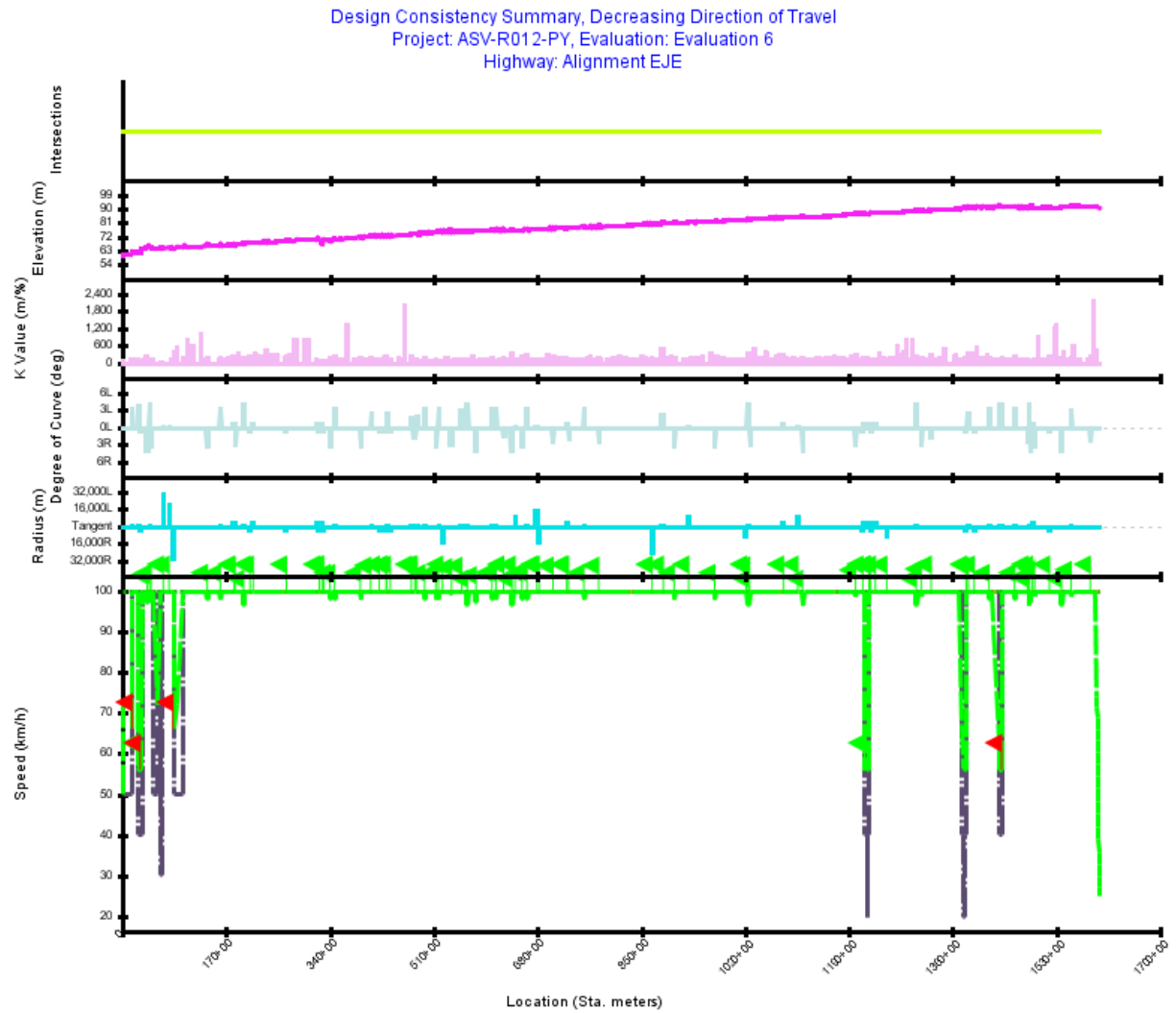
[Graphical Output in the DCM Engineer's Manual]



**Figure 1. Graphical Results, Increasing Stations**

Figure 2 below displays the graphical results of the Design Consistency Module evaluation for travel the direction of decreasing stations.

[Graphical Output in the DCM Engineer's Manual]



**Figure 2. Graphical Results, Decreasing Stations**

## V85 Speed Profile

Table 1 displays the tabular results of the V85 speed profile evaluation for travel in the direction of increasing stations.

[[V85 Speed Profile in the DCM Engineer's Manual](#)]

