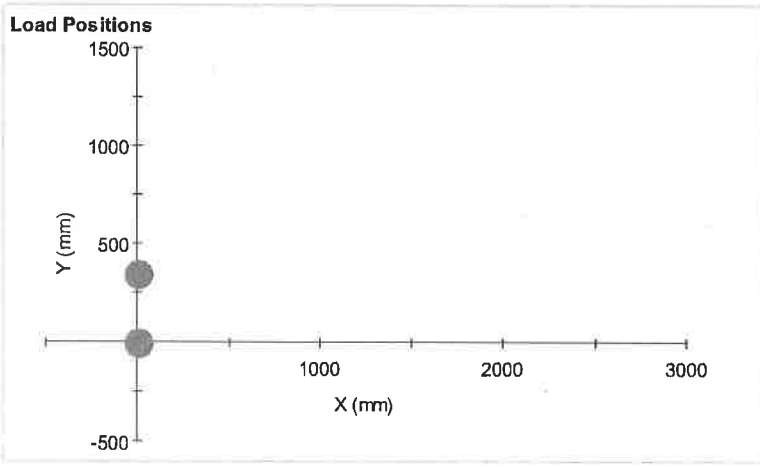
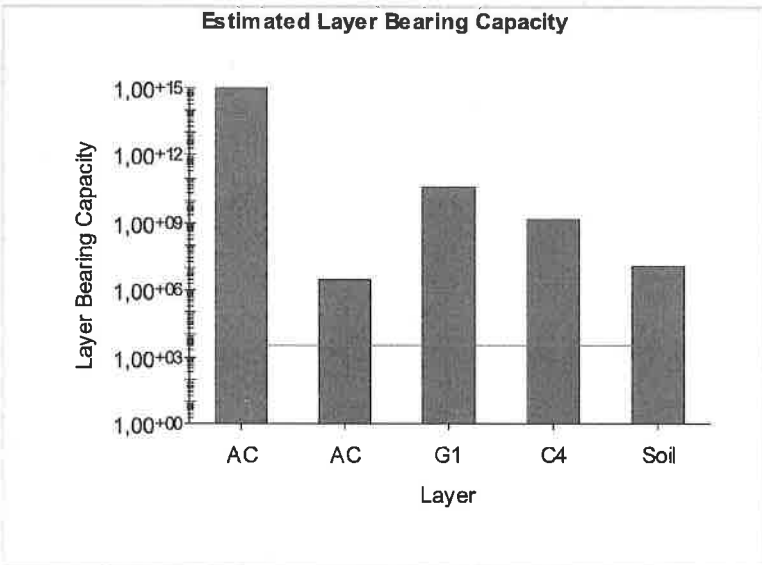
Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Description: Verificación de la vida útil de la carpeta
Paquete Licitado
Pavement Life

Layer Bearing Capacities		
Layer	Life	Thickness
AC	3,190E+12	40
AC	**1,277E+06**	40
G1	3,340E+10	150
C4	3,028E+10	300
Soil	1,212E+07	





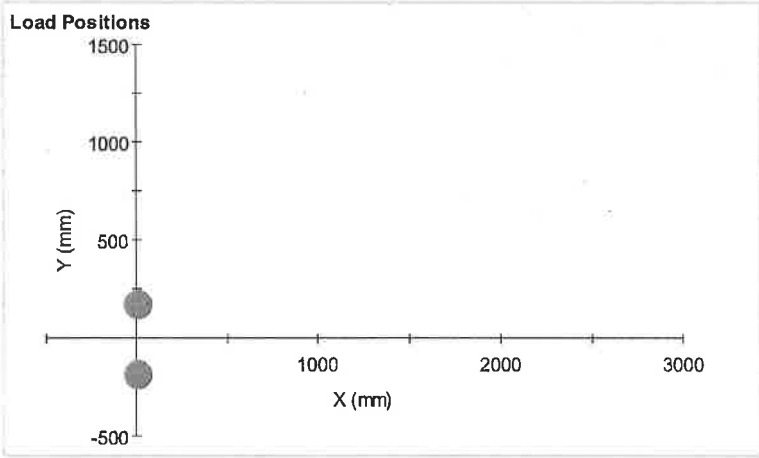
CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

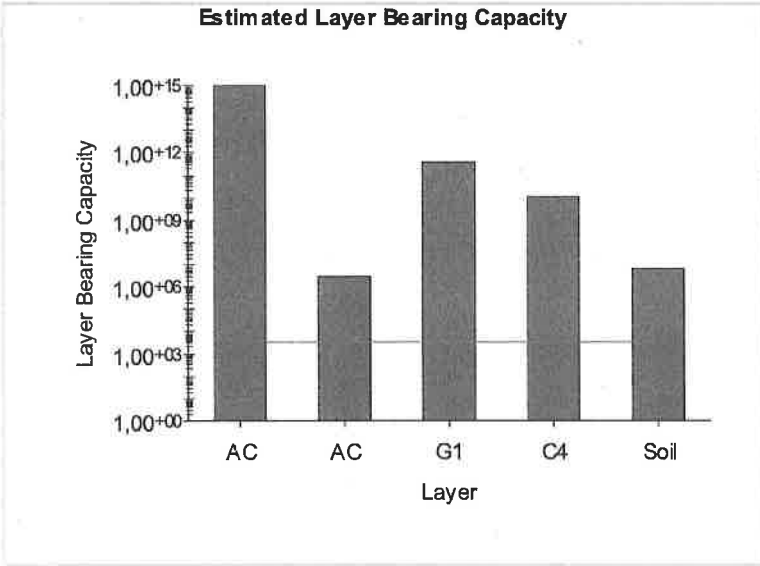
Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Karim, Msc
Especialista en Pavimentos

Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Description: Verificación de la vida útil de la subrasante
Paquete Licitado
Pavement Life

Layer Bearing Capacities		
Layer	Life	Thickness
AC	1,000E+15	40
AC	2,923E+06	40
G1	3,932E+11	150
C4	1,232E+10	300
Soil	**6,317E+06**	





CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Alternativa Propuesta Carpeta 40+60
Description: Parámetros de diseño

Design Parameters

	ASPHALT			GRANULAR			SUBGRADE
	Layer	Material code	Horizontal Tensile Strain	Major Principal Stress	Minor Principal Stress	Safety Factor	Vertical Comprehensive Strain
Bajo Rueda	PHASE 1						
	1	AC	- 13,62	-	-	-	
	2	AC	181,77	-	-	-	-
	3	G1	-	- 98,90	11,11	3,00	-
	4	G2	-	- 41,10	26,71	3,77	-
	5	Soil					- 393,69

	ASPHALT			GRANULAR			SUBGRADE
	Layer	Material code	Horizontal Tensile Strain	Major Principal Stress	Minor Principal Stress	Safety Factor	Vertical Comprehensive Strain
Entre Ruedas	PHASE 2						
	1	AC	- 34,06	-	-	-	-
	2	AC	161,79	-	-	-	-
	3	G1	-	- 87,01	12,20	3,32	-
	4	G2	-	- 42,49	29,90	3,53	-
	5	Soil	-	-	-	-	- 439,00

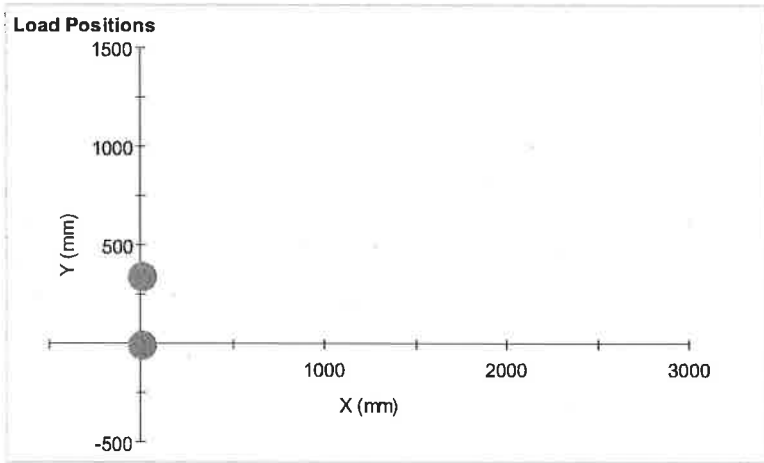
ASPHALT	GRANULAR	SUBGRADE
$N = 10^{A \times \left(1 - \frac{Log(e_t)}{B}\right)}$	$N = 10^{(A \times F + B)}$ $F = \frac{\sigma_3 \times \phi + c_{term}}{(\sigma_1 - \sigma_3)}$	$N = 10^{(A - 10 \times Log(e_v))}$ CEMENTED SUB BASE $N = 10^{A \times \left(1 - \frac{e_t}{B \times e_b}\right)}$

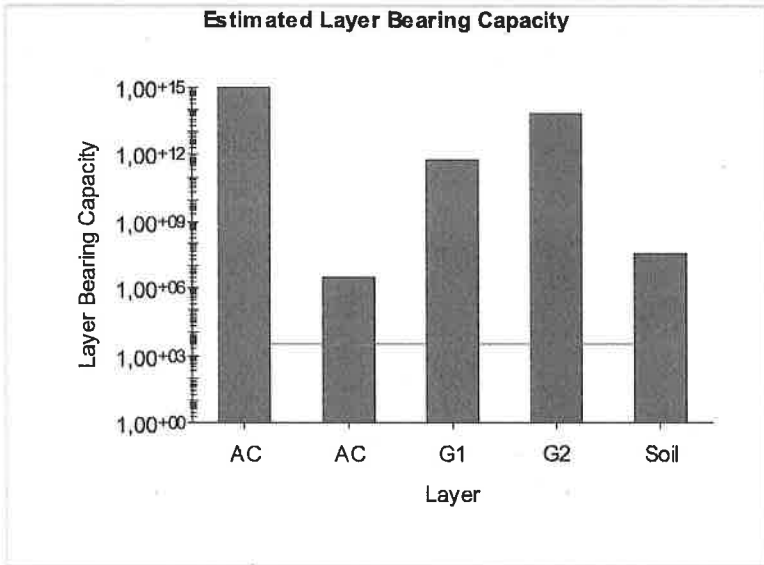
CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Description: Verificación de la vida útil de la carpeta
Bases Granulares y Carpeta 40+60
Pavement Life

Layer Bearing Capacities		
Layer	Life	Thickness
AC	1,000E+15	40
AC	**2,765E+06**	60
G1	6,230E+11	170
G2	6,339E+13	170
Soil	3,300E+07	





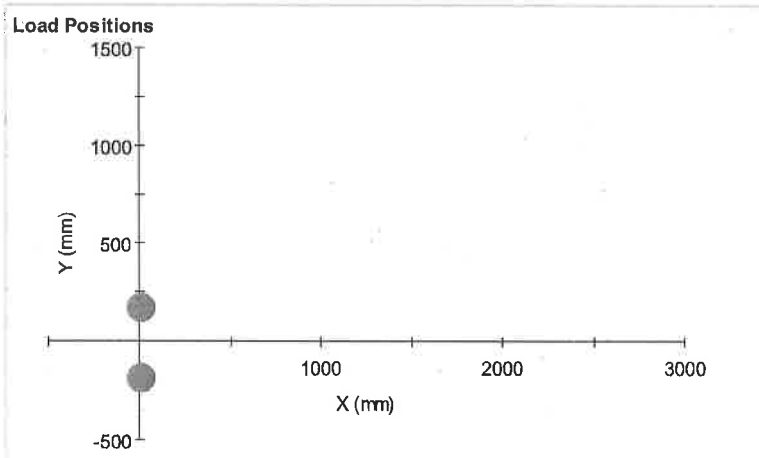
CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

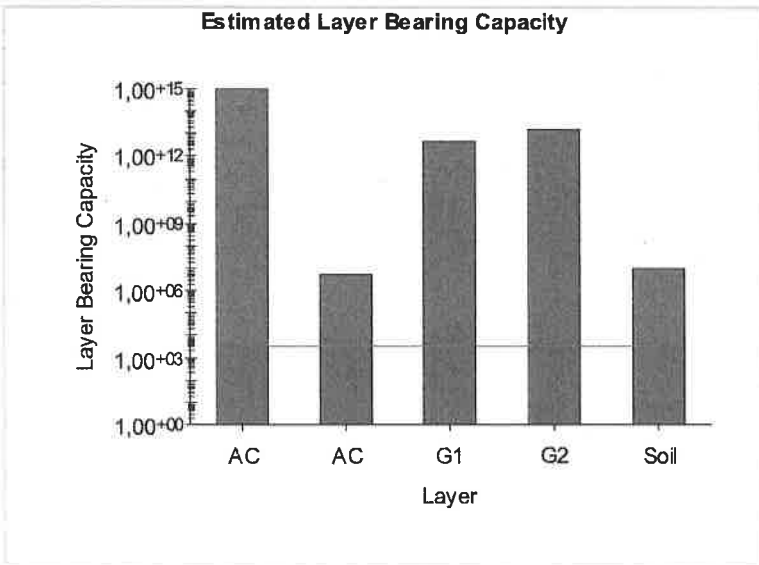
Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Description: Verificación de la vida útil de la subrasante
Bases Granulares y Carpeta 40+60
Pavement Life