**Table 1. V85 Speed Profile Coordinates, Increasing Stations**

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
0.000	Non-Curve	50	Low Speed
15.303	Non-Curve	52	Low Speed
33.293	Non-Curve	54	Low Speed
1+67.880	Non-Curve	70	Low Speed
14+08.522	Non-Curve	72	Low Speed
16+44.251	Curve	66	Low Speed
16+82.360	Non-Curve	66	Low Speed
17+00.000	Non-Curve	67	Low Speed
25+95.166	Curve	97	High Speed
26+00.000	Curve	56	Low Speed
27+70.714	Non-Curve	56	Low Speed
27+84.870	Non-Curve	57	Low Speed
28+44.323	Curve	56	Low Speed
30+33.614	Non-Curve	56	Low Speed
32+00.000	Non-Curve	64	Low Speed
37+91.085	Curve	97	High Speed
41+71.754	Non-Curve	97	High Speed
42+33.336	Non-Curve	100	High Speed
43+59.206	Non-Curve	100	High Speed
44+59.221	Curve	97	High Speed
45+75.249	Non-Curve	97	High Speed
46+22.130	Non-Curve	100	High Speed
46+62.182	Non-Curve	100	High Speed
47+26.566	Curve	99	High Speed
48+08.665	Non-Curve	99	High Speed
48+50.837	Non-Curve	100	High Speed
50+00.000	Non-Curve	100	High Speed
58+00.000	Non-Curve	95	Low Speed
59+90.476	Non-Curve	100	High Speed
62+00.000	Non-Curve	100	High Speed
64+00.000	Non-Curve	100	High Speed
67+24.161	Curve	100	High Speed
68+08.285	Non-Curve	100	High Speed
76+80.215	Curve	100	High Speed
77+60.687	Non-Curve	100	High Speed
82+65.577	Curve	100	High Speed
83+99.999	Curve	100	High Speed
84+00.000	Curve	66	Low Speed
84+12.902	Non-Curve	66	Low Speed
85+67.307	Non-Curve	72	Low Speed
100+00.000	Non-Curve	72	Low Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
108+80.218	Non-Curve	100	High Speed
136+71.170	Non-Curve	100	High Speed
137+85.210	Curve	98	High Speed
140+20.820	Non-Curve	98	High Speed
140+95.518	Non-Curve	100	High Speed
158+90.614	Non-Curve	100	High Speed
160+04.654	Curve	98	High Speed
161+45.092	Non-Curve	98	High Speed
162+19.790	Non-Curve	100	High Speed
181+29.476	Curve	100	High Speed
184+19.161	Non-Curve	100	High Speed
185+04.320	Curve	99	High Speed
185+88.215	Non-Curve	99	High Speed
186+29.773	Non-Curve	100	High Speed
196+50.686	Non-Curve	100	High Speed
197+82.060	Curve	97	High Speed
199+50.049	Non-Curve	97	High Speed
200+11.631	Non-Curve	100	High Speed
206+83.595	Curve	100	High Speed
210+48.120	Non-Curve	100	High Speed
212+15.310	Curve	100	High Speed
215+71.919	Non-Curve	100	High Speed
266+46.444	Curve	100	High Speed
269+75.299	Non-Curve	100	High Speed
318+85.792	Curve	100	High Speed
320+24.468	Curve	100	High Speed
323+69.534	Non-Curve	100	High Speed
326+20.756	Curve	100	High Speed
328+46.641	Non-Curve	100	High Speed
328+46.679	Curve	100	High Speed
330+72.489	Non-Curve	100	High Speed
339+15.282	Non-Curve	100	High Speed
340+29.322	Curve	98	High Speed
341+15.112	Non-Curve	98	High Speed
341+89.809	Non-Curve	100	High Speed
345+59.078	Non-Curve	100	High Speed
346+73.118	Curve	98	High Speed
348+66.102	Non-Curve	98	High Speed
349+40.799	Non-Curve	100	High Speed
388+97.754	Non-Curve	100	High Speed
390+11.794	Curve	98	High Speed
391+08.017	Non-Curve	98	High Speed
391+82.715	Non-Curve	100	High Speed
406+93.865	Non-Curve	100	High Speed
407+23.091	Curve	100	High Speed
407+77.305	Non-Curve	100	High Speed
407+87.815	Non-Curve	100	High Speed
420+53.417	Curve	100	High Speed
421+98.978	Non-Curve	100	High Speed
430+06.146	Curve	100	High Speed
433+27.483	Non-Curve	100	High Speed
433+89.743	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
434+18.970	Curve	100	High Speed
434+50.236	Non-Curve	100	High Speed
434+60.746	Non-Curve	100	High Speed
436+89.306	Curve	100	High Speed
439+87.556	Non-Curve	100	High Speed
473+23.634	Curve	100	High Speed
474+45.288	Non-Curve	100	High Speed
476+74.192	Curve	100	High Speed
480+60.167	Non-Curve	100	High Speed
482+79.538	Curve	100	High Speed
483+86.078	Non-Curve	100	High Speed
493+50.943	Non-Curve	100	High Speed
494+64.983	Curve	98	High Speed
496+59.373	Non-Curve	98	High Speed
497+34.071	Non-Curve	100	High Speed
512+86.641	Non-Curve	100	High Speed
514+00.681	Curve	98	High Speed
514+49.894	Non-Curve	98	High Speed
515+24.591	Non-Curve	100	High Speed
517+57.945	Non-Curve	100	High Speed
518+22.329	Curve	99	High Speed
518+84.865	Non-Curve	99	High Speed
519+27.037	Non-Curve	100	High Speed
523+29.533	Curve	100	High Speed
525+53.868	Non-Curve	100	High Speed
536+35.988	Non-Curve	100	High Speed
536+77.845	Curve	99	High Speed
540+33.503	Non-Curve	99	High Speed
540+57.119	Non-Curve	100	High Speed
553+64.262	Non-Curve	100	High Speed
553+86.508	Curve	100	High Speed
556+91.193	Non-Curve	100	High Speed
557+02.491	Non-Curve	100	High Speed
561+62.591	Non-Curve	100	High Speed
562+93.965	Curve	97	High Speed
566+44.265	Non-Curve	97	High Speed
567+05.846	Non-Curve	100	High Speed
576+27.166	Non-Curve	100	High Speed
577+27.181	Curve	97	High Speed
580+35.126	Non-Curve	97	High Speed
580+82.008	Non-Curve	100	High Speed
603+41.813	Non-Curve	100	High Speed
604+55.853	Curve	98	High Speed
606+44.516	Non-Curve	98	High Speed
607+19.214	Non-Curve	100	High Speed
611+24.524	Non-Curve	100	High Speed
611+88.908	Curve	99	High Speed
613+17.667	Non-Curve	99	High Speed
613+59.839	Non-Curve	100	High Speed
624+04.457	Curve	100	High Speed
625+64.731	Non-Curve	100	High Speed
634+69.847	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
636+01.222	Curve	97	High Speed
639+26.772	Non-Curve	97	High Speed
639+88.354	Non-Curve	100	High Speed
642+80.798	Curve	100	High Speed