Layer Bearing Capacities		
Layer	Life	Thickness
AC	1,000E+15	40
AC	5,019E+06	60
G1	4,416E+12	170
G2	1,516E+13	170
Soil	**1,110E+07**	





CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Tramo 3 y 4: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Bases Granulares y Carpeta 40+50
Description: Parámetros de diseño

Design Parameters

	ASPHALT			GRANULAR			SUBGRADE
	Layer	Material code	Horizontal Tensile Strain	Major Principal Stress	Minor Principal Stress	Safety Factor	Vertical Comprehensive Strain
Bajo Rueda	PHASE 1						
	1	AC	- 9,60	-	-	-	
	2	AC	197,82	-	-	-	-
	3	G1	-	- 114,15	12,95	2,60	-
	4	G2	-	- 48,55	32,82	3,14	-
	5	Soil					- 471,10

	ASPHALT			GRANULAR			SUBGRADE
	Layer	Material code	Horizontal Tensile Strain	Major Principal Stress	Minor Principal Stress	Safety Factor	Vertical Comprehensive Strain
Entre Ruedas	PHASE 2						
	1	AC	- 26,32	-	-	-	-
	2	AC	171,99	-	-	-	-
	3	G1	-	- 94,11	14,47	3,04	-
	4	G2	-	- 49,42	36,35	2,98	-
	5	Soil	-	-	-	-	- 522,43

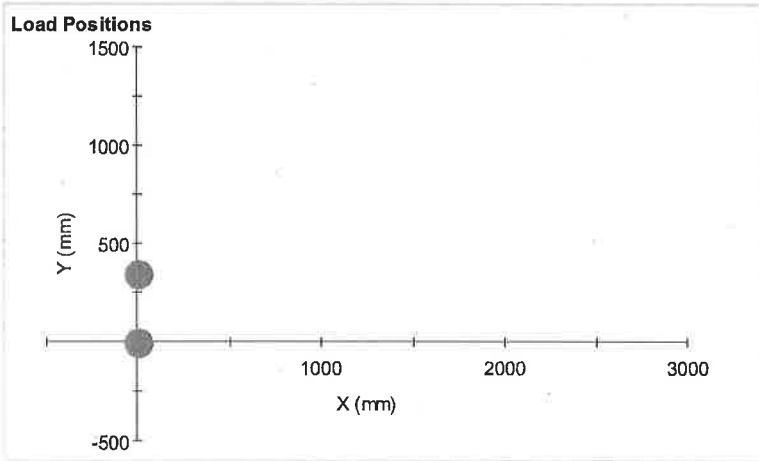
ASPHALT	GRANULAR	SUBGRADE
$N = 10^{A \times \left(1 - \frac{Log(e_t)}{B}\right)}$	$N = 10^{(A \times F + B)}$ $F = \frac{\sigma_3 \times \phi + c_{term}}{(\sigma_1 - \sigma_3)}$	$N = 10^{(A - 10 \times Log(e_v))}$ CEMENTED SUB BASE $N = 10^{A \times \left(1 - \frac{e_t}{B \times e_b}\right)}$

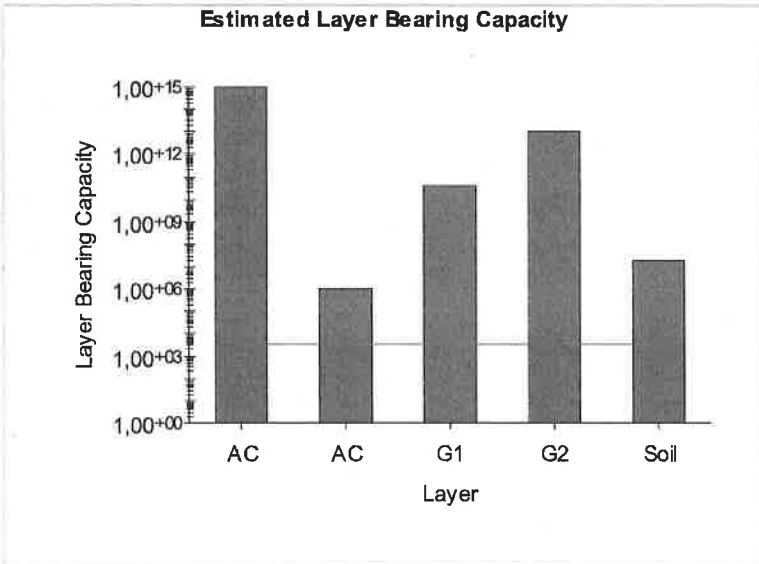
CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Tramo 3 y 4: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Description: Verificación de la vida útil de la carpeta
Bases Granulares y Carpeta 40+50
Pavement Life

Layer Bearing Capacities		
Layer	Life	Thickness
AC	1,000E+15	40
AC	**1,492E+06**	50
G1	5,553E+10	150
G2	1,466E+12	150
Soil	5,481E+06	





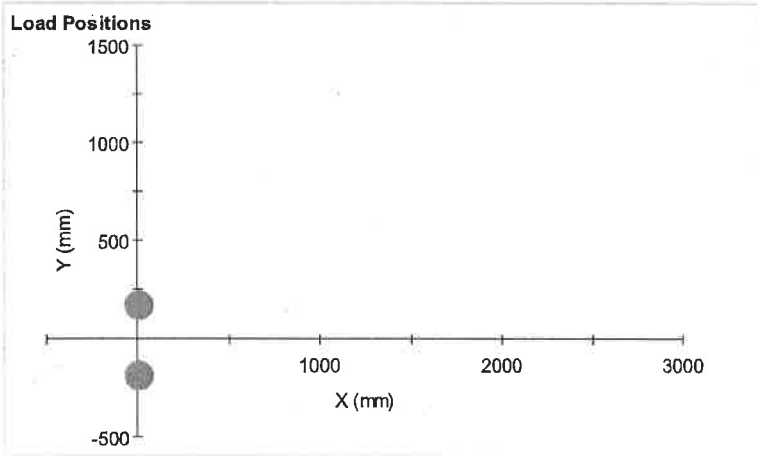
CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

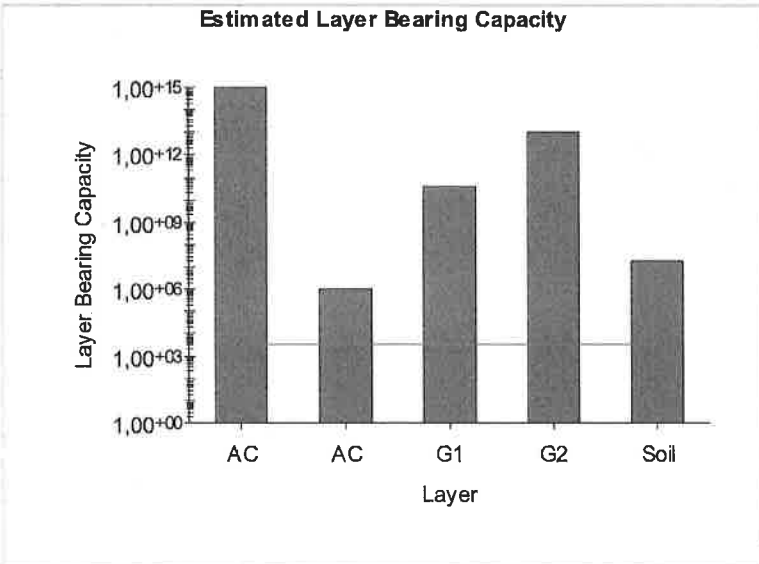
Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Karm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Tramo 3 y 4: Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval
Description: Verificación de la vida útil de la subrasante
Bases Granulares y Carpeta 40+50
Pavement Life

Layer Bearing Capacities		
Layer	Life	Thickness
AC	1,000E+15	40
AC	3,053E+06	50
G1	7,892E+11	150
G2	5,572E+11	150
Soil	**1,949E+06**	





CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Nombre Informe	Fecha Informe
DISEÑO DE PAVIMENTO - JUSTIFICACION DEL CAMBIO Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvío Campo Aceval	30/09/2022
Referencias del Proyecto Obra: Ruta de la Leche - Lote 2	**Número de Contrato**
Autor (es) Ing. MSc. Nelson Figueredo Kamm Especialista en Pavimentos	**Empresa** INCOVIAL S.A.
Contraparte Técnica Ing. Oscar Obelar Ing. Alvaro Godoy	**Empresa** Consorcio Chaco Central

Resumen

Informe de Diseño Estructural de paquete estructural de pavimento para la traza troncal del tramo Cruce Pioneros – Desvío Campo Aceval.
Justificación de la propuesta de cambio de una sub base de suelo cemento por una sub base granular estabilizada.

Contenido

1 Antecedentes 2
2 Paquete Licitado 2
3 Paquete Propuesto 3
4 Justificación Técnica del Reemplazo del Suelo Cemento 4
4.1 Justificación de la Utilización del Método Mecanístico 6
4.2 Recomendaciones con respecto a la verificación por capa 7

CONSORCIO INCOPAR - INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

1 Antecedentes

El presente Informe Técnico fue elaborado a solicitud del Consorcio Chaco Central en el marco del contrato para la ejecución de la Obra Ruta de la Leche - Lote 2, tramo Cruce Pioneros - Desvio Campo Aceval.

Para la elaboración del Diseño de Pavimentos se ha utilizado como base el Diseño del Pavimento Licitado, el tránsito del Diseño Final de Ingeniería. Los datos geotécnicos actualizados fueron proveídos por la contratista.

El dimensionamiento de los paquetes estructurales se realizó siguiendo las recomendaciones de establecidas en el "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES ", para pavimentos flexibles y rígidos. Asimismo se realizó la verificación de los espesores por métodos mecanísticos.

2 Paquete Licitado

El paquete licitado para el tramo troncal está compuesto de las siguientes capas:

1. CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO CON POLÍMEROS ESP.: 4 cm
2a. CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL (CALZADA) ESP.: 4 cm
2b. CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL (BANQUINA) ESP.: Variable, segùn detalle
3. BASE GRANULAR (CBR ≥ 100 %) ESP.: 15 cm
4. SUB BASE DE SUELO CEMENTO(FCK ≥ 20KG/CM2), ESP.: 30 cm, A EJECUTAR EN 2 CAPAS DE 15 CM.
5. SUBRASANTE MEJORADA (CBR ≥ 10%), ESP.:30 cm

Traza Troncal: Cruce Pioneros - Desvío Campo Aceval			
Paquete Licitado			
Capa	**Descripción**	**Espesor (cm)**	**Características**
1	Carpeta Asfáltica con Polímeros	4	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	4	
3	Base Granular Estabilizada 90/10	15	CBR 100 %
4	Sub Base Suelo Cemento	30	UCS 2 Mpa
5	Subrasante mejorada	30	CBR 10 %
6	Terraplén		CBR 3 %

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Nelson Figueredo Kamm. Msc.
Especialista en Pavimentos

El paquete licitado consta de una subrasante de suelo seleccionado de 30 cm de espesor con CBR igual o mayor a 10%, una sub base de suelo cemento de 30 cm de espesor con resistencia de 20 Kg/cm2 a ser ejecutada en dos capas. Una base granular estabilizada con CBR 100% con 15 cm de espesor. Dos capas asfálticas, carpeta de concreto asfáltico con polímero de 4 cm de espesor y capa intermedia de concreto asfáltico convencional de 4 cm de espesor.

3 Paquete Propuesto

Se propone una capa de subrasante estabilizada con cal al 4% de manera a disminuir la plasticidad que caracteriza los suelos del Chaco, minimizar los efectos nocivos de los suelos dispersivos y mejorar la capacidad soporte. De acuerdo a los ensayos realizados, se alcanza un CBR mayor a 20%.

Los valores soporte CBR de los suelos a lo largo de la traza dieron valores con alta variabilidad, por lo que una subrasante estabilizada con cal estaría proporcionando una subrasante con valor soporte mas uniforme y confiable para las capas del pavimento.

Por otro lado, se debe considerar que los yacimientos de suelos A-2-4 en la zona son NP (No Plástico), sin cohesión y permeables, esto podría generar dificultades en el proceso constructivo en caso de lluvias, pudiendo el agua infiltrarse hasta el núcleo de los terraplenes.

La capa de suelo cal como subrasante proporciona una capa mas impermeable y estable ante las precipitaciones evitando la infiltración hacia las capas inferiores del terraplén.

En el pavimento licitado se presenta una capa de sub base de suelo cemento con espesor de 30 cm, se propone reemplazar esta capa por una sub base granular.

Para los tramos 2, 3 y 4 se propone aumentar el espesor de las capas asfálticas de manera a compensar el déficit de vida útil de las capas asfálticas en la verificación por capa.

A continuación el detalle de los paquetes propuestos.

Cruce Pioneros - Desvío Campo Aceval – Tramo 2			
Opción 2 – Subrasante Mejorada con Cal y Bases Granulares			
Capa	**Descripción**	**Espesor (cm)**	**Características**
1	Carpeta Asfáltica con Polímeros	4	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	6	
3	Base Granular Estabilizada 90/10	17	CBR 100 %
4	Sub Base Granular 70/30	17	CBR 80 %
5	Subrasante mejorada con cal	30	CBR 20 %
6	Terraplén		CBR 3 %

Consorcio Chaco Cen
Ing. Alvaro Godo
Superintendente

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Cruce Pioneros - Desvío Campo Aceval – Tramo 3			
Opción 2 – Subrasante Mejorada con Cal y Bases Granulares			
Capa	**Descripción**	**Espesor (cm)**	**Características**
1	Carpeta Asfáltica con Polímeros	4	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	5	
3	Base Granular Estabilizada 90/10	15	CBR 100 %
4	Sub Base Granular 70/30	15	CBR 80 %
5	Subrasante mejorada con cal	30	CBR 20 %
6	Terraplén		CBR 3 %

Cruce Pioneros - Desvío Campo Aceval – Tramo 4			
Opción 2 – Subrasante Mejorada con Cal y Bases Granulares			
Capa	**Descripción**	**Espesor (cm)**	**Características**
1	Carpeta Asfáltica con Polímeros	4	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	5	
3	Base Granular Estabilizada 90/10	15	CBR 100 %
4	Sub Base Granular 70/30	15	CBR 80 %
5	Subrasante mejorada con cal	30	CBR 20 %
6	Terraplén		CBR 3 %

4 Justificación Técnica del Reemplazo del Suelo Cemento

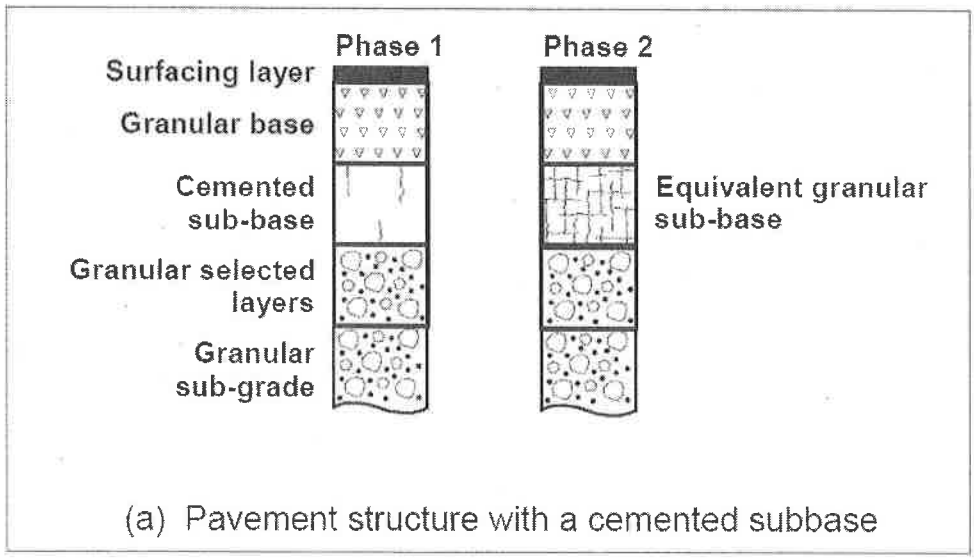
La propuesta de reemplazar la capa de sub base de suelo cemento por una sub base granular estabilizada es debido a la mayor estabilidad en el tiempo de la capa granular, desde el punto de vista de la capacidad soporte.

Desde el punto de vista de la metodología AASHTO 93, el suelo cemento tiene un número estructural igual o mayor al de una capa granular; sin embargo, investigaciones posteriores indican que el comportamiento de una capa de suelo cemento no es estable en el tiempo, disminuyendo gradualmente su módulo por efecto de la fisuración.

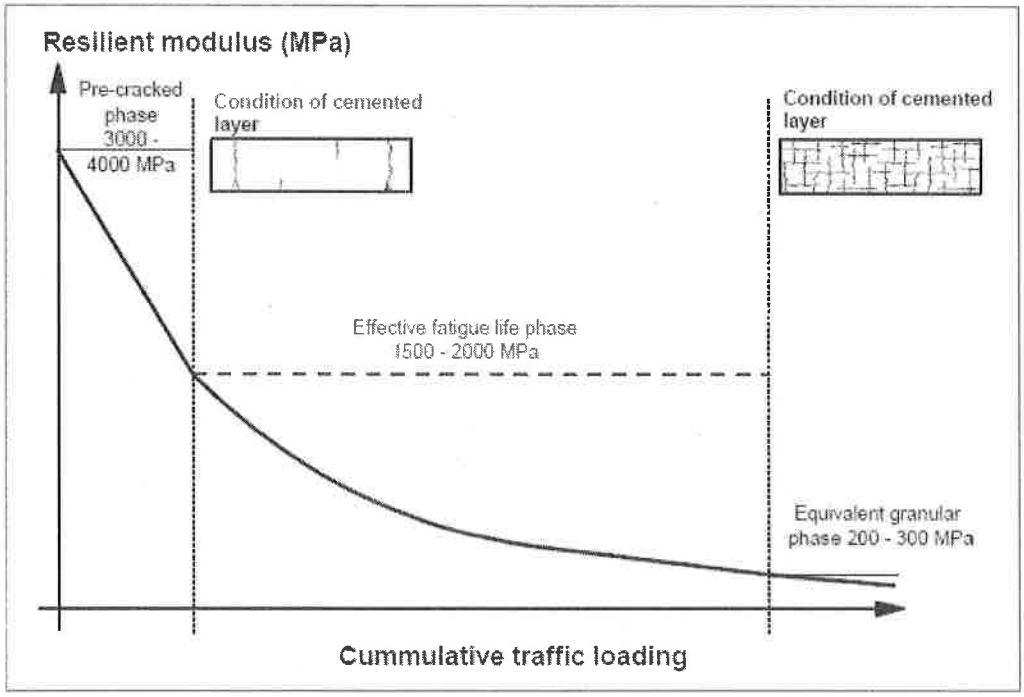
Esta situación no está considerada en la metodología AASHTO 93, pero si en los métodos mecanicistas.

Se debe tener en cuenta que el experimento a escala real de la AASHTO se realizó para una cantidad de 1.100.000 repeticiones de carga de ejes equivalentes, lo que no asegura que la extrapolación para diferentes repeticiones pueda seguir siendo válida. Justamente para repeticiones de carga cercanas a 1.000.000 el suelo cemento mantiene su rigidez para luego empezar a disminuir esa rigidez con las repeticiones de carga.

Con referencia al comportamiento estructural de la subbase de suelo cemento, la misma pasa por un proceso de fisuración a lo largo de su vida útil con una disminución progresiva del módulo elástico. Esta disminución progresiva del módulo depende de varios factores, entre ellos el porcentaje de cemento y el tipo de suelo utilizado.



Fisuración de subbases cementadas



Comportamiento a largo plazo de los materiales cementados

Consorcio Chaco Centra
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Después de una cierta cantidad de repeticiones de carga, la capa de suelo cemento pasa a tener un comportamiento cercano a una sub base granular, con módulos resilientes entre 100 a 300 MPa, dependiendo de la calidad del suelo que le dio origen a la capa.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

En el caso de una base granular estabilizada cementada, una vez que pierda la rigidez (cementación) por efecto de la fisuración pasará a tener módulos cercanos a 300 MPa.

En el caso de un suelo arenoso, pasará a tener módulos cercanos a 100 MPa. En el caso de suelos limosos o arcillosos, pasarán a tener módulos mucho menores.

En conclusión, la utilización de capas granulares en reemplazo de capas de suelo cemento garantizan mayor estabilidad del valor soporte en el tiempo, por lo que en el futuro requerirán de menos inversión para la rehabilitación, con menos espesores de recapados requeridos.

4.1 Justificación de la Utilización del Método Mecanístico

En la generalidad de los casos, el método más utilizado en el Paraguay para el dimensionamiento de pavimentos flexibles es el método AASHTO. El método AASHTO se basa en estadística y la aplicación de métodos de regresión, su aplicación está limitada a las condiciones de las pistas de prueba utilizadas para su calibración.

Las condiciones de los ensayos en pistas de prueba del método AASHTO, entre otras son las siguientes:

- Considerar que las ecuaciones AASHTO se obtienen en una prueba efectuada a fines de los años cincuenta en pistas de prueba ubicadas en Illinois construidas muy cuidadosamente, pero con equipos y sistemas de medición de esa época.
- Limitada combinación de materiales para las capas del pavimento.
- En todos los pavimentos de la prueba de rodado AASHO, sólo se utilizó un tipo de subrasante con un CBR entre 1.9 y 3.5 lo que no asegura que la extrapolación para diferentes módulos pueda seguir siendo válida.
- El experimento se realizó para una cantidad de 1.100.000 repeticiones de carga de ejes equivalentes, lo que no asegura que la extrapolación para diferentes repeticiones pueda seguir siendo válida.
- Los tipos y pesos de vehículos que se utilizaban a finales de los años 50 son diferentes a los actuales.
- El experimento se realizó en un punto geográfico con rangos de temperatura y humedad particulares.
- El dimensionamiento no está relacionado con tipos de falla específicos de cada capa y tipo de material, sino con el concepto del índice de serviciabilidad que es un parámetro relacionado con el estado funcional del pavimento y no directamente con el estado estructural. El índice de serviceabilidad tiene muy baja correlación con agrietamientos y deformaciones que son las principales fallas en pavimentos flexibles.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

- El dimensionamiento se realiza mediante una fórmula o ábaco que relaciona los parámetros de entrada con el número estructural requerido con criterios exclusivamente estadísticos.
- El método de diseño AASHTO 93 se emplea en solo unos pocos estados de USA y solo en algunos países sudamericanos. No se emplea en Europa, Australia, Sudeste Asiático ni en la mayoría de los países sudamericanos.

En base a lo expuesto mas arriba, se considera que el método AASHTO, debido a su origen empírico basado en estadísticas y a las condiciones en que se llevó a cabo el experimento en su país de origen, a través de una extrapolación de variables, no podrían reflejar a cabalidad el comportamiento de los pavimentos flexibles.
El método mecanicista, fundado en estudios e investigaciones de la mecánica de pavimentos, se basa en modelos matemáticos de comportamiento de los materiales que son más adaptables a los diferentes tipos de estructuras.

4.2 Recomendaciones con respecto a la verificación por capa

La metodología AASHTO 93 recomienda la verificación por capas de los números estructurales; en el caso de la verificación del espesor de la carpeta asfáltica, este requisito puede resultar muy exigente para bajos volúmenes de tránsito, lo que afecta sensiblemente el costo del proyecto.

En este caso particular y considerando que el proyecto corresponde a una vía de bajo volumen de tránsito, con menos de 3 millones de ejes equivalentes para una vida útil de 10 años, se propone la verificación del espesor de la carpeta por el método Mecanístico.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

INFORME DE RESULTADOS

Análisis de Tránsito
y
Estimación de Demanda Futura

Ruta Cnel. Brizuela – Camino de la Leche

Junio 2022

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Índice

1. INTRODUCCIÓN 3
2. COMPILACIÓN DE DATOS DE ESTUDIOS ANTERIORES 3
3. ESTIMATIVA DE TRÁNSITO 6
3.1. Tránsito Existente y Tránsito Futuro 6
3.1.1. Tránsito Existente 6
3.1.2. Tránsito Futuro 6
3.2. Tránsito Normal 7
3.3. Volumen TMDA 2020 por tramo 10
3.4. Tránsito Inducido, Generado y Derivado 13
4. RESULTADOS 14
4.1. TMDA por tipo de Tráfico 14
4.2. TMDA por tipo de vehículo 17
4.3. Cálculo de Ejes Equivalentes 20
ANEXOS 22
ANEXO I – RELEVAMIENTOS DE TRÁNSITO DE ESTUDIO ANTERIORES 22
ANEXO II – CÁLCULO DE LOS FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (FEC) 26
ANEXO III – CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES A 15 AÑOS 28

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

1. INTRODUCCIÓN

Este Informe presenta los resultados del Análisis de Tránsito y Proyección de Volúmenes en los tramos de la Ruta Cnel. Francisco Brizuela – "Camino de la Leche", en el Departamento Presidente Hayes, Región Occidental.

El estudio contempla una recopilación de los datos de los estudios anteriores, especialmente los relevamientos de campo, para determinar los volúmenes de tráfico en cada tramo del proyecto. Dichos volúmenes son luego proyectados a valores futuros a través da utilización de indicadores socioeconómicos relacionados a la demanda de transporte. Finalmente, se calculan los Ejes Equivalente de Diseño para determinar las solicitaciones en la infraestructura vial.

2. COMPILACIÓN DE DATOS DE ESTUDIOS ANTERIORES

Fueron identificados relevamientos de tránsito en los siguientes estudios anteriores en la ruta en estudio:

- "Proyecto: *Habilitación y Conservación del Tramo Cruce Pioneros – Para todo, y Accesos a Santa Cecilia, Lolita Y Campo Aceval"*, realizado por Métrica Ingeniería, con fecha de Marzo 2020 y conteos realizados en 2018.

La Tabla siguiente presenta la localización de los 4 puestos relevados en esto estudio:

Tabla 1 - Localización de los Puestos de conteo de 2018.