644+11.763	Non-Curve	100	High Speed
652+68.769	Non-Curve	100	High Speed
653+82.809	Curve	98	High Speed
655+46.965	Non-Curve	98	High Speed
656+21.662	Non-Curve	100	High Speed
660+41.800	Non-Curve	100	High Speed
661+55.840	Curve	98	High Speed
663+87.688	Non-Curve	98	High Speed
664+62.385	Non-Curve	100	High Speed
676+79.275	Curve	100	High Speed
680+00.597	Non-Curve	100	High Speed
680+00.610	Curve	100	High Speed
683+72.675	Non-Curve	100	High Speed
704+63.501	Non-Curve	100	High Speed
704+92.728	Curve	100	High Speed
706+36.278	Non-Curve	100	High Speed
706+46.788	Non-Curve	100	High Speed
727+36.715	Curve	100	High Speed
728+86.144	Non-Curve	100	High Speed
731+60.311	Curve	100	High Speed
731+93.965	Non-Curve	100	High Speed
755+57.427	Non-Curve	100	High Speed
756+21.811	Curve	99	High Speed
757+00.531	Non-Curve	99	High Speed
757+42.703	Non-Curve	100	High Speed
780+06.282	Non-Curve	100	High Speed
780+35.509	Curve	100	High Speed
781+31.495	Non-Curve	100	High Speed
781+42.005	Non-Curve	100	High Speed
867+27.484	Curve	100	High Speed
868+66.530	Non-Curve	100	High Speed
883+07.725	Curve	100	High Speed
886+99.370	Non-Curve	100	High Speed
902+99.322	Non-Curve	100	High Speed
904+13.363	Curve	98	High Speed
905+02.613	Non-Curve	98	High Speed
905+77.310	Non-Curve	100	High Speed
927+26.653	Curve	100	High Speed
928+79.402	Non-Curve	100	High Speed
968+94.561	Non-Curve	100	High Speed
970+08.601	Curve	98	High Speed
971+39.782	Non-Curve	98	High Speed
972+14.479	Non-Curve	100	High Speed
1020+27.523	Curve	100	High Speed
1022+80.838	Non-Curve	100	High Speed
1023+52.889	Curve	97	High Speed
1026+89.348	Non-Curve	97	High Speed
1027+50.929	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
1027+61.447	Non-Curve	100	High Speed
1028+46.095	Curve	99	High Speed
1028+58.508	Non-Curve	99	High Speed
1029+00.067	Non-Curve	100	High Speed
1080+96.682	Curve	100	High Speed
1084+09.388	Non-Curve	100	High Speed
1104+86.830	Curve	100	High Speed
1107+46.435	Non-Curve	100	High Speed
1112+55.600	Non-Curve	100	High Speed
1113+86.975	Curve	97	High Speed
1115+09.305	Non-Curve	97	High Speed
1115+70.887	Non-Curve	100	High Speed
1198+63.860	Non-Curve	100	High Speed
1199+61.079	Curve	99	High Speed
1201+89.133	Non-Curve	99	High Speed
1202+42.063	Non-Curve	100	High Speed
1211+44.560	Curve	100	High Speed
1214+07.323	Non-Curve	100	High Speed
1214+07.367	Curve	100	High Speed
1216+59.999	Curve	100	High Speed
1216+60.000	Curve	56	Low Speed
1216+70.042	Non-Curve	56	Low Speed
1219+13.536	Non-Curve	67	Low Speed
1219+60.000	Non-Curve	67	Low Speed
1220+40.000	Non-Curve	66	Low Speed
1221+59.310	Curve	56	Low Speed
1223+39.999	Curve	56	Low Speed
1223+40.000	Curve	100	High Speed
1224+22.073	Non-Curve	100	High Speed
1224+22.117	Curve	100	High Speed
1226+84.791	Non-Curve	100	High Speed
1230+42.590	Curve	100	High Speed
1234+60.514	Non-Curve	100	High Speed
1252+72.275	Curve	100	High Speed
1253+22.624	Non-Curve	100	High Speed
1297+90.981	Non-Curve	100	High Speed
1299+22.356	Curve	97	High Speed
1301+70.788	Non-Curve	97	High Speed
1302+32.370	Non-Curve	100	High Speed
1308+14.638	Non-Curve	100	High Speed
1308+99.287	Curve	99	High Speed
1309+50.973	Non-Curve	99	High Speed
1309+92.531	Non-Curve	100	High Speed
1324+36.348	Curve	100	High Speed
1325+78.768	Non-Curve	100	High Speed
1375+20.000	Non-Curve	67	High Speed
1378+20.000	Non-Curve	56	Low Speed
1379+00.000	Non-Curve	67	Low Speed
1379+72.175	Curve	56	Low Speed
1381+99.999	Curve	56	Low Speed
1382+00.000	Curve	100	High Speed
1383+12.437	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
1383+75.392	Non-Curve	100	High Speed
1384+04.618	Curve	100	High Speed
1386+93.520	Non-Curve	100	High Speed
1387+04.030	Non-Curve	100	High Speed
1394+21.457	Curve	100	High Speed
1396+35.430	Non-Curve	100	High Speed
1418+62.138	Non-Curve	100	High Speed
1419+76.178	Curve	98	High Speed
1420+62.537	Non-Curve	98	High Speed
1421+37.234	Non-Curve	100	High Speed
1436+00.000	Non-Curve	100	High Speed
1436+67.996	Curve	56	Low Speed
1441+31.017	Non-Curve	56	Low Speed
1442+00.000	Non-Curve	63	Low Speed
1453+17.848	Non-Curve	100	High Speed
1459+70.667	Non-Curve	100	High Speed
1460+84.707	Curve	98	High Speed
1462+59.552	Non-Curve	98	High Speed
1463+34.249	Non-Curve	100	High Speed
1483+37.559	Non-Curve	100	High Speed
1483+66.786	Curve	100	High Speed
1483+67.399	Non-Curve	100	High Speed
1483+77.909	Non-Curve	100	High Speed
1484+32.314	Non-Curve	100	High Speed
1485+32.329	Curve	97	High Speed
1485+33.184	Non-Curve	97	High Speed
1485+79.178	Non-Curve	100	High Speed
1486+77.298	Curve	97	High Speed
1487+31.737	Non-Curve	97	High Speed
1487+78.618	Non-Curve	100	High Speed
1490+02.539	Curve	100	High Speed
1491+82.460	Non-Curve	100	High Speed
1493+53.551	Non-Curve	100	High Speed
1494+67.591	Curve	98	High Speed
1495+48.577	Non-Curve	98	High Speed
1496+23.275	Non-Curve	100	High Speed
1516+94.542	Curve	100	High Speed
1519+59.826	Non-Curve	100	High Speed
1536+01.104	Non-Curve	100	High Speed
1537+32.478	Curve	97	High Speed
1539+27.779	Non-Curve	97	High Speed
1539+89.360	Non-Curve	100	High Speed
1552+89.325	Non-Curve	100	High Speed
1553+82.561	Curve	99	High Speed
1555+22.350	Non-Curve	99	High Speed
1555+71.363	Non-Curve	100	High Speed
1585+54.680	Curve	100	High Speed
1586+44.392	Non-Curve	100	High Speed
1597+15.851	Non-Curve	100	High Speed
1600+05.331	Non-Curve	25	High Speed