Tramo	Latitud	Longitud	Número de Conteo
Tramo Troncal	22°42'18.19"S	59°45'7.58"O	1
Acceso Santa Cecilia	23° 0'20.44"S	59°44'44.24"O	2
Acceso Lolita	23° 1'34.13"S	59°41'49.10"O	3
Acceso Campo Aceval	23°13'15.06"S	59°43'35.25"O	4

Fuente:" Habilitación y Conservación del Tramo Cruce Pioneros – Para todo, y Accesos a Santa Cecilia, Lolita Y Campo Aceval"

- *"Proyecto Apto para Licitar Camino de la Leche – Paratodo – Cruce Douglas / Campo Aceval – Infante Ávalos Sanchez"*; realizado por PEESA – Proyectos y Estudios Especiales SA, con fecha de Junio de 2020 y conteos realizados en Enero 2020.

En el segundo estudio, los conteos fueron realizados en los tramos en dirección este-oeste: en el acceso a Paratodos y en el Acceso a Campo Acerval.

En ambos estudios, los relevamientos consistieron en conteos volumétricos clasificados de vehículos, realizados de forma manual, durante 6 días de conteos realizados entre las 6 a.m. a 10 p.m. (16 horas) y un día con conteo de 24 horas.

La Figura a continuación presenta la localización de los puestos de conteo de ambos estudios, siendo 4 puestos con conteos realizados en 2018 (en amarillo) y 2 puestos con conteos realizados en 2020 (en azul).

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

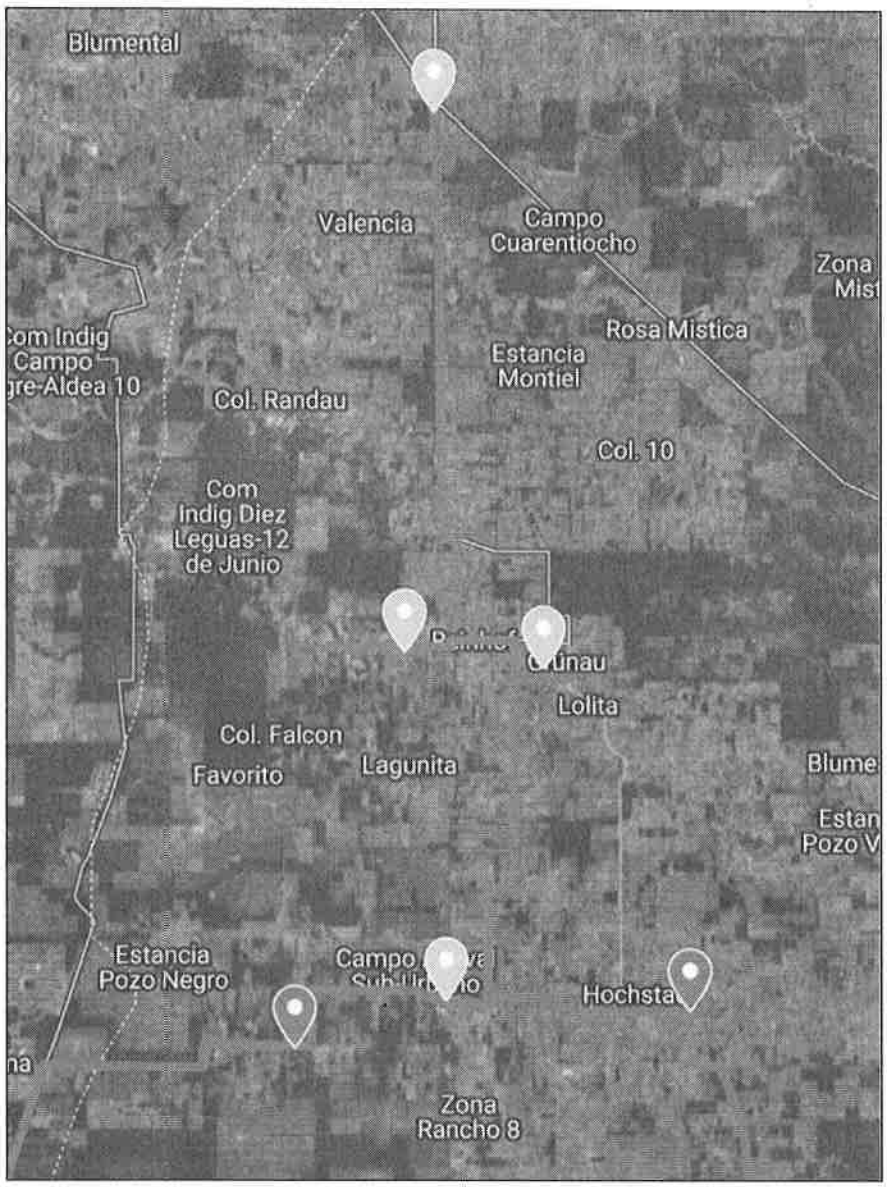


Figura 1 – Puestos de Conteo: relevamientos de 2018 en amarillo, relevamientos de 2020 en azul.
Fuente: Elaboración propria.

De la Figura anterior, se verifica que los conteos de 2018 y 2020 tienen en común los conteos en el tramo de Campo Acerval. También se verifica que hay solamente un conteo en el tramo troncal norte-sur de la ruta (en el cruce con la Ruta 9 – Transchaco).

En ambos los estudios, los vehículos fueron clasificados según tipo, conforme las categorías presentadas en la Figura a continuación:

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

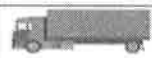
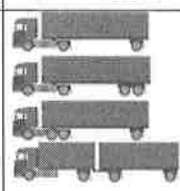
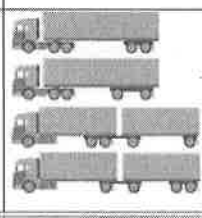
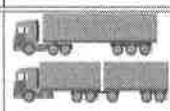
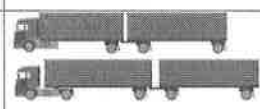
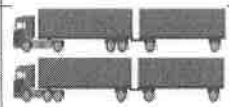
Número de Categoría	Descripción
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	Otros: carritos tirados por animales, tractores, palas cargadoras, etc.

Figura 2 - Categorías de vehículos en los conteos volumétricos.

Fuente:" Habilitación y Conservación del Tramo Cruce Pioneros – Para todo, y Accesos a Santa Cecilia, Lolita Y Campo Aceval"

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Los datos relevados fueron procesados, con el conteo de 24 horas siendo utilizado como base para estimar el Tránsito Medio Diario Semanal (TMDS). Como el relevamiento fue realizado en una semana completa, se consideró como representativo de una semana típica del mes, permitiendo encontrarse el Tránsito Medio Diario Mensual (TMDM).

El TMDM fue comparado con el volumen registrado en el puesto de peaje más próximo, en Pozo Colorado, siendo realizado el ajuste de volumen por estacionalidad. Con el ajuste, se encontró el volumen de Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), compilados en las Tablas del Anexo I, para los 6 puestos de conteo de los relevamientos de 2018 y 2020.

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

3. ESTIMATIVA DE TRÁNSITO

Para realizar la proyección de los volúmenes de los conteos de tránsito, primeramente se definen los componentes del Tránsito Actual y Futuro. La proyección de Tránsito Normal es realizada a través de indicadores socioeconómicos relacionados a la demanda de transporte, como la población, el PIB y la renta per cápita. Con la tasa de crecimiento encontrada, los conteos 2018 son actualizados para el año base de 2020 y se determina el volumen en cada tramo del proyecto. Los volúmenes por tramo son proyectados y se calcula los demás componentes del Tránsito Futuro (Tránsito Inducido, Generado y Derivado).

3.1. Tránsito Existente y Tránsito Futuro

3.1.1. Tránsito Existente

El transito existente comprende los vehículos que circulan actualmente por el tramo en cuestión determinado según los resultados obtenidos en los conteos realizados.

3.1.2. Tránsito Futuro

El transito futuro estará integrado por la suma de los siguientes componentes:

$$Tránsito\ Futuro = Tránsito\ Normal + T.Inducido + T.Generado + T.Derivado$$

- **Tránsito Normal**: comprende el incremento de tránsito debido al aumento natural en el uso de los vehículos, siendo relacionado a indicadores socioeconómicos como el aumento poblacional, aumento de la renta y a de la actividad económica.
- **Tránsito Inducido**: Comprende a aquellos usuarios que no realizan viajes actualmente en el tramo, ni los realizarán en el futuro si la ruta no es mejorada. El tránsito inducido comprende el incremento del número de viajes de los usuarios existentes debido a la disminución del costo operativo de transporte.
- **Tránsito Generado**: Se considera como tránsito generado al volumen de camiones que realizan el transporte de productos agrícolas que corresponden al aumento de la producción por las mejoras introducidas en el tramo de la ruta bajo estudio.
- **Tránsito Derivado o atraído:** Es el tránsito que utilizará el tramo una vez concretada la mejora proyectada; y que actualmente no la utiliza por el nivel de servicio que ofrece. También son aquellos que actualmente utilizan otras rutas u otros medios de transporte alternativos y que luego de la mejora pasarán a usarla, cambiando de itinerario. Se calcula utilizando las matrices de origen y destino.

El Tránsito Normal es detallado en el ítem siguiente 3.2, siendo función de indicadores socioeconómicos y creciendo linealmente con el tiempo. Los componentes de Tránsito Inducido, Generado y Derivado presentan incremento inicial y llegan a un valor fijo, siendo presentados en el ítem 3.4.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

3.2. Tránsito Normal

A principio fue considerado la utilización del histórico de los volúmenes de tránsito del Puesto de Peaje de Pozo Colorado, localizado próximo al área de estudio, como datos de entrada la realización de la proyección de los volúmenes de tránsito. Sin embargo, el volumen anual presentaba variación excesiva, con algunos años presentando aumentos de la orden de 30% y otros con diminución de 20% entre cada año.

Por lo tanto, la proyección de Tránsito Normal fue realizada con base a indicadores socioeconómicos relacionados a transporte, como ser el crecimiento poblacional, el PIB y el ingreso per cápita, siendo los valores revisados para adecuarse a la región en análisis. La metodología fue elegida por ya estar validada por diversos otros estudios anteriores realizados en el país y aceptados por el MOPC.

A partir del volumen TMDA base en cada tramo, se realiza la proyección de tránsito futuro a través de la expresión:

$$TMDA_t = TMDA_{t-1} * r_c$$

$TMDA_t$: Tránsito Medio Diario Anual en el período t.
$TMDA_{t-1}$: Tránsito Medio Diario Anual en el período anterior a t
r_c: Tasa de crecimiento la anual.

La tasa de crecimiento anual (r_c) puede ser encontrada a través de la siguiente expresión:

$$r_c = \left(1 + E * r_y\right).(1 + r_H) - 1$$

r_c: Tasa de crecimiento del total del tráfico de pasajeros.
r_Y: Tasa de crecimiento del ingreso per cápita
r_H: Tasa de crecimiento de la población.
E: Elasticidad de la demanda de viajes per cápita con respecto al ingreso per cápita.

El componente r_y de crecimiento del ingreso per cápita es encontrado por la siguiente formula:

$$r_{Y_i} = \frac{(1 + r_{PB_i})}{(1 + r_{H_i})} - 1$$

r_Y: Tasa de crecimiento del ingreso per cápita
r_{PIB} Tasa de crecimiento del PIB
r_{Hi}: Tasa de crecimiento de la población de la zona i

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Para el cálculo del crecimiento poblacional se utilizó los datos específicos del Departamento Presidente Hayes, para el Distrito de Tte. Irala Fernández, donde se localizada la Ruta. La Tabla siguiente muestra la proyección de crecimiento poblacional para los Distritos de esto Departamento, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 2 - Proyección de la población en el Departamento Presidente Hayes - 2000-2025 (Revisión 2015). Fuente: STP/INE.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dpto. Pdte Hayes	**84.408**	**86.455**	**88.508**	**90.570**	**92.648**	**94.735**	**96.837**	**98.954**	**101.086**	**103.241**	**105.416**	**107.609**	**109.818**
Benjamin Aceval	13.545	13.907	14.271	14.636	15.005	15.375	15.747	16.122	16.499	16.879	17.262	17.647	18.034
Pto. Pinasco	3.724	3.961	4.211	4.473	4.749	5.039	5.345	5.666	6.003	6.358	6.730	7.122	7.532
Villa Hayes	36.738	37.484	38.224	38.958	39.688	40.411	41.129	41.843	42.552	43.258	43.961	44.658	45.350
Nanawa	5.065	5.130	5.192	5.253	5.312	5.369	5.424	5.477	5.529	5.579	5.628	5.675	5.721
José Falcón	3.321	3.375	3.427	3.479	3.529	3.579	3.628	3.675	3.722	3.769	3.814	3.859	3.903
Tte. Irala Fernández	16.865	17.358	17.855	18.356	18.863	19.374	19.890	20.411	20.937	21.469	22.007	22.550	23.097
Tte. Esteban Martínez	2.489	2.541	2.593	2.644	2.696	2.747	2.798	2.848	2.899	2.949	2.999	3.049	3.098
Gral. Bruguez	2.661	2.698	2.735	2.771	2.807	2.842	2.877	2.912	2.946	2.981	3.015	3.049	3.083
	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**
Dpto. Pdte Hayes	**112.040**	**114.281**	**116.536**	**118.801**	**121.075**	**123.361**	**125.658**	**127.951**	**130.258**	**132.564**	**134.880**	**137.191**	**139.506**
Benjamin Aceval	18.422	18.812	19.203	19.594	19.985	20.377	20.768	21.156	21.545	21.930	22.315	22.696	23.075
Pto. Pinasco	7.963	8.414	8.886	9.380	9.896	10.436	10.999	11.586	12.198	12.835	13.499	14.188	14.905
Villa Hayes	46.034	46.711	47.381	48.041	48.689	49.328	49.956	50.568	51.169	51.754	52.327	52.882	53.422
Nanawa	5.764	5.806	5.846	5.884	5.920	5.954	5.985	6.014	6.042	6.066	6.089	6.108	6.126
José Falcón	3.945	3.987	4.028	4.067	4.105	4.142	4.178	4.212	4.245	4.276	4.306	4.334	4.361
Tte. Irala Fernández	23.649	24.205	24.764	25.326	25.890	26.457	27.026	27.593	28.162	28.731	29.300	29.866	30.432
Tte. Esteban Martínez	3.148	3.196	3.245	3.292	3.340	3.386	3.432	3.477	3.521	3.565	3.607	3.649	3.689
Gral. Bruguez	3.116	3.150	3.183	3.216	3.249	3.281	3.313	3.344	3.376	3.407	3.437	3.467	3.496

A partir de la tendencia de crecimiento presentada desde 2013, se proyectó la tasa de crecimiento en el Distrito de Tte. Irala Fernández para los horizontes futuros de análisis:

Tabla 3 - Crecimiento poblacional anual proyectado en el Distrito de Tte. Irala Fernández.

Año	Crecimiento pob. proyectado
2020	2.12%
2021	2.08%
2022	2.04%
2023	2.00%
2024	1.96%
2025	1.92%
2026	1.88%
2027	1.84%
2028	1.80%
2029	1.76%
2030	1.72%
2031	1.68%
2032	1.64%
2033	1.60%
2034	1.56%
2035	1.52%

Fuente: Elaboración propria con base en STP/INE.

CONSORCIO INCOPAR INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Como la tasa de crecimiento varia con el tiempo, para el factor de crecimiento poblacional (r_H), se utilizó un valor promedio diferente a cada 5 años de análisis, para los horizontes de 2020 a 2025, 2026 a 2030 y 2031 a 2035.

Las principales actividades económicas desarrolladas en la región son relacionadas al Sector Primario, más específicamente a la Ganadería. Por lo tanto, el cálculo del factor de crecimiento

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

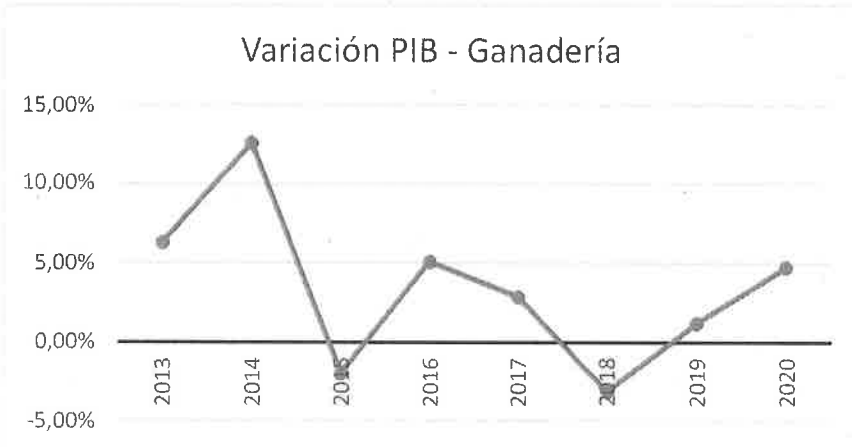
del Producto Interno Bruto (r_{PIB}) fue basado en los datos de esta actividad económica. A través de los datos del *Banco Central del Paraguay*, se puede encontrar el Producto Interno Bruto a discriminados por tipo actividad económica, en millones de guaraníes anuales, como presenta la Tabla siguiente:

Tabla 4 – Producto Interno Bruto a precios de comprador, según sector económico, en millones de guaraníes.

Año	Agricultura	Ganadería	Explotación	Sector Primario
2012	9.072.159	**3.572.963**	1.782.967	**14.428.089**
2013	15.070.712	**3.797.137**	1.856.458	**20.724.307**
2014	15.366.637	**4.275.745**	1.945.497	**21.587.879**
2015	15.381.317	**4.191.051**	1.941.451	**21.513.818**
2016	15.731.843	**4.403.603**	1.994.443	**22.129.889**
2017	16.746.292	**4.529.284**	1.960.520	**23.236.096**
2018	17.314.131	**4.386.533**	1.982.437	**23.683.100**
2019	16.546.386	**4.437.474**	1.960.584	**22.944.444**
2020	18.053.287	**4.647.504**	1.875.362	**24.576.153**

Fuente: Elaboración propria, con datos del Banco Central del Paraguay – Informe Económico Junio 2021.

La tasa de crecimiento del PIB Ganadero en el período 2012-2020 es presentada en el gráfico de la Figura siguiente:



Consorcio Chaco Cer
Ing. Alvaro Godo
Superintendente

Figura 3 - Variación del PIB - Ganadería. Fuente: Elaboración propria, con datos del Banco Central del Paraguay – Informe Económico Junio 2021.

De la Figura anterior se observa que en los últimos años el PIB ganadero presentó significativa variación anual, con crecimiento superior a 10% en algunos años y valores negativos en otros. Se adoptó para el factor r_{PIB}, el valor de crecimiento promedio del periodo, de 3,45%, decreciendo para 3,25% y 3,15% en los períodos de análisis de 2026-2030 y 2031-2035, respectivamente.

Los valores adoptados para los factores de crecimiento del PIB (r_{PIB}), crecimiento poblacional (r_H), y los resultados del cálculo de la Tasa de crecimiento del ingreso per cápita (r_Y) para los horizontes de análisis son presentados en la Tabla a continuación:

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 5 – Tasa de crecimiento del ingreso per cápita r_Y.

Factor	Año		
	2020-2025	2026-2030	2031-2035
rpib	3,45%	3,25%	3,15%
rh	2,04%	1,84%	1,64%
ry	**1,38%**	**1,38%**	**1,49%**

La Elasticidad de demanda con relación al ingreso per cápita (*E*), representa la sensibilidad de variación de la demanda de tráfico con relación al ingreso. Con base en la literatura y estudios anteriores realizados en el país, se utiliza los siguientes valores:

- E Livianos = 1,2,
- E Ómnibus = 0,8
- E Camiones = 1,00.

Las tasas de crecimiento anuales fueron calculadas para vehículos livianos y ómnibus conforme las fórmulas presentadas. Para camiones, fue utilizado directamente el factor r_{PIB} como tasa de crecimiento anual.

Las tasas de crecimiento encontradas son las utilizadas para la proyección del Tránsito Normal, siendo los resultados resumidos en la Tabla a continuación:

Tabla 6 - Tasa Crecimiento anual (Tránsito Normal) por modo, para cada horizonte de análisis.

Modo	Tasa de crecimiento anual		
	2020-2025	2026-2030	2031-2035
Livianos	**3,73%**	**3,53%**	**3,45%**
Ómnibus	**3,17%**	**2,97%**	**2,85%**
Camiones	**3,45%**	**3,25%**	**3,15%**

3.3. Volumen TMDA 2020 por tramo

Como presentado anteriormente, una parte de los conteos fue realizado en 2018 y el restante en 2020. Por lo tanto, primeramente es necesario actualizar los conteos de 2018 para el año base de 2020, siendo utilizado las tasas de crecimiento encontradas en el ítem anterior relativos al período de 2020-2025.

Las Tablas a continuación presentan los volúmenes de los Puestos de conteo (relevados en 2018) ya actualizados para 2020.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 7 - Volumen TMDA proyectado a 2020 - Puesto 1: Cruce Pioneros - Paratodos.

Tipo de vehículo		TMDA Proyectado 2.020			
		Hacia Paratodo	Hacia Cruce de Los Pioneros	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	16	16	32	0.82%
2	Autos y Camionetas	1537	1466	3003	76.72%
3	Pickup- Furgones	187	246	433	11.06%
4	Ómnibus	40	39	79	2.02%
5	Camión 11	31	26	57	1.46%
6	Camión 12	22	37	59	1.51%
7	Camión 13	0	1	1	0.03%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	12	47	59	1.51%
9	Camión 122, 1211, 1112	73	81	154	3.93%
10	Camión 123, 1212	10	13	23	0.59%
11	Camión 11111	0	0	0	0.00%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.00%
13	Camión 12211	0	0	0	0.00%
14	Otros	10	4	14	0.36%
	Total	1.938	1.976	3.914	100.00%

Tabla 8 - Volumen TMDA proyectado a 2020 - Puesto 2 - Acceso Santa Cecilia.

Tipo de vehículo		TMDA Proyectado 2.020			
		Hacia Santa Cecilia	Hacia Camino de la Leche	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	1	1	2	0.99%
2	Autos y Camionetas	71	68	139	68.81%
3	Pickup- Furgones	9	11	20	9.90%
4	Ómnibus	4	5	9	4.46%
5	Camión 11	4	3	7	3.47%
6	Camión 12	2	3	5	2.48%
7	Camión 13	0	0	0	0.00%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	1	4	5	2.48%
9	Camión 122, 1211, 1112	6	6	12	5.94%
10	Camión 123, 1212	1	1	2	0.99%
11	Camión 11111	0	0	0	0.00%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.00%
13	Camión 12211	0	0	0	0.00%
14	Otros	1	0	1	0.50%
Total		**100**	**102**	**202**	**100.00%**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 9 - Volumen TMDA proyectado a 2020 - Puesto 3 - Acceso a Lolita.

Tipo de vehículo		TMDA Proyectado 2.020			
		Hacia Lolita	Hacia Camino de la Leche	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	3	3	6	0.77%
2	Autos y Camionetas	249	237	486	62.55%
3	Pickup- Furgones	30	40	70	9.01%
4	Ómnibus	36	35	71	9.14%
5	Camión 11	28	24	52	6.69%
6	Camión 12	6	12	18	2.32%
7	Camión 13	0	0	0	0.00%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	3	14	17	2.19%
9	Camión 122, 1211, 1112	21	25	46	5.92%
10	Camión 123, 1212	3	4	7	0.90%
11	Camión 11111	0	0	0	0.00%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.00%
13	Camión 12211	0	0	0	0.00%
14	Otros	3	1	4	0.51%
	Total	**382**	**395**	**777**	**100.00%**

El Puesto 4, correspondiente al tramo de Acceso a Campo Acerval, fue relevado en 2018 y también en 2020. Considerando que los volúmenes son similares (con el volumen 2020 un poco mayor), se utiliza el conteo más reciente de 2020 para esto tramo.

A partir de estos volúmenes de los puestos de conteos, fueron encontrados los volúmenes por tramo. El tramo principal de la Ruta (en dirección norte-sur) posee apenas un conteo de tránsito (el Puesto 1, en la intersección con la Ruta 09), por lo tanto, los volúmenes en los segmentos intermediarios del tramo troncal fueron inferidos a partir de los datos existentes.

El proyecto fue dividido en los siguientes tramos:

- Tramo 1 : Tramo Troncal – Norte, hasta Cruce Pioneros;
- Tramo 1B: Tramo Troncal – Intermediario, contiene accesos a Santa Cecilia y Lolita;
- Tramo 2: Tramo Troncal Sur
- Tramo 3: Tramo Acceso Paratodos
- Tramo 4: Tramo Acceso Campo Acerval

Los Tramos descritos y su volumen TMDA 2020 en cada sentido son presentados en la Figura a continuación. Para los Tramos 1, 3 y 4, el volumen que pasa por el tramo es el volumen del puesto de conteo correspondiente. Para los Tramos 1B y 2, el volumen en circulación fue inferido con base en demás conteos.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