Table 2 displays the tabular results of the V85 speed profile evaluation for travel in the direction of decreasing stations.

[[V85 Speed Profile in the DCM Engineer's Manual](#)]

**Table 2. V85 Speed Profile Coordinates, Decreasing Stations**

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
1600+05.331	Non-Curve	25	High Speed
1599+97.079	Non-Curve	27	High Speed
1599+86.352	Non-Curve	30	High Speed
1599+73.418	Non-Curve	33	High Speed
1599+58.515	Non-Curve	36	High Speed
1599+41.856	Non-Curve	39	High Speed
1599+23.630	Non-Curve	42	High Speed
1599+04.007	Non-Curve	45	High Speed
1598+83.137	Non-Curve	48	High Speed
1598+61.156	Non-Curve	51	High Speed
1598+38.182	Non-Curve	54	High Speed
1598+14.324	Non-Curve	57	High Speed
1597+89.677	Non-Curve	60	High Speed
1597+64.327	Non-Curve	63	High Speed
1597+38.348	Non-Curve	66	High Speed
1597+11.809	Non-Curve	69	High Speed
1596+84.771	Non-Curve	72	High Speed
1596+57.287	Non-Curve	74	High Speed
1593+38.411	Non-Curve	100	High Speed
1586+44.392	Curve	100	High Speed
1585+54.680	Non-Curve	100	High Speed
1556+15.586	Non-Curve	100	High Speed
1555+22.350	Curve	99	High Speed
1553+82.561	Non-Curve	99	High Speed
1553+33.548	Non-Curve	100	High Speed
1540+59.154	Non-Curve	100	High Speed
1539+27.779	Curve	97	High Speed
1537+32.478	Non-Curve	97	High Speed
1536+70.897	Non-Curve	100	High Speed
1519+59.826	Curve	100	High Speed
1516+94.542	Non-Curve	100	High Speed
1496+12.961	Non-Curve	100	High Speed
1495+48.577	Curve	99	High Speed
1494+67.591	Non-Curve	99	High Speed
1494+25.419	Non-Curve	100	High Speed
1491+82.460	Curve	100	High Speed
1490+02.539	Non-Curve	100	High Speed
1488+31.752	Non-Curve	100	High Speed
1487+31.737	Curve	97	High Speed
1486+77.298	Non-Curve	97	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
1486+41.313	Non-Curve	99	High Speed
1485+33.184	Curve	97	High Speed
1485+32.329	Non-Curve	97	High Speed
1484+70.748	Non-Curve	100	High Speed
1483+67.399	Curve	100	High Speed
1483+66.786	Non-Curve	100	High Speed
1463+73.592	Non-Curve	100	High Speed
1462+59.552	Curve	98	High Speed
1460+84.707	Non-Curve	98	High Speed
1460+10.009	Non-Curve	100	High Speed
1442+00.000	Non-Curve	100	High Speed
1441+31.017	Curve	56	Low Speed
1436+67.996	Non-Curve	56	Low Speed
1436+00.000	Non-Curve	62	Low Speed
1424+80.131	Non-Curve	100	High Speed
1421+76.577	Non-Curve	100	High Speed
1420+62.537	Curve	98	High Speed
1419+76.178	Non-Curve	98	High Speed
1419+01.480	Non-Curve	100	High Speed
1396+35.430	Curve	100	High Speed
1394+21.457	Non-Curve	100	High Speed
1387+22.747	Non-Curve	100	High Speed
1386+93.520	Curve	100	High Speed
1384+04.618	Non-Curve	100	High Speed
1383+94.109	Non-Curve	100	High Speed
1383+12.437	Curve	100	High Speed
1382+00.001	Curve	100	High Speed
1382+00.000	Curve	56	Low Speed
1379+72.175	Non-Curve	56	Low Speed
1379+68.489	Non-Curve	56	Low Speed
1378+20.000	Non-Curve	56	Low Speed
1375+80.191	Non-Curve	67	Low Speed
1375+20.000	Non-Curve	67	Low Speed
1369+56.571	Non-Curve	100	High Speed
1325+78.768	Curve	100	High Speed
1324+36.348	Non-Curve	100	High Speed
1310+35.621	Non-Curve	100	High Speed
1309+50.973	Curve	99	High Speed
1308+99.287	Non-Curve	99	High Speed
1308+57.728	Non-Curve	100	High Speed
1303+02.163	Non-Curve	100	High Speed
1301+70.788	Curve	97	High Speed
1299+22.356	Non-Curve	97	High Speed
1298+60.774	Non-Curve	100	High Speed
1253+22.624	Curve	100	High Speed
1252+72.275	Non-Curve	100	High Speed
1234+60.514	Curve	100	High Speed
1230+42.590	Non-Curve	100	High Speed
1226+84.791	Curve	100	High Speed
1224+22.117	Non-Curve	100	High Speed
1224+22.073	Curve	100	High Speed
1223+40.001	Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