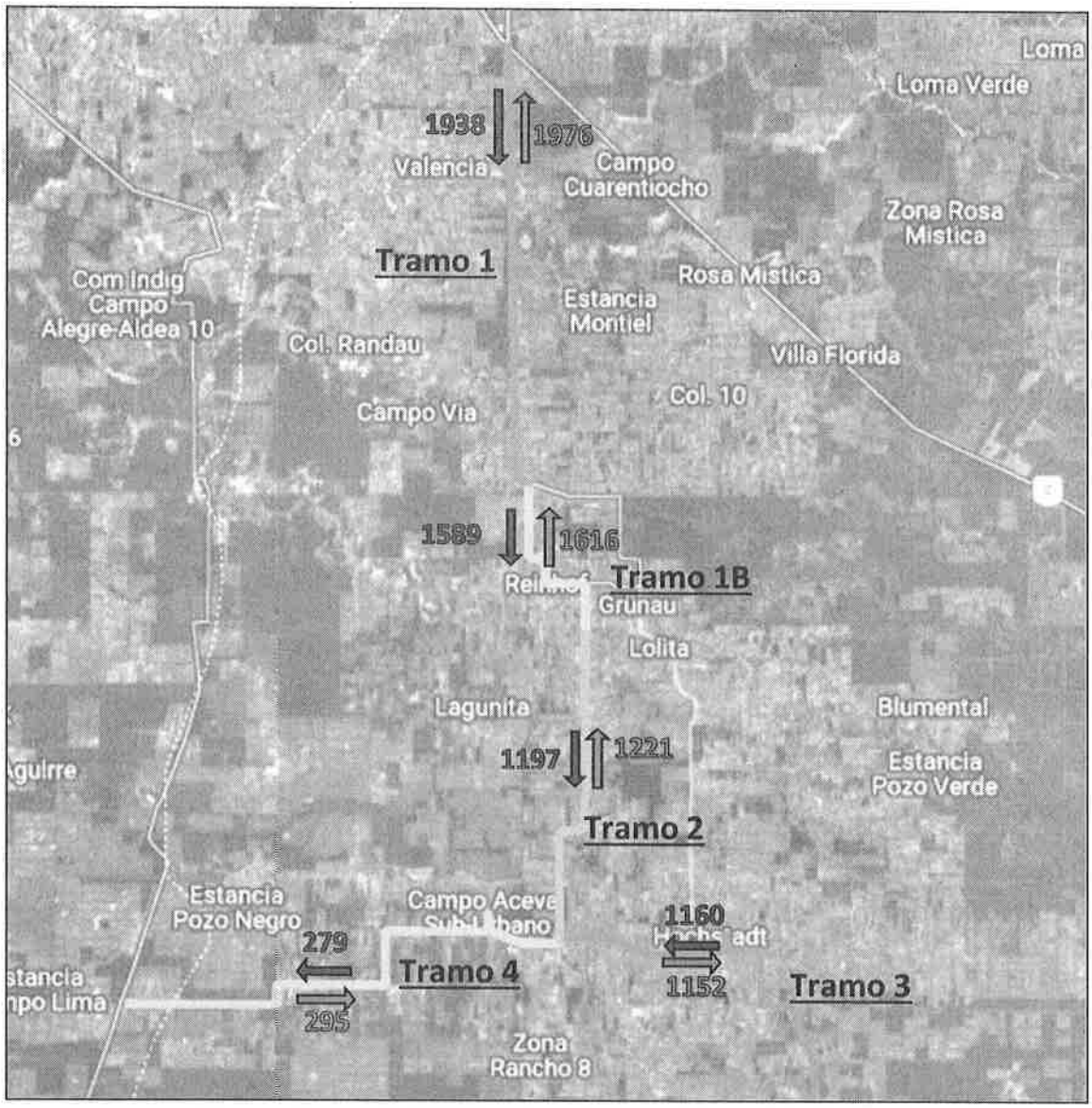


Figura 4 - Volumen TMDA 2020 por sentido de circulación en cada Tramo.

3.4. Tránsito Inducido, Generado y Derivado

Diferentemente del Tránsito Normal que crece según una tasa anual, los componentes de Tránsito Inducido, Generado y Derivado son volúmenes de tránsito que crecen en un período inicial y estabilizan en un valor fijo.

El Tránsito Inducido, es calculado con base en el Transito Normal en el año de implementación del proyecto (TMDA Normal 2024), siendo estimado en 8%, con un valor inicial de 4% en 2025 y los 4% restantes en 2026.

El Tránsito Generado fue considerado como siendo exclusivamente de camiones, representando el incremento de demanda de transporte de carga incentivado por la implementación del proyecto. Fue estimado en 10% del Tránsito Normal de camiones de 2024, en incrementos sucesivos de 2,5% por año a partir de 2025, llegando a 10% em 2028.

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

El Tránsito Derivado fue asumido como nulo. Debido a localización, no se prevé que usuarios utilicen la ruta como vía de pasaje o que sean atraídos usuarios de rutas alternativas.

Como presentando anteriormente, el Tránsito Futuro Total en cada tramo es resultado de la suma de estos componentes a la proyección del Tránsito Normal.

4. RESULTADOS

4.1. TMDA por tipo de Tráfico

Las Tablas a continuación presentan el volumen TMDA futuro anual en cada tramo de la ruta en análisis, considerando la implementación en 2024, con un período de operación de 15 años hasta 2038, dividido en Tráfico Normal, Tráfico Inducido, Tráfico Generado y el Tráfico Futuro Total. Como presentado anteriormente, el componente de Tráfico Normal aumenta anualmente según las tasas de crecimiento anual presentadas anteriormente, en cuanto los componentes de Tránsito Inducido y Generado presentan crecimiento inicial y estabilizan después de algunos períodos.

Tabla 10 – Volumen TMDA por tipo de Tráfico: Tramo 1 - Troncal Principal.

n	Año	Volumen TMDA			
		Tr. Normal	Tr. Inducido	Tr. Generado	Tr. Futuro
	2020	3.914			**3.914**
	2021	4.059			**4.059**
	2022	4.209			**4.209**
	2023	4.365			**4.365**
1	2024	4.526			**4.526**
2	2025	4.694	181	11	**4.886**
3	2026	4.867	376	21	**5.264**
4	2027	5.047	376	32	**5.455**
5	2028	5.233	376	42	**5.651**
6	2029	5.426	376	42	**5.844**
7	2030	5.626	376	42	**6.044**
8	2031	5.834	376	42	**6.252**
9	2032	6.050	376	42	**6.468**
10	2033	6.274	376	42	**6.692**
11	2034	6.506	376	42	**6.924**
12	2035	6.746	376	42	**7.164**
13	2036	6.995	376	42	**7.413**
14	2037	7.254	376	42	**7.672**
15	2038	7.522	376	42	**7.940**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 11 – Volumen TMDA por tipo de Tráfico: Tramo 1B

n	Año	Volumen TMDA			
		Tr. Normal	Tr. Inducido	Tr. Generado	Tr. Futuro
	2020	3.205			**3.205**
	2021	3.323			**3.323**
	2022	3.446			**3.446**
	2023	3.573			**3.573**
1	2024	3.704			**3.704**
2	2025	3.841	148	9	**3.998**
3	2026	3.982	307	17	**4.306**
4	2027	4.129	307	26	**4.462**
5	2028	4.282	307	34	**4.623**
6	2029	4.441	307	34	**4.782**
7	2030	4.605	307	34	**4.946**
8	2031	4.776	307	34	**5.117**
9	2032	4.953	307	34	**5.294**
10	2033	5.137	307	34	**5.478**
11	2034	5.327	307	34	**5.668**
12	2035	5.524	307	34	**5.865**
13	2036	5.728	307	34	**6.069**
14	2037	5.940	307	34	**6.281**
15	2038	6.159	307	34	**6.500**

Tabla 12 – Volumen TMDA por tipo de Tráfico: Tramo 2

n	Año	Volumen TMDA			
		Tr. Normal	Tr. Inducido	Tr. Generado	Tr. Futuro
	2020	2.417			**2.417**
	2021	2.507			**2.507**
	2022	2.600			**2.600**
	2023	2.696			**2.696**
1	2024	2.796			**2.796**
2	2025	2.900	112	6	**3.018**
3	2026	3.007	232	13	**3.252**
4	2027	3.119	232	19	**3.370**
5	2028	3.234	232	26	**3.492**
6	2029	3.353	232	26	**3.611**
7	2030	3.477	232	26	**3.735**
8	2031	3.605	232	26	**3.863**
9	2032	3.738	232	26	**3.996**
10	2033	3.876	232	26	**4.134**
11	2034	4.019	232	26	**4.277**
12	2035	4.168	232	26	**4.426**
13	2036	4.323	232	26	**4.581**
14	2037	4.483	232	26	**4.741**
15	2038	4.649	232	26	**4.907**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregório Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 13 – Volumen TMDA por tipo de Tráfico: Tramo 3 - Acc. Paratodos.

n	Año	Volumen TMDA			
		Tr. Normal	Tr. Inducido	Tr. Generado	Tr. Futuro
	2020	2.315			**2.315**
	2021	2.401			**2.401**
	2022	2.490			**2.490**
	2023	2.582			**2.582**
1	2024	2.678			**2.678**
2	2025	2.781	107	3	**2.891**
3	2026	2.885	223	5	**3.113**
4	2027	2.992	223	8	**3.223**
5	2028	3.104	223	10	**3.336**
6	2029	3.219	223	10	**3.451**
7	2030	3.338	223	10	**3.570**
8	2031	3.462	223	10	**3.694**
9	2032	3.590	223	10	**3.822**
10	2033	3.723	223	10	**3.956**
11	2034	3.861	223	10	**4.094**
12	2035	4.004	223	10	**4.237**
13	2036	4.153	223	10	**4.386**
14	2037	4.307	223	10	**4.540**
15	2038	4.468	223	10	**4.700**

Tabla 14 – Volumen TMDA por tipo de Tráfico: Tramo 4 - Acc. Campo Aceval

n	Año	Volumen TMDA			
		Tr. Normal	Tr. Inducido	Tr. Generado	Tr. Futuro
	2020	574			**574**
	2021	595			**595**
	2022	618			**618**
	2023	640			**640**
1	2024	663			**663**
2	2025	692	27	3	**721**
3	2026	715	55	6	**776**
4	2027	740	55	10	**806**
5	2028	767	55	13	**835**
6	2029	793	55	13	**861**
7	2030	820	55	13	**889**
8	2031	848	55	13	**916**
9	2032	876	55	13	**944**
10	2033	905	55	13	**974**
11	2034	937	55	13	**1.005**
12	2035	969	55	13	**1.038**
13	2036	1.002	55	13	**1.070**
14	2037	1.035	55	13	**1.104**
15	2038	1.070	55	13	**1.138**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

4.2. TMDA por tipo de vehículo

Las Tablas a continuación presentan el volumen TMDA futuro anual en cada tramo de la ruta en análisis, por tipo de vehículo. Es presentado el volumen TMDA de cada modo, ya considerando los diferentes componentes del Tránsito Futuro (Tránsito Normal + Tránsito Inducido + Tránsito Generado).

Tabla 15 – Volumen TMDA por modo en cada año - Tramo 1: Troncal Principal.

n	Año	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
	2020	3.468	79	367	**3.914**
	2021	3.597	82	380	**4.059**
	2022	3.731	85	393	**4.209**
	2023	3.870	88	407	**4.365**
1	2024	4.014	91	421	**4.526**
2	2025	4.325	98	464	**4.886**
3	2026	4.652	105	507	**5.264**
4	2027	4.813	108	534	**5.455**
5	2028	4.980	111	560	**5.651**
6	2029	5.153	114	577	**5.844**
7	2030	5.333	117	594	**6.044**
8	2031	5.520	120	612	**6.252**
9	2032	5.714	124	630	**6.468**
10	2033	5.915	128	649	**6.692**
11	2034	6.123	132	669	**6.924**
12	2035	6.339	136	689	**7.164**
13	2036	6.563	140	710	**7.413**
14	2037	6.796	144	732	**7.672**
15	2038	7.037	148	755	**7.940**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 16 - Volumen TMDA por modo en cada año - Tramo 1B.

n	Año	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
	2020	2.840	65	300	**3.205**
	2021	2.946	67	310	**3.323**
	2022	3.056	69	321	**3.446**
	2023	3.170	71	332	**3.573**
1	2024	3.288	73	343	**3.704**
2	2025	3.543	78	378	**3.998**
3	2026	3.811	83	412	**4.306**
4	2027	3.943	85	434	**4.462**
5	2028	4.080	88	455	**4.623**
6	2029	4.222	91	469	**4.782**
7	2030	4.369	94	483	**4.946**
8	2031	4.522	97	498	**5.117**
9	2032	4.681	100	513	**5.294**
10	2033	4.846	103	529	**5.478**
11	2034	5.017	106	545	**5.668**
12	2035	5.194	109	562	**5.865**
13	2036	5.378	112	579	**6.069**
14	2037	5.569	115	597	**6.281**
15	2038	5.767	118	615	**6.500**

Tabla 17 - Volumen TMDA por modo en cada año - Tramo 2.

n	Año	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
	2020	2.142	49	226	**2.417**
	2021	2.222	51	234	**2.507**
	2022	2.305	53	242	**2.600**
	2023	2.391	55	250	**2.696**
1	2024	2.480	57	259	**2.796**
2	2025	2.672	61	284	**3.018**
3	2026	2.875	66	311	**3.252**
4	2027	2.975	68	327	**3.370**
5	2028	3.078	70	344	**3.492**
6	2029	3.185	72	354	**3.611**
7	2030	3.296	74	365	**3.735**
8	2031	3.411	76	376	**3.863**
9	2032	3.531	78	387	**3.996**
10	2033	3.655	80	399	**4.134**
11	2034	3.784	82	411	**4.277**
12	2035	3.918	84	424	**4.426**
13	2036	4.057	87	437	**4.581**
14	2037	4.201	90	450	**4.741**
15	2038	4.350	93	464	**4.907**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tabla 18 - Volumen TMDA por modo en cada año - Tramo 3: Acc. Paratodos.

n	Año	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
	2020	2.221	2	92	**2.315**
	2021	2.304	2	95	**2.401**
	2022	2.390	2	98	**2.490**
	2023	2.479	2	101	**2.582**
1	2024	2.572	2	104	**2.678**
2	2025	2.771	2	118	**2.891**
3	2026	2.981	3	129	**3.113**
4	2027	3.084	3	136	**3.223**
5	2028	3.191	3	142	**3.336**
6	2029	3.302	3	146	**3.451**
7	2030	3.417	3	150	**3.570**
8	2031	3.537	3	154	**3.694**
9	2032	3.661	3	158	**3.822**
10	2033	3.790	3	162	**3.956**
11	2034	3.923	3	167	**4.094**
12	2035	4.061	3	172	**4.237**
13	2036	4.205	3	177	**4.386**
14	2037	4.354	4	182	**4.540**
15	2038	4.509	4	187	**4.700**

Tabla 19 - Volumen TMDA por modo en cada año - Tramo 4: Acc. Campo Aceval.

n	Año	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
	2020	452	9	113	**574**
	2021	469	9	117	**595**
	2022	487	10	121	**618**
	2023	505	10	125	**640**
1	2024	524	10	129	**663**
2	2025	565	11	145	**721**
3	2026	607	12	158	**776**
4	2027	627	12	167	**806**
5	2028	648	12	175	**835**
6	2029	669	13	180	**861**
7	2030	691	13	185	**889**
8	2031	713	14	190	**916**
9	2032	736	14	195	**944**
10	2033	760	14	200	**974**
11	2034	785	15	206	**1.005**
12	2035	811	15	212	**1.038**
13	2036	837	16	218	**1.070**
14	2037	864	16	224	**1.104**
15	2038	892	17	230	**1.138**

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

4.3. Cálculo de Ejes Equivalentes

Con base en la metodología AASHTO, la determinación del efecto del tráfico futuro en la estructura vial es encontrada a través del cálculo de los Ejes Equivalente, o sea, la carga axial equivalente (en ejes de 18 kips, 80kN o 8,16 toneladas) del volumen de tráfico estimado en cada tramo.