1223+40.000	Curve	56	Low Speed
1221+59.310	Non-Curve	56	Low Speed
1221+55.624	Non-Curve	56	Low Speed
1219+60.000	Non-Curve	56	Low Speed
1219+07.216	Non-Curve	59	Low Speed
1216+70.042	Curve	56	Low Speed
1216+60.001	Curve	56	Low Speed
1216+60.000	Curve	100	High Speed
1214+07.367	Non-Curve	100	High Speed
1214+07.323	Curve	100	High Speed
1211+44.560	Non-Curve	100	High Speed
1202+86.353	Non-Curve	100	High Speed
1201+89.133	Curve	99	High Speed
1199+61.079	Non-Curve	99	High Speed
1199+08.150	Non-Curve	100	High Speed
1116+40.680	Non-Curve	100	High Speed
1115+09.305	Curve	97	High Speed
1113+86.975	Non-Curve	97	High Speed
1113+25.393	Non-Curve	100	High Speed
1107+46.435	Curve	100	High Speed
1104+86.830	Non-Curve	100	High Speed
1084+09.388	Curve	100	High Speed
1080+96.682	Non-Curve	100	High Speed
1028+73.698	Non-Curve	100	High Speed
1028+58.508	Curve	100	High Speed
1028+46.095	Non-Curve	100	High Speed
1028+38.638	Non-Curve	100	High Speed
1028+20.723	Non-Curve	100	High Speed
1026+89.348	Curve	97	High Speed
1023+52.889	Non-Curve	97	High Speed
1022+91.308	Non-Curve	100	High Speed
1022+80.838	Curve	100	High Speed
1020+27.523	Non-Curve	100	High Speed
972+53.822	Non-Curve	100	High Speed
971+39.782	Curve	98	High Speed
970+08.601	Non-Curve	98	High Speed
969+33.904	Non-Curve	100	High Speed
928+79.402	Curve	100	High Speed
927+26.653	Non-Curve	100	High Speed
906+16.653	Non-Curve	100	High Speed
905+02.613	Curve	98	High Speed
904+13.363	Non-Curve	98	High Speed
903+38.665	Non-Curve	100	High Speed
886+99.370	Curve	100	High Speed
883+07.725	Non-Curve	100	High Speed
868+66.530	Curve	100	High Speed
867+27.484	Non-Curve	100	High Speed
781+60.722	Non-Curve	100	High Speed
781+31.495	Curve	100	High Speed
780+35.509	Non-Curve	100	High Speed
780+24.999	Non-Curve	100	High Speed
758+14.571	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
757+00.531	Curve	98	High Speed
756+21.811	Non-Curve	98	High Speed
755+47.114	Non-Curve	100	High Speed
731+93.965	Curve	100	High Speed
731+60.311	Non-Curve	100	High Speed
728+86.144	Curve	100	High Speed
727+36.715	Non-Curve	100	High Speed
706+65.505	Non-Curve	100	High Speed
706+36.278	Curve	100	High Speed
704+92.728	Non-Curve	100	High Speed
704+82.218	Non-Curve	100	High Speed
683+72.675	Curve	100	High Speed
680+00.610	Non-Curve	100	High Speed
680+00.597	Curve	100	High Speed
676+79.275	Non-Curve	100	High Speed
665+01.728	Non-Curve	100	High Speed
663+87.688	Curve	98	High Speed
661+55.840	Non-Curve	98	High Speed
660+81.143	Non-Curve	100	High Speed
656+61.005	Non-Curve	100	High Speed
655+46.965	Curve	98	High Speed
653+82.809	Non-Curve	98	High Speed
653+08.112	Non-Curve	100	High Speed
644+11.763	Curve	100	High Speed
642+80.798	Non-Curve	100	High Speed
640+58.147	Non-Curve	100	High Speed
639+26.772	Curve	97	High Speed
636+01.222	Non-Curve	97	High Speed
635+39.640	Non-Curve	100	High Speed
625+64.731	Curve	100	High Speed
624+04.457	Non-Curve	100	High Speed
614+31.707	Non-Curve	100	High Speed
613+17.667	Curve	98	High Speed
611+88.908	Non-Curve	98	High Speed
611+14.211	Non-Curve	100	High Speed
607+58.556	Non-Curve	100	High Speed
606+44.516	Curve	98	High Speed
604+55.853	Non-Curve	98	High Speed
603+81.156	Non-Curve	100	High Speed
581+35.141	Non-Curve	100	High Speed
580+35.126	Curve	97	High Speed
577+27.181	Non-Curve	97	High Speed
576+80.300	Non-Curve	100	High Speed
567+75.640	Non-Curve	100	High Speed
566+44.265	Curve	97	High Speed
562+93.965	Non-Curve	97	High Speed
562+32.384	Non-Curve	100	High Speed
557+13.439	Non-Curve	100	High Speed
556+91.193	Curve	100	High Speed
553+86.508	Non-Curve	100	High Speed
553+75.210	Non-Curve	100	High Speed