El cálculo es realizado a través de la fórmula:

$$Ejes\ Equivalentes = TMDA * 365 * Fd * Fc * FEC$$

Siendo:

TMDA – Transito Medio Diario Anual acumulado para el año en análisis;

Fd – Factor de Direccionalidad: porcentual de tráfico en cada dirección, siendo utilizado el valor más elevado;

Tabla 20 - Factor de Direccionalidad de tráfico (Fd) en cada Tramo.

Factor de Dirección	Fd Ascendente	Fd Descendente	Fd Cálculo
Tramo 1	0,5049	0,4951	0,5049
Tramo 1B	0,5042	0,4958	0,5042
Tramo 2	0,5050	0,4950	0,5050
Tramo 3	0,5011	0,4976	0,5011
Tramo 4	0,4861	0,5139	0,5139

Fc – Factor de Distribución por carril: igual a 1, por ser una ruta con 1 carril por dirección;

FEC – Factores Equivalente de Carga: factor de conversión en carga equivalente a un eje simples (8,16 ton o 18 kips).

El Factor Equivalente de Carga (FEC) utilizado en esto informe fue el mismo del utilizado en los estudios anteriores, considerando que la proyección de tránsito futura mantuvo las mismas proporciones de categorías de camiones que los conteos originales. Por lo tanto, se utilizó los FEC respectivos encontrados anteriormente para cada puesto de conteo y tramo de proyecto. Se utiliza las mismas consideraciones con relación a la carga, adoptando un porcentual de 70% de camiones cargados y 30% vacíos y empleando las cargas máximas permitidas por la legislación vigente:

Tabla 21 - Carga máxima permitida por eje y tipos de camiones.

Eje	Rodado	Limite (ton)
Simple	Simple	6
Simple	Doble	10,5
Doble	Simple	10
Doble	Doble y Simple	14
Doble	Doble	18
Triple	Doble y Simple	21
Triple	Doble	25,5

Fuente: Dirección Nacional de Transporte, Resolución N°42.

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Para el cálculo del FEC, solamente se contemplan los vehículos pesados (ómnibus y camiones), que ejercen mayor efecto destructivo en la estructura vial, no siendo considerados los volúmenes de vehículos livianos. La Tabla siguiente presenta los valores de FEC por tramo, basado en las proporciones de vehículos pesados en circulación, con el detalle del cálculo del FEC presentado en el Anexo II.

Tabla 22 – Factores Equivalentes de Carga para Ómnibus y Camiones en cada tramo.

Tramo	Ómnibus	Camiones
Tramo 1	2,29	3,91
Tramo 1B	2,29	3,91
Tramo 2	2,29	3,91
Tramo 3	2,29	4,41
Tramo 4	2,05	4,14

*Fuente: **"Habilitación y Conservación del Tramo Cruce Pioneros – Para todo, y Accesos a Santa Cecilia, Lolita Y Campo Aceval"***

El cálculo de los Ejes Equivalentes para cada tramo es presentado en el Anexo IV, con el resumen de los resultados de los Ejes Equivalentes para 6, 10 y 15 años presentados en la Tabla a continuación (considerando la implementación del proyecto en 2024):

Tabla 23 - Ejes Equivalentes para 6, 10 y 15 años para cada tramo.

Tramo	Ejes Equivalentes para 6 años (2029)	Ejes Equivalentes para 10 años (2033)	Ejes Equivalentes para 15 años (2038)
Tramo 1	2.470.060	4.465.703	7.321.034
Tramo 1B	2.003.286	3.626.210	5.949.020
Tramo 2	1.521.586	2.752.824	4.513.200
Tramo 3	631.060	1.138.853	1.859.151
Tramo 4	767.257	1.385.802	2.261.673

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Ing. Guilherme Nakao
MS Transportation

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

ANEXOS

ANEXO I – RELEVAMIENTOS DE TRÁNSITO DE ESTUDIO ANTERIORES – VOLÚMENES TMDA

El Anexo presenta los relevamientos de tránsito originales de los dos estudios anteriores, con los volúmenes TMDA por tipo de vehículo y sentido de circulación.

Proyecto: *"Habilitación y Conservación del Tramo Cruce Pioneros – Para todo, y Accesos a Santa Cecilia, Lolita Y Campo Aceval"* – Relevamientos realizados en 2018.

Puesto: N°1

Tramo: Tramo Troncal (Cruce Pioneros – Paratodo)

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.018			
		Hacia Paratodo	Hacia Cruce de Los Pioneros	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	15	15	30	0.8%
2	Autos y Camionetas	1428	1362	2790	76.6%
3	Pickup- Furgones	174	229	403	11.1%
4	Ómnibus	38	37	75	2.1%
5	Camión 11	29	24	53	1.5%
6	Camión 12	21	35	56	1.5%
7	Camión 13	0	1	1	0.0%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	11	44	55	1.5%
9	Camión 122, 1211, 1112	68	76	144	4.0%
10	Camión 123, 1212	9	12	21	0.6%
11	Camión 11111	0	0	0	0.0%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.0%
13	Camión 12211	0	0	0	0.0%
14	Otros	9	4	13	0.4%
	Total	1802	1839	3641	100.0%

Puesto: N°2

Tramo: Acceso Santa Cecilia

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.018			
		Hacia Santa Cecilia	Hacia Camino de la Leche	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	1	1	2	1.1%
2	Autos y Camionetas	66	63	129	67.9%
3	Pickup- Furgones	8	10	18	9.5%
4	Ómnibus	4	5	9	4.7%
5	Camión 11	4	3	7	3.7%
6	Camión 12	2	3	5	2.6%
7	Camión 13	0	0	0	0.0%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	1	4	5	2.6%

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Cent
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.018			
		Hacia Santa Cecilia	Hacia Camino de la Leche	Total	Composición
9	Camión 122, 1211, 1112	6	6	12	6.3%
10	Camión 123, 1212	1	1	2	1.1%
11	Camión 11111	0	0	0	0.0%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.0%
13	Camión 12211	0	0	0	0.0%
14	Otros	1	0	1	0.5%
Total		93	97	190	100.0%

Puesto: N°3

Tramo: Acceso Lolita

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.018			
		Hacia Lolita	Hacia Camino de la Leche	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	3	3	6	0.8%
2	Autos y Camionetas	231	220	451	62.3%
3	Pickup- Furgones	28	37	65	9.0%
4	Ómnibus	34	33	67	9.3%
5	Camión 11	26	22	48	6.6%
6	Camión 12	6	11	17	2.3%
7	Camión 13	0	0	0	0.0%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	3	13	16	2.2%
9	Camión 122, 1211, 1112	20	23	43	5.9%
10	Camión 123, 1212	3	4	7	1.0%
11	Camión 11111	0	0	0	0.0%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.0%
13	Camión 12211	0	0	0	0.0%
14	Otros	3	1	4	0.6%
Total		357	367	724	100.0%

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
...rio Aguilera
...ero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Puesto: Nº4

Tramo: Acceso Campo Aceval

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.018			
		Hacia Campo Aceval	Hacia Camino de la Leche	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	2	2	4	0.7%
2	Autos y Camionetas	192	183	375	68.9%
3	Pickup- Furgones	23	31	54	9.9%
4	Ómnibus	4	5	9	1.7%
5	Camión 11	4	3	7	1.3%
6	Camión 12	7	12	19	3.5%
7	Camión 13	0	0	0	0.0%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	4	14	18	3.3%
9	Camión 122, 1211, 1112	22	25	47	8.6%
10	Camión 123, 1212	3	4	7	1.3%
11	Camión 11111	0	0	0	0.0%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0.0%
13	Camión 12211	0	0	0	0.0%
14	Otros	3	1	4	0.7%
Total		264	280	544	100.0%

Relevamientos del "Proyecto Camino de la Leche – Paratodo – Cruce Douglas / Campo Aceval – Infante Ávalos Sanchez". **Relevamientos realizados en Enero 2020.**

Tramo Paratodo – Cruce Douglas

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.020			
		Hacia Cruce Douglas	Hacia Paratodo	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	11	11	22	0,96%
2	Autos y Camionetas	984	938	1922	83,12%
3	Pickup- Furgones	120	157	277	11,98%
4	Ómnibus	1	1	2	0,09%
5	Camión 11	0	1	1	0,04%
6	Camión 12	5	9	15	0,65%
7	Camión 13	0	0	0	0,00%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	3	13	16	0,69%
9	Camión 122, 1211, 1112	24	27	51	2,21%
10	Camión 123, 1212	2	3	5	0,22%
11	Camión 11111	0	0	0	0,00%

CONSORCIO INCOPAR INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Ceni
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.020			
		Hacia Cruce Douglas	Hacia Paratodo	Total	Composición
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0,00%
13	Camión 12211	0	0	0	0,00%
14	Otros	1	4	1	0,04%
Total		1152	1160	2312	100,0%

Tramo Campo Aceval – Infante Ávalos Sanchez

Tipo de vehículo		T.M.D.A 2.020			
		Hacia Cruce Jordan	Hacia Aceval	Total	Composición
1	Motos y Bicicletas	4	3	7	1,22%
2	Autos y Camionetas	199	190	389	67,77%
3	Pickup- Furgones	24	32	56	9,76%
4	Ómnibus	5	4	9	1,57%
5	Camión 11	5	5	10	1,74%
6	Camión 12	7	11	18	3,14%
7	Camión 13	1	2	3	0,52%
8	Camión 111, 112, 121, 1111	4	15	19	0,69%
9	Camión 122, 1211, 1112	26	29	55	3,31%
10	Camión 123, 1212	4	4	8	9,58%
11	Camión 11111	0	0	0	1,39%
12	Camión 11211, 12111	0	0	0	0,00%
13	Camión 12211	0	0	0	0,00%
14	Otros	0	0	0	0,00%
Total		279	295	574	100,0%

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

ANEXO II – CÁLCULO DE LOS FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (FEC)

El cálculo de los FEC es función de la proporción de vehículos relevados en los conteos, por lo tanto, el cálculo fue extraído de los estudios anteriores, presentado para los Tramos 3 y 4.

TRAMO 3 – Acceso Paratodos

Clasificación Vehicular			Cantidad	%	% de Cargas	Porcentaje eje respecto total	FEC	
Tipo		Configuración					x unidad	100 ejes
Ómnibus	Cargado	11	2	100.0%	0.70	0.7000	3.22	2.252
	Vacío				0.30	0.3000	0.15	0.045
Ómnibus	Cargado	12	0	0.0%	0.70	0.0000	2.33	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.16	0.000
Ómnibus	Cargado	22	0	0.0%	0.70	0.0000	4.14	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.03	0.000
		TMDA	2	100.0%				

FEC = 2.297

Clasificación Vehicular			Cantidad	%	% de Cargas	Porcentaje eje respecto total	FEC	
Tipo		Configuración					x unidad	100 ejes
Camiones Medianos	Cargado	11	1	1.1%	0.70	0.0079	3.22	0.025
	Vacío				0.30	0.0034	0.15	0.001
Camiones Medianos	Cargado	12	15	16.9%	0.70	0.1180	2.33	0.275
	Vacío				0.30	0.0506	0.16	0.008
Camiones Pesados	Cargado	22	0	0.0%	0.70	0.0000	4.14	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.03	0.000
Camiones Pesados	Cargado	111	6	7.2%	0.70	0.0503	6.17	0.311
	Vacío				0.30	0.0216	0.16	0.003
Camiones Pesados	Cargado	112	3	3.6%	0.70	0.0252	5.29	0.133
	Vacío				0.30	0.0108	0.17	0.002
Camiones Pesados	Cargado	121	3	3.6%	0.70	0.0252	5.29	0.133
	Vacío				0.30	0.0108	0.17	0.002
Camiones Pesados	Cargado	1111	2	1.8%	0.70	0.0126	9.13	0.115
	Vacío				0.30	0.0054	0.17	0.001
Camiones Pesados	Cargado	1111	2	1.8%	0.70	0.0126	9.13	0.115
	Vacío				0.30	0.0054	0.17	0.001
Camiones Pesados	Cargado	113	0	0.0%	0.70	0.0000	5.10	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.17	0.000
Camiones Pesados	Cargado	122	10	11.5%	0.70	0.0802	4.40	0.353
	Vacío				0.30	0.0344	0.17	0.006
Camiones Pesados	Cargado	1112	10	11.5%	0.70	0.0802	8.24	0.661
	Vacío				0.30	0.0344	0.18	0.006
Camiones Pesados	Cargado	1211	10	11.5%	0.70	0.0802	8.24	0.661
	Vacío				0.30	0.0344	0.18	0.006
Camiones Pesados	Cargado	123	3	2.8%	0.70	0.0197	4.22	0.083
	Vacío				0.30	0.0084	0.18	0.001
Camiones Pesados	Cargado	1112	10	11.5%	0.70	0.0802	8.24	0.661
	Vacío				0.30	0.0344	0.18	0.006
Camiones Pesados	Cargado	1211	10	11.5%	0.70	0.0802	8.24	0.661
	Vacío				0.30	0.0344	0.18	0.006
Camiones Pesados	Cargado	1212	3	2.8%	0.70	0.0197	7.35	0.145
	Vacío				0.30	0.0084	0.18	0.002
Camiones Pesados	Cargado	11111	0	0.0%	0.70	0.0000	12.09	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.18	0.000
Camiones Pesados	Cargado	12111	0	0.0%	0.70	0.0000	11.20	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.19	0.000
Camiones Pesados	Cargado	1222	0	0.0%	0.70	0.0000	6.47	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.19	0.000
Camiones Pesados	Cargado	13	0	0.0%	0.70	0.0000	2.15	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.16	0.000
Camiones no clasificados	Cargado	11	0	0.4%	0.70	0.0031	3.22	0.010
	Vacío				0.30	0.0013	0.15	0.000
Camiones no clasificados	Cargado	0	0	0.3%	0.70	0.0024	3.22	0.008
	Vacío				0.30	0.0010	0.15	0.000
Camiones no clasificados	Cargado	0	0	0.3%	0.70	0.0024	3.22	0.008
	Vacío				0.30	0.0010	0.15	0.000
		TMDA	89	100.0%				

FEC = 4.408

CONSORCIO INCO
INGSER
Gregorio Aguile
Ingeniero Resider

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

TRAMO 4 – Tramo Acceso Campo Acerval

Clasificación Vehicular			Cantidad	%	% de Cargas	Porcentaje eje respecto total	FEC	
Tipo		Configuración					x unidad	100 ejes
Ómnibus	Cargado	11	5	60.0%	0.70	0.4200	3.22	1.351
	Vacío				0.30	0.1800	0.15	0.027
Ómnibus	Cargado	12	4	40.0%	0.70	0.2800	2.33	0.652
	Vacío				0.30	0.1200	0.16	0.019
Ómnibus	Cargado	22	0	0.0%	0.70	0.0000	4.14	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.03	0.000
		TMDA	9	100.0%				

FEC = 2.049

Clasificación Vehicular			Cantidad	%	% de Cargas	Porcentaje eje respecto total	FEC	
Tipo		Configuración					x unidad	100 ejes
Camiones Medianos	Cargado	11	10	8.8%	0.70	0.0619	3.22	0.199
	Vacío				0.30	0.0265	0.15	0.004
Camiones Medianos	Cargado	12	18	15.9%	0.70	0.1115	2.33	0.260
	Vacío				0.30	0.0478	0.16	0.007
Camiones Pesados	Cargado	22	0	0.0%	0.70	0.0000	4.14	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.03	0.000
Camiones Pesados	Cargado	111	8	6.7%	0.70	0.0471	6.17	0.291
	Vacío				0.30	0.0202	0.16	0.003
Camiones Pesados	Cargado	112	4	3.4%	0.70	0.0235	5.29	0.124
	Vacío				0.30	0.0101	0.17	0.002
Camiones Pesados	Cargado	121	4	3.4%	0.70	0.0235	5.29	0.124
	Vacío				0.30	0.0101	0.17	0.002
Camiones Pesados	Cargado	1111	2	1.7%	0.70	0.0118	9.13	0.107
	Vacío				0.30	0.0050	0.17	0.001
Camiones Pesados	Cargado	1111	2	1.7%	0.70	0.0118	9.13	0.107
	Vacío				0.30	0.0050	0.17	0.001
Camiones Pesados	Cargado	113	0	0.0%	0.70	0.0000	5.10	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.17	0.000
Camiones Pesados	Cargado	122	11	9.7%	0.70	0.0681	4.40	0.300
	Vacío				0.30	0.0292	0.17	0.005
Camiones Pesados	Cargado	1112	11	9.7%	0.70	0.0681	8.24	0.562
	Vacío				0.30	0.0292	0.18	0.005
Camiones Pesados	Cargado	1211	11	9.7%	0.70	0.0681	8.24	0.562
	Vacío				0.30	0.0292	0.18	0.005
Camiones Pesados	Cargado	123	4	3.5%	0.70	0.0248	4.22	0.104
	Vacío				0.30	0.0106	0.18	0.002
Camiones Pesados	Cargado	1112	11	9.7%	0.70	0.0681	8.24	0.562
	Vacío				0.30	0.0292	0.18	0.005
Camiones Pesados	Cargado	1211	11	9.7%	0.70	0.0681	8.24	0.562
	Vacío				0.30	0.0292	0.18	0.005
Camiones Pesados	Cargado	1212	4	3.5%	0.70	0.0248	7.35	0.182
	Vacío				0.30	0.0106	0.18	0.002
Camiones Pesados	Cargado	11111	0	0.0%	0.70	0.0000	12.09	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.18	0.000
Camiones Pesados	Cargado	12111	0	0.0%	0.70	0.0000	11.20	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.19	0.000
Camiones Pesados	Cargado	1222	0	0.0%	0.70	0.0000	6.47	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.19	0.000
Camiones Pesados	Cargado	13	3	2.7%	0.70	0.0186	2.15	0.040
	Vacío				0.30	0.0080	0.16	0.001
Camiones no clasificados	Cargado	11	0	0.0%	0.70	0.0000	3.22	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.15	0.000
Camiones no clasificados	Cargado	0	0	0.0%	0.70	0.0000	3.22	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.15	0.000
Camiones no clasificados	Cargado	0	0	0.0%	0.70	0.0000	3.22	0.000
	Vacío				0.30	0.0000	0.15	0.000
		TMDA	113	100.0%				

FEC = 4.137

CONSORCIO INCO
INGSER R
Gregorio Aguil
Ingeniero Reside

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

ANEXO III – CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES A 15 AÑOS

TRAMO 1

Año	TMDA		Vol. Anual	
	Buses	Camiones	Buses	Camiones
2020	91	421	33.215	153.665
2021	82	380	29.930	138.700
2022	85	393	31.025	143.445
2023	88	407	32.120	148.555
2024	91	421	33.215	153.665
2025	98	464	35.639	169.302
2026	105	507	38.150	185.011
2027	108	534	39.245	194.866
2028	111	560	40.340	204.356
2029	114	577	41.435	210.561
2030	117	594	42.530	216.766
2031	120	612	43.625	223.336
2032	124	630	45.085	229.906
2033	128	649	46.545	236.841
2034	132	669	48.005	244.141
2035	136	689	49.465	251.441
2036	140	710	50.925	259.106
2037	144	732	52.385	267.136
2038	148	755	53.845	275.531

Total TMDA acumulado 15 años	660.431	3.321.967
Factor Vehículo	**2,29**	**3,91**
Totales E.E	1.512.387	12.988.892
Factor de Dirección	0,5049	
Factor de Carril	1	
	763.535	6.557.499
Ejes Equivalentes para 15 años	**7.321.034**	

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA

Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

TRAMO 1B

Año	TMDA		Vol. Anual	
	Buses	Camiones	Buses	Camiones
2020	65	300	23.725	109.500
2021	67	310	24.455	113.150
2022	69	321	25.185	117.165
2023	71	332	25.915	121.180
2024	73	343	26.645	125.195
2025	78	378	28.441	137.868
2026	83	412	30.295	150.526
2027	85	434	31.025	158.556
2028	88	455	32.120	166.221
2029	91	469	33.215	171.331
2030	94	483	34.310	176.441
2031	97	498	35.405	181.916
2032	100	513	36.500	187.391
2033	103	529	37.595	193.231
2034	106	545	38.690	199.071
2035	109	562	39.785	205.276
2036	112	579	40.880	211.481
2037	115	597	41.975	218.051
2038	118	615	43.070	224.621

Total TMDA acumulado 15 años	529.951	2.707.176
Factor Vehículo	**2,29**	**3,91**
Totales E.E	1.213.587	10.585.057
Factor de Dirección	0,5042	
Factor de Carril	1	
	611.906	5.337.115
Ejes Equivalentes para 15 años	**5.949.020**	

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

TRAMO 2

Año	TMDA		Vol. Anual	
	Buses	Camiones	Buses	Camiones
2020	49	226	17.885	82.490
2021	51	234	18.615	85.410
2022	53	242	19.345	88.330
2023	55	250	20.075	91.250
2024	57	259	20.805	94.535
2025	61	284	22.367	103.791
2026	66	311	23.988	113.676
2027	68	327	24.718	119.516
2028	70	344	25.448	125.721
2029	72	354	26.178	129.371
2030	74	365	26.908	133.386
2031	76	376	27.638	137.401
2032	78	387	28.368	141.416
2033	80	399	29.098	145.796
2034	82	411	29.828	150.176
2035	84	424	30.558	154.921
2036	87	437	31.653	159.666
2037	90	450	32.748	164.411
2038	93	464	33.843	169.521

Total TMDA acumulado 15 años	414.144	2.043.299
Factor Vehículo	**2,29**	**3,91**
Totales E.E	948.389	7.989.300
Factor de Dirección	0,5050	
Factor de Carril	1	
	478.901	4.034.299
Ejes Equivalentes para 15 años	**4.513.200**	

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

TRAMO 3

Año	TMDA		Vol. Anual	
	Buses	Camiones	Buses	Camiones
2020	2	92	730	33.580
2021	2	95	753	34.675
2022	2	98	777	35.770
2023	2	101	802	36.865
2024	2	104	827	37.960
2025	2	118	886	43.128
2026	3	129	948	47.041
2027	3	136	976	49.596
2028	3	142	1.005	51.786
2029	3	146	1.035	53.246
2030	3	150	1.065	54.706
2031	3	154	1.097	56.166
2032	3	158	1.130	57.626
2033	3	162	1.163	59.086
2034	3	167	1.198	60.911
2035	3	172	1.234	62.736
2036	3	177	1.271	64.561
2037	4	182	1.309	66.386
2038	4	187	1.348	68.211

Total TMDA acumulado 15 años	16.492	833.149
Factor Vehículo	**2,29**	**4,408**
Totales E.E	37.768	3.672.521
Factor de Dirección	0,5011	
Factor de Carril	1	
	18.925	1.840.226
Ejes Equivalentes para 15 años	**1.859.151**	

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Central
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

AZIMUTH CONSULTORÍA
Av. Fernando de la Morar 838
Asunción - Paraguay
guinakao@gmail.com
(0981) 269741

TRAMO 4

Año	TMDA		Vol. Anual	
	Buses	Camiones	Buses	Camiones
2020	9	113	3.285	41.245
2021	9	117	3.389	42.705
2022	10	121	3.496	44.165
2023	10	125	3.607	45.625
2024	10	129	3.721	47.085
2025	11	145	3.988	52.983
2026	12	158	4.268	57.655
2027	12	167	4.394	60.940
2028	12	175	4.523	63.860
2029	13	180	4.657	65.685
2030	13	185	4.794	67.510
2031	14	190	4.937	69.335
2032	14	195	5.083	71.160
2033	14	200	5.235	72.985
2034	15	206	5.391	75.175
2035	15	212	5.552	77.365
2036	16	218	5.718	79.555
2037	16	224	5.889	81.745
2038	17	230	6.066	83.935

Total TMDA acumulado 15 años	74.216	1.026.979
Factor Vehículo	**2,049**	**4,137**
Totales E.E	152.068	4.248.610
Factor de Dirección	0,5139	
Factor de Carril	1	
	78.154	2.183.519
Ejes Equivalentes para 15 años	**2.261.673**	

CONSORCIO INCOPAR
INGSER
Gregorio Aguilera
Ingeniero Residente

Consorcio Chaco Centr...
Ing. Alvaro Godoy
Superintendente

Convenio Modificatorio de Obra N°1

OBRAS VIALES DE HABILITACION Y MANTENIMIENTO DE LA RUTA CNEL. FRANCISCO BRIZUELA Y ACCESOS CORREDORES AGROINDUSTRIALES – "RUTA DE LA LECHE" (REGION OCCIDENTAL).
LOTE 2: (71,47 Km)

ANEXO 7

Planos