540+75.360	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
540+33.503	Curve	99	High Speed
536+77.845	Non-Curve	99	High Speed
536+54.229	Non-Curve	100	High Speed
525+53.868	Curve	100	High Speed
523+29.533	Non-Curve	100	High Speed
519+98.905	Non-Curve	100	High Speed
518+84.865	Curve	98	High Speed
518+22.329	Non-Curve	98	High Speed
517+47.632	Non-Curve	100	High Speed
515+63.934	Non-Curve	100	High Speed
514+49.894	Curve	98	High Speed
514+00.681	Non-Curve	98	High Speed
513+25.984	Non-Curve	100	High Speed
497+73.413	Non-Curve	100	High Speed
496+59.373	Curve	98	High Speed
494+64.983	Non-Curve	98	High Speed
493+90.286	Non-Curve	100	High Speed
483+86.078	Curve	100	High Speed
482+79.538	Non-Curve	100	High Speed
480+60.167	Curve	100	High Speed
476+74.192	Non-Curve	100	High Speed
474+45.288	Curve	100	High Speed
473+23.634	Non-Curve	100	High Speed
439+87.556	Curve	100	High Speed
436+89.306	Non-Curve	100	High Speed
434+50.236	Curve	100	High Speed
434+18.970	Non-Curve	100	High Speed
433+27.483	Curve	100	High Speed
430+06.146	Non-Curve	100	High Speed
421+98.978	Curve	100	High Speed
420+53.417	Non-Curve	100	High Speed
408+06.531	Non-Curve	100	High Speed
407+77.305	Curve	100	High Speed
407+23.091	Non-Curve	100	High Speed
407+12.582	Non-Curve	100	High Speed
392+22.057	Non-Curve	100	High Speed
391+08.017	Curve	98	High Speed
390+11.794	Non-Curve	98	High Speed
389+37.096	Non-Curve	100	High Speed
349+80.142	Non-Curve	100	High Speed
348+66.102	Curve	98	High Speed
346+73.118	Non-Curve	98	High Speed
345+98.421	Non-Curve	100	High Speed
342+29.152	Non-Curve	100	High Speed
341+15.112	Curve	98	High Speed
340+29.322	Non-Curve	98	High Speed
339+54.624	Non-Curve	100	High Speed
330+72.489	Curve	100	High Speed
328+46.679	Non-Curve	100	High Speed
328+46.641	Curve	100	High Speed
326+20.756	Non-Curve	100	High Speed
323+69.534	Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
320+24.469	Curve	100	High Speed
318+85.792	Non-Curve	100	High Speed
269+75.299	Curve	100	High Speed
266+46.444	Non-Curve	100	High Speed
215+71.919	Curve	100	High Speed
212+15.310	Non-Curve	100	High Speed
210+48.120	Curve	100	High Speed
206+83.595	Non-Curve	100	High Speed
200+81.424	Non-Curve	100	High Speed
199+50.049	Curve	97	High Speed
197+82.060	Non-Curve	97	High Speed
197+20.479	Non-Curve	100	High Speed
186+03.404	Non-Curve	100	High Speed
185+88.215	Curve	100	High Speed
185+04.320	Non-Curve	100	High Speed
184+96.863	Non-Curve	100	High Speed
184+19.161	Curve	100	High Speed
181+29.476	Non-Curve	100	High Speed
162+59.132	Non-Curve	100	High Speed
161+45.092	Curve	98	High Speed
160+04.654	Non-Curve	98	High Speed
159+29.957	Non-Curve	100	High Speed
141+34.860	Non-Curve	100	High Speed
140+20.820	Curve	98	High Speed
137+85.210	Non-Curve	98	High Speed
137+10.512	Non-Curve	100	High Speed
100+00.000	Non-Curve	100	High Speed
90+61.401	Non-Curve	72	Low Speed
84+12.902	Curve	66	Low Speed
84+00.001	Curve	66	Low Speed
84+00.000	Curve	100	High Speed
82+65.577	Non-Curve	100	High Speed
77+60.687	Curve	100	High Speed
76+80.215	Non-Curve	100	High Speed
68+08.285	Curve	100	High Speed
67+24.161	Non-Curve	100	High Speed
64+00.000	Non-Curve	100	High Speed
62+00.000	Non-Curve	100	High Speed
58+00.000	Non-Curve	72	High Speed
50+00.000	Non-Curve	100	Low Speed
49+22.705	Non-Curve	100	High Speed
48+08.665	Curve	98	High Speed
47+26.566	Non-Curve	98	High Speed
46+63.326	Non-Curve	100	High Speed
45+75.249	Curve	97	High Speed
44+59.221	Non-Curve	97	High Speed
44+12.339	Non-Curve	100	High Speed
42+71.769	Non-Curve	100	High Speed
41+71.754	Curve	97	High Speed
37+91.085	Non-Curve	97	High Speed
37+44.203	Non-Curve	100	High Speed
32+00.000	Non-Curve	100	High Speed

Location (Sta. m)	Segment Type	V85 Speed (km/h)	Speed Model
30+33.614	Curve	56	Low Speed
28+44.323	Non-Curve	56	Low Speed
28+09.951	Non-Curve	58	Low Speed
27+70.714	Curve	56	Low Speed
26+00.001	Curve	56	Low Speed
26+00.000	Curve	97	High Speed
25+95.166	Non-Curve	97	High Speed
24+82.196	Non-Curve	100	High Speed
17+00.000	Non-Curve	100	High Speed
16+82.360	Curve	66	Low Speed
16+44.251	Non-Curve	66	Low Speed
14+89.846	Non-Curve	72	Low Speed
83.720	Non-Curve	72	Low Speed
0.000	Non-Curve	50	Low Speed

## Design Speed Assumption

Table 3 displays the tabular results of the design speed assumption evaluation for travel in the direction of increasing stations.

[\[Design Speed Assumption Check in the DCM Engineer's Manual\]](#)

**Table 3. Design Speed Assumption, Increasing Stations**

From Location (Sta. m)	To Location (Sta. m)	Min (km/h)	Max (km/h)	Condition
0.000	1600+05.331	-75	0	4

### Design Speed Assumption Check Conditions Key

Condition 1:  $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$

Condition 4:  $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0 \text{ km/h}$

where:

$V_{85}$ : estimated 85th percentile operating speed

$V_{\text{design}}$ : design speed

Table 4 displays the tabular results of the design speed assumption evaluation for travel in the direction of decreasing stations.

[\[Design Speed Assumption Check in the DCM Engineer's Manual\]](#)

**Table 4. Design Speed Assumption, Decreasing Stations**

From Location (Sta. m)	To Location (Sta. m)	Min (km/h)	Max (km/h)	Condition
1600+05.331	0.000	-75	0	4

### Design Speed Assumption Check Conditions Key

Condition 1:  $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$

Condition 4:  $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0$  km/h

where:

$V_{85}$ : estimated 85th percentile operating speed

$V_{\text{design}}$ : design speed

## Speed Differential of Adjacent Design Elements

Table 5 displays the tabular results of the speed differential of adjacent design elements evaluation for travel in the direction of increasing stations.

[Speed Differential of Adjacent Design Elements Check in the DCM Engineer's Manual]

**Table 5. Speed Differential of Adjacent Design Elements, Increasing Stations**

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
14+08.522	72	16+44.251	66	6	1
17+00.000	67	25+95.166	97	-30	1
27+84.870	57	28+44.323	56	1	1
32+00.000	64	37+91.085	97	-33	1
42+33.336	100	44+59.221	97	3	1
46+22.130	100	47+26.566	99	1	1
48+50.837	100	67+24.161	100	0	1
67+24.161	100	76+80.215	100	0	1
76+80.215	100	82+65.577	100	0	1
108+80.218	100	137+85.210	98	2	1
140+95.518	100	160+04.654	98	2	1
162+19.790	100	181+29.476	100	0	1
181+29.476	100	185+04.320	99	1	1
186+29.773	100	197+82.060	97	3	1
200+11.631	100	206+83.595	100	0	1
206+83.595	100	212+15.310	100	0	1
212+15.310	100	266+46.444	100	0	1
266+46.444	100	318+85.792	100	0	1
318+85.792	100	326+20.756	100	0	1
326+20.756	100	328+46.679	100	0	1
339+15.282	100	340+29.322	98	2	1
341+89.809	100	346+73.118	98	2	1
349+40.799	100	390+11.794	98	2	1
391+82.715	100	407+23.091	100	0	1
407+87.815	100	420+53.417	100	0	1
420+53.417	100	430+06.146	100	0	1
433+89.743	100	434+18.970	100	0	1
434+60.746	100	436+89.306	100	0	1
436+89.306	100	473+23.634	100	0	1
473+23.634	100	476+74.192	100	0	1
476+74.192	100	482+79.538	100	0	1
493+50.943	100	494+64.983	98	2	1
497+34.071	100	514+00.681	98	2	1
515+24.591	100	518+22.329	99	1	1
519+27.037	100	523+29.533	100	0	1
536+35.988	100	536+77.845	99	1	1
540+57.119	100	553+86.508	100	0	1
557+02.491	100	562+93.965	97	3	1
567+05.846	100	577+27.181	97	3	1
580+82.008	100	604+55.853	98	2	1

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
607+19.214	100	611+88.908	99	1	1
613+59.839	100	624+04.457	100	0	1
634+69.847	100	636+01.222	97	3	1
639+88.354	100	642+80.798	100	0	1
652+68.769	100	653+82.809	98	2	1
656+21.662	100	661+55.840	98	2	1
664+62.385	100	676+79.275	100	0	1
676+79.275	100	680+00.610	100	0	1
704+63.501	100	704+92.728	100	0	1
706+46.788	100	727+36.715	100	0	1
727+36.715	100	731+60.311	100	0	1
755+57.427	100	756+21.811	99	1	1
757+42.703	100	780+35.509	100	0	1
781+42.005	100	867+27.484	100	0	1
867+27.484	100	883+07.725	100	0	1
902+99.322	100	904+13.363	98	2	1
905+77.310	100	927+26.653	100	0	1
968+94.561	100	970+08.601	98	2	1
972+14.479	100	1020+27.523	100	0	1
1020+27.523	100	1023+52.889	97	3	1
1027+50.929	100	1028+46.095	99	1	1
1029+00.067	100	1080+96.682	100	0	1
1080+96.682	100	1104+86.830	100	0	1
1112+55.600	100	1113+86.975	97	3	1
1115+70.887	100	1199+61.079	99	1	1
1202+42.063	100	1211+44.560	100	0	1
1211+44.560	100	1214+07.367	100	0	1
1219+13.536	67	1221+59.310	56	11	2
1223+40.000	100	1224+22.117	100	0	1
1224+22.117	100	1230+42.590	100	0	1
1230+42.590	100	1252+72.275	100	0	1
1297+90.981	100	1299+22.356	97	3	1
1302+32.370	100	1308+99.287	99	1	1
1309+92.531	100	1324+36.348	100	0	1
1375+20.000	67	1379+72.175	56	11	2
1383+75.392	100	1384+04.618	100	0	1
1387+04.030	100	1394+21.457	100	0	1
1418+62.138	100	1419+76.178	98	2	1
1421+37.234	100	1436+67.996	56	44	3
1453+17.848	100	1460+84.707	98	2	1
1463+34.249	100	1483+66.786	100	0	1
1483+77.909	100	1485+32.329	97	3	1
1485+79.178	100	1486+77.298	97	3	1
1487+78.618	100	1490+02.539	100	0	1
1493+53.551	100	1494+67.591	98	2	1
1496+23.275	100	1516+94.542	100	0	1
1536+01.104	100	1537+32.478	97	3	1
1539+89.360	100	1553+82.561	99	1	1
1555+71.363	100	1585+54.680	100	0	1

**Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key**

Condition 1:  $(V85_{\text{Tangent}} - V85_{\text{Curve}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V85_{\text{Tangent}} - V85_{\text{Curve}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V85_{\text{Tangent}} - V85_{\text{Curve}})$

where:

$V85_{\text{Tangent}}$ : estimated 85th percentile operating speed on tangent

$V85_{\text{Curve}}$ : estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve

Table 6 displays the tabular results of the speed differential of adjacent design elements evaluation for travel in the direction of decreasing stations.

[[Speed Differential of Adjacent Design Elements Check in the DCM Engineer's Manual](#)]

**Table 6. Speed Differential of Adjacent Design Elements, Decreasing Stations**

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
1593+38.411	100	1586+44.392	100	-0	1
1556+15.586	100	1555+22.350	99	1	1
1553+33.548	100	1539+27.779	97	3	1
1536+70.897	100	1519+59.826	100	0	1
1496+12.961	100	1495+48.577	99	1	1
1494+25.419	100	1491+82.460	100	0	1
1488+31.752	100	1487+31.737	97	3	1
1486+41.313	99	1485+33.184	97	3	1
1484+70.748	100	1483+67.399	100	0	1
1463+73.592	100	1462+59.552	98	2	1
1460+10.009	100	1441+31.017	56	44	3
1424+80.131	100	1420+62.537	98	2	1
1419+01.480	100	1396+35.430	100	0	1
1387+22.747	100	1386+93.520	100	0	1
1383+94.109	100	1383+12.437	100	0	1
1369+56.571	100	1325+78.768	100	0	1
1310+35.621	100	1309+50.973	99	1	1
1308+57.728	100	1301+70.788	97	3	1
1298+60.774	100	1253+22.624	100	0	1
1253+22.624	100	1234+60.514	100	0	1
1234+60.514	100	1226+84.791	100	0	1
1226+84.791	100	1224+22.073	100	0	1
1219+07.216	59	1216+70.042	56	3	1
1216+60.000	100	1214+07.323	100	0	1
1202+86.353	100	1201+89.133	99	1	1
1199+08.150	100	1115+09.305	97	3	1

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
1113+25.393	100	1107+46.435	100	0	1
1107+46.435	100	1084+09.388	100	0	1
1028+73.698	100	1028+58.508	100	0	1
1028+38.638	100	1026+89.348	97	3	1
1022+91.308	100	1022+80.838	100	0	1
972+53.822	100	971+39.782	98	2	1
969+33.904	100	928+79.402	100	0	1
906+16.653	100	905+02.613	98	2	1
903+38.665	100	886+99.370	100	0	1
886+99.370	100	868+66.530	100	0	1
781+60.722	100	781+31.495	100	0	1
780+24.999	100	757+00.531	98	2	1
755+47.114	100	731+93.965	100	0	1
731+93.965	100	728+86.144	100	0	1
706+65.505	100	706+36.278	100	0	1
704+82.218	100	683+72.675	100	0	1
683+72.675	100	680+00.597	100	0	1
665+01.728	100	663+87.688	98	2	1
660+81.143	100	655+46.965	98	2	1
653+08.112	100	644+11.763	100	0	1
640+58.147	100	639+26.772	97	3	1
635+39.640	100	625+64.731	100	0	1
614+31.707	100	613+17.667	98	2	1
611+14.211	100	606+44.516	98	2	1
603+81.156	100	580+35.126	97	3	1
576+80.300	100	566+44.265	97	3	1
562+32.384	100	556+91.193	100	0	1
553+75.210	100	540+33.503	99	1	1
536+54.229	100	525+53.868	100	0	1
519+98.905	100	518+84.865	98	2	1
517+47.632	100	514+49.894	98	2	1
513+25.984	100	496+59.373	98	2	1
493+90.286	100	483+86.078	100	0	1
483+86.078	100	480+60.167	100	0	1
480+60.167	100	474+45.288	100	0	1
474+45.288	100	439+87.556	100	0	1
439+87.556	100	434+50.236	100	0	1
434+50.236	100	433+27.483	100	0	1
433+27.483	100	421+98.978	100	0	1
408+06.531	100	407+77.305	100	0	1
407+12.582	100	391+08.017	98	2	1
389+37.096	100	348+66.102	98	2	1
345+98.421	100	341+15.112	98	2	1
339+54.624	100	330+72.489	100	0	1
330+72.489	100	328+46.641	100	0	1
328+46.641	100	323+69.534	100	0	1
323+69.534	100	269+75.299	100	0	1
269+75.299	100	215+71.919	100	0	1
215+71.919	100	210+48.120	100	0	1
200+81.424	100	199+50.049	97	3	1
197+20.479	100	185+88.215	100	0	1

Location of Max Speed on Preceding Element (Sta. m)	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start Location of Curve (Sta. m)	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
184+96.863	100	184+19.161	100	0	1
162+59.132	100	161+45.092	98	2	1
159+29.957	100	140+20.820	98	2	1
137+10.512	100	84+12.902	66	34	3
84+00.000	100	77+60.687	100	0	1
77+60.687	100	68+08.285	100	0	1
64+00.000	100	48+08.665	98	2	1
46+63.326	100	45+75.249	97	2	1
44+12.339	100	41+71.754	97	3	1
37+44.203	100	30+33.614	56	44	3
28+09.951	58	27+70.714	56	2	1
24+82.196	100	16+82.360	66	34	3

### Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key

Condition 1:  $(V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85_{\text{Tangent}}} - V_{85_{\text{Curve}}})$

where:

$V_{85_{\text{Tangent}}}$ : estimated 85th percentile operating speed on tangent

$V_{85_{\text{Curve}}}$ : estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve