

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL NORDESTE

# TRABAJO FINAL

## Anteproyecto

*“Duplicación de Calzada RN 16 (149-160km). Travesía Urbana - Ciudad de Quitilipi”*

### ***Autores:***

- Aguilar Herráez, Matías Alejandro.
- Guzmán, Fernando Iván.
- Martínez, Gabriel Martín.

### ***Tutores:***

- Ing. Rolando Biain
- Ing. Tulio Altamirano

***2021***



## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
Infraestructura Existente.....	1
Zona de Estudio.....	2
<b>2. Análisis de Alternativas .....</b>	<b>4</b>
Introducción .....	4
Alternativa Sur.....	4
Alternativa Urbana .....	5
Alternativa Norte.....	5
Comparaciones Generales .....	6
Abordaje del Trabajo.....	6
<b>Planteo del Objetivo.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Tránsito .....</b>	<b>8</b>
Resumen.....	8
Transito existente.....	8
Cálculo de la tasa de crecimiento .....	9
Cálculo de ejes equivalentes para Pavimento Flexible .....	10
Cálculo de ejes equivalentes para Pavimento Rígido.....	12
<b>4. Relevamiento fotográfico.....</b>	<b>14</b>
Objetivo del Relevamiento.....	14
Relevamiento de Alcantarillas.....	14
Relevamiento de Intersecciones .....	19
<b>5. Adopciones y Consideraciones Geométricas .....</b>	<b>21</b>
Topografía .....	21
Zona de análisis .....	21
Transito .....	21
Velocidades: .....	21
Análisis de las decisiones .....	22
Pasarelas.....	25
Colectoras.....	26
Trazado y alineamientos .....	26
Sección transversal.....	26
<b>6. Diseño de Pavimento.....</b>	<b>27</b>



Consideraciones Generales .....	27
Caracterización de suelo de Subrasante .....	27
Cálculo Estructural .....	28
Estructura flexible para calzada principal .....	28
Estructura rígida para colectoras .....	31
Juntas - tipos y distribución.....	33
<b>7. Intersecciones .....</b>	<b>35</b>
Ruta Nacional N°16- Acceso Buenos Aires .....	35
Introducción .....	35
Accidentes .....	35
Análisis de Alternativas .....	35
Conclusión .....	37
Descripción de la obra.....	38
Intersección Ruta Nacional N°16- Ruta Provincial N°4 .....	38
Introducción .....	38
Antecedentes .....	38
Accidentes .....	38
Vehículo de Diseño.....	39
Descripción de la obra.....	39
<b>8. Señalización, Semaforización e iluminación .....</b>	<b>42</b>
Señalización.....	42
Iluminación.....	44
Semaforización.....	44
<b>9. Estudio Hidrológico.....</b>	<b>46</b>
Análisis de Imágenes Satelitales.....	46
Análisis hidrodinámico .....	49
Determinación de las cuencas de Aporte .....	50
Caracterización de precipitaciones .....	52
Precipitación-escorrentía .....	54
Desarrollo del método de los bloques alternos.....	55
Simulación .....	56
Consideraciones sobre los resultados.....	58
Alternativas de Áreas de Aporte .....	58
<b>10. Estudio Hidráulico.....</b>	<b>61</b>
Verificación alcantarilla existente .....	61



Conclusión del Estudio Hidrológico e Hidráulico .....	66
<b>11. Cómputo métrico de la obra .....</b>	<b>67</b>
Generalidades .....	67
Rubros .....	67
<b>12. Evaluación Socio-Económica .....</b>	<b>71</b>
Análisis cuantitativo .....	71
Introducción .....	71
Descripción del software HDM4 .....	71
Análisis de Variables.....	71
Procesamiento de Datos .....	76
Resultados .....	77
Conclusión Beneficios-Costo .....	78
Análisis Cualitativo .....	79
Análisis de Negocios Afectados.....	79
Antecedentes en el Mundo.....	81
Análisis de Expropiación.....	83
Análisis de Accidentes .....	84
<b>Renderizado del Proyecto .....</b>	<b>86</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>89</b>
MINUTA DE REUNIÓN 1 .....	89
MINUTA DE REUNIÓN 2 .....	90
Imágenes Relevantes .....	92
Planos y Tablas anexas .....	93
<b>Bibliografía.....</b>	<b>110</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>111</b>



## 1. Introducción

### Infraestructura Existente

La Ruta Nacional N°16 es una de las vías de comunicación más importantes de nuestro país. En su recorrido une las provincias de Chaco, Corrientes, Santiago del Estero y Salta. Ve su inicio en la localidad capital de la provincia correntina y se extiende en dirección noroeste hasta interceptarse con la Ruta Nacional n°9 en Salta; teniendo en su totalidad, una extensión de 707 km.

Cumple la función de unir las regiones NEA y NOA de nuestro país a través del Gran Chaco y forma parte del corredor bioceánico. A través de ella se efectúa la movilización de bienes y productos que se originan en la provincia del Chaco.



**Fig. 1:** Extensión de la RN16. (Fuente: DNV)

Construida en la segunda mitad del siglo XX, la RN 16 va acompañando el desarrollo de las líneas férreas; la particularidad que se presenta en su recorrido es que las ciudades de las provincias del Chaco se fueron asentando y desarrollando a su costado, reflejo de un claro fenómeno de expansión demográfico.

Hoy en día esa situación genera que el principal motor de desarrollo económico que presentan ciudades como Presidencia de la Plaza, Machagai y Quitilipi sea el paso de la ruta por sobre sus comercios. Esta situación afecta fuertemente al paso del flujo del tránsito, viendo disminuida necesariamente la velocidad de operación y generando una pérdida en su nivel de servicio, pero por sobre todas las cosas, generando accidentes automovilísticos entre quienes circulan en forma coincidente con la ruta y los pobladores que lo hacen de forma transversal a esta.

Es menester darle una solución a este conflicto, generando una obra de ingeniería civil que satisfaga las necesidades de la población y genere una mejora sustancial en la percepción de seguridad, confort y bienestar para quienes eligen esta vía de comunicación.

Es, sin lugar a dudas, una de las rutas más transitadas de la región; no solo para el transporte mercante, encargado de trasladar la producción agropecuaria e industrial, sino también para el movimiento turístico y funcional de la zona. En el año 2018, el tránsito medio diario anual fue de 6350 vehículos para el tramo de Quitilipi- Saenz Peña (km 153 a km 176).

Actualmente, excepto en una serie de kilómetros muy específicos (59), la ruta en todo su recorrido presenta la característica de ser de una trocha por mano, convirtiendo al tránsito en un fenómeno poco fluido, afectando no solo intereses económicos, sino también de bienestar, seguridad y confort.

Es situación de deficiencia de capacidad disponible es lo que generó la construcción de un tramo de autovía para la unión de las localidades de Resistencia y Makalle, uno de los sectores más solicitados en flujo de tránsito de esta vía de circulación. El segundo más solicitado corresponde con el tramo mencionado anteriormente, uniendo las localidades de Quilitipi y Sáenz Peña, tramo que fue ya foco de análisis para su duplicación de calzada por organismos estatales y privados, ninguno arribando a una etapa de proyecto o licitación.

### Zona de Estudio

Se decidió como tema de desarrollo para este trabajo, la proyección de una obra vial que solucione los problemas hoy presentes en el tramo correspondiente a la Ciudad de Quitilipi (Km 149-160). Con esta idea como base, resta determinar cuáles serán las características que resulten más convenientes desde el punto de vista técnico y económico para su materialización.



**Fig. 2:** Zona de análisis. (Fuente: IGN)

Interiorizando en la zona de estudio, uno de los principales flagelos sociales que tiene la ciudad es la cantidad de siniestros viales que se generan por la mala inclusión de la ruta en el actual desarrollo urbano y su elevado tránsito, es por eso que nuestro principal objetivo deber ser plantear una posible solución a esta problemática.



La realidad es que, al ser la RN16 una vía de comunicación tan requerida por motivos económicos y para el tránsito de la zona, más temprano que tarde se debería llevar a cabo una obra que implique un aumento de capacidad, sobre todo en el tramo que une las ciudades de Saenz Peña y Quitilipi, y es importante que cuando se ejecute se lo haga de forma integral, atendiendo demandas de mejoras en materias de seguridad.

En la zona de análisis tenemos incluso, como se ve en la figura N°2, la intersección con la Ruta provincial N°4. Este punto será otro de los focos de resolución y sobre los que deberemos barajar una serie de opciones para luego optar por la que mejor satisfaga las necesidades de los circulantes.

## 2. Análisis de Alternativas

### Introducción

Como se pudo mencionar anteriormente, el eje del proyecto se resume en:

- Reducir el número de siniestros y accidentes ocurridos en el tramo en estudio.
- Generar un aumento de la capacidad en el tramo en estudio.
- Analizar la intersección entre la RN N°16 y la RP N°4.

La realidad es que el camino nunca es uno y siempre para unir dos puntos a través de una obra vial existen varias alternativas que pueden dar satisfactoriamente una solución. Es por ello que se analizaran algunas de ellas.

Además, se utiliza un estudio propuesto por la UTE Baires-Serman.



**Fig. 3:** Inicio km 149, Fin km 160. (Fuente: Google Earth)

### Alternativa Sur

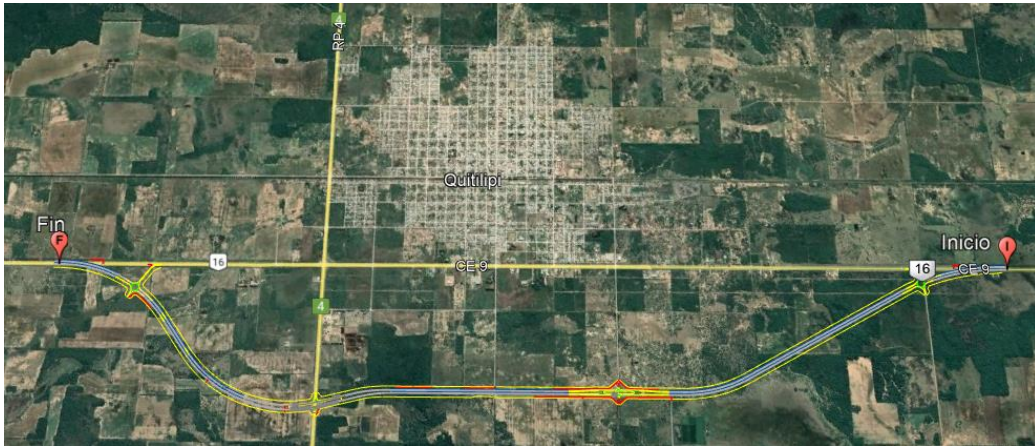
Esta alternativa fue desarrollada por la UTE Baires-Serman. Se analiza rodear a Quitilipi por el Sur. El objetivo de este planteamiento es que el usuario no deba atravesar la ciudad a altas velocidades y se prioriza el confort del mismo.

También el hecho de poder derivar un porcentaje del tránsito que actualmente circula por la ruta existente, hace que se produzca una reducción de accidentes indirecta, contemplando que las condiciones en este tramo urbano sean las adecuadas (mantenimiento).

- La longitud aproximada supera los 12km.
- Cantidad de curvas: 4
- Intersección rotacional Empalme Este, vinculación de la variante con la traza actual.
- Intersección rotacional Empalme Oeste, vinculación de la variante con la traza actual.



- Intersección rotacional en cruce con RPN°4.

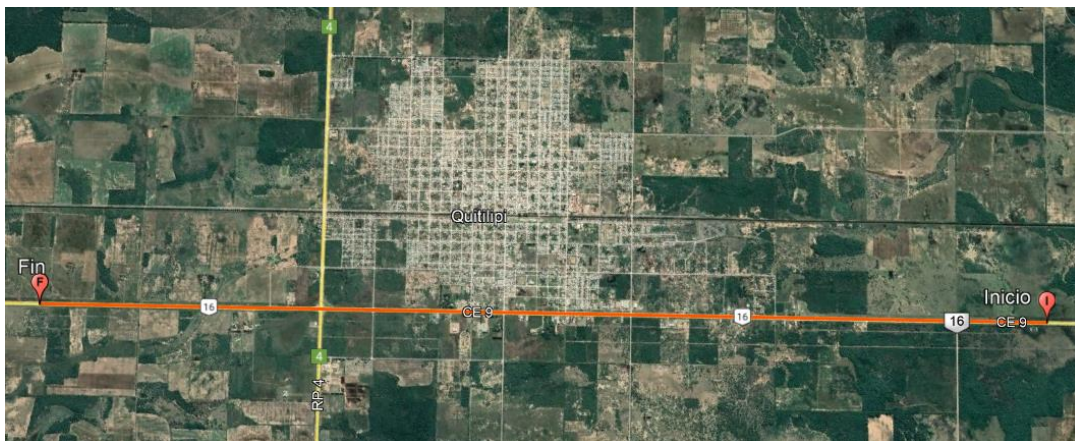


**Fig. 4:** Alternativa Sur. Inicio km 149, Fin km 160. (Fuente: Google Earth)

#### Alternativa Urbana

Se debe mencionar que esta alternativa limita la velocidad para un buen uso de la ruta y debido al flujo cruzado puede generar cierta desconfianza de los usuarios en los cruces. Si bien la zona urbana tiene una extensión de 4,1km, la extensión total para comparar las alternativas es de 11km.

En este caso se colocarán colectoras pavimentadas a ambos lados que permitan una derivación del flujo urbano, produciendo una reducción de accidentes directa por disminución de puntos de conflicto.



**Fig. 5:** Alternativa Urbana. Inicio km 149, Fin km 160. (Fuente: Google Earth)

#### Alternativa Norte

Se trata de circunvalar la ciudad por el Norte, sin adentrarse en la zona urbana. Esta opción no presenta una adecuada hidrodinámica, según el consejo de profesionales en el área, debido a que el escurrimiento es de Noroeste a Sureste, como así también la existencia de una línea ferroviaria produciría una extensión ilógica ante las otras alternativas y un cruce ferrovial que podemos evitar, con lo cual no se analiza en este trabajo.



## Comparaciones Generales

Al comparar estas dos alternativas, sin entrar en detalles, se debe tener en cuenta:

- Para un correcto funcionamiento la traza urbana debe tener limitaciones en velocidad en los 4,1km pertenecientes a la ciudad, lo cual hace que el tiempo de viaje se eleve y pierda prioridad el pasante, aun así los restantes kilómetros del tramo se podrá circular a una velocidad mayor, en contraparte, la alternativa sur tiene en toda su extensión la misma velocidad, siendo de 120km/hora la máxima esperada en una autovía.
- En cuanto a la geometría en la alternativa urbana se agrega la consideración de colectoras, veredas para senderos peatonales, pasarelas peatonales e iluminación. En cuanto a la alternativa Sur no presenta una calzada existente, con lo cual los costos son de dos trochas, a diferencia de uno en la alternativa Urbana.
- Al comunicarse con autoridades referentes de la Ciudad, las mismas afirman que gran parte de la producción se encuentra afectada por la RN16, presentando un impacto negativo en el caso de que se opte por circunvalar la misma al realizar el proyecto.
- El enfoque abordado por la UTE Baires-Serman se basa en la idea de que es rentable realizar la alternativa Sur, ya que de esta manera se puede circular a altas velocidades y se evitaría algún tipo de cruce con la travesía urbana, asumiendo que el crecimiento de la ciudad no se dará hacia esos lugares. No menciona en ningún momento ventajas o desventajas comparando las alternativas

Se analiza una comparación estimativa en el siguiente recuadro:

Características	Variante Sur	Tramo Urbano
Longitud en Km	12	11
Cantidad de calzadas a construir	2	1
Movimiento de Suelo	a computar	a computar
Zona de camino	120	100 (disponible)
Velocidad Reglamentaria (km/h)	110	60
Posibilidad de Ampliación	Si	No
Iluminación existente	No	Si
Cantidad de parcelas a expropiar	38	0
Superficie a expropiar (Ha)	168,8	0

**Tabla 1:** Comparación de Alternativas. (Fuente: Elaboración propia)

## Abordaje del Trabajo

La UTE Baires-Serman en todo momento analiza únicamente, y en forma completa, la alternativa Sur, considerando (en su opinión) la alternativa más acorde a los problemas planteados.

Aun así, puede resultar interesante realizar una comparación a detalle de ambas obras viales, para así poder poner en evidencia distintos aspectos en común y diferencias, y de esta forma, concluir cual obra es más rentable al objetivo común que presentan. Recordando que al ser obras distintas habrá aspectos no comparables o cualitativos y el ente encargado de realizar las obras tendrá que poner prioridad según el criterio del mismo.



## Planteo del Objetivo

Realizar un trabajo a nivel de anteproyecto que contemple el estudio y posterior diseño de una **Duplicación** de calzada de la RN16, en el tramo que hoy involucra a la localidad de Quitilipi, Chaco.

Además del enfoque central, consistente en darle solución a la insuficiente capacidad y precaria seguridad mencionado con anterioridad, se considerará en todo momento, comparar aspectos relevantes del proyecto semejantes a los propuestos en el estudio de la UTE Baires-Serman, proporcionados por la Dirección de Vialidad Nacional.

Finalmente la adopción de una u otra alternativa dependerá de un análisis de rentabilidad de cada una de ellas.





### 3. Tránsito

#### Resumen

Se caracterizara la demanda de transporte automotor de la Ruta Nacional Nº 16, en el tramo desde el km 149 hasta el empalme con la Ruta Provincial Nº 4 en la Provincia del Chaco, en función de una tasa de crecimiento estimable según una serie de parámetros.

#### Transito existente

Para el cálculo de los ejes equivalentes que solicitan el paquete estructural, se utilizan los censos de la DNV del año 2018, determinando así la composición y volumen de tránsito, disponibles en la Web de la Dirección Nacional de Vialidad, teniendo en cuenta que el 2019 y 2020 fueron años atípicos influenciados por la pandemia.

El tipo de Censo realizado por la DNV es de cobertura, y la discriminación por tipo de vehículo se limita a las categorías de Liviano (Autos y Camionetas), Camiones Livianos (Sin Acoplado) y Pesados (Bus y Camiones con Acoplados y Semi-remolques), sin detallar el número de ejes de cada tipo.

18	Chaco	ACC.A MACHAGAI (D) - ACC.A QUITILIPÍ (D)	136,12	155,59	5100	<a href="#">ver</a>	Cobertura
18	Chaco	ACC.A QUITILIPÍ (D) - INT.R.N.95 (PTE.R.S.PE◊A)	155,59	176,35	6350	<a href="#">ver</a>	Cobertura

#### Referencias

Autos y Ctas.	vehículos livianos: autos y camionetas
Bus	ómnibus de larga distancia
S/A	camiones sin acoplado, ómnibus de corta distancia y combis de pasajeros
C/A	camiones con acoplado
Semi	camiones con semi-remolque
Otros	todas las categorías que no son vehículos livianos

### Información adicional de la Estación Permanente

#### Censo Cobertura

##### Clasificación

Año	Mes	Horas	Autos y Ctas.	Bus	S/A	C/A	Semi	TMD	Cant. Puestos
2018	6	48	73,4	2,5	5,8	10	8,3	6345	1

**Tabla 2:** Información de Transito. (Fuente: DNV)



### Cálculo de la tasa de crecimiento

Para estimar el crecimiento del volumen de tránsito en el periodo de vida útil de la obra, debemos estimar una tasa de crecimiento económico de la zona:

Se analiza fundamentalmente la producción agrícola de la zona, siendo que esta, con su gran variedad de productos, involucra un buen porcentaje del volumen de vehículos circundantes. Se analiza también el crecimiento que, año a año, tienen tanto el parque automotor como el TMDA de la zona de análisis.

Producción de Provincia del Chaco 2013/2014-2019/2020 (tn)								
	Campaña							
Cultivo	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	r(%)
Soja	1384537	1191340	1020146	1414659	1064920	1038828	1404299	0,20%
Maiz	1079910	577060	1186959	1999884	1604355	1188223	1306732	2,76%
Girasol	157910	272545	504086	711027	688609	706258	452410	16,23%
Algodón	485454	296475	263534	136245	260666	226911	337583	-5,06%
								<b>3,53%</b>

**Tabla 3:** Producción agrícola de la Provincia del Chaco. (Fuente: [www.argentina.gob.ar](http://www.argentina.gob.ar))

Evolución parque automotor Provincia del Chaco (2014-2019)	
Año	Vehículos habilitados para circular
2014	192373
2015	206281
2016	221318
2017	242234
2018	260091
2019	267183
r	<b>4,80%</b>

**Tabla 4:** Evolución del parque automotor. (Fuente: [www.dnrpa.gov.ar](http://www.dnrpa.gov.ar))

Datos de TMDA DNV (Veh/día)	Año						
Tramo	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Machagai-Quitilipi	4950	5100	4650	5300	5100	4850	
Quitilipi- Saenz Peña	5400	5550	5850	6450	6350	5900	r
Promedio	5175	5325	5250	5875	5725	5375	<b>2,04%</b>

**Tabla 5:** Evolución del TMDA. (Fuente: DNV)

Para calcular ahora si la tasa de crecimiento que se va a utilizar en el análisis de tránsito, ponderamos aquellos valores que más incidencia van a tener en el crecimiento real, en este caso la variación del tránsito medio diario anual en el tiempo.

Finalmente, se adopta 3% como tasa de crecimiento.

Ítem	Tasa de crecimiento	Factor de ponderación	Tasa ponderada
Producción agrícola	3,53%	0,2	3,1%
Parque automotor	4,80%	0,2	
TMDA	2,40%	0,6	

**Tabla 6:** Tasa de crecimiento adoptada. (Fuente: Elaboración propia)

### Cálculo de ejes equivalentes para Pavimento Flexible

Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento adoptada, se calcula el TMDA al final de la vida útil:

Vida útil	Año	TMDA
-	2018	6350
-	2019	6541
-	2020	6737
-	2021	6939
Inauguración	2022	7147
1	2023	7361
2	2024	7582
3	2025	7810
4	2026	8044
5	2027	8285
6	2028	8534
7	2029	8790
8	2030	9054
9	2031	9325
10	2032	9605
11	2033	9893
12	2034	10190
13	2035	10496
14	2036	10810
15	2037	11135

**Tabla 7:** Proyección de TMDA sobre calzada principal a 15 años. (Fuente: Elaboración propia)

Con el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y la clasificación vehicular se determinan el número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 kips (80Kn) o ESALs. La conversión de una carga determinada por eje, a ESALs se hace a través de los LEF (factores equivalentes de carga), que transforman el daño que produciría en la estructura del pavimento, el paso de un camión con “n” ejes diferentes en función del daño que producen los ejes estándar. La prueba AASTHO desarrolló fórmulas empíricas para poder obtener los factores de equivalencia según el tipo de pavimento que está siendo solicitado. En nuestro país los factores de equivalencia que se utilizan son los determinados por la Dirección Nacional de Vialidad.

En la siguiente planilla se muestra el cálculo del número de ESALs de 8,2Tn (18.000lbs):



CALCULO DE N					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Ton y 18.000 Lbs					
RUTA NAC N° : 16			PROVINCIA : CHACO		
TRAMO : Machagai-Saenz Peña					
SECCÓN :					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	N° DE EJES ( 1 )	% DE CADA TIPO DE VEHICULOS ( 2 )	FACTOR "C" ( 3 )	( 1 ) * ( 2 ) * ( 3 ) / 100
Automoviles	1.1	2	73,40	0,010	0,015
Jeeps					
Camionetas					
Omnibus	1.1	2	2,50	0,070	0,0035
CAMIONES SIN	1.1	2	3,50	0,600	0,042
ACOPLADOS	1.2	3	2,30	0,380	0,02622
CAMIONES CON	1.1- 1.1	4	1,00	0,600	0,024
	1.1 - 1.2	5	8,00	0,390	0,156
ACOPLADOS	1.2 - 1.1	5	0,00	0,470	0,000
	1.2 - 1.2	6	1,00	0,320	0,0192
SEMI REMOLQUES	1.1.1	3	1,00	0,540	0,016
	1.1.2	4	1,00	0,450	0,018
	1.1.3	5	6,30	0,410	0,129
	1.2.2	5	0,00	0,350	0
			100,00	Fe =	0,4490
VIDA UTIL EN AÑOS =		15	TMDA inicial 2022 =		7147
ÚLTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO =		2018	TMDA 2020 * ( a )		
TMDA CONOCIDO =		6350	Coeficiente ( b )		1,55797
			Factor de crecimiento en la vida útil		
AÑO DE INAUGURACIÓN =		2022	TMDA Final ( TMDA inicial * ( b )		11135
N° de Años para determinar el coef. ( a )		4			
Año de inauguración - Año TMDA conocido					
Coeficiente ( a )		1,1255	Factor por número de trochas ( Fn )		1,0
Crecimiento para el año de inauguración					
TASA DE CRECIMIENTO =		0,03	N° DE EJES EQUIVALENTES 80 KN ( 8,2 Toneladas )		
N = 0,50 * [ (TMDA Final +TMDA Inicial) / 2 ] * 365 * Fe * Fn * 2,2 * vida útil					2,5E+07

**Tabla 8:** Cálculo de Ejes equivalentes para Calzada Principal. (Fuente: Elaboración propia)



### Cálculo de ejes equivalentes para Pavimento Rígido

Para el cálculo del TMDA de las colectoras se supone que por éstas transitarían el 20% del TMDA de la calzada principal y se diseña con una vida útil de 25 años.

Vida util	Año	TMDA
-	2018	1270
-	2019	1308
-	2020	1347
-	2021	1388
Inauguración	2022	1429
1	2023	1472
2	2024	1516
3	2025	1562
4	2026	1609
5	2027	1657
6	2028	1707
7	2029	1758
8	2030	1811
9	2031	1865
10	2032	1921
11	2033	1979
12	2034	2038
13	2035	2099
14	2036	2162
15	2037	2227
16	2038	2294
17	2039	2363
18	2040	2433
19	2041	2506
20	2042	2582
21	2043	2659
22	2044	2739
23	2045	2821
24	2046	2906
25	2047	2993

**Tabla 9:** Proyección de TMDA sobre colectoras a 25 años. (Fuente:  
Elaboración propia)

Al igual que con la calzada principal, se utiliza la siguiente planilla de Excel para calcular el número de ESALs, afectando el resultado con un coeficiente igual a 1,5 por tratarse de pavimento rígido.



CALCULO DE N					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Ton y 18.000 Lbs					
RUTA NAC Nº : 16			PROVINCIA : CHACO		
TRAMO : Machagai-Saenz Peña					
SECCÓN :					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	Nº DE EJES ( 1 )	% DE CADA TIPO DE VEHICULOS ( 2 )	FACTOR "C" ( 3 )	( 1 ) * ( 2 ) * ( 3 ) / 100
Automoviles	1.1	2	73,40	0,010	0,015
Jeeps					
Camionetas					
Omnibus	1.1	2	2,50	0,070	0,0035
CAMIONES SIN	1.1	2	3,50	0,600	0,042
ACOPLADOS	1.2	3	2,30	0,380	0,02622
CAMIONES CON	1.1- 1.1	4	1,00	0,600	0,024
	1.1 - 1.2	5	8,00	0,390	0,156
ACOPLADOS	1.2 - 1.1	5	0,00	0,470	0,000
	1.2 - 1.2	6	1,00	0,320	0,0192
SEMI REMOLQUES	1.1.1	3	1,00	0,540	0,016
	1.1.2	4	1,00	0,450	0,018
	1.1.3	5	6,30	0,410	0,129
	1.2.2.	5	0,00	0,350	0
			100,00	Fe =	0,4490
VIDA UTIL EN AÑOS =		25	TMDA inicial 2022 =		1429
ÚLTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO =		2018	TMDA 2020 * ( a )		
TMDA CONOCIDO =		1270	Coeficiente ( b )		2,09378
			Factor de crecimiento en la vida útil		
AÑO DE INAUGURACIÓN =		2022	TMDA Final ( TMDA inicial * ( b )		2993
Nº de Años para determinar el coef. ( a )		4			
Año de inauguración - Año TMDA conocido					
Coeficiente ( a )		1,1255	Factor por número de trochas ( Fn )		0,9
Crecimiento para el año de inauguración					
TASA DE CRECIMIENTO =		0,03	Nº DE EJES EQUIVALENTES 80 KN ( 8,2 Toneladas )		
N = 0,50 * [ (TMDA Final +TMDA Inicial) / 2 ] * 365 * Fe * Fn * 2,2 * vida útil					9,0E+06
N rigido = N*1,5					1,3E+07

**Tabla 10:** Cálculo de Ejes equivalentes para Colectoras. (Fuente: Elaboración propia)

## 4. Relevamiento fotográfico

### Objetivo del Relevamiento

En el relevamiento se busca verificar en qué estado se encuentran las alcantarillas existentes, fundamentalmente las de escurrimiento transversal, y verificar su ubicación. Posteriormente esta información será usada como variable de entrada para un análisis hidráulico.

La visita se realizó de forma posterior a la existencia de fenómenos de precipitación en la zona, con el claro objetivo de evaluar el comportamiento de la infraestructura en estas situaciones.

También se adjuntan imágenes tomadas con un dron a las intersecciones, mostrando la situación actual del tramo en estudio.

### Relevamiento de Alcantarillas

Se adjunta, una tabla con las alcantarillas de interés presentes en la zona, obtenida a través de datos facilitados por la Dirección Nacional de Vialidad.

Tipo	km
DNV 0-41211-I	153,042
DNV 0-41211-I	153,704
DNV 0-41211-I	156,14825
DNV 0-41211-I	158,4204

**Tabla 11:** Alcantarillas en Zona de Estudio. (Fuente: DNV)

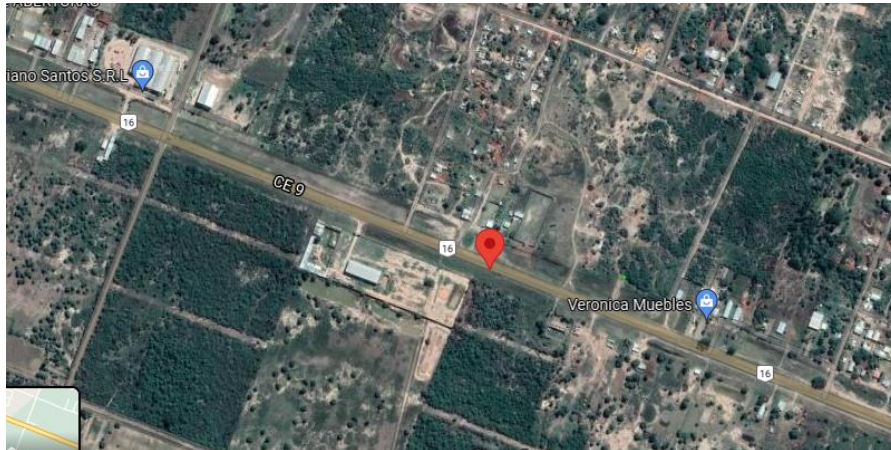
En primer lugar es importante mencionar que la ubicación de las alcantarillas está normalizada con la señalización adecuada.



**Fig. 6:** Señalización referida a la ubicación de alcantarillas.  
(Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)



- Alcantarilla 1: La ubicación exacta es.  $26^{\circ}53'19.4''S$   $60^{\circ}12'09.7''W$ . Progresiva 153,04.



**Fig. 7:** Ubicación de la Alcantarilla 1. Progresiva 153,04. (Fuente: Google Earth)

Acceso imposibilitado por la falta de mantenimiento.



**Fig. 8:** Alcantarilla 1, totalmente tapada por vegetación.  
(Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)

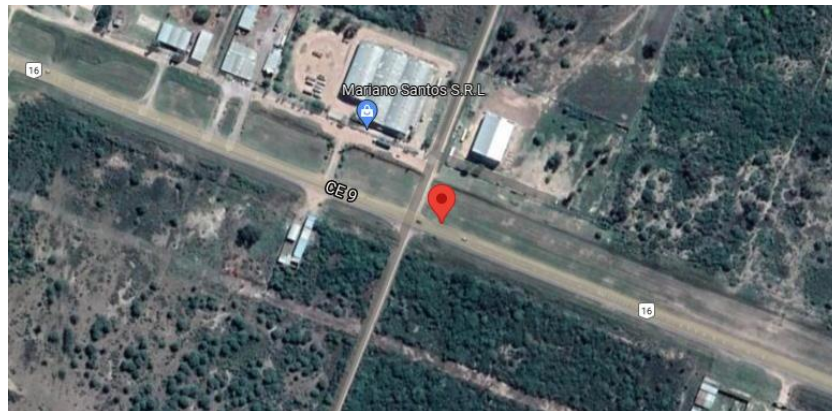
Se tomaron imágenes de las zonas próximas, visualizando la acumulación de agua por tratarse de una zona baja.



**Fig. 9:** Terreno próximo a la alcantarilla dentro de la zona de camino.  
(Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)



- Alcantarilla 2: La ubicación es 26°53'11.5"S 60°12'31.1"W. Progresiva 153,704.

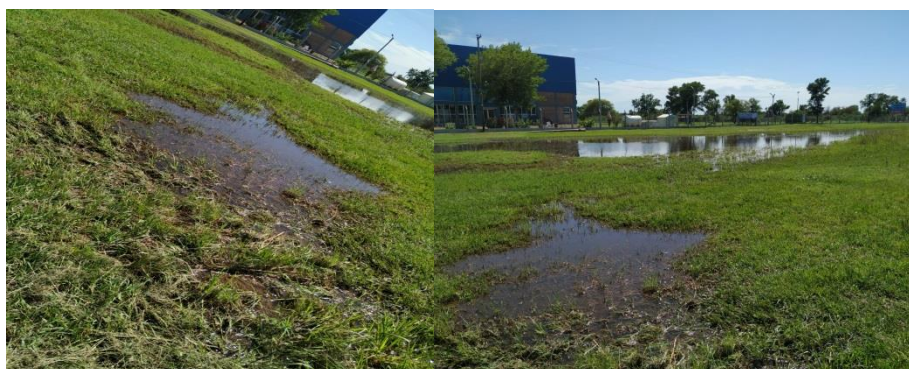


**Fig. 10:** Ubicación de la Alcantarilla 2. Progresiva 153,704. (Fuente: Google Earth)

Acceso imposibilitado por la falta de mantenimiento.



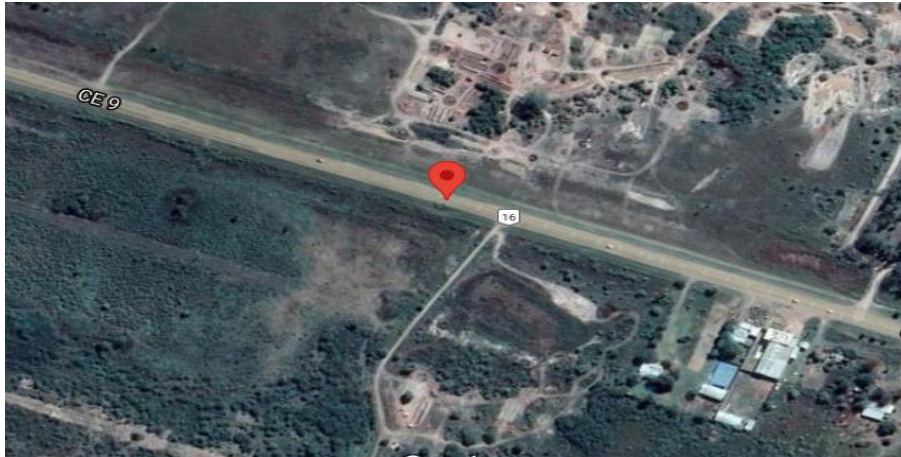
**Fig. 11:** Alcantarilla 2, totalmente tapada por vegetación.  
(Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)



**Fig. 12:** Terreno próximo a la alcantarilla dentro de la zona de camino.  
(Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)



- Alcantarilla 3: 26°52'42.7"S 60°13'53.6"W. Progresiva 156,14



**Fig. 13:** Ubicación de la Alcantarilla 3. Progresiva 156,14. (Fuente: Google Earth).

En este caso, en el que el acceso no se veía imposibilitado por la presencia de vegetación, se procedió a tomar medidas efectivas mediante un metro. Las medidas obtenidas fueron de 2 metros de ancho y 80 cm de alto; se considera 1 metro de altura útil en el caso de que se realicen tareas de extracción de sedimentos acumulados.



**Fig. 14:** Alcantarilla 3. Mantenimiento medio, la vegetación no impide el acceso. (Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)

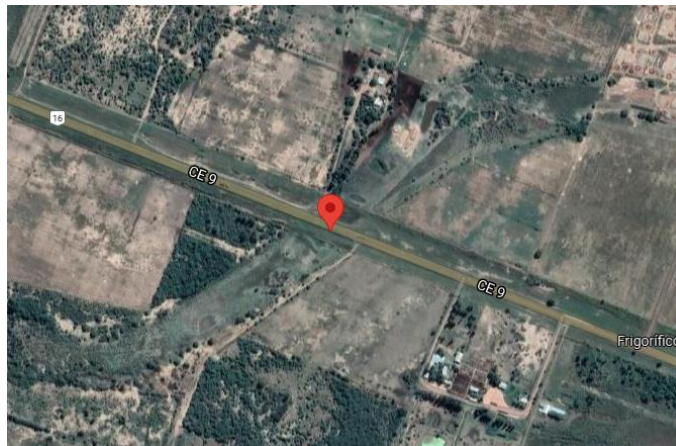


**Fig 15:** Toma de medidas de la alcantarilla 3. Progresiva 156,14. (Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)



**Fig. 16:** Terreno próximo a la alcantarilla dentro de la zona de camino. (Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)

- Alcantarilla 4:  $26^{\circ}52'16.2''S$   $60^{\circ}15'10.4''W$ . Progresiva 158,42.



**Fig. 17:** Ubicación de la Alcantarilla 4. Progresiva 158,42. (Fuente: Google Earth)

Acceso imposibilitado por la falta de mantenimiento.



**Fig. 18:** Alcantarilla 4, totalmente tapada por vegetación. (Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)





**Fig. 19:** Terreno próximo a la alcantarilla dentro de la zona de camino.  
 (Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento)

### Relevamiento de Intersecciones

Para la toma de imágenes de las intersecciones se utilizó un dron con las siguientes características.

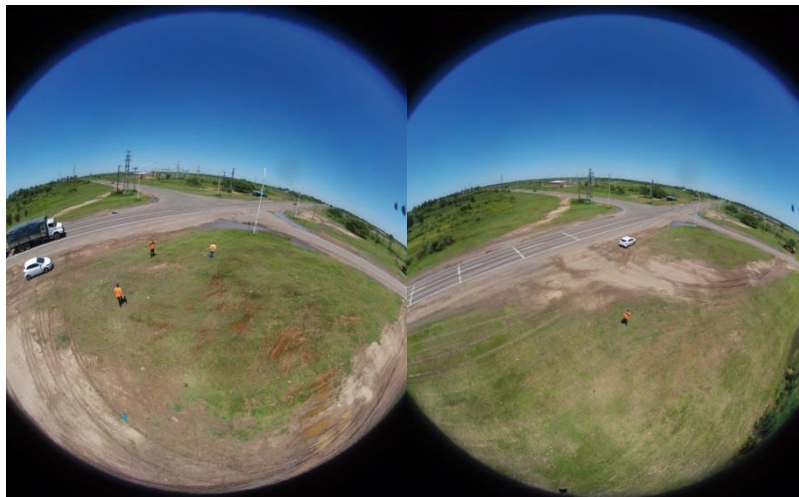
- Marca: Parrot
- Modelo: Bebot Drone.
- Cámara: 14 Mpx.



**Fig. 20:** Imágenes del dron utilizado. (Fuente: Elaboración Propia)

Se procedió a realizar una toma aérea con el instrumento, de las dos intersecciones de mayor jerarquía.

- Intersección RN 16- RP4:



**Fig. 21:** Intersección RN16-RP4. Toma aérea a 30m de altura.(Fuente: Dron)

- Intersección RN16- Acceso Buenos Aires:



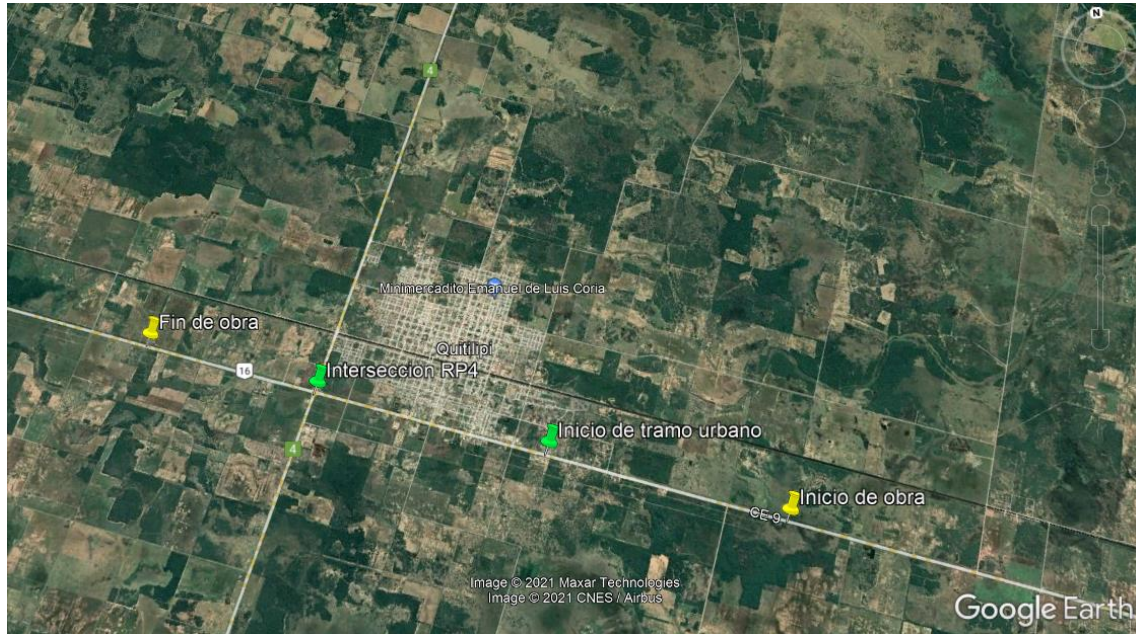
**Fig. 22:** Intersección RN16-Acceso Buenos Aires. Toma aérea a 30m de altura. (Fuente: Dron)

## 5. Adopciones y Consideraciones Geométricas

### Topografía

Debemos aclarar, en primer lugar, que la obra que proponemos ampliar se encuentra emplazada en un terreno llano, con pendientes casi inexistentes; a partir de esta situación, podemos decir que el factor mencionado no tiene gran incidencia en las determinaciones geométricas.

### Zona de análisis



**Fig. 23:** Zona de Análisis. (Fuente: Google Earth)

La extensión total de la obra es de 11km. Como se ve en la imagen, el inicio se da antes de la llegada a la ciudad de Quitilipi, en el km 149, y el fin de la zona de análisis se da en el km 160. Esta longitud total se desprende del propósito de comparar esta alternativa con la que surge de la posibilidad de circunvalar la ciudad y encontrarse en estos puntos nuevamente con la ruta.

Realmente el tramo de tejido urbano en cuestión se da solamente en una longitud de 4km, desde el inicio de la zona urbanizada hasta la intersección con la Ruta Provincial n°4, al norte de la ciudad.

### Transito

Cuando se diseña un camino de estas características, se debe prestar vital atención al nivel de tránsito que deberá soportar en el horizonte de vía útil de la obra. Se consideró entonces, un periodo de diseño acorde a la categoría de la obra y valiéndonos de los datos de registro de tránsito, volumen y clasificación, se determinaron los requerimientos para el periodo analizado.

### Velocidades:

La velocidad que efectivamente van a poder desarrollar los vehículos en una vía depende fundamentalmente de las características físicas del camino, del clima, la presencia o no de otros vehículos y de los límites de velocidad establecidos reglamentariamente.



**Velocidad directriz:** máxima velocidad a la que puede transitar con seguridad, sobre una sección de camino, un conductor de habilidad media manejando un vehículo en buenas condiciones mecánicas, bajo condiciones favorables de: flujo libre, clima, visibilidad y calzada húmeda.

La topografía, como se menciona anteriormente, no es un impedimento, ya que el manual de capacidad recomienda velocidades directrices de 90 a 130km/h para terrenos de características similares.

El tramo de Ruta Nacional 16 que se está analizando podría dividirse en fundamentalmente dos segmentos claramente definidos. Uno de ellos corresponde a un tramo rural, donde la velocidad permitida de circulación es típica de una zona de autovía, 120km/h, dicho tramo tiene una extensión de 6km. El restante, se corresponde con la zona urbana misma de Quitilipi, con una extensión total de 5km, y con una velocidad de circulación permitida de 60km.

Realizando un promedio ponderado de ambas velocidades, podemos decir que dicho valor se fija en 90km/h, promedio para todo el tramo de 11km.

### Análisis de las decisiones

En el primer tramo de la obra planificada, desde el km149 al 153, se genera una duplicación de calzada con un ancho total de 18,2m de calzadas más banquina interna:

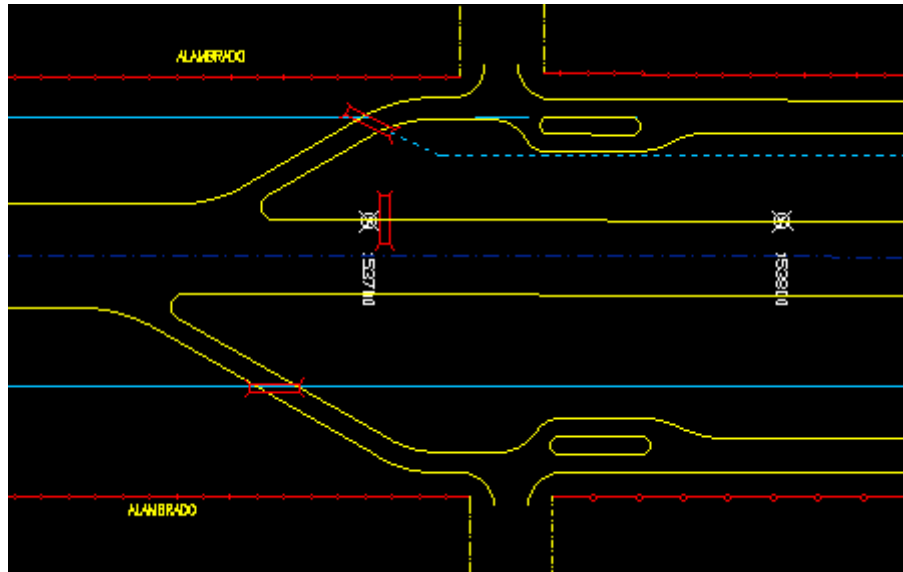
- 3,65m cada calzada (4 calzadas)
- 3,6m de separador central, con NJ de H°.

La travesía urbana de la ciudad inicia en el km 153 y termina luego de su intersección con la RP4. Para este tramo en específico, se proyectó la duplicación de calzada principal, con anchos de 3,65m y una separación central materializada por una baranda de hormigón tipo New Jersey.



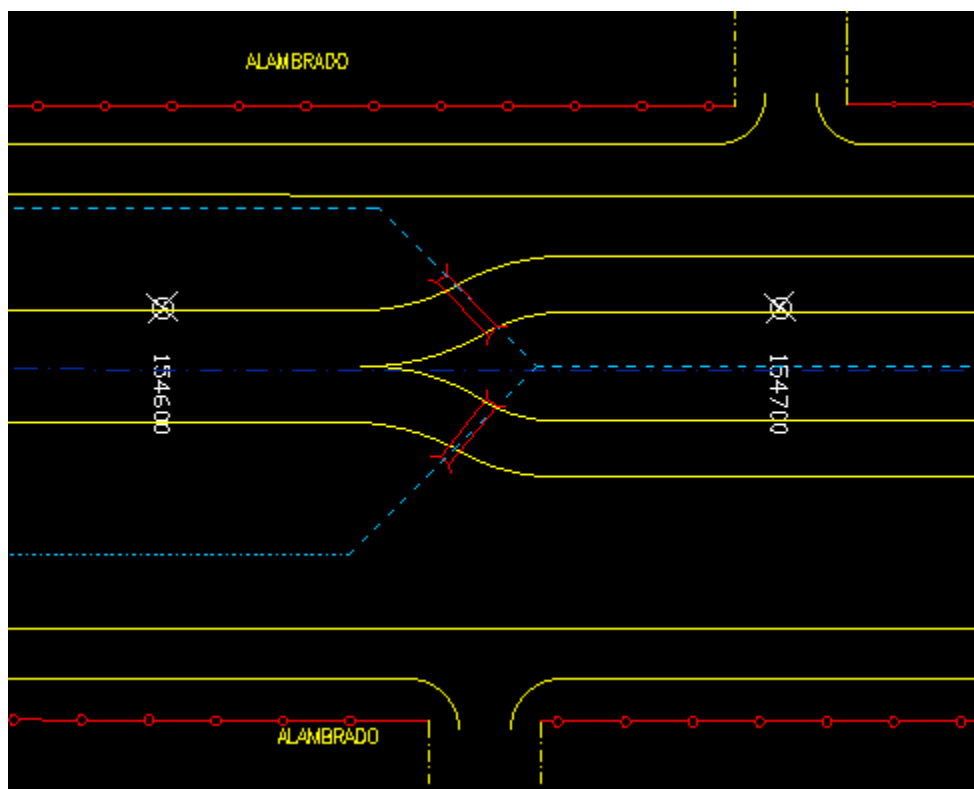
**Fig. 24:** km 153, inicio de colectoras. (Fuente: Google Earth)

En este punto, se da inicio al tramo de colectoras planificado, situación que acompañará todo el tramo de desarrollo urbano.



**Fig. 25:** Plano de bajada a colectoras. (Fuente: Elaboración propia)

En el km 154 prog600 se genera una separación de las calzadas, de forma de que el sistema de cunetas pase por el medio de ambas. Esto se hace una cierta distancia antes del acceso a la ciudad, de forma de poder materializar, en dicho lugar, los giros y retornos correspondientes planificados.



**Fig. 26:** Plano de separación de calzada. (Fuente: Elaboración propia)

En lo que respecta al acceso principal a la localidad, se proyecta un cruce semaforizado de cuatro tiempos (120 segundos) para permitir el paso de cada uno de los vehículos que allí acometen.

Se pensó en primera instancia en concretar en dicho punto un paso sobre nivel de la ruta; la realidad es que el volumen de tránsito perpendicular a esta no justifica dicha solución vial. Es por eso que se adopta un cruce semaforizado.



**Fig. 27:** Acceso principal, elemento a remover. (Fuente: Google Earth)

En el km156 prog600 se da por finalizado el tramo de colectoras, por lo que los vehículos en ese punto se ven obligados a incorporarse a la ruta o bien girar en sentido opuesto.

Para la intersección con la RP4 (km157) se diseña una rotonda tipo moderna, su justificación se mencionara con posterioridad.

Cabe destacar que la realidad del cruce mencionado hoy en día es preocupante, sobre todo en materia de seguridad vial, atendiendo a las situaciones de falta de iluminación, señalización y obra de infraestructura en general. Como es objetivo principal de este trabajo solucionar las demandas de seguridad vial existentes en la zona, se hace énfasis en el análisis de esta rotonda, generando distintas posibilidades de ejecución.



**Fig. 28:** Intersección actual con la RP4. (Fuente: Google Earth)

### Pasarelas

Como la zona que se atraviesa con la obra es plenamente urbana, además de generar el paso perpendicular a esta para el flujo vehicular, es necesario generar el paso para los peatones. Y para ello es necesario hacerlo de la forma más segura posible, canalizando el flujo y permitiendo su paso sin interrupciones.

Copiando la solución que se adoptó en el tramo de autovía de la RN16 de Resistencia a Corrientes, se prevén colocar dos pasarelas peatonales sobre nivel de Hormigón Pre-elaborado.

Los puntos exactos son:

- Km154 prog350.
- Km156 prog150.



**Fig. 29:** Pasarela peatonal en el tramo Rcia-Ctes. (Fuente: Google Earth)





## Colectoras

Se prevé, en todo el tramo urbano que atraviesa la ruta, la construcción de colectoras de hormigón que permitan la conexión de los propietarios frentistas a la ruta con caminos transversales y estableciendo, fundamentalmente, un control de acceso a la duplicación de calzada.

Con esta situación buscamos atender dos demandas fundamentales y que fueron uno de los principales motores motivadores para la realización de este trabajo:

- Resguardar la seguridad tanto de los circulantes por la RN16 como la de los Quitilipenses: Al generar una circulación paralela a la ruta gracias a las colectoras, se logran cruces perpendiculares muy puntuales, dando importancia a la fluidez de circulación de la calzada duplicada y reduciendo los accidentes viales al mínimo.
- Categorizar el desarrollo económico de la zona: Decidimos seguir esta traza de manera de que la ciudad de Quitilipi no pierda el motor económico que hoy en día le representa en paso de la ruta por sobre su límite; gracias a la construcción de colectoras laterales, el acceso a estos locales comerciales será ameno para quienes deseen realizarlo.

## Trazado y alineamientos

En el estudio de trazado de una autovía, es importante considerar la ubicación de los retornos previstos. Es por ello que se plantea su materialización en el km150 de la RN16 (Ver plano de planialtimetría).

Como buena parte de la RN16, la calzada carece de quiebres de alineamientos. La única modificación geométrica que sufren en su desarrollo es la de un ensanche, a veces lateral para salida y entrada de las colectoras y a veces del separador central, para poder materializar los retornos mencionados.

## Sección transversal

Para las velocidades de tránsito y los volúmenes previstos, con un porcentaje de camiones importante en el tramo, los carriles de tránsito serán de 3,65m. Generando entonces un total de 7,3m por calzada. (Ver plano de secciones tipo).

Se prevé la construcción de banquetas pavimentadas continuas en ambos lados de las dos calzadas. Haciendo si, una distinción entre la externa y la interna:

- Externa: 2,5 m pavimentados se consideran suficientes para garantizar el buen funcionamiento de la misma. No debemos olvidar que según el MC (Manual de capacidad), pavimentar más de 2,5m una banquina no genera ningún mejoramiento en los índices de accidentes.
- Interna: forma parte del separador central de 3,6m previsto (Ver plano de secciones tipo).

Otras características importantes:

- La pendiente transversal de cada calzada de dos carriles será de 2%.
- La pendiente transversal de banquetas externas será de 4%.
- Se respetarán valores de pendiente en taludes de entre 1:4 y 1:6.
- Los contras taludes serán de 1:3 o incluso más suaves, permitiendo prácticas de control de erosión y tareas de mantenimiento.



## 6. Diseño de Pavimento

### Consideraciones Generales

Se realiza el diseño estructural de la segunda calzada de la Ruta Nacional N° 16 – Chaco. Tramo: km 149 a 160. Se plantea además, el diseño de calles colectoras de hormigón en sectores puntuales.

El paquete estructural se calculó mediante el método AASHTO 1993, siguiendo los lineamientos de “AASHTO GUIDE OF PAVEMENT STRUCTURES”.

Para la Estructura Flexible se analiza una alternativa compuesta por capas asfálticas sobre capas de base granular y suelo estabilizado con cal con el objeto de maximizar el aprovechamiento de los materiales locales.

### Caracterización de suelo de Subrasante

De acuerdo a la rasante propuesta para la calzada principal, la totalidad de la obra proyectada se prevé en terraplén.

Con el fin de reducir los valores de hinchamiento y mejorar el valor soporte se propone tratar la subrasante con 2% de cal útil vial en los 30 cm superiores, logrando así un valor soporte de diseño de 5% al 95% de la Densidad seca máxima.

Se considera la siguiente correlación entre el Valor Soporte y el Módulo Resiliente:

$$CBR \leq 10\% \rightarrow Mr(ksi) = 1500 * CBR(\%)$$

Para este caso con un CBR = 5% surge un Módulo Resiliente de  $Mr = 7500$  psi.

Para las colectoras, se han estudiado los suelos existentes sobre la traza resultando predominantes los del tipo A6 y A7-6, obteniéndose valores soporte de aproximadamente 3%.

De igual manera que en caso de la calzada principal, se propone mejorar con 2% de cal el suelo del lugar en los sectores de colectoras obteniendo así un valor soporte de diseño de 5% al 95% de la Densidad seca máxima.



## Cálculo Estructural

La metodología contemplada para el diseño de las estructuras flexibles y rígidas, se describen a continuación.

### Estructura flexible para calzada principal

En el manual AASTHO '93 se presentan los ábacos, tablas y valores que se utilizan en el método y una guía detallada para su utilización. En líneas generales, consiste en determinar el Número Estructural necesario (SN<sub>nec</sub>), de acuerdo a la solicitud del tránsito, expresada en ejes equivalentes de 18.000 lbs. (ESALS), la variabilidad de los datos utilizados, determinados por la confiabilidad (R) y el desvío estándar (So) adoptados y las características de la subrasante, expresada por su Módulo Resiliente (MR) en psi, lo cual se realiza mediante el programa EqAASHTO93.

La estructura flexible considerada está compuesta por capas ligadas con concreto asfáltico grado CA30 según normas IRAM y una base granular no ligada (CBR>100%) apoyada sobre un suelo de yacimiento con incorporación de 4% de cal con una resistencia a la compresión mínima de 7Kg/ cm<sup>2</sup>. La subrasante deberá contar en sus primeros 30 cm con un CBR mínimo de 5% e hinchamiento menor al 1%.

Para el cálculo estructural por el método AASHTO se han adoptado los siguientes parámetros:

$$\Delta P.S.I. = P_o - P_t = 4,2 - 2,5 = 1,7$$

**Vida Útil:** 15 años

**Confiabilidad (R):** 85% (Rutas interestatales y autopistas)

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99,9	80-99,9
Arterias Principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

**Tabla 12:** Confiabilidad Recomendada. (Fuente: AASHTO '93)

**Módulo Resiliente de la subrasante (MR):** 7500 psi

**Desvío Standard (So):** 0,44

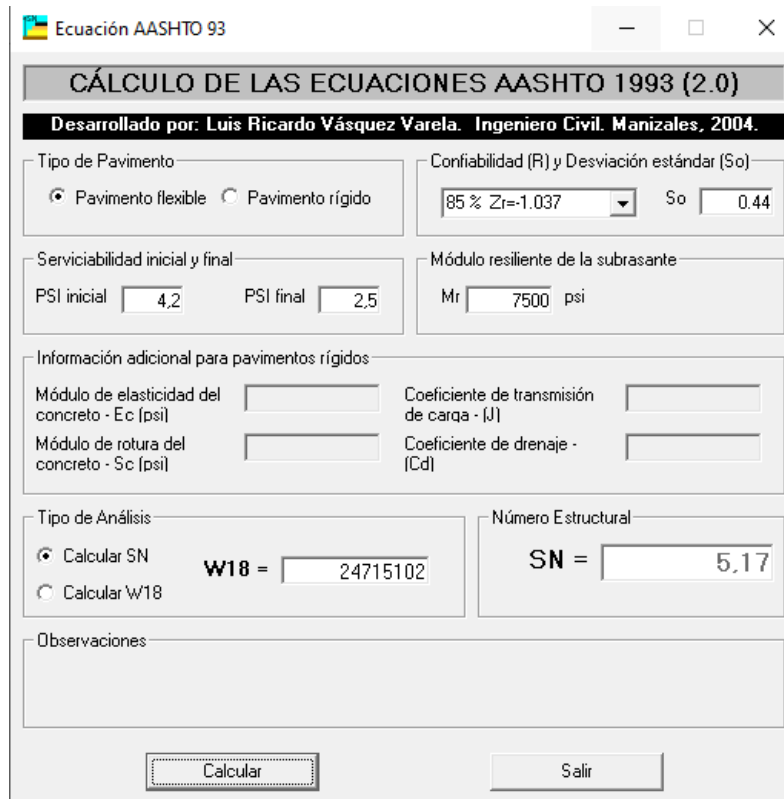
Condición de diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pav. rígidos)
	0,44 (pav. flexibles)
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,39 (pav. rígidos)
	0,49 (pav. flexibles)

**Tabla 13:** Desvío Estándar. (Fuente: AASHTO '93)



**Numero de ejes equivalentes: 24.715.102**

Utilizando el software “EqAASHTO93 versión 2.0” del ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela:



**Fig. 30:** Cálculo de SN necesario en EqAASHTO93.( Fuente: AASHTO '93)

Se obtiene un SN necesario de 5,17

Para la selección de los espesores de capa se emplea la ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 + a_4 \cdot D_4 \cdot m_4 + a_5 \cdot D_5 \cdot m_5$$

Donde  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  y  $a_5$  corresponden a los coeficientes de capa representativos de las capas asfálticas, base granular y suelo cal respectivamente.  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$  y  $D_5$  son los espesores de cada capa,  $m_4$  y  $m_5$  son los coeficientes de drenaje de la base y subbase de suelo-cal; el mismo es función de la calidad del drenaje y del porcentaje de tiempo que la estructura estará sometida a niveles de humedad próximos a la saturación. Este coeficiente se aplica en capas no ligadas.

A continuación, se indican los parámetros resistentes y los valores de aporte de capa 1/cm empleados en la verificación:



Capas	Di (cm)	Ai	Mi
Concreto Asfáltico	5	0,17	1
Concreto Asfáltico	5	0,17	1
Concreto Asfáltico	5	0,17	1
Base	20	0,055	1,15
Subbase	30	0,047	1
Sn Diseño	5,225		

**Fig. 31:** Cálculo de SN de diseño. (Fuente: Elaboración propia)

$$SN \text{ diseño} = 0.17 * 1 * 5cm + 0.17 * 1 * 5cm + 0.17 * 1 * 5cm + 0.055 * 1.15 * 20cm \\ + 0.047 * 1 * 25cm = 5,225 > Sn \text{ nec} = 5,17$$

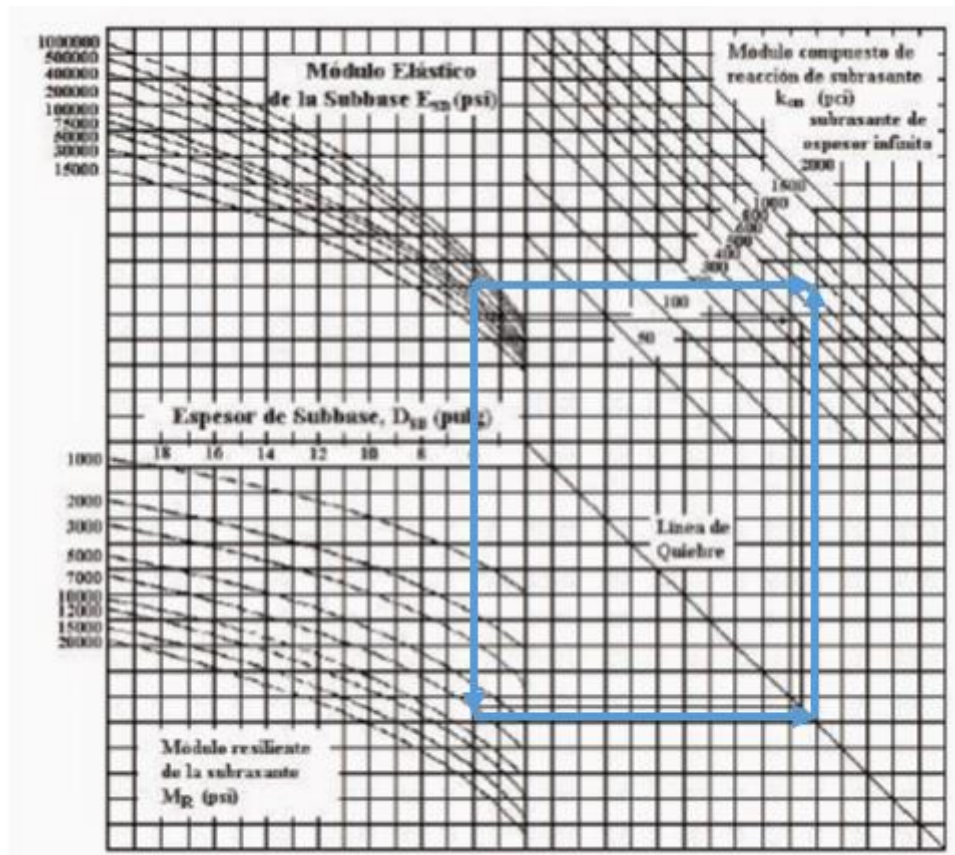
Parte de la calzada existente va a ser aprovechada y puesta en funcionamiento gracias a una rehabilitación utilizando el método de fresado de pavimentos, gracias a esto, se logra en la zona rehabilitada semejantes características físico mecánicas a la que se prevé que se construya en la obra.

### Estructura rígida para colectoras

Para el cálculo de la estructura de hormigón sobre colectoras se utiliza la Guía AASHTO 1993.

El Módulo Compuesto de reacción de la subrasante  $k_{\infty}$  se calcula de la gráfica de la Figura 3.3, página II-39 de la Guía AASHTO 93 en función de los siguientes parámetros:

- Espesor de la base tipo Suelo cemento de 15 cm.
- Módulo Elástico de la Subbase: 1.000.000 psi (suelo - cemento)
- Pérdida de Soporte  $LS = 0$



**Fig. 31:** Determinación de Modulo Compuesto  $k$ . (Fuente: AASHTO '93)

La Subbase está conformada por relleno de densidad controlada de  $R'_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días. Así resulta un  $K$  máximo de 600 pci. Dicho valor no se modifica por pérdida de soporte por tratarse en ambos casos de bases no erosionables.

Para el cálculo estructural por el método AASHTO se adoptan los siguientes parámetros:

**Vida útil:** 25 años

**Confiabilidad (R):** 80% (Colectoras)

**Desviación estándar (So):** 0,39

**$\Delta \text{P.S.I.}$ :** 2,5

**Módulo de reacción de la subrasante (k):** 600 pci

**Módulo de elasticidad del hormigón ( $E_c$ ):** 3800000 psi

**Módulo de rotura del hormigón (Sc): 650 psi**

**Coefficiente de transmisión (J): 3,2 (Pavimento reforzado con juntas)**

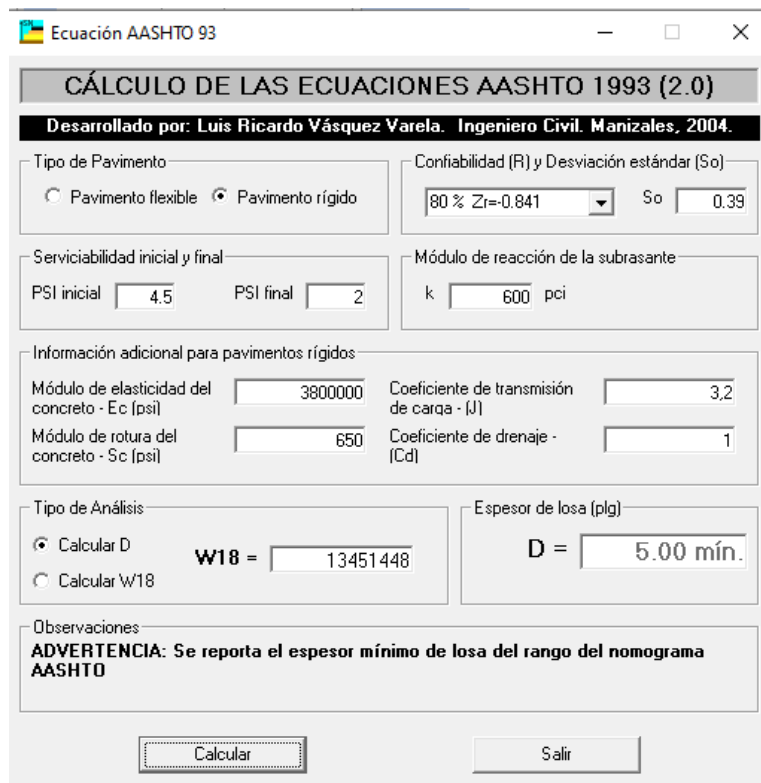
ESAL's (Millones)	Soporte de Borde			
	Pavimento de Hormigón Simple y Reforzado con Juntas (c/pasadores)		Pavimento de Hormigón Simple (s/pasadores)	
	NO	SI	NO	SI
< 0,3	3,2	2,7	3,2	2,8
0,3 a 1	3,2	2,7	3,4	3,0
1 a 3	3,2	2,7	3,6	3,1
3 a 10	3,2	2,7	3,8	3,2
10 a 30	3,2	2,7	4,1	3,4
> 30	3,2	2,7	4,3	3,6

**Tabla 14:** Coeficiente de Transmisión J. (Fuente: AASHTO '93)

**Coefficiente de drenaje (Cd): 1**

**Numero de ejes equivalentes: 13.451.448**

Con estos datos, se procede a utilizar el software "EqAASHTO93 versión 2.0"



**Ecuación AASHTO 93**

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:  
☐ Pavimento flexible ☒ Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So):  
 80 % Zr=-0.841 So 0.39

Serviciabilidad inicial y final:  
 PSI inicial 4.5 PSI final 2

Módulo de reacción de la subrasante:  
 k 600 pci

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	3800000	Coefficiente de transmisión de carga - (J)	3.2
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	650	Coefficiente de drenaje - (Cd)	1

Tipo de Análisis:  
☒ Calcular D **W18 = 13451448**  
☐ Calcular W18

Espesor de losa (plg):  
**D = 5.00 mín.**

Observaciones:  
**ADVERTENCIA: Se reporta el espesor mínimo de losa del rango del nomograma AASHTO**

Calcular Salir

**Fig. 32:** Cálculo de Espesor Mínimo necesario en EqAASHTO93. (Fuente: AASHTO '93)

Se procede a verificar el espesor de losa propuesto al consumo por fatiga y erosión por el método de la PCA 84. El informe se encuentra en el ANEXO.





### Juntas - tipos y distribución

Para el diseño de las Barras de Unión y Barras Pasadoras se utilizan las tablas publicadas por la PCA.

Barras de unión: se colocan para evitar la separación de los bordes, de losas adyacentes, manteniéndolas juntas.

Una vez calculada la separación entre las barras de unión, que de acuerdo con la experiencia no debe ser mayor a 75 cm, la distancia que debe dejarse entre la barra de unión extrema y la junta debe ser igual a la mitad de la longitud calculada. Las barras se deben ubicar en la mitad del espesor de la losa, en las juntas longitudinales

Para su cálculo se utilizan las publicaciones de la PCA, empleando barras conformadas superficialmente de acero de alto límite de fluencia correspondiente a una losa de espesor correspondiente al tramo que se estudie.

Espesor Pavimento (cm)	Tamaño de varilla (cm)	Distancia al extremo libre.			
		305 cm	366 cm	427cm	732 cm
12.7	1.27 x 61	76 cm	76 cm	76 cm	71 cm
14.0	1.27 x 64	76 cm	76 cm	76 cm	64 cm
15.2	1.27 x 66	76 cm	76 cm	76 cm	58 cm
16.5	1.27 x 69	76 cm	76 cm	76 cm	53 cm
17.8	1.27 x 71	76 cm	76 cm	76 cm	51 cm
19.1	1.27 x 74	76 cm	76 cm	76 cm	46 cm
20.3	1.27 x 76	76 cm	76 cm	76 cm	43 cm
21.6	1.27 x 79	76 cm	76 cm	71 cm	41 cm
22.9	1.59 x 76	91 cm	91 cm	91 cm	61 cm
24.1	1.59 x 79	91 cm	91 cm	91 cm	58 cm
25.4	1.59 x 81	91 cm	91 cm	91 cm	56 cm
26.7	1.59 x 84	91 cm	91 cm	91 cm	53 cm
27.9	1.59 x 86	91 cm	91 cm	91 cm	51 cm
29.2	1.59 x 89	91 cm	91 cm	91 cm	48 cm
30.5	1.59 x 91	91 cm	91 cm	91 cm	46 cm

**Tabla 15:** Recomendaciones de Espaciamiento máximo. (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón)

De la tabla anterior se obtienen los siguientes valores:

- Diámetro: 12mm
- Longitud: 76 cm
- Separación: entre 43 cm - 76 cm



**Pasadores:** mediante la utilización de la tabla siguiente, de la misma publicación de la PCA, se obtienen los diámetros y longitudes recomendadas para las barras pasadoras.

Espesor de Losa		Barras Pasajuntas					
		Diámetro		Longitud		Separación	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 15	5 a 6	19	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	1 1/2	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	1 3/4	56	22	46	18

**Tabla 16:** Diámetros y longitudes recomendadas en pasajuntas. (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón)

De la tabla anterior se obtienen los siguientes valores:

- Separación: 30 cm
- Diámetro: 25 mm
- Longitud: 46 cm

Separación máxima entre juntas transversales

En cuanto al diseño de distribución de juntas, de acuerdo a las publicaciones de la PCA y AASHTO: La relación entre largo y ancho de un tablero de losas no deberá estar fuera de los siguientes límites: 0.71 a 1.4.

Y la separación se calcula como:  $SJT = (21 \text{ a } 24) \times D$

Dónde: SJT = Separación de Juntas Transversales y D = Espesor del Pavimento

Normalmente se utiliza el 21 cuando tenemos mayor fricción entre la subbase y el pavimento de hormigón, como en los casos en donde tenemos bases estabilizadas es decir bases con textura muy cerrada. El valor de 24 se utiliza cuando la fricción entre la subbase y el pavimento corresponde a valores normales, como en el caso de subbases granulares. En este caso se deberá utilizar un coeficiente de 21. Para Losa de 20 cm  $SJT = 21 \times 0,20 \text{ m} = 4,20 \text{ m}$

Con lo cual para que se cumpla la relación de lados el ancho de las losas deberá estar comprendido entre:

Para el diseño de juntas se toma una separación de 4m aproximadamente para todas las losas.

## 7. Intersecciones

### Ruta Nacional N°16- Acceso Buenos Aires

#### Introducción

En el proyecto, existe la necesidad de concretar una obra de Seguridad entre los kilómetros 155 progresiva 100 y 155 progresiva 200, en la Intersección entre la Ruta Nacional N°16 y Acceso San Martín, debido a los numerosos accidentes que se producen en dicho tramo por su cercanía a la localidad de Quitilipi, Provincia del Chaco.

El tramo de la Ruta Nacional N°16 cuenta con un TMDA de 6350 vpd, el acceso en contraparte, no cuenta con mediciones certeras; ante dicha situación, y teniendo en cuenta que se trata de un cruce a 90°, se debe prestar especial atención a su diseño para poder disminuir la cantidad de siniestros viales que hoy caracteriza a este cruce.



**Fig.33:** Acceso Principal a la ciudad de Quitilipi. (Fuente: Google Earth)

#### Accidentes

Este acceso a la ciudad es el segundo cruce en orden jerárquico que existe en el tramo de análisis. Es por esta razón que el número de accidentes viales asciende a valores que reclaman una solución urgente desde la ingeniería vial. Es primordial una solución que desde la geometría atienda a las necesidades de quienes convergen a dicho encuentro.

#### Análisis de Alternativas

Al plantear una solución geométrica se deben analizar varios aspectos, considerando que la mejor solución técnica, generalmente es la que tiene mayor impacto desde lo económico.

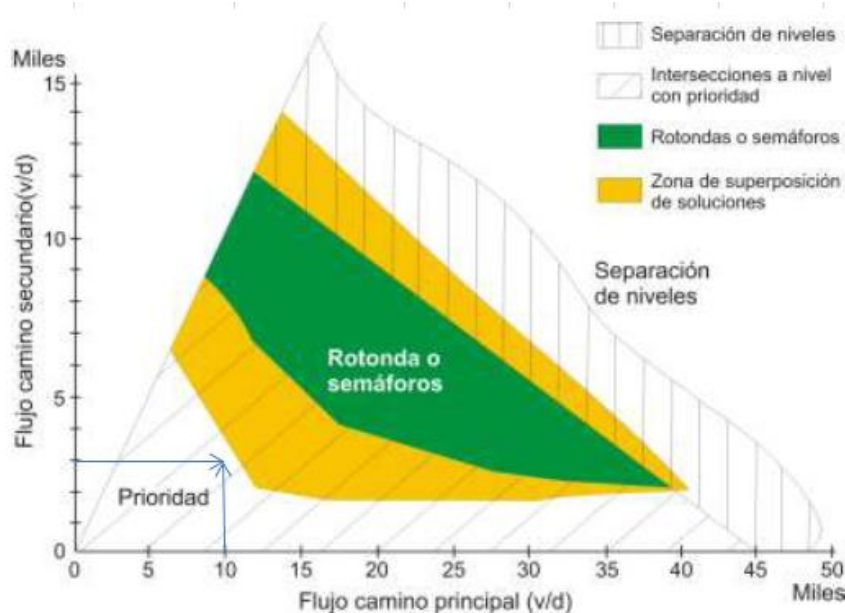
Consideramos los siguientes TMDA:

Tramo	TMDA 2018	TMDA 2032	
RN°16	6350	9605	
Acceso	Desconocido	Desconocido	
* Se estima para el acceso un TMDA final de 3000			

**Tabla 17:** Estimación de TMDA.(Fuente: Elaboración propia)

Se debe considerar que el TMDA final es una estimación que seguramente este muy por encima de la realidad. Pero es una situación hipotética que permitirá adoptar una solución sin inconvenientes a futuro.

Se analiza el siguiente gráfico extraído de Manuales de Carreteras (2010), el mismo permite determinar cuál es la mejor opción en función de los valores de tránsito.



**Fig.34:** Tipo de Intersección basada en flujos de tránsito. (Fuente: IHT, Inglaterra)

En el mismo puede apreciarse que la mejor solución es una intersección a nivel con prioridad.

- **Alternativa 1:** Se considera realizar un cruce debidamente señalizado sin semaforizar. Donde se limitan los movimientos permitidos, analizando la peligrosidad que producen algunos como los giros a la izquierda, sumados a la alta velocidad.
- **Alternativa 2:** Se considera proyectar un cruce a sobrenivel, optando por eliminar los puntos de conflicto entre flujos.
- **Alternativa 3:** Se considera proyectar un sistema semaforizado de 4 tiempos, cediendo en la posibilidad de lograr velocidades altas en un pequeño tramo y sumando minutos de viaje. Con el fin de que ante un meticuloso respeto de las leyes de tránsito se eliminen puntos conflictivos.



## Conclusión

Se opta por un cruce a nivel debidamente semaforizado.

La razón del descarte de la Alternativa 2 es que los TMDA no ameritan económicamente tal solución, aun considerando que es una posibilidad más segura.

El cruce debe ser estudiado durante su vida útil para perfeccionar la semaforización considerando que el flujo es muy cambiante en distintos horarios y las fases e intervalos del ciclo deben ser ajustadas para reducir el tiempo de espera y la congestión y mejorar el rendimiento del tránsito.

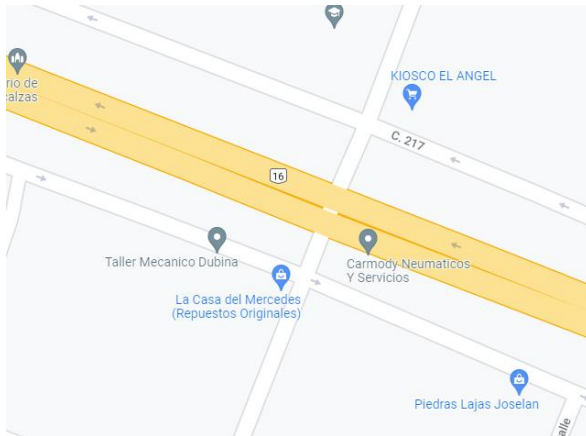
Se han optado por soluciones similares (Cruce de una autovía y una calle de gran jerarquía) en las Ciudades de Sáenz Peña y Resistencia, ambas de la Provincia de Chaco. En la Ciudad de Sáenz Peña, el tramo semaforizado es extenso y abarca una longitud considerable.



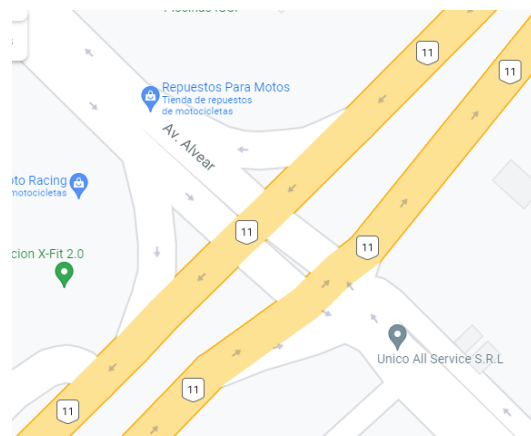
**Fig.35:** Semaforización RN°16- Calle Monseñor Distefano. (Fuente: Google Earth)



**Fig.36:** Semaforización RN11 – Av. Alvear. (Fuente: Google Earth)



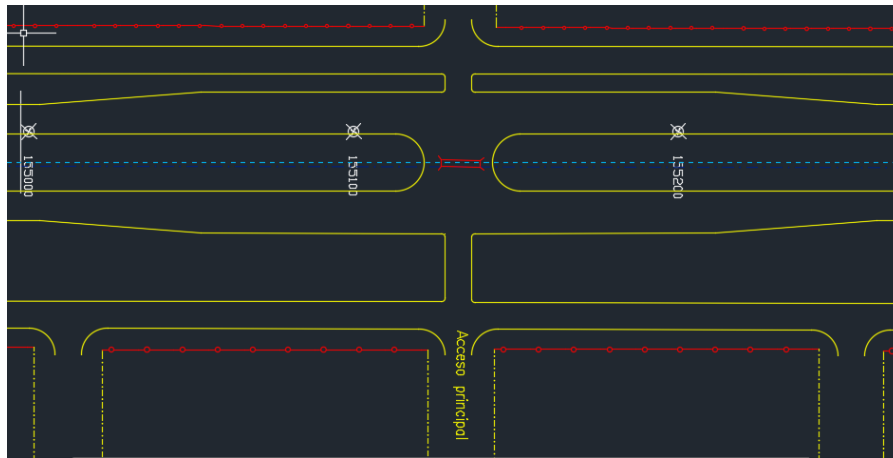
**Fig.37:** RN°16 y Calle Monseñor Distefano, toma superior. (Fuente: Google Earth)



**Fig.38:** Av. Alvear y RN°11, toma superior. (Fuente: Google Earth)

### Descripción de la obra

Se opta por la siguiente geometría.



**Fig.39:** Cruce Acceso Principal. RN°16. (Fuente: Elaboración Propia)

En la misma se observa una separación de ambos carriles de la autovía para facilitar los giros en casos de querer acceder a la ciudad y también un doble cruce incluyendo colectoras para disminuir el flujo cruzado ante conductores que opten esta vía para introducirse a la ciudad.

Se recuerda que el gran problema en los accidentes en la zona son los animales y motociclistas. Los cuales estarán obligados a circular por la colectoras, reduciendo el número de cruces en el camino de mayor jerarquía.

### Intersección Ruta Nacional N°16- Ruta Provincial N°4

#### Introducción

En el proyecto existe la necesidad de concretar una solución vial que aporte seguridad en la intersección entre la Ruta Nacional N°16 y la Ruta Provincial N°4, debido a los numerosos accidentes que se producen en dicho tramo, por su cercanía a la localidad de Quitilipi, Provincia del Chaco.

El tramo mencionado de la Ruta Nacional N°16 cuenta con un TMDA de 6350 vpd actualmente, y la Ruta Provincial N°4 con 900 vpd aproximadamente; con lo cual, al ser un cruce vivo de rutas de gran volumen vehicular, es menester diseñar correctamente este cruce para reducir los siniestros ocasionados.

#### Antecedentes

Según el secretario de Obras Públicas de la localidad de Quitilipi, Osiska Joselo, desde que ocupa ese cargo, se ha planteado la necesidad de crear una rotonda en varias ocasiones, pero la realidad es que nunca se concretó dicha posibilidad.

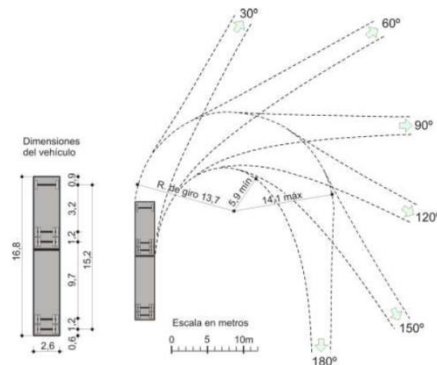
Desde el año 2001 se encuentran realizadas obras de repavimentación o refuerzos, adecuación de terraplenes y cunetas entre otros.

#### Accidentes

El número de accidentes viales que se generan debido a la falta de infraestructura se incrementa periódicamente, con lo cual se debe elegir la geometría que permita limitar tales actos. Se encuentra en estudios posteriores una lista proporcionada por el Organismo Policial del Municipio.

### Vehículo de Diseño

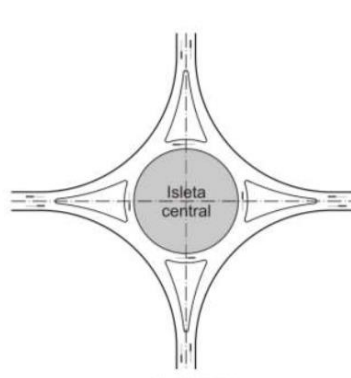
En cuanto a la elección del vehículo de diseño se adopta un W15, considerando que el tamaño y la maniobrabilidad es un factor gobernante en este tipo de soluciones canalizadas. Las dimensiones principales que afectan el diseño son el radio mínimo de giro, el ancho de la huella, la distancia entre ejes, y la trayectoria del neumático interior trasero.



**Fig.40:** Vehículo de Diseño. (Fuente: IHT, Inglaterra)

### Descripción de la obra

Se ha diseñado una rotonda del tipo moderna, de acuerdo al siguiente esquema:



**Fig.41:** Rotonda Moderna. (Fuente: IHT, Inglaterra)

Las rotondas modernas siguen la filosofía de diseño de limitar físicamente las velocidades de los vehículos mediante la deflexión de la trayectoria. Si ocurre un choque será a baja velocidad y en un bajo ángulo de impacto, reduciendo altamente los accidentes y por consecuente demoras en el tránsito.

Esto conlleva a resolver todo movimiento posible, permitir grandes volúmenes de tránsito sin regulación semafórica, sencillez en la comprensión del usuario y es entre un 40 y 70% más segura con respecto a otras intersecciones a nivel.

Hoy en día la intersección es un cruce vivo con un alto índice de accidentes como se muestra en las siguientes figuras:



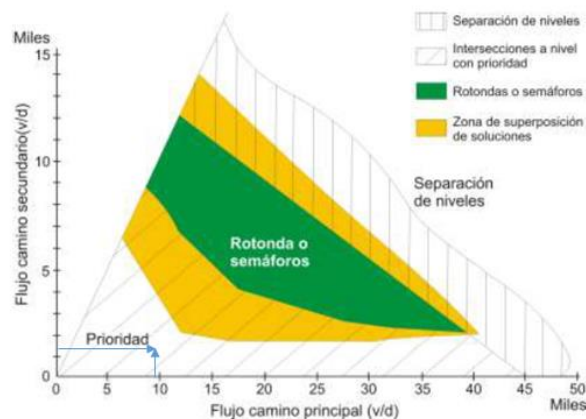
**Fig.42 y Fig.43:** Cruce RP°4 - RN°16 en la actualidad. (Fuente: Google Earth)

En función de los TMDA de los caminos que se intersectan, utilizamos nuevamente la Figura 34.

Tramo	TMDA 2018	TMDA 2032
RN°16	6350	9605
RP° 4	900	1361
* Se estima para la RP° 4 un TMDA inicial de 900		

**Tabla 18:** Estimación de TMDA. (Fuente: Elaboración Propia)

Para nuestro caso la elección del tipo de intersección cumple con los requisitos de seguridad, ya que este tipo de soluciones permite un nivel superior de tránsito al que actualmente tiene la intersección.



**Fig.44:** Tipo de intersección basada en flujo de tránsito. (Fuente: IHT, Inglaterra)



Se han optado soluciones similares como por ejemplo el cruce entre la RN°16 Y La Av. San Martín de Barranqueras:



**Fig.45 y Fig. 46:** Intersección entre RN°16 y Av. Gral. San Martín Barranqueras-Chaco.  
(Fuente: Google Earth)

El proyecto comprende entonces los siguientes trabajos:

1. Ejecución de una intersección del tipo rotonda con concreto asfáltico.
2. Señalamiento vertical y demarcación horizontal.
3. Iluminación del sector.
4. Trabajos complementarios.

## 8. Señalización, Semaforización e iluminación

### Señalización

Para el anteproyecto estudiado, se decide realizar el detalle de los dos cruces fundamentales que tiene el tramo: el acceso principal a la ciudad de Quitilipi y la intersección de la RN16 con la RP4.

Se toma de base el anexo L de la ley 24449 “Ley de tránsito y seguridad vial”. A su vez, con el objetivo de lograr un resultado similar, se usan de guías las decisiones de diseño utilizadas en la rotonda de la Autovía “Nicolás Avellaneda” (RN16) intersección Av. San Martín en proximidades del puente interprovincial “Manuel Belgrano”.

Se adjuntan en anexos los planos de detalle de tipo y ubicación de las señales en cada uno de estos puntos. Además, se adjunta una lista de particularización de cada una de ellas, con características, nomenclaturas y observaciones.

SEÑALES A COLOCAR EN ACCESO A QUITILIPÍ		
Tipo S/ Anexo L.de la Ley Nac.Nº 24.449	Leyenda	Observaciones
I.6		ORIENTACION Sin observaciones
I.8		ORIENTACION Comienzo o fin de zona urbana
P32		ANTICIPO DE DISPOSITIVO Proximidad de semáforo
P.10(b)		ADVERTENCIA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE VÍA Estrechamiento en una sola mano

**Tabla 19:** Señales en Acceso Principal a Quitilipi. (Fuente: Elaboración Propia)

SEÑALES A COLOCAR EN ROTONDA DE RN16 Y RP4		
Tipo S/ Anexo L.de la Ley Nac.Nº 24.449	Leyenda	Observaciones
P.21		ADVERTENCIA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE VIA Rotonda
I.6		ORIENTACION Sin observaciones
R15		LIMITE DE VELOCIDAD MAX.
R15		LIMITE DE VELOCIDAD MAX.
R.22(a)		PASO OBLIGATORIO (derecha)
R1		SEÑAL DE PROHIBICION No avanzar
R28		SEÑAL DE PRIORIDAD
I.22(e)		DIRECCIONES PERMITIDAS Señal Informativa Inicio división canalización de vías. A colocar junto con P2b.
P.2(B)		PANEL DE PREVENCIÓN Panel preventivo advierte la presencia de un objeto rígido

**Tabla 20:** Señales en Rotonda RN16-RP4. (Fuente:  
Elaboración Propia)

## Iluminación

Como parte de la premisa de mejorar las condiciones de seguridad vial, impulsor fundamental de la generación de este anteproyecto, se decide colocar una adecuada iluminación a la totalidad de la obra correspondiente a la travesía urbana.

En estos 11km, tenemos distintas secciones tipo y a esta situación va a responder la necesidad de colocar columnas de iluminación de brazo doble o bien columnas de brazo simple.

En la mayor parte de la travesía urbana, la sección de camino tipo responde al diseño de doble calzada separadas por una defensa de New Jersey central, por lo que en este caso se colocan columnas de iluminación dobles.

Cuando debamos materializar un retorno o bien en el acceso mismo, las calzadas se separan y surge la necesidad de iluminar con columnas de brazos simples.

Designación del tramo	km	Tipo de sección	Columnas a utilizar	Cantidad
Primeros 1000m	153-154	Travesía urbana	Doble	25
Segundos 1000m	154-155	rama de retorno	Simple	25
Hasta llegar a la rotonda 1400m	155-156,4	Travesía urbana	Doble	35
Extras por rotonda	-	-	Simple	8
<b>Total, simples</b>				33
<b>Total, dobles</b>				60

**Tabla 21:** Cuantificación de jirafas de iluminación. (Fuente: Elaboración Propia)

## Semaforización

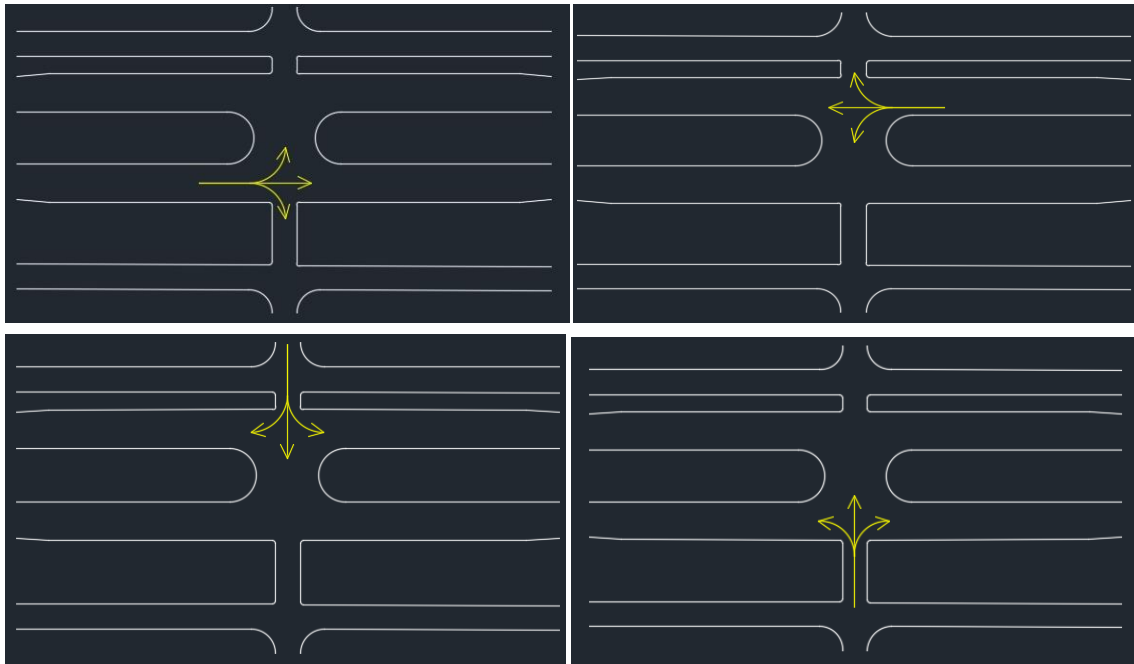
En el caso estudiado, tenemos solo un cruce perpendicular a la ruta, que coincide con el acceso principal a la localidad. Para esta situación, se decide resolverlo con un cruce semaforizado atendiendo a las necesidades tanto de quienes circulan por la RN16, así como de quienes lo hacen de forma transversal.

Como se mencionó anteriormente, el volumen de flujo de tránsito de quienes circulan por el acceso a la ciudad no amerita la construcción de alguna solución vial que involucre un paso a sobre nivel; guiándonos por las recomendaciones del manual de carreteras, se adopta un cruce semaforizado a nivel de cuatro (4) tiempos con un tiempo de ciclo de 120 segundos.

La realidad es que el flujo vehicular que atraviesa la ruta de forma perpendicular no es constante en el tiempo, sino que tiene fuertes variaciones o fluctuaciones en función de las horas picos de funcionamiento de la ciudad; es por eso que, desde nuestro rol, recomendamos fuertemente realizar un estudio integral de distribución de tiempos de reparto, en todo el espectro diario, de manera de generar una solución integral a dicha problemática.

Seguidamente, se hace una descripción gráfica de los sentidos de circulación, y los carriles habilitados para el paso en cada uno de los tiempos de fase:





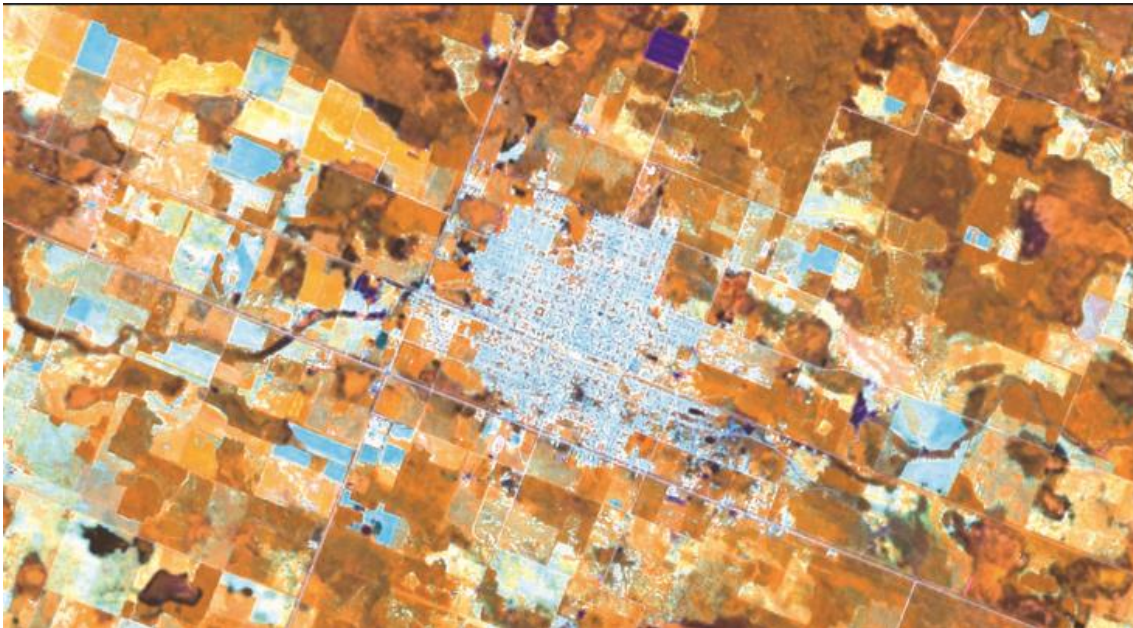
**Fig.47:** Intervalos del Ciclo. (Fuente: Elaboración Propia)

Se comenta con intención de favorecer el entendimiento, que las flechas indicadas en el gráfico representan las posibilidades de movimiento de los vehículos por el carril de origen, no así el destino final de ellos.

## 9. Estudio Hidrológico

Debido a su ubicación geográfica, altitud y características físicas, la ciudad de Quitilipi podría categorizarse como un centro urbano con escasos problemas de inundación. Cuando se genera un fenómeno de precipitaciones, el escurrimiento en la zona urbana es de característica horizontal, con un gran contenido superficial y alcantarillas trabajando por debajo de su capacidad.

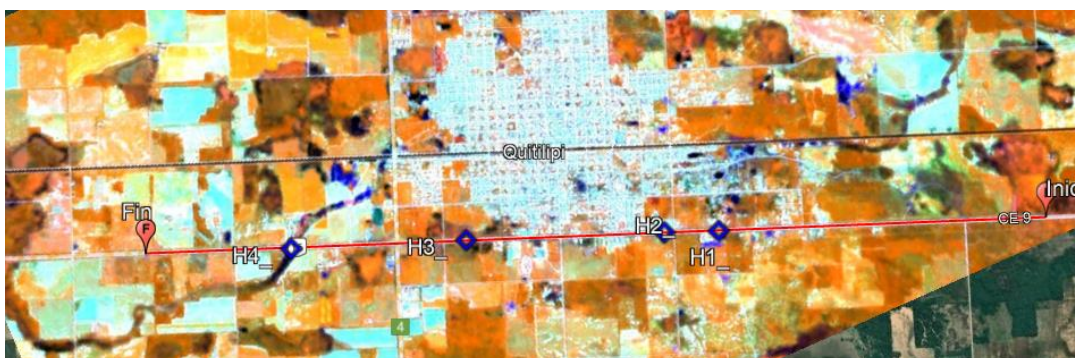
### Análisis de Imágenes Satelitales



**Fig.48:** Imagen Satelital. (Fuente: Satélite Sentinel)

Esta imagen fue extraída el 29-01-2019 a través del Satélite Sentinel, última inundación que se produjo en la zona.

Se puede visualizar en primera medida que no se observan cuerpos de agua, a pesar de que se inundó gran parte de la provincia. De esta forma se concluye que Quitilipi presenta una respuesta rápida en eliminar excesos.



**Fig.49:** Demarcación de alcantarillas. (Fuente: Satélite Sentinel)

Se marca el inicio del tramo de análisis en el km 149 y el fin en el km 160 de la RN16 para su duplicación de calzada. Se encuentran detalladas, además, las 4 alcantarillas de mayor dimensión que permiten el paso del agua en sentido transversal. Se enumeran correspondientemente del 1 al 4.

Tipo	Progresiva	Diámetro(m)	L(m)	Jp(m)	H(m)	Lado
DNV 0-41211-I	2742	-	2	13	2	Izquierdo
DNV 0-41211-I	3404	-	2	15,5	1,5	Izquierdo
De caños	3432,28	1	-	6	-	Izquierdo
De caños	3432,2	1	-	6	-	Derecho
De caños	3514,6	1	-	6	-	Derecho
De caños	3624,65	1	-	6	-	Derecho
De caños	3645,95	1	-	6	-	Derecho
De madera	3717,6	-	0,8	9,5	-	Derecho
De mampostería	3875,2	-	1,8	5	-	Derecho
De caños	3911,2	0,8	-	11	-	Izquierdo
De mampostería	4005,5	-	0,8	9	-	Izquierdo
De caños	4152,5	0,6	-	7	-	Izquierdo
De mampostería	4152,5	-	1,8	13	-	Derecho
De mampostería	4346,5	-	0,8	6	-	Izquierdo
De caños	4472,5	1	-	8	-	Derecho
De caños	4597,5	0,8	-	5	-	Derecho
De mampostería	4606,73	-	0,8	5	-	Izquierdo
De caños	4660,1	0,8	-	4	-	Derecho
De caños	4694,8	1	-	6	-	Derecho
De mampostería	4832	-	1,5	18	-	Derecho
De caños	4950,5	-	1	6	-	Derecho
De mampostería	5008,3	-	0,8	8	-	Izquierdo
De caños	5002	1	-	5	-	Derecho
De mampostería	5192	-	1,5	13	-	Derecho
De madera	5540,5	-	0,8	5,5	-	Izquierdo
De mampostería	5568,5	-	0,8	5	-	Izquierdo
De mampostería	5602,6	-	0,8	5	-	Izquierdo
De caños	5648,4	0,8	-	6	-	Izquierdo
DNV 0-41211-I	5848,25	-	2	20,7	2	Izquierdo
De caños	6274,3	0,8	-	6	-	Izquierdo
No aclara	6769,05	Ubicadas en la intersección de la RP4				Derecho
No aclara	6924,03					Derecho
De mampostería	7211,6	-	0,8	6	-	Derecho
No aclara	7418,7	-	-	-	-	Izquierdo
De mampostería	7415,7	-	0,8	6	-	Derecho
No aclara	7592,3	-	-	-	-	Derecho
De mampostería	7820,7	-	0,8	6	-	Izquierdo
No aclara	8054,2	-	-	-	-	Izquierdo
DNV 0-41211-I	8120,4	-	2	19,5	2	Izquierdo

**Tabla 22:** Resumen de Alcantarillas. (Fuente: DNV)

En el caso de la alcantarilla 3 se presenta una mancha con pequeña diferencia de color que muestra un cuerpo de agua, pero con pequeño espesor superficial, lo cual no impide el funcionamiento de la ruta. No presenta complicaciones de respuesta.



En el caso de la alcantarilla 4, se puede observar un sentido de escurrimiento bien marcado a través de la ruta. El sentido es Noroeste- Sureste.





**Fig.52:** Alcantarilla 4. (Fuente: Satélite Sentinel)

### Análisis hidrodinámico

Para el análisis se adjunta el mapa hidrodinámico de la zona, obtenido gracias a la Administración Provincial del Agua (APA)

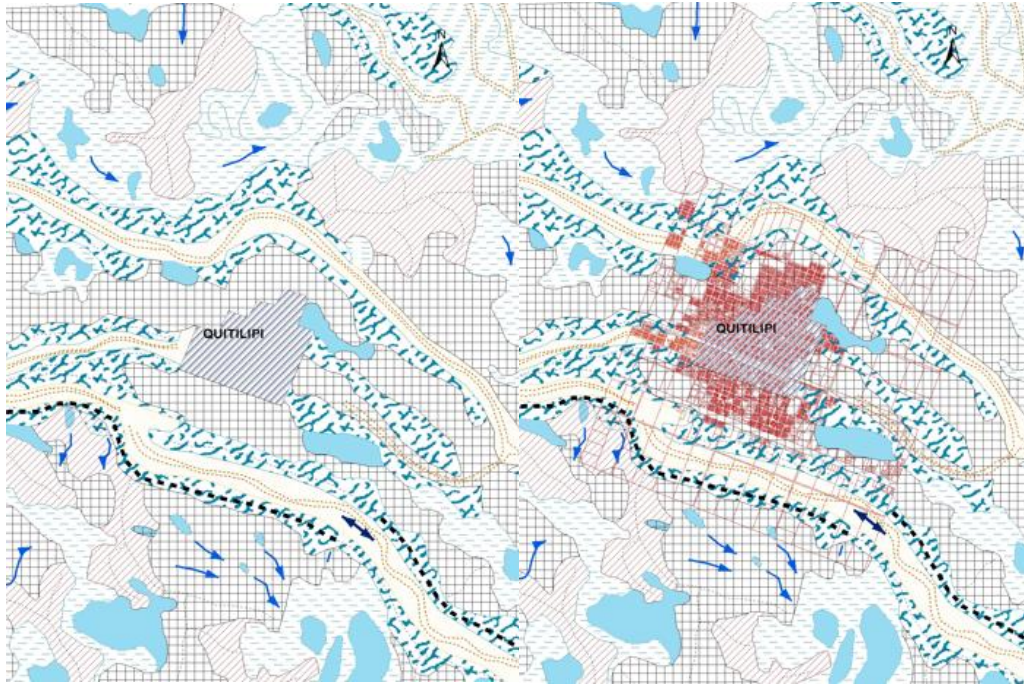
Las imágenes muestran la hidrodinámica de la ciudad, con sus correspondientes referencias. En la misma podemos observar que Quitilipi se encuentra dentro de una zona con niveles de terreno elevados con respecto a sus ciudades vecinas, esta característica permite caracterizar a la ciudad como una zona con altitud interesante, aunque mantenga su desarrollo plano.

Presenta superficies de derrames laterales con un pequeño ancho y longitud bien delimitada en el sentido de la Ruta o Ferrocarril.

Se encuentran delimitada la cuenca con una transfluencia posible, característica de las cuencas llanas. Las zonas inundables se encuentran fuera del área de estudio.

Los escurrimientos se orientan en dirección noroeste sureste siguiendo el escurrimiento natural del agua en la provincia, teniendo en cuenta que pueden ser afectados por los terraplenes artificiales de la zona, como lo son los del ferrocarril y rutas.





**Fig. 53:** Hidrodinámica de la Ciudad de Quitilipi. (Fuente: APA)



**Fig. 54:** Referencias asociadas (Fuente: APA)

### Determinación de las cuencas de Aporte

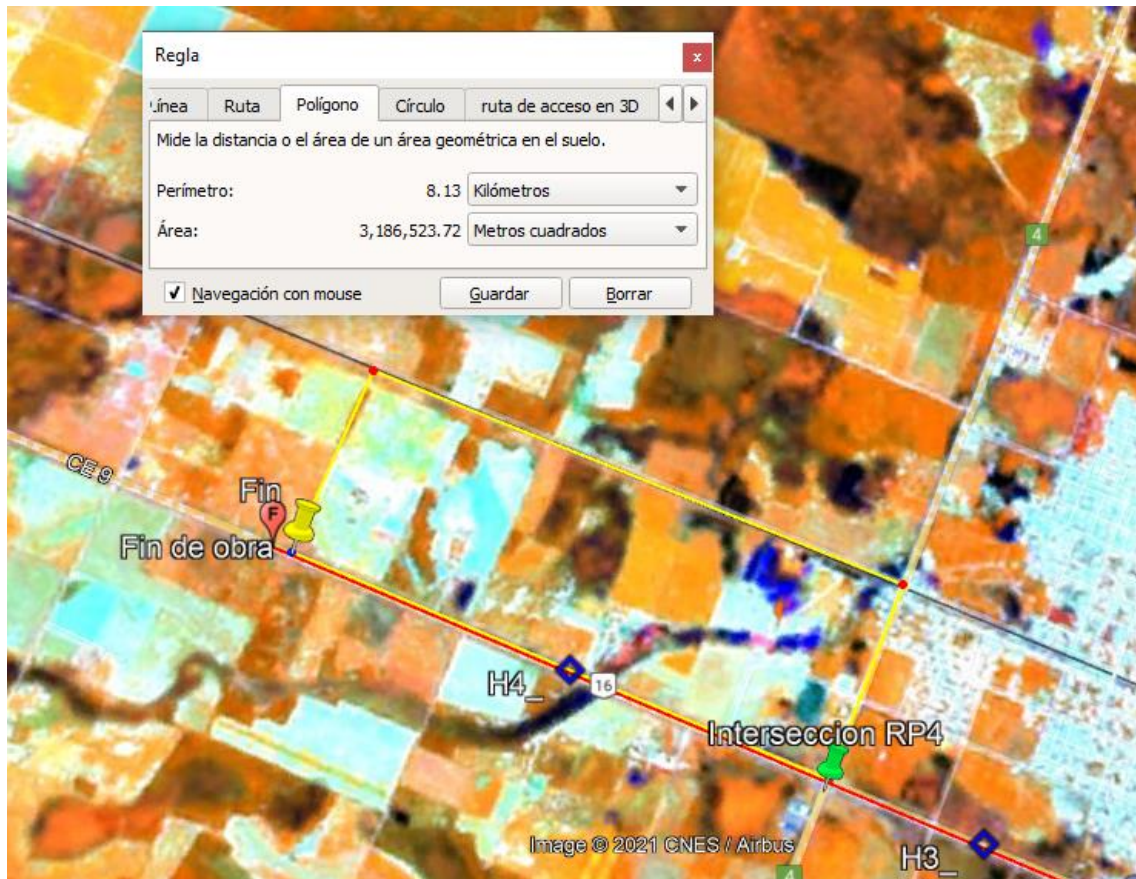
Debido a que las curvas de nivel que se pudieron obtener de organismos oficiales (APA o IGN) presentan una escala excesiva, no es suficiente para poder determinar con certeza una cuenca de aporte en la zona de estudio. Se decidió, por ende, estimar una cuenca de aporte en función del análisis de imágenes satelitales e hidrodinámica aplanado al buen criterio, considerando distintas situaciones críticas y la reacción que tendrían las alcantarillas ante la sensibilidad de estos factores.

Para poder determinar las cuencas de aporte se definen los parteaguas artificiales que afectan el escurrimiento natural del terreno, delimitadas por la línea de ferrocarril y las respectivas rutas, RN16 y RP4. Como la ciudad de Quitilipi en la historia no presenta inundaciones, están cuencas están definidas por los caminos urbanos por donde escurrirá el agua en mayor o menor medida.

De esta forma, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones externas a la RN16:

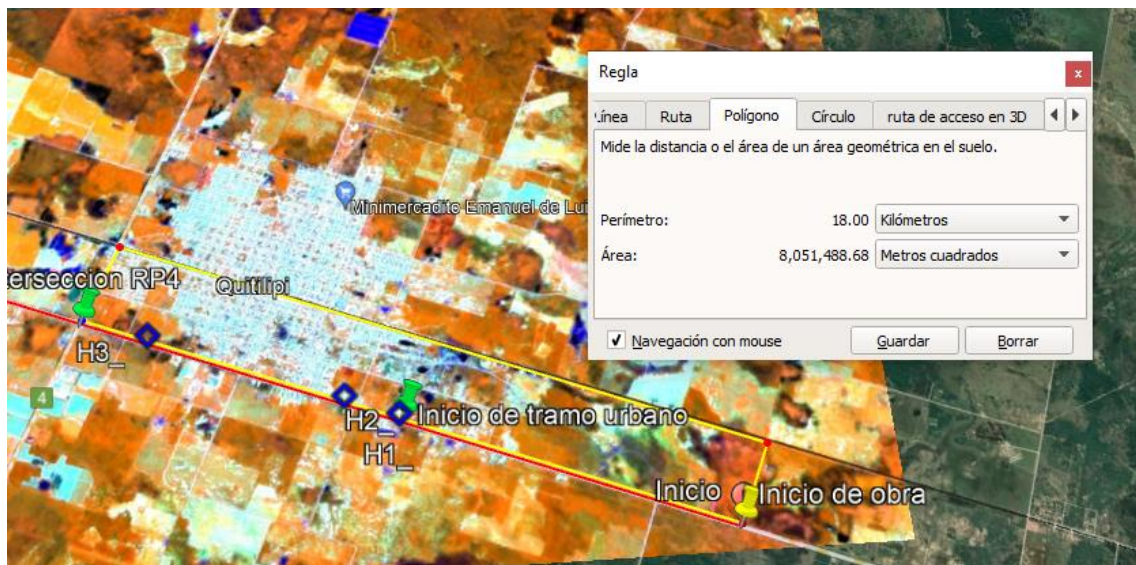
- Parte aguas generado por la existencia de la RP4
- Parte aguas generado por la existencia de la línea del ferrocarril.
- Escurrimiento Hidrodinámico Natural Suroeste-Sureste.

- Esguerrimiento observado en tiempo histórico crítico



**Fig.55:** Área de Aporte de Alcantarilla 4. (Fuente: Satélite Sentinel)

Delimitación de la cuenca de aporte de la alcantarilla 4; vemos que está fuertemente marcada por la presencia de parteaguas artificiales como la RP4 y el ferrocarril.



**Fig.56:** Áreas de Aporte de Alcantarillas 1, 2 y 3. (Fuente: Google Earth)





Las tres alcantarillas restantes existentes van a tener que escurrir el área delimitada entre la RP4, la RN16 y el ferrocarril; debido a esto, se divide esta gran área en tres cuencas de aporte iguales, asignándole a cada alcantarilla una de estas divisiones.

Alcantarilla	Progresiva	Área de aporte (km <sup>2</sup> )
DNV 0-41211-I	2742	2,68
DNV 0-41211-I	3404	2,68
DNV 0-41211-I	5848,25	2,68
DNV 0-41211-I	8120,4	3,19

**Tabla 23:** Resumen de Áreas de Aporte. (Fuente: Elaboración propia)

### Caracterización de precipitaciones

Continuando con el análisis, se definen los parámetros de diseño a utilizar para dimensionar las obras hidráulicas de evacuación de excedentes en este tramo de ruta.

Se realiza un análisis de precipitaciones, de forma de dimensionar la solicitud que va a tener que soportar estas alcantarillas para lograr su funcionamiento efectivo cuando sea necesario.

En primera medida, retomando lo anteriormente mencionado, es importante definir que las cuencas de aporte estudiadas son de tipo “menores” con aporte directo a la ruta y una respuesta considerablemente rápida en la relación precipitación- escorrentía; esto se da debido a que las mismas van a tener un factor de uso de suelo acorde con el entorno en donde están ubicadas (zona urbana de la localidad de Quitilipi).

El análisis para este tipo de cuencas consiste en estimar el histograma de la tormenta de diseño utilizando las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la localidad vecina de Presidencia Roque Sáenz-Peña. Estas curvas fueron aportadas por docentes de la cátedra de Hidrología y Riego y Drenaje, ambos de la Facultad de Ingeniería de la U.N.N.E.

Es menester aclarar que los valores que se muestran se obtuvieron del análisis estadístico realizado a cada una de las series, tomando como válida aquella función de distribución de probabilidad cuyo error cuadrático medio de la variable (ECMV) resultó ser la menor.

Curvas IDF Presidencia Roque Sáenz Peña

TR	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (mm/hs)						
	Duraciones:						
	15 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.
2 años	85.3	66.7	53.2	45.5	35.5	27.9	20.4
5 años	105.7	79.9	65.6	57.6	45.5	36.5	27.5
10 años	116.1	86.5	73.1	65.1	51.3	41.3	31.5
25 años	126.4	93.3	82.1	74.3	57.8	46.6	36.1
50 años	132.4	97.6	88.5	80.9	62.3	50.1	39.2

**Tabla 24:** Curvas IDF Presidencia Roque Sáenz Peña. (Fuente: APA)



Se realiza un ajuste analítico de dichos valores, permitiendo de esta forma representarlos a través de un conjunto de funciones continuas que responden a la siguiente expresión matemática:

$$i = \frac{A}{(Td + B)^C}$$

Siendo:  $A$ ,  $B$  y  $C$  = parámetros de ajuste adimensionales

$i$  = intensidad de precipitación en mm/hs

$Td$  = tiempo de duración en minutos

Esta expresión matemática relaciona la Duración del evento  $td$  con la Intensidad de Precipitación  $Ip$  a través de 3 parámetros de ajuste adimensionales  $A$ ,  $B$  y  $C$  que adquieren distintos valores según el Tiempo de Recurrencia  $Tr$  o la Frecuencia  $F$  asociado.

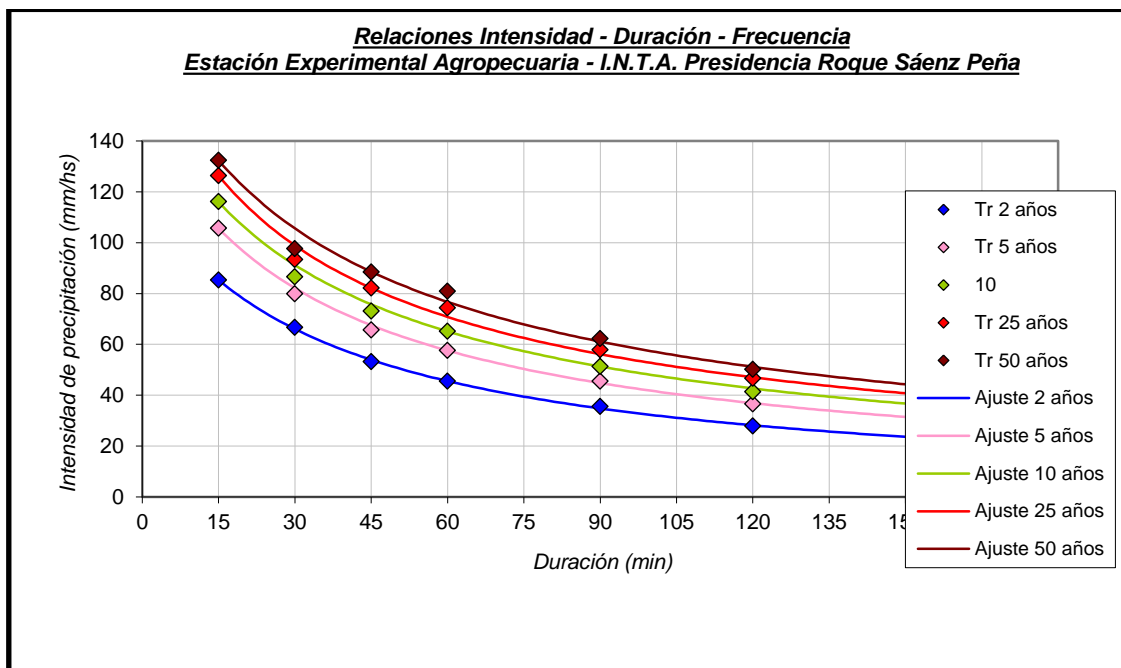
El ajuste realizado se centró en la valoración de aquellos parámetros  $A, B$  y  $C$  que minimizan la sumatoria de los errores absolutos que se cometen al ajustar los pares de valores obtenidos mediante el estudio estadístico (Intensidad de Precipitación – Duración), con los calculados a través de la fórmula matemática.

Los parámetros  $A$ ,  $B$  y  $C$  que mejor han ajustado para las relaciones Intensidad de Precipitación – Duración – Frecuencia sobre las series de datos de pluviografía proporcionados por la estación Experimental del I.N.T.A. en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, se presentan en la tabla siguiente.

Tiempo de retorno	Parámetros obtenidos		
	A	B	C
2 años	4164	35.9	0.990
5 años	2844	29.4	0.868
10 años	2585	29.0	0.820
25 años	2084	24.5	0.762
50 años	2766	30.6	0.796

**Tabla 25:** Parámetros obtenidos. (Fuente: Elaboración Propia)

Con la obtención de los coeficientes  $A$ ,  $B$  y  $C$ , ha sido posible además construir en forma conjunta y en un par de ejes cartesianos, la gráfica de cada una de las relaciones entre la intensidad, la duración y la frecuencia. En el mismo gráfico se han dispuesto los pares de valores intensidad – duración para cada una de las frecuencias analizadas de manera de facilitar la visualización en la bondad del ajuste de las curvas obtenidas con los valores datos.



**Tabla 26:** Curvas IDF Presidencia Roque Sáenz Peña. (Fuente: INTA)

## Precipitación-escorrentía

**Tabla N° 1:** Parámetros de diseño de las obras hidráulicas

Obra Hidráulica	Categoría de la vía	Nivel de recurrencia para el diseño	Nivel de recurrencia para la verificación	Observación
Alcantarillas	Autopista (R16)	Tr= 50 años	Tr= 100 años y que el desnivel entre el hombro de talud aguas arriba y la cota del pelo de agua para dicha recurrencia sea igual o mayor a 0.60 metros	H <sub>min</sub> 1.50m.
Cunetas	Autopista (R16)	Tr= 25 años.		
Desagües urbano y semi urbanos		Tr= 25 años	Tr= 50 años	Al diseñar y verificar las estructuras de cruce de la obra vial con aguas provenientes de la zona urbana o semi-urbana se deberá tener en cuenta que el diseño y verificación de dichas estructuras (puente o alcantarilla) se hagan con la recurrencia establecida para cada estructura.
Colectora	Pavimentada	Tr= 50 años	Pudiendo trabajar al 100%. Se admiten alturas menores a 1,50m	Para estructuras sobre canales o cursos se respetará TR de calzada ppal. Si la obra de arte están aguas abajo se debe mantener la exigencia de la calzada principal por lo tanto el diseño debe ser de 25 años de recurrencia.
	Abovedada	Se contempla la posibilidad de hacer pasar el agua por arriba de la rasante. Queda abierta la opción de diseñar como una colectora pavimentada según el caso.	En caso de que se diseñe sin estructura, verificar que la rasante sea inferior al fondo de la alcantarilla de la calzada principal. Queda abierta la opción de verificar como colectora pavimentada según el caso.	
Zona de bañados Puentes	Autopistas (R16)	Tr= 100 años	Rasante a una altura de 1.20 m por encima del pelo máximo de agua	En el Caso que el nivel de agua determinado según el TR correspondiente no alcance la cota de desborde natural del bañado se establecerá como nueva limitante una cota de 0.60 m por encima de este nivel de desborde. Cada caso se analizará en particular.

**Tabla 27:** Parámetros de Diseño de las Obras Hidráulicas. (Fuente: DNV)

En nuestro caso, analizamos el tiempo de retorno que se corresponde con alcantarillas con una categoría de vía semejante a la de una autopista; vemos que corresponde utilizar un valor de Tr de 50 años.

El siguiente paso es calcular el tiempo de concentración de cada una de esas cuencas de aporte y así poder determinar el tiempo de duración  $t_d$  de la tormenta modelo a utilizar. Para ello, se utiliza la fórmula de Kirpich, para pequeñas cuencas, con un factor de ajuste de 0,4 para el caso de flujo superficial en superficies de concreto o asfalto.





Método	Cuenca 1	Cuenca 2	Cuenca 3	Cuenca 4
L (pies)	3870,4	3476,8	3706,40	5543,20
S (pies/pie)	0,001			
H (pies)	3,28			
Kirpich (min)	25,806	23,761	24,960	34,029

**Tabla 28:** Parámetros de Diseño. (Fuente: Elaboración Propia)

### Desarrollo del método de los bloques alternos

Es fundamental al utilizar métodos de simulación precipitación-escorrentía tener en consideración la distribución temporal del fenómeno de precipitación. Para ello, se utiliza el método del bloque alterno, descrito en el libro “Hidrología aplicada-Ven Te Chow”. Este método, es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva de intensidad-duración-frecuencia, como la mencionada anteriormente correspondiente a la localidad vecina de Presidencia Roque Sáenz Peña.

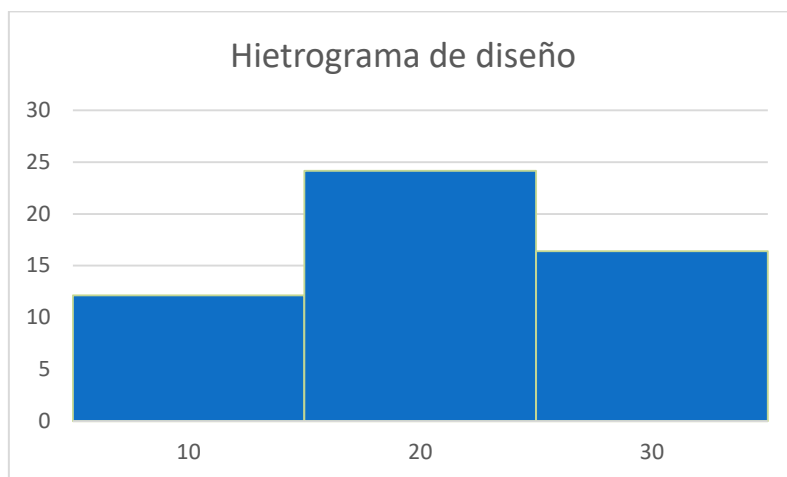
No es objetivo de este trabajo entrar en los fundamentos o explicaciones del método teórico, sino llegar a los resultados que este propone.

Analizando los tiempos de concentración de cada una de las cuencas a modelar, vemos que todos estos valores confluyen en aproximadamente 30min, es por eso que, como decisión de proyecto, se decide considerar a la tormenta de diseño con una duración total de 30min, con intervalos de análisis de 10 minutos.

Duración (min)	Intensidad (mm/h)	Prof. Acum. (mm)	Prof. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Precipitación (mm)
10	145,03	24,17	24,17	10	12,14
20	121,71	40,57	16,4	10	24,17
30	105,43	52,71	12,14	10	16,4

**Tabla 29:** Parámetros de Diseño. (Fuente: Elaboración Propia)

Luego de desarrollado el método, se obtiene un hietograma de esta forma, con el intervalo central con el mayor valor de profundidad de precipitación.



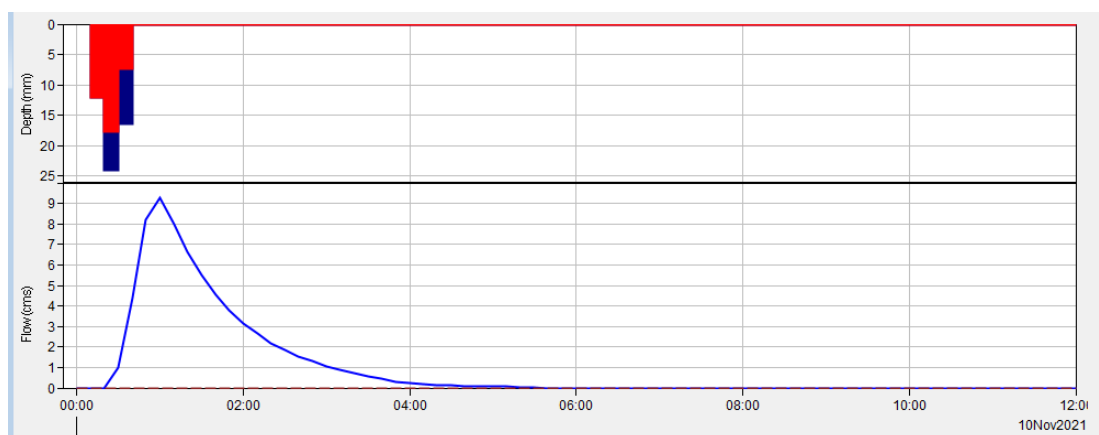
**Fig.57:** Hietograma de Diseño. (Fuente: Elaboración Propia)

### Simulación

Para poder procesar los datos y arribar al caudal pico de descarga se utilizó el programa “HEC-HMS”, utilizando como variables de entrada todas las mencionadas y obtenidas previamente.

#### Cuenca 1:

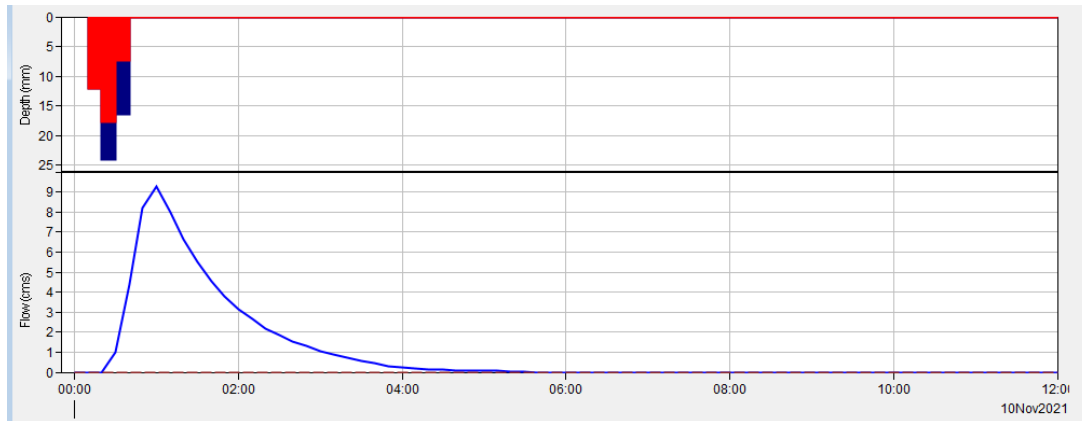
- Área de aporte: 2,68km<sup>2</sup>
- Tiempo de concentración: 25,8m
- Pico de descarga: **9,3 m<sup>3</sup>/seg**
- Volumen descargado: 15,47 mm
- Tiempo al pico: 1 hora del inicio de la tormenta.



**Fig.58:** Hidrograma Resultante. (Fuente: Elaboración Propia)

#### Cuenca 2:

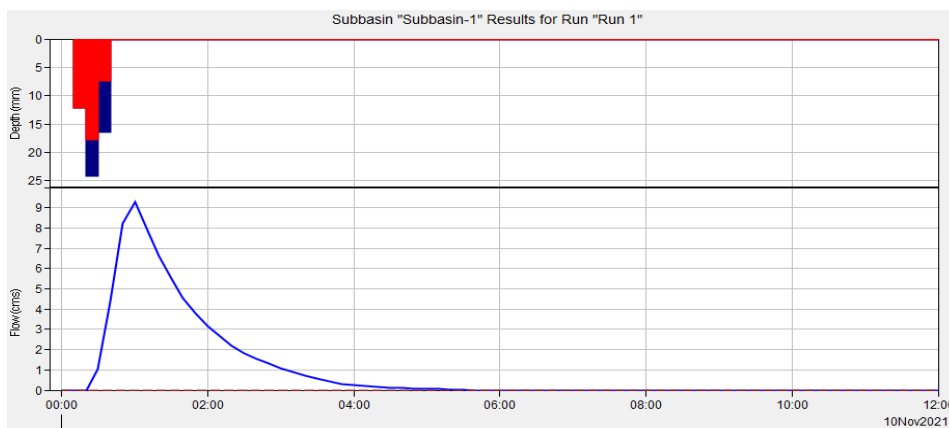
- Área de aporte: 2,68km<sup>2</sup>
- Tiempo de concentración: 23,76min
- Pico de descarga: **9,3 m<sup>3</sup>/seg**
- Volumen descargado: 15,47mm
- Tiempo al pico: 1 hora del inicio de la tormenta.



**Fig.59: Hidrograma Resultante. (Fuente: Elaboración Propia)**

**Cuenca 3:**

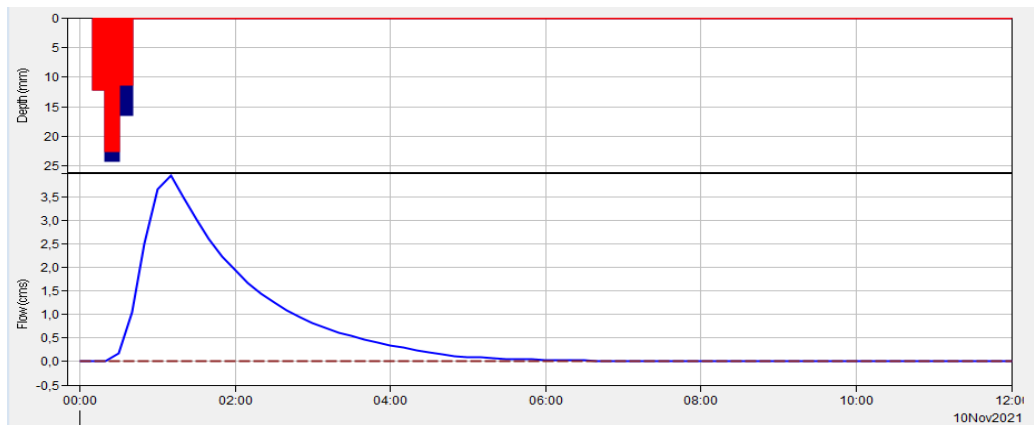
- Área de aporte: 2,68km<sup>2</sup>
- Tiempo de concentración: 24,96min
- Pico de descarga: **9,3m<sup>3</sup>/seg**
- Volumen descargado: 15,47mm
- Tiempo al pico: 1 hora del inicio de la tormenta.



**Fig.60: Hidrograma Resultante. (Fuente: Elaboración Propia)**

**Cuenca 4:**

- Área de aporte: 3,19km<sup>2</sup>
- Tiempo de concentración: 34,03min
- Pico de descarga: **4m<sup>3</sup>/seg**
- Volumen descargado: 6,85mm
- Tiempo al pico: 1:10 hora del inicio de la tormenta



**Fig.61: Hidrograma Resultante. (Fuente: Elaboración Propia)**

### Consideraciones sobre los resultados

Como se puede apreciar, tanto en los hidrogramas resultantes como en los valores resumidos para cada uno de ellos, en las tres primeras cuencas analizadas los resultados son particularmente semejantes, esto se debe fundamentalmente a que sus dimensiones en km<sup>2</sup> son iguales y los tiempos de concentración se diferencian muy poco. A su vez, al tratarse de tres cuencas particularmente urbanas, se utilizó una curva número 80 para su modelación, igual para los tres casos.

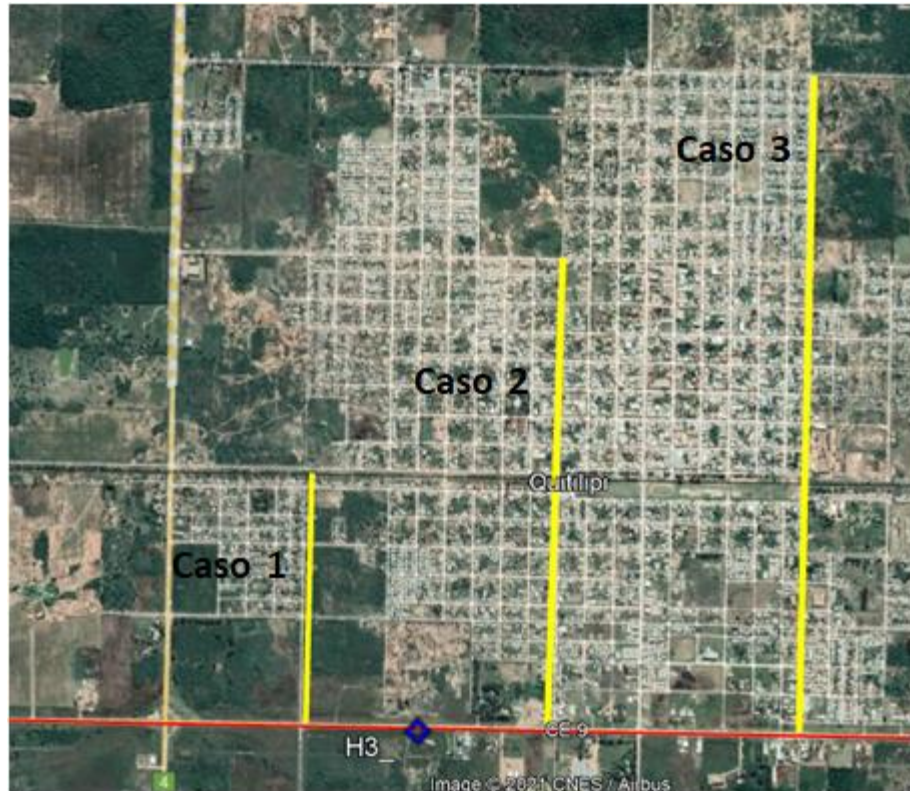
La diferencia clara se ve con la modelación de la cuarta cuenca. Esta se fundamenta principalmente en la diferencia que se da en el valor de área de aporte, de tiempo de concentración, pero por sobre todas las cosas, en el número de curva adoptado para su modelación; al ser una cuenca ya menos urbana, con presencia de pastizales y arboledas se elige utilizar una curva número 70, disminuyendo notablemente el caudal pico y el volumen descargado en la sección de control.

### Alternativas de Áreas de Aporte

Considerando que la estimación del área de aporte se realizó mediante una interpretación de imágenes satelitales, la exactitud de la superficie no es exacta y podría alejarse mucho de la realidad. A diferencia de un área de aporte obtenida a través de curvas de nivel.

Es por ello que se procede a calcular el caudal pico para un área mayor, separando en casos según la distancia perpendicular a la RN16, hacia puntos en donde las imágenes satelitales delatan una separación marcada (camino o delimitaciones parcelarias). De esta manera se podrá analizar en el estudio hidráulico, las dimensiones necesarias de alcantarillas para la demanda registrada.

Se consideran los siguientes casos.

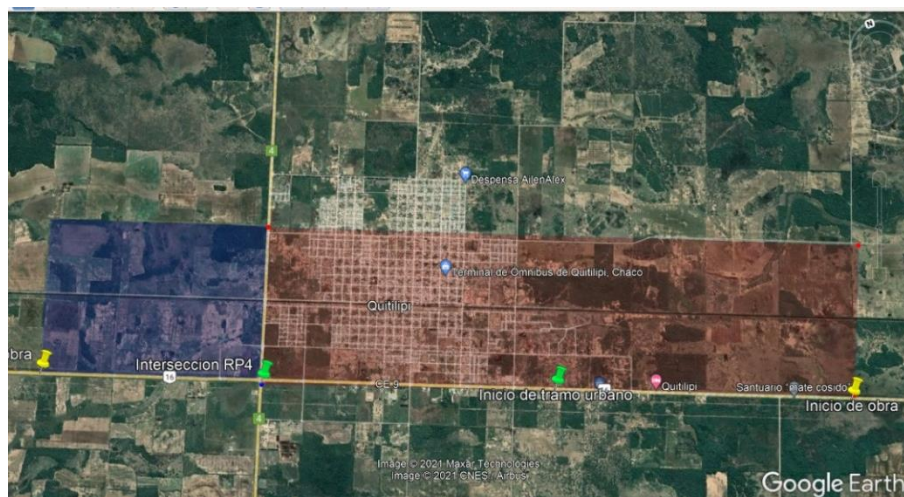


**Fig.62:** Distancias de Área de Aporte. (Fuente: Google Earth)

- Caso 1: Extensión perpendicular de 1,10 km
- Caso 2: Extensión perpendicular de 1,98 km
- Caso 3: Extensión perpendicular de 2,79 km

El caso 1 ya ha sido analizado previamente, donde la extensión es considerando que el ferrocarril actúa como condición de borde para el escurrimiento superficial. Los casos 2 y 3 son considerando que las alcantarillas transversales de dicha estructura generan grandes volúmenes de descarga que permiten que el área de aporte sea mayor.

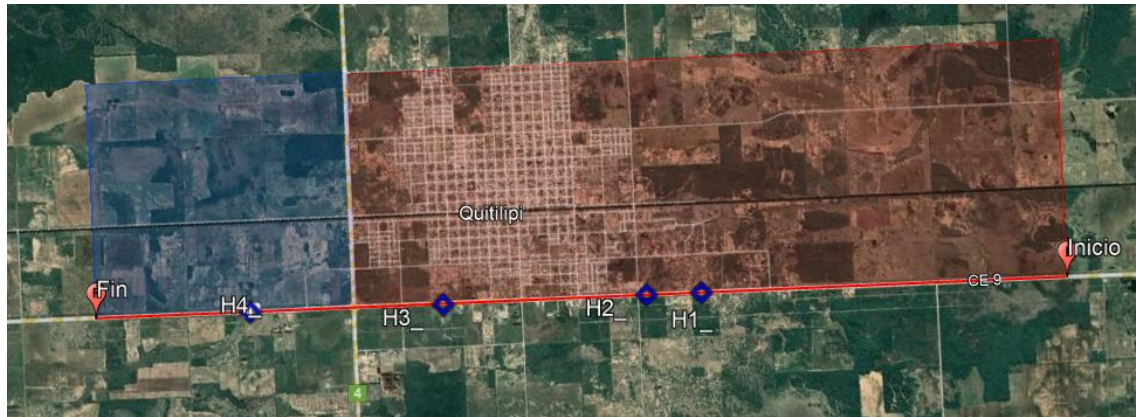
**Caso 2:** Se encuentran marcadas las áreas de aporte, siendo la correspondiente a la Alcantarilla cuatro de: 6,29 km<sup>2</sup> (área azul) , y la correspondiente a las restantes tres de: 16,74 km<sup>2</sup> (área roja).



**Fig.63:** Área de Aporte, Caso 2. (Fuente: Google Earth)



**Caso 3:** Se encuentran marcadas las áreas de aporte, siendo la correspondiente a la Alcantarilla cuatro de:  $8,75\text{km}^2$  (área azul), y la correspondiente a las restantes tres de:  $24,2\text{ km}^2$  (área roja).



**Fig.64:** Área de Aporte, Caso 3. (Fuente: Google Earth)

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: simulation\_2    Simulation Run: Run 1

Start of Run: 10nov2021, 00:00    Basin Model: Basin 1  
 End of Run: 10nov2021, 12:00    Meteorologic Model: Met 1  
 Compute Time: 17nov2021, 09:53:11    Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements    Volume Units: ☒ MM   ☐ 1000 M3    Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	5,58	20,3	10nov2021, 01:00	15,47
Sink-1	5,58	20,3	10nov2021, 01:00	15,47

**Tabla 30:** Cuadro esquemático de resultados obtenido a través del programa HEC-HMS. (Fuente: Elaboración propia)

Se presenta una tabla resumen de los datos según el caso y área de aporte analizada, teniendo en cuenta que la única diferencia de las demás variables en los casos previos es el área de aporte.



Caso	Alcantarilla afectada	Area de aporte (km2)	Caudal Pico (m3/seg)
1	1	2,68	9,3
	2	2,68	9,3
	3	2,68	9,3
	4	3,19	4
2	1	5,58	19,4
	2	5,58	20,3
	3	5,58	20,3
	4	6,29	7,8
3	1	8,06	28
	2	8,06	29,3
	3	8,06	29,3
	4	8,75	10,9

**Tabla 31:** Cuadro Resumen. (Fuente: Elaboración propia)

## 10. Estudio Hidráulico

### Verificación alcantarilla existente

Debido a la topografía de la zona en que se realiza el análisis, se considera a la alcantarilla trabajando a flujo a superficie libre, con un flujo de funcionamiento subcrítico el 100% del tiempo. En el caso de que esta premisa no se cumpla, será necesario de realizar en la alcantarilla trabajos de mantenimiento y puesta en funcionamiento para mejorar el escurrimiento.

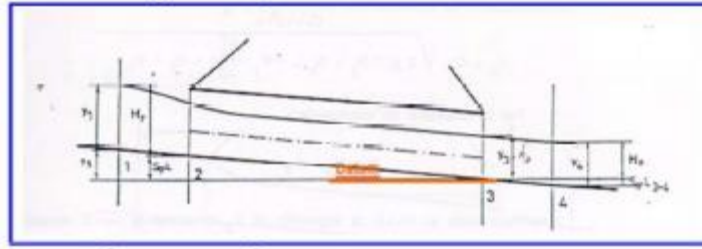
No es objetivo de este trabajo especificar tales tareas, sino realizar un análisis hidráulico de funcionamiento en situaciones ideales de conservación.

Para este caso, el caudal soportado por la alcantarilla será:

$$Q = C * A3 \sqrt{2 * g(Hr + So * L - y3 - Hf2 - 3)}$$

Con:

- C: Coeficiente de descarga.
- A3: Sección transversal de la alcantarilla
- Hr: Altura del pelo de agua en la entrada.
- S0: Pendiente del fondo de la alcantarilla.
- Hf: Perdida por fricción en la alcantarilla.
- L: Longitud del canal en dirección transversal.
- Y3: Tirante a la salida.



**Fig. 65:** Flujo tipo 3. (Fuente: Apunte Aprovechamiento y obras hidráulicas. FI-U.N.N.E.)

$$Hf_{2-3} = \frac{Q^2 * n^2 * L}{A^2 * Rh^{(2/3)}}$$

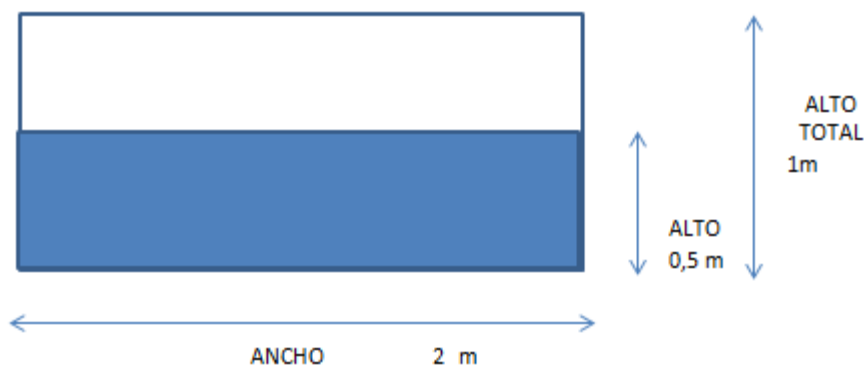
- Con  $Rh = \text{Área} / \text{Perímetro mojado}$ .

**CUADRO 1 – ALCANTARILLA RECTA – DIMENSIONES**

H (m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)	s (m)	g (m)	h (m)	i (m)	j (m)	k (m)	l (m)	m (m)
0.50	0.45	0.20	0.84	$d = nL + (n-1)b + 1.414k$	VARIABLE S/CUADRO 2	0.15	0.33	0.09	0.20	1.36	1.19	0.25	0.08
0.75	0.45	0.25	1.04			0.15	0.29	0.07	0.25	1.61	1.47	0.38	0.10
1.00	0.45	0.25	1.23			0.15	0.29	0.07	0.25	1.88	1.74	0.51	0.10
1.25	0.60	0.30	1.44			0.20	0.42	0.11	0.30	2.26	2.04	0.64	0.12
1.50	0.60	0.30	1.63			0.20	0.42	0.11	0.30	2.53	2.31	0.77	0.12
1.75	0.65	0.35	1.83			0.25	0.47	0.11	0.35	2.81	2.59	0.90	0.14
2.00	0.70	0.40	2.03			0.30	0.52	0.11	0.40	3.09	2.87	1.03	0.14

Se proc en func **Tabla 32:** Dimensiones de Alcantarillas (Fuente: Apunte Aprovechamiento y obras hidráulicas. FI-U.N.N.E.)

1. Considerando el siguiente esquema de la alcantarilla





Se adoptan los siguientes parámetros.

C=	0,8	
A0=	2	m <sup>2</sup>
g=	9,8	
Hr=	0,5	m
S0=	0,04	m/m
L=	20	m
y3=	0,4	m
n=	0,013	por ser H°
Amoj=	1	
Rh=	0,333333	

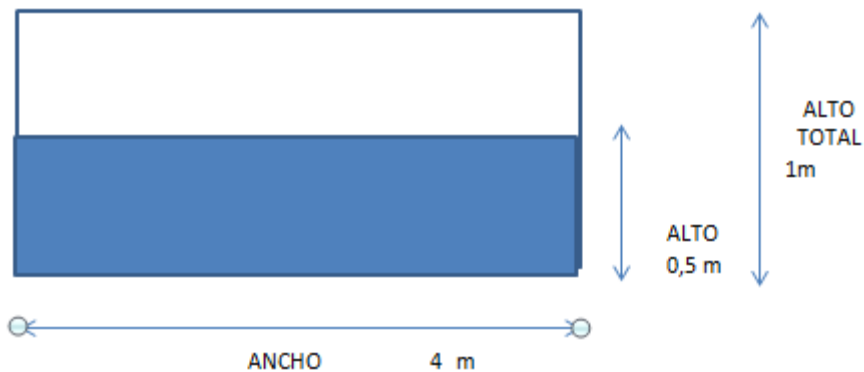
**Tabla 33:** Cuadro Resumen. (Fuente: Elaboración propia)

Se obtienen los siguientes valores finales.

$$Hf2 - 3 = 0,786246$$

$$Q = 10,57694 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Considerando el siguiente esquema de la alcantarilla



Se adoptan los siguientes parámetros.

C=	0,8	
A0=	4	m <sup>2</sup>
g=	9,8	
Hr=	0,5	m
S0=	0,04	m/m
L=	20	m
y3=	0,4	m
n=	0,013	por ser H°
Amoj=	2	
Rh=	0,4	

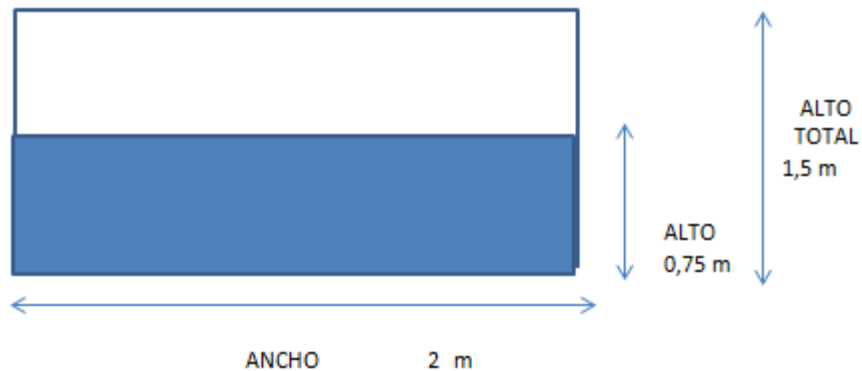
**Tabla 34:** Cuadro Resumen. (Fuente: Elaboración propia)

Se obtienen los siguientes valores finales.

$$Hf2 - 3 = 0,77366$$

$$Q = 22,2947 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Considerando el siguiente esquema de la alcantarilla. En este caso se considera un alto superior a un metro.



Se adoptan los siguientes parámetros.

C=	0,8	
A0=	3	m <sup>2</sup>
g=	9,8	
Hr=	0,75	m
S0=	0,04	m/m
L=	20	m
y3=	0,4	m
n=	0,013	por ser H°
Amoj=	1,5	
Rh=	0,428571	

**Tabla 35:** Cuadro Resumen. (Fuente: Elaboración propia)

Se obtienen los siguientes valores finales.

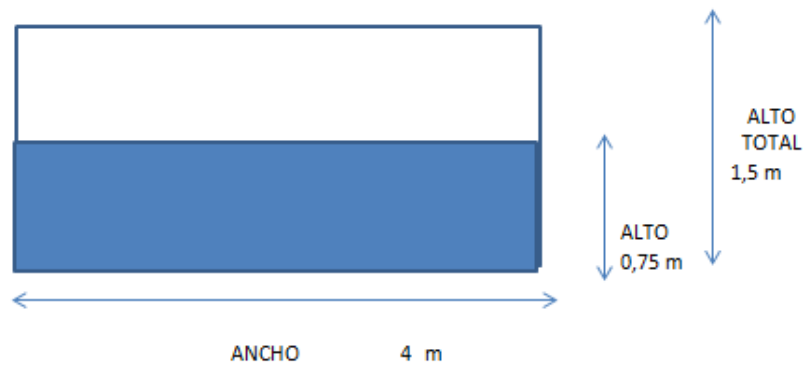
$$Hf2 - 3 = 0,98184$$

$$Q = 19,28983 \text{ m}^3/\text{s}$$





4. Considerando el siguiente esquema de la alcantarilla. En este caso se considera un alto superior a un metro.



Se adoptan los siguientes parámetros.

C=	0,8	
A0=	6	m <sup>2</sup>
g=	9,8	
Hr=	0,75	m
S0=	0,04	m/m
L=	20	m
y3=	0,4	m
n=	0,013	por ser H°
Amoj=	3	
Rh=	0,545455	

**Tabla 36:** Cuadro Resumen. (Fuente: Elaboración propia)

Se obtienen los siguientes valores finales.

$$Hf2 - 3 = 0,9576$$

$$Q = 41,255 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se resume:

Caso de Alcantarilla	Ancho (m)	Alto (m)	Altura de Remanso (m)	Caudal Soportado (m <sup>3</sup> /s)
1	2	1	0,5	10,57694
2	4	1	0,5	22,2947
3	2	1,5	0,75	19,2898
4	4	1,5	0,75	41,255

**Tabla 37:** Cuadro Resumen. (Fuente: Elaboración propia)



### Conclusión del Estudio Hidrológico e Hidráulico.

Se puede concluir que, en el caso de que el área de aporte este totalmente restringida por la línea ferroviaria, las alcantarillas de dimensiones de 2m de ancho y 1 de alto , considerando una altura de remanso del 50%, garantizan la condición de flujo a superficie libre y la demanda de Caudal que exige la zona.

En el caso de que las áreas de aporte se incrementen, se debe optar por una alcantarilla de 4m de ancho y 1m o 1,5m de alto según sea el caso y las limitaciones de proyecto según la topografía de la zona.

Aun así, según la correcta actividad profesional, se debería hacer un estudio topográfico minucioso del lugar de emplazamiento de las alcantarillas para garantizar que el comportamiento sea el mencionado, como así también estimaciones más certeras de las áreas de aporte.

De igual forma es un análisis más profundo, a abordarse en la fase de proyecto.



## 11. Cómputo métrico de la obra

### Generalidades

Se definirá el cómputo métrico de los ítems del anteproyecto desarrollado. Normalmente, el presupuesto de una obra se determina a partir de cuatro etapas:

- Identificación de los ítems de la obra.
- Cómputo de cada uno de los ítems
- Análisis de precios unitarios
- Presupuesto

Una vez realizado el cómputo métrico de cada uno de los ítems en su totalidad, se va a proceder a efectuar la comparación entre los valores obtenidos para este anteproyecto y los correspondientes a la posibilidad de circunvalación. Es nuestro objetivo poner en evidencia la diferencia que se genera entre las posibilidades de mejorar el estado de una ruta actual y la de construir un tramo de ruta desde cero.

### Rubros

En primera medida definimos los rubros de la obra:

- Preparación previa.
- Movimiento de suelos
- Construcciones de alcantarillas de Hormigón armado.
- Construcción de pavimentos de hormigón para colectoras.
- Construcción de la calzada principal.
- Iluminación de calzadas.
- Pasarelas.
- Construcción de NJ.

Como se mencionó, la idea fundamental es poner en evidencia la diferencia en presupuesto que se genera a partir de ambas posibilidades de ejecución. Es por ello que para realizar la comparativa, se usan de base los mismos ítems y rubros desarrollados en el informe de anteproyecto que prevé la circunvalación.

Naturalmente, y como es de esperarse ya que este es solo un estudio preliminar de factibilidad técnica y económica, enmarcado en el concepto de anteproyecto, se podrían mencionar diferentes rubros de una obra tradicional que no son analizados. El presupuesto total solo debe tomarse como un número comparativo entre ambas posibilidades.

Un ejemplo claro es el rubro que considera la colocación de iluminación en la obra. Se realiza el cómputo de cuantas jirafas de uno o dos brazos se deberían colocar en el caso de la travesía urbana; pero no se lo considera en el presupuesto ya que en el anteproyecto de circunvalación no se especificaban la cantidad de estos elementos a colocar.

Se adjunta a continuación:

- Cómputo métrico del anteproyecto de travesía urbana de la localidad de Quitilipi.
- Análisis comparativo del cómputo de ambos anteproyectos.
- Análisis comparativo del presupuesto estimado de ambos anteproyectos con los ítems considerados.



OBRA: AUTOVIA RUTA NACIONAL N° 16TRAMO: QUITILIPI  
Sección: Km. 149,00 - Km. 160,00

**COMPUTOS METRICOS OBRAS  
BASICAS Y PAVIMENTO**

ITEM N°	DESIGNACION	UNIDAD	DIMENSIONES	PARCIAL	TOTAL
1	<b>Preparación previa</b>				
1.1	Limpieza del terreno	Ha	40m x 11000m x 0,40/10000	17,60	17,60
1.2	Relocalización Portal de Bienvenida - Quitilipi	Gl	-	1,00	1,00
1.3	Alcantarillas de Mampostería a Demoler	Un	S/PLANILLA ADJUNTA	18,00	18,00
1.4	Alcantarillas de Caño a Retirar	Un	S/PLANILLA ADJUNTA	15,00	15,00
1.5	Alcantarillas de Madera a Desmontar	Un	S/PLANILLA ADJUNTA	3,00	3,00
2	<b>Movimiento de Suelos</b>				
2.1	Excavación calzada y banquetas	m3	58030,90	58.030,90	58.030,90
2.2	Relleno calzada y banquetas	m3	121730,88	121.730,88	121.730,88
3	<b>Construcciones de Hº: Alcantarillas y Cordón Cuneta</b>				
13,1	Hormigón Tipo "B"	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	27,94	27,94
13,2	Hormigón Tipo "C"	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	0,00	0,00
13,3	Hormigón Tipo "D"	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	134,54	134,54
13,4	Hormigón Tipo "E"	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	39,60	39,60
13,5	Hormigón Tipo "F"	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	0,00	0,00
14	Acero en Barras Tipo Adn Adm 420	Tn	S/PLANILLA ADJUNTA	1,32	1,32
4	<b>Construcción de Pavimentos de Hormigón para colectoras</b>				
4.1	Base de RDC 150 en 0,15m	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	7.544,70	7.544,70
4.2	Pavimento de Hormigón Simple Tipo H-30 en 0,20m	m2	S/PLANILLA ADJUNTA	50.298,00	50.298,00
4.3	Banquina enripiada 0,15m (2,5m)	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	2.272,50	2.272,50
5	<b>Construcción de calzada principal</b>				
5.1	Subrasante con suelo tratado con cal 2%	m3	37.075,50	37.075,50	37.075,50
5.2	Subbase de suelo tratado con cal 4%	m3	37.075,50	37.075,50	37.075,50
5.3	Subbase de suelo tratado con cal 4% Banquina	m3	8.827,50	8.827,50	8.827,50
5.4	Base de estabilizado granular	m3	24.717,00	24.717,00	24.717,00
5.5	Banquina pavimentada base de e.g.	m3	4.413,75	4.413,75	4.413,75
5.6	Base de concreto asfáltico de 0,05m	m2	123.585,00	123.585,00	123.585,00
5.7	Base de concreto asfáltico de 0,05m	m2	149.714,40	149.714,40	149.714,40
5.8	Carpeta de concreto asfáltico calzada de 0,05m	m2	200.200,00	200.200,00	200.200,00
5.9	Carpeta de concreto asfáltico banquina de 0,05m	m2	29.425,00	29.425,00	29.425,00
5.10	Riego de imprimación	m2	231.921,25	231.921,25	231.921,25
5.11	Riego de liga	m2	474.175,63	474.175,63	474.175,63
6	<b>Iluminación de Calzadas</b>				
6.1	Columnas de Brazo Doble (travesía urbana)	Un	S/PLANILLA ADJUNTA	60,00	60,00
6.2	Columnas de Brazo Simple (rama de retorno)	Un	S/PLANILLA ADJUNTA	33,00	33,00
7	<b>Pasarelas</b>				
7.1	Construcción de pasarelas peatonales	Un	-	2,00	2,00
8	<b>Construcción de NJ</b>				
8.1	Volumen de Hormigón	m3	S/PLANILLA ADJUNTA	2047,984	2047,984

**Análisis comparativo entre propuesta de travesía urbana y propuesta de circunvalación**

ITEM N°	DESIGNACION	Unidad	Propuesta de travesía urbana	Propuesta de circunvalación
1	<b>Preparación previa</b>			
1.1	Limpieza del terreno	Ha	17,60	103,02
1.2	Relocalización Portal de Bienvenida - Quitilipi	Gl	1,00	-
1.3	Alcantarillas de Mampostería a Demoler	Un	13,00	-
1.4	Alcantarillas de Caño a Retirar	Un	15,00	-
1.5	Alcantarillas de Madera a Desmontar	Un	2,00	-
2	<b>Movimiento de Suelos</b>			
2.1	Excavación calzada y banquetas	m3	58.030,90	51.868,22
2.2	Relleno calzada y banquetas	m3	121.730,88	538.871,57
3	<b>Construcciones de Hº: Alcantarillas, Cordón Cuneta</b>			
13,1	Hormigón Tipo "B"	m3	27,94	142,04
13,2	Hormigón Tipo "C"	m3	0,00	0,00
13,3	Hormigón Tipo "D"	m3	134,54	601,60
13,4	Hormigón Tipo "E"	m3	39,60	0,00
13,5	Hormigón Tipo "F"	m3	0,00	0,00
14	Acero en Barras Tipo Adn Adm 420	Tn	1,32	7,31



15	Volumen de excavación	m3	0,00	559,20
4	Construcción de Pavimentos de Hormigón para colectoras			
4.1	Base de RDC 150 en 0,15m	m3	7.544,70	-
4.2	Calzada de Hormigón tipo Hp 4.5 en 0,24m de espesor	m2	-	21.575,01
4.3	Pavimento de Hormigón Simple Tipo H-30 en 0,20m	m2	50.298,00	-
4.4	Banquina enripiada 0,15m (2,5m)	m3	2.272,50	-
5	Construcción de calzada principal			
5.1	Subrasante con suelo tratado con cal 2%	m3	37.075,50	
5.2	Subbase de suelo tratado con cal 4%	m3	37.075,50	66.513,18
5.3	Subbase de suelo tratado con cal 4% Banquina	m3	8.827,50	
5.4	Sub-base de suelo arena cemento en 0,15m de espesor	m3	0,00	3.391,45
5.5	Base de estabilizado granular	m3	24.717,00	53.567,00
5.6	Banquina pavimentada base de e.g.	m3	4.413,75	
5.7	Base de concreto asfáltico de 0,05m	m2	123.585,00	0,00
5.8	Base de concreto asfáltico de 0,05m	m2	149.714,40	61.501,16
5.9	Base de concreto asfáltico de 0,07m	m2	0,00	394.526,36
5.10	Carpeta de concreto asfáltico calzada de 0,05m	m2	200.200,00	251.997,77
5.11	Carpeta de concreto asfáltico banquina de 0,05m	m2	29.425,00	
5.12	Riego de imprimación	m2	231.921,25	265.998,43
5.13	Riego de liga	m2	474.175,63	708.799,80
6	Iluminación de Calzadas			
6.1	Columnas de Brazo Doble (travesía urbana)	Un	60,00	-
6.2	Columnas de Brazo Simple (rama de retorno)	Un	33,00	-
7	Pasarelas			
7.1	Construcción de pasarelas peatonales	Un	2,00	-
8	Construcción de NJ			
8.1	Volumen de Hormigón	m3	2.047,98	-

ITEM N°	DESIGNACION	Unidad	Presupuesto Unitario	Propuesta de travesía urbana	Propuesta de circunvalación
1	Preparación previa				
1.1	Limpieza del terreno	Ha	\$ 42.1	\$ 742.190,4	\$ 4.344.344,
1.2	Relocalización Portal de Bienvenida - Quitilipi	Gl	\$ 69,91 3.00	\$ 2 3.000.000,	\$ 13 -
1.3	Alcantarillas de Mampostería a Demoler	Un	\$ 0.000,00 25.0	\$ 00 325.000,0	\$ -
1.4	Alcantarillas de Caño a Retirar	Un	\$ 00,00 25.0	\$ 0 375.000,0	\$ -
1.5	Alcantarillas de Madera a Desmontar	Un	\$ 00,00 25.0	\$ 0 50.000,00	\$ -
2	Movimiento de Suelos				
2.1	Excavación calzada y banquetas	m3	\$ 451,	\$ 26.171.93	\$ 23.392.568
2.2	Relleno calzada y banquetas	m3	\$ 00 1.18	\$ 5,90 143.885.9	\$ ,38 636.946.19
3	Construcciones de Hº: Alcantarillas y Cordón Cuneta				
13,1	Hormigón Tipo "B"	m3	\$ 34.2	\$ 958.176,8	\$ 4.871.829,
13,2	Hormigón Tipo "C"	m3	\$ 24.9	\$ -	\$ -
13,3	Hormigón Tipo "D"	m3	\$ 31,00 30.1	\$ 4.057.581,	\$ 18.143.052
13,4	Hormigón Tipo "E"	m3	\$ 58,00 15.6	\$ 99 620.365,3	\$ ,80 -
13,5	Hormigón Tipo "F"	m3	\$ 65,00 14.7	\$ 3 -	\$ -
14	Acero en Barras Tipo Adn Adm 420	Tn	\$ 99,00 241.	\$ - 318.463,1	\$ - 1.765.167,
15	Volumen de excavación	m3	\$ 473,00 438,	\$ 3 -	\$ 63 245.354,59
4	Construcción de Pavimentos de Hormigón para colectoras				
4.1	Base de RDC 150 en 0,15m	m3	\$ 76 13.6	\$ 70,20 103.105.8	\$ -
4.2	Calzada de Hormigón tipo Hp 4.5 en 0,24m de espesor	m2	\$ 66,00 6.62	\$ -	\$ 143.022.26
4.3	Pavimento de Hormigón Simple Tipo H-30 en 0,20m	m2	\$ 9,07 6.97	\$ -	\$ 8,11 -





4.4	Banquina enripiada 0,15m (2,5m)	m3	6,93 \$	25,14 \$	5,67	12.890.41	-	
5	Construcción de calzada principal		2,35	5,38				
5.1	Subrasante con suelo tratado con cal 2%	m3	\$	\$	1.92	71.294.70	\$	127.902.17
5.2	Subbase de suelo tratado con cal 4%	m3	2,96 \$	3,48 \$	2.92	108.589.3	9,01 \$	-
5.3	Subbase de suelo tratado con cal 4% Banquina	m3	8,87 \$	19,69 \$	2.92	25.854.59	\$	-
5.4	Sub-base de suelo arena cemento en 0,15m de espesor	m3	8,87 \$	9,93 \$	8.12	-	\$	27.540.640
5.5	Base de estabilizado granular	m3	0,61 \$	\$	3.97	98.230.54	,27 \$	212.886.51
5.6	Banquina pavimentada base de e.g.	m3	4,21 \$	8,57 \$	2.17	9.585.561,	6,36 \$	-
5.7	Base de concreto asfaltico de 0,05m	m2	1,75 \$	56 \$	1.59	197.210.7	\$	-
5.8	Base de concreto asfaltico de 0,05m	m2	5,75 \$	63,75 \$	1.59	238.906.7	\$	98.140.479
5.9	Base de concreto asfaltico de 0,07m	m2	5,75 \$	53,80 \$	2.23	-	,58 \$	881.391.62
5.10	Carpeta de concreto asfaltico calzada de 0,05m	m2	4,05 \$	\$	1.39	279.615.3	2,98 \$	351.960.24
5.11	Carpeta de concreto asfaltico banquina de 0,05m	m2	6,68 \$	36,00 \$	1.39	41.097.30	4,98 \$	-
5.12	Riego de imprimación	m2	6,68 \$	9,00 \$	155,	36.052.15	\$	41.349.456
5.13	Riego de liga	m2	45 \$	8,31 \$	97,1	46.066.16	,49 \$	68.859.900
6	Iluminación de Calzadas		5	1,97			,15	
6.1	Columnas de Brazo Doble (travesía urbana)	Un	-	-			-	
6.2	Columnas de Brazo Simple (rama de retorno)	Un	-	-			-	
7	Pasarelas							
7.1	Construcción de pasarelas peatonales	Un	\$	\$	17.0	34.000,00	-	
8	Construcción de NJ		00,00					
8.1	Volumen de Hormigón	m3	\$	\$	14.7	30.308.11	-	
			99,00	5,22				
					<b>\$1.830.271.855,77</b>		<b>\$2.642.761.819,58</b>	

**Tabla 38: Cómputo y Presupuestos. (Fuente: Elaboración propia)**

Se adjunta una tabla resumen con los precios finales.

	<i>Propuesta de travesía urbana</i>	<i>Propuesta de circunvalación</i>
<b>Precio Final</b>	<b>\$1.830.271.855,77</b>	<b>\$2.642.761.819,58</b>

**Tabla 39: Tabla Resumen de Precios Finales. (Fuente: Elaboración propia)**



## 12. Evaluación Socio-Económica

### Análisis cuantitativo

#### Introducción

Se evalúan de manera comparativa las dos alternativas desarrolladas como tramo de autovía, la circunvalación propuesta por la UTE Baires-Serman y la duplicación de la Travesía Urbana desarrollada en el presente informe.

Los cuatro (4) costos a analizar son:

- Costo de Inversión
- Operación Vehicular
- Mantenimiento
- Expropiación

El costo de inversión se obtiene a partir de un análisis de precios del cómputo obtenido previamente.

Para obtener los costos de Operación vehicular junto al de Mantenimiento se utiliza el software "HDM4".

#### Descripción del software HDM4

El HDM4 (Highway Design and Maintenance Standards Model) es un software patrocinado por el Banco Mundial, se utiliza para el análisis de proyectos de obras viales y a diferencia de otros software de uso vial, este arroja más de un valor solución ante distintos escenarios que el proyectista carga en función de la evaluación social que busca analizar.

"El objetivo del programa es el de optimizar el coste del transporte por carretera, entendido éste como la suma de los costes asumidos por el estado y los costes generados sobre los usuarios. Dentro de los costes de la administración hay que incluir los derivados de la construcción de la carretera y su posterior conservación y mantenimiento. Para el usuario, los costes se avalúan en términos de costes de operación del vehículo: consumo de combustible, coste del tiempo de viaje, costes derivados de accidentes, etc." Cita extraída por *Carolina Núñez; Ignacio Pérez Universidad da Coruña. E. T. S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*

Este programa computacional tiene una documentación asociada, que servirá como la principal herramienta para el análisis, la planificación, gestión y evaluación del mantenimiento, mejora y la toma de decisiones relacionadas con la inversión de carreteras.

Su correcto funcionamiento se basa en la introducción acorde de variables, que permitan que los resultados se asemejen lo mayor posible al proyecto que se desea llevar a cabo.

Simula el estado del pavimento en un determinado tiempo, grado de deterioro. Su objetivo principal es para mantenimiento de carreteras.

#### Análisis de Variables

Un inmenso porcentaje de los datos cargados son por defecto, proporcionados por Vialidad Nacional, como el tipo de moneda o políticas de mantenimiento que son establecidas hace años, los cuales no se profundizarán en el presente informe.

El software se dividirá en cuatro (4) entradas de datos.



- 1- Redes de Carreteras;
- 2- Parque de Vehículos;
- 3- Estándares de Trabajo;
- 4- Proyectos;

**Red de Carretera:** Se trabaja sobre dos posibilidades de ubicación. La primera posibilidad corresponde al tramo de la RN16 desde el km149 al km160. La segunda es un tramo sin pavimentar de tierra, traza en la cual se llevaría a cabo la alternativa si el proyecto se ejecutara.

ID	Descripción	Fecha ult. modif.	Tipo de capa de rodadura	Tipo de firme	Longitud (km)	Ancho calzada(m)	Intensidad de Tráfico	Carriles	Ancho Arcén (m)	Tipo de velocidad/cap	Modelo de tráfico	Zona climática	Clase carretera	IMD TM	IMD TMM	Año de la IMD
T16-QUI	RN16-QUITILIFI-EXISTENTE	14/10/2021	Bituminosa	Mezcla bituminosa sobre base es	11.0	6.90	Ambos ss	2.00	5.00	Two Lane St	Inter-urban	Sub-humid/T	Secondary o	6345.00	0.00	2021
T2-RN16	RN16-QUITILIFI	15/10/2021	Sin pavimento	Tierra	12.6	7.30	Ambos ss	2.00	3.00	Two Lane St	Inter-urban	Sub-humid/T	Primary or Tr	6345.00	0.00	2021

Definición | Geometría | Firme | Estado

Nombre del tramo: RN16-QUITILIFI-EXISTENTE

ID del tramo: T16-QUI-EX

Nombre ruta: T16-QUITI

ID de ruta: T16-QUITI

Tipo de vel/cap: Two Lane Standard

Modelo de tráfico: Inter-urban

Zona climática: Sub-humid/Tropical

Clase carretera: Secondary or Main

Tipo c.rodadura: Bituminosa

Tipo firme: Mezcla bituminosa sobre base estabilizada

Longitud: 11 km

Ancho de calzada: 6,9 m

Ancho de arcén: 5 m

Número de carriles: 2

Trafico

Motorizado: 6345 IMD

No motorizado: 0 IMD

Año: 2021

Sentido: Ambos sentidos

Definición | Geometría | Firme | Estado

Rampas + pendientes: 1 m/km

Curvatura horizontal media: 3 %/km

Velocidad límite: 90 km/h

Altitud: 64 m

Tipo dren: Totalmente alineado y unid

**Fig. 66:** Red de Carretera. (Fuente: HDM4)

Entre los parámetros a cargar se destacan:

- Clase carretera: Primaria es rural, secundaria una mezcla con intersecciones urbanas y terciaria es solamente urbano.
- Trafico: La unidad que se utiliza es IMD, presenta el mismo valor que el TMDA.
- Longitud, ancho de calzada y arcén y el n° de carriles.
- Tipo Firme: Es la característica del terreno, mezcla bituminosa sobre base estabilizada.
- Se introduce la velocidad promedio de todo el tramo. Se considera que el tramo en estudio se divide en dos, según sus características, uno es urbano con 5km de extensión y con un límite de velocidad de 60km/hora ,y por otro lado otro rural con 6km de extensión y una velocidad límite de 110 km/hora en promedio. De manera ponderada, puede estimarse un límite de velocidad del tramo en 90km/hora.

**Fig. 67:** Estado actual de Carretera. (Fuente: HDM4)

Se suman todos los espesores (estabilizado + base + carpeta) para obtener 140mm. Considerando la última repavimentación en el año 1996. El software modela el comportamiento dinámico del material, utiliza cargas dinámicas del mismo.

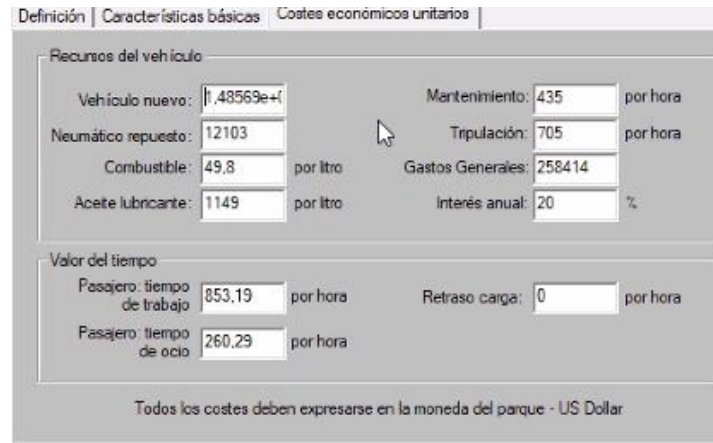
**Parque vehicular:** Se discrimina el TMDA según el tipo de vehículo. El costo de operación vehicular más el costo de tiempo de las personas transportadas da todo el coste de viaje.

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
A - AUTOMOVIL	Coche de pasajer	14/10/2021	Coche medio	Motorizado
C - OMNIBUS	Autobuses	14/10/2021	Autobús medio	Motorizado
D - CAMION MEDIO	Camiones	14/10/2021	Camión mediano	Motorizado
E - CAMION PESADO	Camiones	14/10/2021	Camión pesado	Motorizado

**Fig. 68:** Discriminación de Tipo de Vehículos. (Fuente: HDM4)

En la siguiente imagen se describe el AUTOMOVIL, con sus correspondientes características. Las mismas son predeterminadas según el informe “Costo de Operación Vehicular” actualizado en Marzo de 2021 y extraíble de la página oficial de Vialidad Nacional. En el informe se visualizan todos los costos de operación.

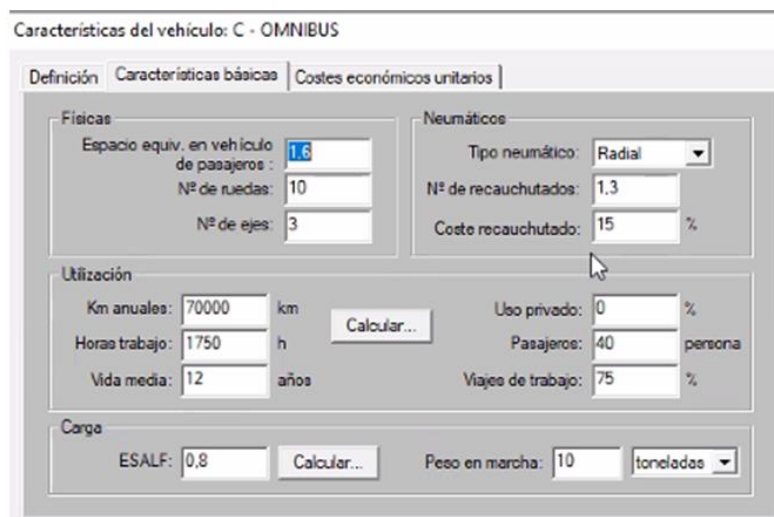
**Fig. 69:** Características Básicas del Tipo de Vehículo. (Fuente: HDM4)



**Fig. 70:** Coste Económico. (Fuente: HDM4)

En la siguiente imagen se describe el omnibus, con sus correspondientes características.

Las mismas son predeterminadas según el informe “Costo de Operación Vehicular” actualizado en Marzo de 2021 y extraíble de la página oficial de Vialidad Nacional. En el informe se visualizan todos los costos de operación.



**Fig. 71:** Características Básicas. Ómnibus. (Fuente: HDM4)

Se adjunta como Análisis simplificado de Datos, una tabla de TMDAs y su discriminación vehicular según el tramo en estudio.

- Proyección Variante Quitilipi: Circunvalación propuesta por Baires-Serman.
- Tramo existente actual: Duplicación de calzada del tramo existente.
- Tramo existente c/p: Se analiza el tramo existente en el caso que se lleve a cabo la circunvalación.



Proyección Variante Quitilipi			Tramo existente actual		
TMDA total	4300		TMDA total	6345	
Autos	73,4	3156,2	Autos	78,05	4952,2725
Omnibus	2,5	107,5	Omnibus	3,28	208,116
Camion Livia	5,8	249,4	Camion Livia	4,15	263,3175
Camion Pesa	18,3	786,9	Camion Pesa	14,52	921,294
	100	4300		100	6345

Tramo existente c/p

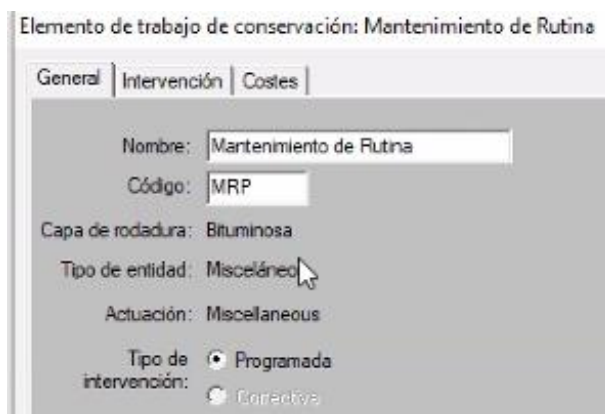
TMDA total	2045	
Autos	87,83	1796,0725
Omnibus	4,92	100,616
Camion Liviano	0,68	13,9175
Camion Pesado	6,57	134,394
	100	2045

**Tabla 40:** TMDA y Discriminación Vehicular del Tramo. (Fuente: Elaboración propia)

### Estándares de trabajo

Los estándares de trabajos se dividen en dos partes:

- Estándares de Conservación: Consisten en todos los trabajos de conservación que se programan en el inicio de la obra y a lo largo de su vida útil. A su vez se dividen en, Mantenimiento de rutina, MR, Reconstrucción con 6 IRI, Rutina Pavimento Flexible, Rutina Pavimento Hormigón.

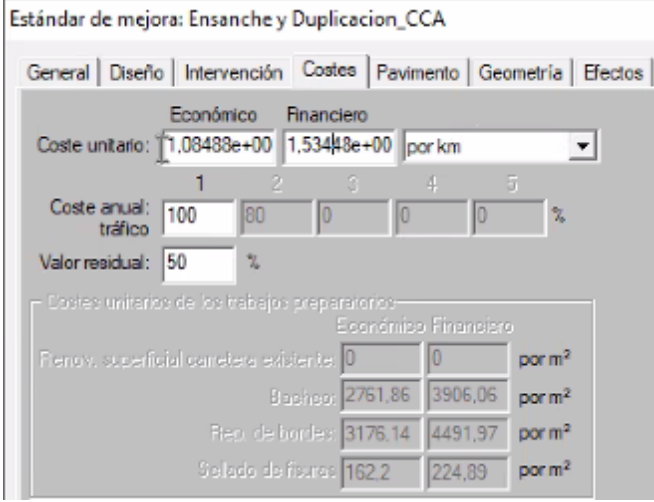


**Fig. 72:** Ejemplo de Carga de Datos. (Fuente: HDM4)

Se asigna el presupuesto por m<sup>2</sup> que conlleva el mantenimiento de la calzada.

- Estándares de Mejora: Obras de infraestructura correspondientes. Se asignan por defecto según Vialidad Nacional.

Se introducen los costos económicos y financieros por km a los que se llegó una vez realizado el análisis de presupuestos.

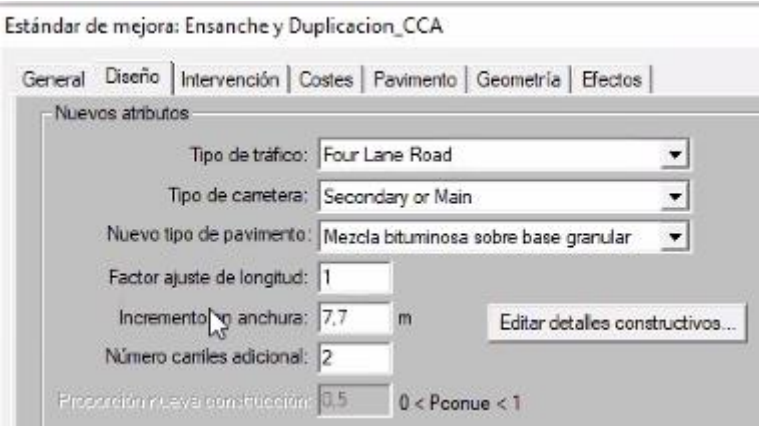


	Económico	Financiero	
Coste unitario:	1.08488e+00	1.53448e+00	por km
Coste anual: tráfico	100	80	0
Valor residual:	50	%	

	Económico	Financiero	
Renov. superficial carretera existente	0	0	por m²
Bacheos	2761.86	3906.06	por m²
Rep. de bordes	3176.14	4491.97	por m²
Soldado de fisuras	162.2	224.89	por m²

**Fig. 73:** Carga de Precios Calculados. (Fuente: HDM4)



Nuevos atributos:

Tipo de tráfico: Four Lane Road

Tipo de carretera: Secondary or Main

Nuevo tipo de pavimento: Mezcla bituminosa sobre base granular

Factor ajuste de longitud: 1

Incremento anchura: 7.7 m

Número carriles adicional: 2

Proporción nueva construcción: 0.5

**Fig. 74:** Mejoras en el Diseño. (Fuente: HDM4)

Se visualiza como ahora el tipo de tráfico pasa a ser de cuatro carriles, con un incremento de ancho y carriles adicionales.

### Proyectos

Se analizan la rentabilidad de las alternativas por separado. Inicialmente la travesía urbana y luego la circunvalación.

Lo que se hace es analizar el proyecto en el horizonte de evaluación desde 2023 hasta 2043. Toda situación sin proyecto.

### Procesamiento de Datos

Los datos procesados se analizan en dos alternativas.

- Alternativa 1: Se analizan las mejoras desde lo económico y social de comparar el tramo existente sin mejoras y su duplicación de calzada.



- **Alternativa 2:** Se analizan las mejoras desde lo económico y social de realizar una circunvalación con cuatro carriles y mantener el tramo existente de dos carriles.

Se adjunta una tabla tipo obtenida por el Software que proporciona año a año los costes de administración de carreteras junto a costes de usuario. Obteniendo el valor final de “Coste Total del Transporte”.

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2021	0.000	4.583	0.000	4.583	989.111	397.058	0.000	0.000	1.386.170	0.000	1.390.752
2022	0.000	5.009	0.000	5.009	1.033.876	409.622	0.000	0.000	1.443.499	0.000	1.448.508
2023	804.206	4.567	0.000	808.773	1.095.433	423.672	0.000	0.000	1.519.105	0.000	2.327.878
2024	0.000	4.567	0.000	4.567	1.039.738	434.133	0.000	0.000	1.473.871	0.000	1.478.438
2025	0.000	4.567	0.000	4.567	1.071.849	447.508	0.000	0.000	1.519.357	0.000	1.523.924
2026	0.000	4.567	0.000	4.567	1.104.722	461.293	0.000	0.000	1.566.014	0.000	1.570.581
2027	0.000	4.567	0.000	4.567	1.138.829	475.587	0.000	0.000	1.614.417	0.000	1.618.983
2028	0.000	4.567	0.000	4.567	1.174.380	490.388	0.000	0.000	1.664.768	0.000	1.669.335
2029	0.000	4.567	0.000	4.567	1.211.835	505.676	0.000	0.000	1.717.511	0.000	1.722.078
2030	0.000	4.567	0.000	4.567	1.252.432	521.474	0.000	0.000	1.773.905	0.000	1.778.472
2031	0.000	4.567	0.000	4.567	1.299.083	537.810	0.000	0.000	1.836.893	0.000	1.841.460
2032	0.000	4.567	0.000	4.567	1.355.297	554.789	0.000	0.000	1.910.086	0.000	1.914.653
2033	0.000	4.567	0.000	4.567	1.443.066	573.263	0.000	0.000	2.016.329	0.000	2.020.896
2034	0.000	4.567	0.000	4.567	1.626.939	610.243	0.000	0.000	2.237.183	0.000	2.241.749
2035	0.000	4.567	0.000	4.567	2.098.599	842.713	0.000	0.000	2.941.302	0.000	2.945.869
2036	0.000	4.567	0.000	4.567	2.500.656	1.070.778	0.000	0.000	3.571.434	0.000	3.576.001
2037	0.000	4.567	0.000	4.567	2.577.549	1.104.878	0.000	0.000	3.682.527	0.000	3.687.084
2038	0.000	4.567	0.000	4.567	2.656.871	1.140.342	0.000	0.000	3.797.212	0.000	3.801.779
2039	0.000	4.567	0.000	4.567	2.738.703	1.176.812	0.000	0.000	3.915.515	0.000	3.920.162

**Tabla 41:** Calculo de Costo Total de Transporte. (Fuente: HDM4)

## Resultados

**Alternativa 1:** Se puede visualizar los costos totales ya procesados de la situación con proyecto y sin proyecto. Se analiza además el flujo de beneficios neto, el VAN y el TIR.

### FLUJO DE BENEFICIOS NETOS

Año	Costo CP \$/Año	Costo SP \$/Año	Flujo Ben.Netos CP - SP \$/Año
2021	-\$1.399.492.353	-\$1.270.848.321	-\$128.644.032
2022	-\$2.473.963.215	-\$1.332.053.353	-\$1.141.909.862
2023	-\$1.162.636.895	-\$1.409.211.259	\$246.574.364
2024	-\$1.206.099.311	-\$2.315.889.807	\$1.109.790.496
2025	-\$1.250.889.135	-\$1.430.240.911	\$179.351.776
2026	-\$1.297.380.943	-\$1.484.329.295	\$186.948.352
2027	-\$1.345.650.927	-\$1.540.251.119	\$194.600.192
2028	-\$1.395.829.551	-\$1.598.520.495	\$202.690.944
2029	-\$1.448.096.655	-\$1.659.590.223	\$211.493.568
2030	-\$1.504.292.604	-\$1.723.832.463	\$219.539.859
2031	-\$1.561.159.164	-\$1.792.868.691	\$231.709.527
2032	-\$1.620.907.836	-\$1.868.706.131	\$247.798.295
2033	-\$1.684.323.100	-\$1.950.484.527	\$266.161.427
2034	-\$1.752.854.460	-\$2.048.623.475	\$295.769.015
2035	-\$2.079.937.471	-\$2.990.512.047	\$910.574.576
2036	-\$1.859.986.031	-\$2.146.832.175	\$286.846.144
2037	-\$1.928.965.487	-\$2.229.332.591	\$300.367.104
2038	-\$2.000.584.751	-\$2.314.815.727	\$314.230.976
2039	-\$2.074.890.223	-\$2.404.227.823	\$329.337.600
2040	-\$1.555.319.343	-\$2.498.543.471	\$943.224.128

<b>VAN 12%</b>	<b>\$ 1.180.984.802,38</b>
<b>TIR</b>	<b>29%</b>

**Tabla 42:** Beneficios Netos, VAN y TIR. Alternativa 1. (Fuente: Elaboración Propia)



**Alternativa 2:** Se puede visualizar los costos totales ya procesados de la situación con proyecto con sus dos tramos a mantener y la situación sin proyecto. Se analiza además el flujo de beneficios neto, el VAN y el TIR.

FLUJO DE BENEFICIOS NETOS				
Año	Costo CP	Costo CP	Costo SP	Flujo Ben.Netos CP - SP
	Tramo existente	Tramo Circunvalación		
	\$/Año	\$/Año	\$/Año	\$/Año
2021	-\$960.620.088	\$ -1.084.037.003,00	-\$1.270.848.321	-\$773.808.770
2022	-\$997.902.326	\$ -2.637.369.066,00	-\$1.332.053.353	-\$2.303.218.039
2023	-\$1.043.960.074	\$ -1.199.163.386,00	-\$1.409.211.259	-\$833.912.201
2024	-\$1.907.602.063	\$ -2.034.869.756,00	-\$2.315.889.807	-\$1.626.582.012
2025	-\$1.056.924.047	\$ -1.233.303.804,00	-\$1.430.240.911	-\$859.986.940
2026	-\$1.089.205.263	\$ -1.283.374.908,00	-\$1.484.329.295	-\$888.250.876
2027	-\$1.122.321.615	\$ -1.335.294.812,00	-\$1.540.251.119	-\$917.365.308
2028	-\$1.156.490.671	\$ -1.389.414.972,00	-\$1.598.520.495	-\$947.385.148
2029	-\$1.191.765.519	\$ -1.445.900.572,00	-\$1.659.590.223	-\$978.075.868
2030	-\$1.228.230.799	\$ -1.505.004.828,00	-\$1.723.832.463	-\$1.009.403.164
2031	-\$1.266.023.375	\$ -1.567.175.900,00	-\$1.792.868.691	-\$1.040.330.584
2032	-\$1.305.386.351	\$ -1.633.374.556,00	-\$1.868.706.131	-\$1.070.054.776
2033	-\$1.347.280.019	\$ -1.706.202.988,00	-\$1.950.484.527	-\$1.102.998.480
2034	-\$1.391.867.123	\$ -1.784.054.556,00	-\$2.048.623.475	-\$1.127.298.204
2035	-\$1.439.591.183	\$ -1.873.996.437,00	-\$2.990.512.047	-\$323.075.573
2036	-\$1.495.842.844	\$ -1.988.672.494,00	-\$2.146.832.175	-\$1.337.683.163
2037	-\$1.572.124.560	\$ -2.916.536.156,00	-\$2.229.332.591	-\$2.259.328.125
2038	-\$2.499.874.287	\$ -2.062.827.996,00	-\$2.314.815.727	-\$2.247.886.556
2039	-\$1.607.241.615	\$ -2.147.812.572,00	-\$2.404.227.823	-\$1.350.826.364
2040	-\$1.657.045.775	\$ -2.236.060.252,00	-\$2.498.543.471	-\$1.394.562.556
VAN 12%	\$ -3.853.758.260,47			
TIR	#¡NUM!			

**Tabla 43:** Beneficios Netos, VAN y TIR. Alternativa 2. (Fuente: Elaboración Propia)

### Conclusión Beneficios-Costo

Como primera observación, se puede apreciar que la alternativa de realizar una circunvalación no es rentable actualmente desde el punto de vista socio-económico, ya que la situación actual de demanda no justifica el proyecto.

Fundamentalmente, se arriba a esta conclusión a partir de las siguientes aseveraciones que se logran luego de ejecutar el programa:

- El valor de TMDA futuro, calculado a partir de presente y extrapolado con una tasa de crecimiento debidamente definida, no llega a justificar la ejecución de una obra nueva de tamañas características. En contraposición a esta situación, una obra de duplicación de calzada respetando la traza existente es una deuda pendiente para con la sociedad, con valores de tránsito que exigían la ejecución de la misma hace ya varios años.
- Otra observación a realizar, es que, si se decide ejecutar el proyecto que provee la construcción de una variante circunvalando la localidad, se deberían mantener en estado de uso ambas vías de comunicación, tanto traza actual urbana como circunvalación propuesta), situación que afecta sensiblemente el costo necesario a destinar.
- A pesar de todo lo mencionado, es necesario aclarar que un proyecto no suplanta a la ejecución del otro. Es importante tener en cuenta que el análisis realizado al día de hoy arroja la conclusión de que no es sustentable la circunvalación, sin embargo, en algún futuro, en vistas de la mejora en la sensación de circulación de los usuarios,



posiblemente sea una buena posibilidad su ejecución. El análisis no debe centrarse en algo tan dicotómico como ejecutar uno o otra alternativa, sino analizar a lo largo del tiempo las necesidades y requerimiento de la población y de los ciudadanos en general.

### Análisis Cualitativo

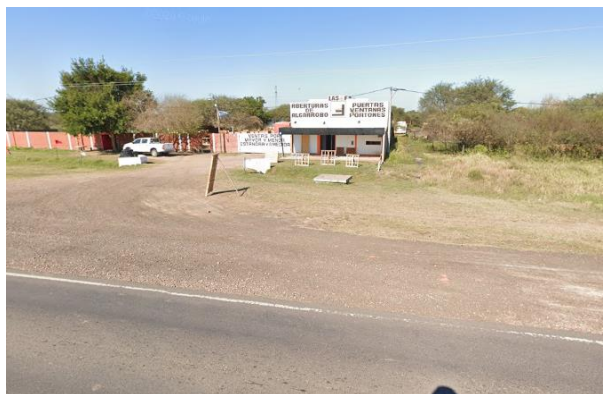
#### Análisis de Negocios Afectados

Analizando la Ciudad de Quitilipi se puede observar que existe una importante cantidad de negocios dentro del área de influencia de la RN°16 que tienen una fuerte dependencia con respecto al flujo de personas que circulan por dicha ruta. Entre los rubros más afectados se encuentran los hoteles, comedores, y las tiendas de productos manufacturados como fábricas de aberturas, carpinterías y mueblerías.

Observando mediante la herramienta de Google “Street View” y luego de visitar la localidad personalmente pudimos visualizar un número aproximado de 50 negocios a la vera de la ruta y adyacencias.



**Fig. 74:** Comedor ubicado en la intersección Acceso Antártida Argentina y RN16. (Fuente: Google Maps)



**Fig. 75:** Tienda de Aberturas ubicada en el km 152,22. RN16. (Fuente: Google Maps)





**Fig. 76:** Local de Carpintería y Mueblería. Ubicado en km 153,29. RN16.  
(Fuente: Google Maps)



**Fig. 77:** Hotel ubicado en Almirante Brown y RN16. (Fuente: Google Maps)

A continuación se nombran algunos negocios que figuran desde el Google Maps:

Parrilla Comedor LA RUTA, Hotel Quitilipi, Verónica Muebles, Mariano Santos S.R.L, DIAZ ABERTURAS, Taller Martina, Aberturas Sal Da Nestor C. Teruel, Fersil, Estacion de Servicio Shell, Comedor Tio Pedro, Hotel Refugio, Kiosko KISA, Kiosko Ortiz, Multicarnes, Distribuidora Zdero, Yotecielo2, Fruteria y Verduleria "El Colo", El loco de las ofertas.



### Antecedentes en el Mundo

Existen diversos casos a lo largo de la historia y en todo el mundo, en donde la circunvalación de localidades perjudicó drásticamente el desarrollo económico local, provocando reducción de la población, se nombraran algunos casos:

#### *Ruta 66 en Estados Unidos*

La Ruta 66 cruza EEUU de oeste a este, pero con la creación de la Red de Autopistas Interestatales perdió su importancia. Sus distintos tramos fueron sustituidos por autopistas, dejando abandonados algunos de los pueblos de su recorrido, entre los que se destacan:

**Calico, California.** Fue fundado en 1881 como una ciudad minera de plata y en 2005 fue declarada por Arnold Schwarzenegger, entonces gobernador, como La Ciudad Fantasma de la Fiebre de la Plata. Actualmente es un parque estatal llamado Pueblo Fantasma de Calico, todos sus edificios menos cinco fueron restaurados en 1950, hoy en día es una atracción turística.

**Newberry Springs:** Conocido por el Bagdad Café que sirvió de inspiración para una novela y película basada en Bagdad.

**Chloride, Arizona:** Este pueblo lleva sobreviviendo al duro clima del desierto desde 1860. Cuando el auge de la minería llegó a su fin, Chloride se convirtió prácticamente en un pueblo fantasma. Hoy en día, es hogar de unos 250 habitantes.

**Hackberry, Arizona:** El pueblo nació como un asentamiento minero en 1875. El boom económico de la minería duró hasta que se agotó el mineral a mediados de la década de 1910. Cuando la 66 se popularizó aparecieron moteles y gasolineras, que cerraron cuando la Interestatal 40 abrió a 25 kilómetros al norte en los años 70. En 2010 Hackberry tenía 68 habitantes.

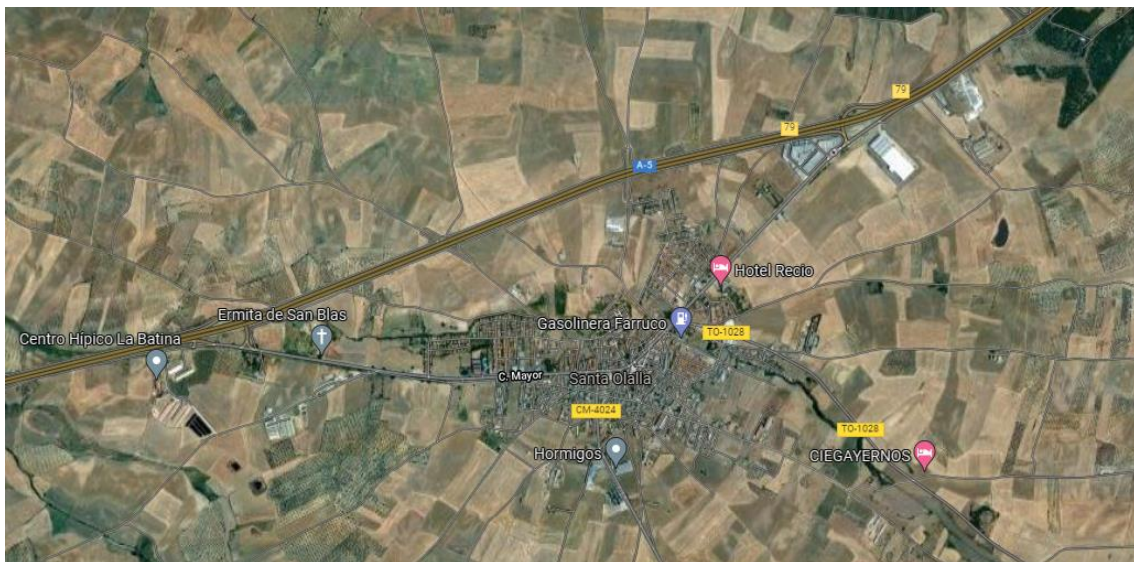
**Madrid, Nuevo México:** Este pueblo se recuperó y ahora cuenta aproximadamente con 40 negocios, entre los que destacan galerías de arte. En 2010 contaba con 204 habitantes.

### España

En España el 48% de sus 8.122 municipios tiene menos de 500 habitantes. Este "desierto demográfico", como lo denomina la Unión Europea, seguirá creciendo, según todas las estimaciones, que apuntan a que al menos 1.840 de estos pueblos se enfrentan a "una pérdida de población irreversible".

De los 167.000 kilómetros de carreteras que hay en España, 17.000 kilómetros son autovías o autopistas, pero este número no para de crecer y vertebra a una España que olvida sus orígenes rurales. Hoy sólo el 5,7% de los conductores circula carreteras secundarias, a pesar de que representan el 90% del total.

Según el estudio Actitudes ante el viaje en carretera, elaborado mediante Google Consumer Surveys, un 51% de los españoles viaja en coche simplemente por placer. Además, el 53% de los consultados cree que las nuevas carreteras han afectado negativamente a los pueblos y negocios y que ellos pueden solucionarlo si se tomaran más tiempo para llegar a destino y se salieran del recorrido que marca la autopista o autovía que habitualmente utilizan.



**Fig. 78:** Autopista A-5, España. (Fuente: Google Maps)

La autopista A-5 en España es un ejemplo de cómo se circunvalan las localidades.

### Análisis de Expropiación

En el análisis socio-económico, uno de los 4(cuatro) costos a analizar es el de expropiación. Debido a que solo la alternativa circunvalante presenta este costo adicional, se consideró no agregar a los costos por esta causa, ya que los acuerdos que se realicen con los dueños de dichas hectáreas son variables y cada uno es particular según la situación.

Se opta por realizar un análisis cualitativo, en donde se mencionan las superficies que se debieran expropiar para poder materializar la obra y su ubicación geográfica.

Es importante destacar, que si dicha superficie a expropiar, tiene algunas perspectivas de explotación a lo largo de la vida útil del proyecto, tales como producción agrícola o ganadera, entre otros se deberá introducir en los costos sociales como un costo de oportunidad.

Se puede visualizar una tabla extraída de los informes de Baires-Serman en donde quedan perfectamente identificadas las superficies de parcela totales y las afectadas.

NRO	ID CATASTRAL	Catastros Zona de Camino					% mayor a 30
		Superficie Total Parcela (Ha)	Superficie afectada Zona de Camino (Ha)	Superficie remanente (Ha)	Superficie total afectada (Ha)	% de Superficie	
1	24016000012000000000000000000000	98,24	8,12	0,09	8,21	8%	No
2	24016000011000000000000000000000	98,14	13,06		13,06	13%	No
3	19013000040000000000000000000000	69,54	9,99	10,43	20,42	29%	No
4	19013000046000000000000000000000	97,80	3,24	0,37	3,61	4%	No
5	190010C0072000000000000000000000	30,36	4,29	6,45	10,74	35%	Si
6	190010C0071000000000000000000000	30,49	4,02	2,06	6,07	20%	No
7	190010C0070000000000000000000000	45,77	6,89	0,10	6,99	15%	No
8	190010C0068000000000000000000000	5,97	3,28	2,68	5,97	100%	Si
9	190010C0067000000000000000000000	16,89	3,63		3,63	21%	No
10	190010C0066000000000000000000000	34,74	3,73		3,73	11%	No
11	190010C0065000000000000000000000	15,44	3,31		3,31	21%	No
12	190010C0064000000000000000000000	33,77	3,61		3,61	11%	No
13	190010C0063000000000000000000000	33,77	3,61		3,61	11%	No
14	190010C0062000000000000000000000	34,74	3,71		3,71	11%	No
15	190010C0061000000000000000000000	17,37	3,70		3,70	21%	No
16	190010C0061000000000000000000000	16,89	3,63		3,63	22%	No
17	190010C0058000000000000000000000	22,82	3,43	0,53	3,96	17%	No
18	190010C0058000000000000000000000	5,18	2,57	2,61	5,18	100%	Si
19	190010C0058000000000000000000000	5,18	0,98		0,98	19%	No
20	19014000027000000000000000000000	97,01	5,27	2,87	8,14	8%	No
21	19014000018000000000000000000000	62,36	5,99	3,75	9,74	16%	No
22	19014000018000000000000000000000	24,90	4,45	20,45	24,90	100%	Si
23	19014000017000000000000000000000	50,08	6,88	3,84	10,72	21%	No
24	19014000017000000000000000000000	40,67	0,68		0,68	2%	No
25	19014000008000000000000000000000	25,66	0,49		0,49	2%	No
			112,60	56,23	168,82		

**Tabla 44:** Tabla de Catastro. (Fuente: Informe Baires-Serman)

Además, con su correspondiente identificación numérica, se visualiza la ubicación de los terrenos, proyectados sobre la alternativa Sur desarrollada de manera comparativa en el desarrollo del informe.



**Fig. 79:** Parcelas Afectadas. (Fuente: Informe Baires-Serman)



### Análisis de Accidentes

La situación actual de la travesía urbana de Quitilipi ocasiona una importante cantidad de accidentes provocando grandes pérdidas económicas y sociales a la localidad.

Al consultar con las autoridades locales, pusieron en evidencia razones por las cuales en su opinión se ocasionan la mayor parte de los accidentes. Entre las mismas, se destacan:

- Falta de señalización adecuada.
- Falta de infraestructura que permita direccionar correctamente el flujo en la intersección de la Ruta Nacional N°16 y la Ruta Provincial N°4. Esta es la que ocasiona los accidentes de mayor gravedad.
- Problemas con los equinos circundantes, ya que ante negligencia de sus dueños y falta de delimitación adecuada los mismos cruzan por la RN°16, ocasionando accidentes.
- Falta de inversión en jirafas de iluminación que permitan a los conductores visualizar correctamente en horarios nocturnos.

Para poder comprender lo que se expresa, se adjunta la siguiente imagen del cruce de la RN16 y la RP4, en donde se proyecta una rotonda



**Fig. 80:** Autopista A-5, España. (Fuente: Google Maps)

Para poder llevar a cabo un análisis más profundo de la situación se solicitó a la comisaría ubicada en Santa Fe 527, Quitilipi, CHACO; un registro de los accidentes ocurridos en el tramo desde enero de 2021 hasta septiembre del mismo año.

La planilla presentada a continuación no refleja la totalidad de los siniestros acontecidos durante este periodo de tiempo, por lo que no se puede utilizar estos datos para análisis estadísticos, pero muestra una tendencia de las problemáticas que afectan al tramo en estudio, es destacable mencionar el alto porcentaje de incidentes ocasionados por la colisión de vehículos con animales, esto se puede solucionar evitando el acceso externo a la zona de camino mediante una correcta separación.



N°	Participes 1	M Y/O	Participes 2	CONDC MAS O FEM	km	FECHA	HS
01	Camioneta Chevrolet s 10	M	Un equino	xxxxxxx	Ruta N° 16 E/ Almirante Brown y Bs As	16-01-2021	23:40
02	Automóvil Volkswagen	M	Un equino	xxx	Ruta N° 16 153,8	04-02-2021	21:50
03	Camioneta Toyota	M	Ford Ranger	M	Ruta N° 16 Km 155	09-02-2021	02:45
04	Camioneta Renault Cangoo	M	Un equino	xxxxx	Ruta N  16 y 4	24-02-2021	06:40
05	Automóvil Renault logan	M	Motocicleta Motomel 150 cc	M	Ruta N° 153	09-03-2021	00:10
06	Automóvil Gol Trend	M	Motocicleta Zanella 110 cc	M	RUTA 16 KM 163	15-03-21	17:30
07	Automóvil Peugeot	m	Un equino	xxx	Ruta 16 km 158	21-03-21	03:10
08	Automóvil Corsa	m	Camión Scania	m	Ruta 16 km 155	14-05-21	01:40
09	Camioneta Toyota	m	Un equino	xx	Ruta 16 y acc Bs As	27-07-21	22:40
10	Motocicleta Appia	m	Xxxx	xxx	Ruta 16 y 4	28-08-21	18:05
11	Camioneta Tiguan	m	Gol trend	m	Ruta 16 152	12_09-21	16:30

QUITILIPÍ 05 DE OCTUBRE DE 2021.-

**Tabla 45:** Registro de Accidentes. (Fuente: Comisaría de Quitilipi)

**FIRMADO**

- AGUED MIGUEL
- COMISARIO PRINCIPAL DE POLICIA- JEFE UNIDAD

## Renderizado del Proyecto

Uno de los objetivos centrales del proyecto, el cual puede ser considerado como una obra aparte según el criterio de algunos profesionales consultados, es solucionar la intersección de la Ruta Provincial N°4 y la Ruta Nacional N°16.

Es importante destacar que la obra es necesaria, sea cual sea la alternativa elegida, debido a que los niveles de seguridad presentes son insuficientes, como se pudo destacar con anterioridad.

La obra fue abordada en el anteproyecto, siendo una rotonda moderna la solución.

De esta forma se buscó materializar tal obra, a través de distintos softwares como Solidworks, Nomad, Photoshop y Keyshot. Obteniendo las distintas imágenes esquemáticas:



**Fig. 81:** Renderizado Esquemático. (Fuente: Elaboración propia)



**Fig. 82:** Renderizado Esquemático. (Fuente: Elaboración propia)



**Fig. 83:** Renderizado Esquemático. (Fuente: Elaboración propia)



**Fig. 84:** Renderizado Esquemático. (Fuente: Elaboración propia)



## Conclusión

Luego de haber analizado la pluralidad de situaciones e ítems señalados, se puede concluir en que **NO es rentable**, al menos actualmente, materializar una alternativa de proyecto que proponga construir un tramo de autovía de la RN16 circunvalando la ciudad de Quitilipi. Si bien esta opción brinda la ventaja de generar una solución con mejores resultados de velocidad de circulación, tiempo de viaje o número de intersecciones, ocasiona también, mayores inversiones iniciales, gastos de mantenimiento a lo largo de su vida útil y gastos de operación vehicular, sumado por supuesto, al costo social que implicaría en la población de Quitilipi la construcción de una obra de tales características.

Materializando en la travesía urbana una duplicación de calzada se logra una solución integra a problemas de infraestructura, capacidad, seguridad y confort que hoy en día son un flagelo para la zona, así como también para los ciudadanos que actualmente dependen del motor fundamental que les genera el paso de la ruta en cercanías a la ciudad.

Se debe hacer mención, aun resultando redundante, que ninguna de las alternativas suplanta a la ejecución de la otra. El análisis que hoy se realiza nos arroja la conclusión de que no es del todo sustentable desde lo económico- social llevar a cabo una circunvalación; sin embargo, en algún futuro, con mayores demandas, sobre todo de tránsito, puede ser una alternativa ejecutable y muy beneficiosa.

Lo que sí es muy claro es que la obra debe realizarse, ya que la demanda hoy en día genera congestión y la ruta no es segura en las actuales condiciones. La duplicación de calzada propuesta, soluciona estos inconvenientes, los cuales fueron demostrados a lo largo del informe, acompañados además de un diseño geométrico acorde y una inversión que garantice su rentabilidad.

## Anexos

A lo largo del desarrollo de este anteproyecto se pudieron ir recogiendo distintas opiniones y puntos de vistas de personas y profesionales idóneos en el tema e involucrados en el mismo. Esta actividad resultó fundamental para poder ir moldeando una idea de proyecto que genere una solución integral y a su vez que se caracterice por su buena relación costo-beneficio. Se adjuntan algunas de ellas:

### MINUTA DE REUNIÓN 1

**FECHA:** 15/09/2021

**LUGAR:** Municipalidad de Quitilipi

#### PRESENTES:

Por **MUNICIPIO DE QUITILIPÍ:** Intendente Lovey Arturo y Secretario de Obras Públicas Osiska Joselo.


Por **TRABAJO FINAL:** Aguilar Matías, Guzmán Fernando y Martínez Gabriel.

#### TEMAS TRATADOS

- Se mencionó sobre la obra a nivel de anteproyecto “Duplicación de Calzada RN°16- Makalle- Sáenz Peña” a lo que afirmo conocer que el proyecto se estaba planificando, pero desconoció detalles del mismo y la forma en que se buscaba llevar a cabo en el tramo del municipio que le compete.
- Se mostraron las alternativas propuestas por la UTE en la que destacó sostenidamente las ventajas económicas y sociales de la Travesía Urbana relacionadas a los problemas de la ciudad.
- Accidentología: Comentó el Secretario de Obras Públicas, la mayoría ocurridos por negligencias y falta de visión durante la noche (escasez de iluminación). Problemas de delimitación vial produce accidentes con equinos.
- Zona “alta”, no presenta históricamente problemas de inundación.
- Solo el acceso principal presenta alta demanda vehicular en determinados horarios.
- Destacó la importancia de realizar infraestructura en el cruce RN16-RP4, debido a que la situación actual es muy peligrosa para el flujo elevado hacia ambos sentidos.

  
**José Emilio Osiska**  
SECRETARIO  
OBRAS y SERV. PUBLICOS  
Municipalidad de Quitilipi



  
**Lic. Arnaldo Ariel Lovey**  
INTENDENTE  
D.N.I.N° 27 553 708  
Municipalidad de Quitilipi



## MINUTA DE REUNIÓN 2

**FECHA:** 3/11/2021

**LUGAR:** Dirección de Vialidad Provincial

**PRESENTES:**

Por **VIALIDAD PROVINCIAL:** Director de Vialidad Provincial, Ingeniero Hugo Varela y Docente Ingeniero Javier Kutnich.

Por **TRABAJO FINAL:** Aguilar Matías, Guzmán Fernando y Martínez Gabriel.

**TEMAS TRATADOS**

- Una vez planteado el proyecto, el Director del organismo, como ingeniero vial, defiende la idea de circunvalar la duplicación de calzada y enumera a lo largo de la reunión una serie de motivos por los cuales se sitúa en esa postura.
- Consultando por el impacto económico que tendría la Ciudad de Quitilipi por la circunvalación de la travesía, hace mención que en el año 1960 la RN16 ya circunvalaba a las ciudades y con los años las ciudades fueron expandiéndose sin impactos negativos en su crecimiento. Considerar circunvalar, a su parecer, solo es repetir el mismo accionar sin repercusiones negativas.
- Consultando por otras soluciones de infraestructura con ambas alternativas, el ingeniero menciona la repercusión negativa que tuvo Sáenz Peña al realizar la solución de la travesía urbana y nos mencionó varias circunvalaciones en el país que no tuvieron inconvenientes.
- El ingeniero Javier Kutnich menciona las complicaciones de operabilidad, al disminuir la velocidad media de marcha en el tramo, bajando el nivel de servicio a puntos ya no aceptables.
- Menciona que en el caso de Quitilipi tiene ventajas al circunvalar por los precios bajos de expropiación.
- Reconoce que los costos son mayores pero se evitan problemas no deseados a futuro.
- Ante consultar sobre las decisiones municipales, comenta el caso de Las Garcitas. En donde se expuso que al hacer atravesar una ruta provincial por la ciudad, la misma sirvió de atracción para los habitantes y el municipio optó por instalar actividades recreativas o juegos. Por el peligro que producía, tuvo que instalar reductores de velocidad o semáforos, lo cual no seguía las indicaciones de proyecto y dificultó el buen funcionamiento de la ruta ejecutada.
- Se mencionó que en Quitilipi ocurren muchos accidentes con equinos por las ladrilleras en donde se usan como recurso y luego los sueltan para que consuman.
- Reconoció la falta de infraestructura en cuanto a delimitación de espacios.
- Reconoció que falta inversión en cuanto a iluminación, delimitación física, pasarelas, señalización. Entre otros.



- El ingeniero Javier Kutnich, mencionó que en cursos proporcionados por Vialidad Nacional sobre Seguridad Vial, se comentaban una serie de situaciones muy repetidas ante la solución de realizar una ruta urbana. Entre ellos, se destacan:
  1. Los intendentes colocaban en el horizonte de proyecto, limitadores de velocidad, semáforos, controles de flujos, entre otros. Los cuales no fueron pensados por los proyectistas y arrojan resultados no deseados ante los niveles de servicio que buscan y producen una congestión precipitada.
  2. La mala educación de los conductores de no saber distinguir entre una ruta nacional y una avenida hace que adquieran el mal hábito de estacionar en las banquetas, lo cual ocasiona un problema de funcionalidad.
- Ante la situación ejemplo de España o la Ruta 66 de EEUU ambos profesionales no mostraron conocimiento al respecto.
- Ante la gran diferencia de costos y rentabilidad socio-económica de una alternativa de proyecto con respecto a la otra, mencionaron que es algo destacable y muy importante para un análisis completo de la situación, pero fueron reiterativos en los imprevistos por el mal accionar de los dirigentes a lo largo de los años.

**El aporte fue muy enriquecedor y la postura de dos grandes profesionales con respecto al tema fue de gran ayuda para generar visión de lo que conlleva pensar en un proyecto.**

### Imágenes Relevantes



*Reunión con el Intendente y Secretario de Obras Públicas de la Ciudad de Quitilipi*

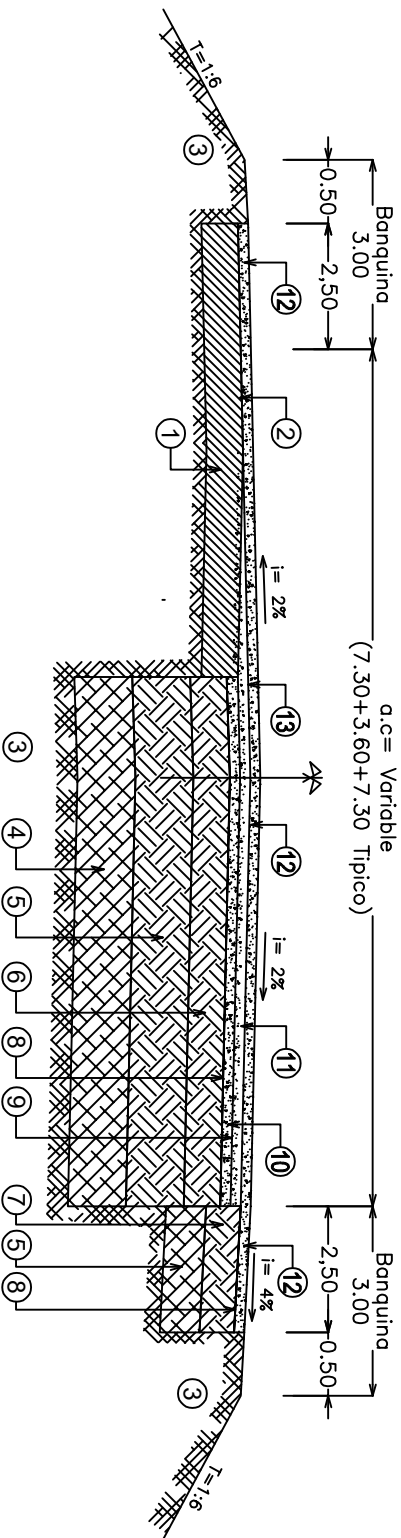
## Planos y Tablas anexas

TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

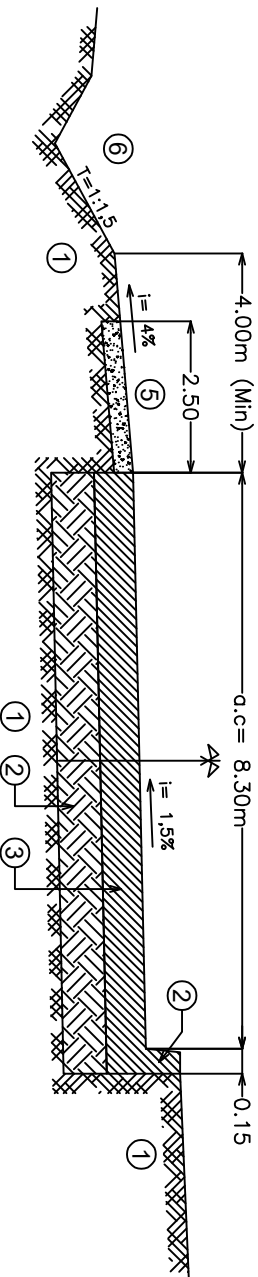
TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILIPÍ  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

DETALLE ESTRUCTURAL  
Calzada de Concreto Asfáltico



- 1 – Paquete estructural existente.
- 2 – Bacheo y Recuperacion de gólbo transversal y longitudinal c/fresado e=0,02m.
- 3 – Terraplen con Compactacion Especial.
- 4 – Subrasante de suelo tratado con cal e=0,20m
- 5 – Sub-Base de Estabilizado Granular e=0,30m.
- 6 – Base de Estabilizado Granular e=0,30m.
- 7 – Banquina Pavimentada, Base de Estabilizado Granular e=0,15m.
- 8 – Riegos de imprimacion con EM1 y Liga con ER1.
- 9 – Riego de Liga con ER1
- 10 – Base de Concreto Asfáltico e=0,05m, ancho variable.
- 11 – Base de Concreto Asfáltico e=0,05m, ancho variable.
- 12 – Carpeta de Concreto Asfáltico e=0,05, ancho variable.
- 13 – Riego de Liga con ER1

DETALLE ESTRUCTURAL  
Calzada de Hormigon



- 1 – Terraplen con compactacion Especial.
- 2 – Base de Suelo Cemento e=0,15m, ancho 8,70m.
- 3 – Carpeta de Hormigon e=0,20m, ancho=8.30m
- 4 – Cordon Integral de Hormigon s/Plano Tipo DNV H-7613
- 5 – Banquina Entripada e=0,15m, ancho=2,50m
- 6 – Conformacion de cunetas.



TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor		Lámina
Rolando Blain		1
Fecha	2021	
Escala		
1:3000		

ALAMBRADO

CUNETAS

ALAMBRADO

1:49000

TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILUPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

ALAMBRADO

150000

CINEFA

ALAMBRADO

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTEGRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor	Lámina
Rolando Blain	
Fecha	
2021	
Escala	
1:3000	

2

TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILUPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTEGRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor	Lámina
Rolando Blain	3
Fecha	
2021	
Escala	
1:3000	

TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILIPÍ  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

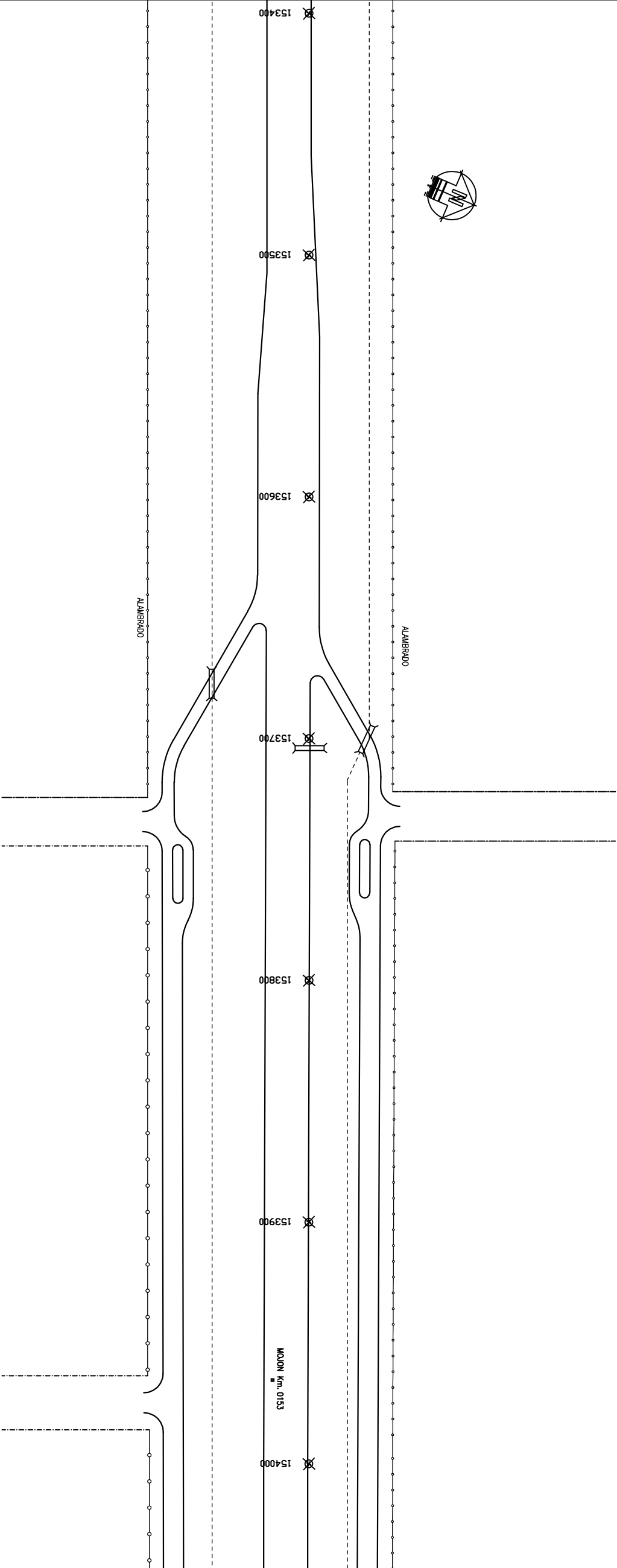
PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor		Lámina
Rolando Blain		4
Fecha	2021	
Escala	1:3000	



TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILUPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

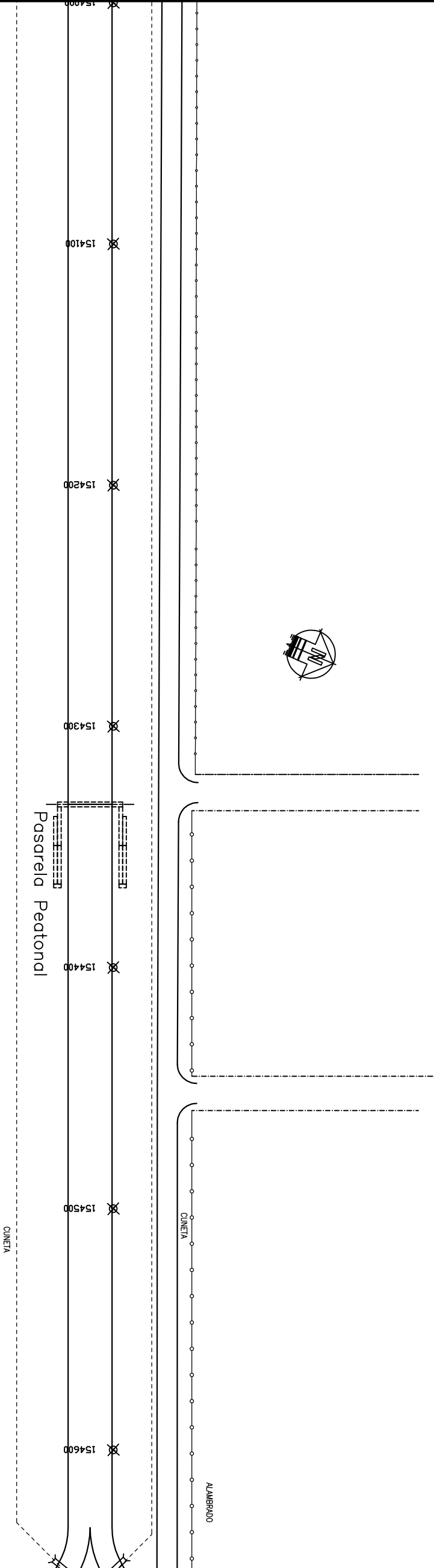
PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor	Lámina
Rolando Blain	5
Fecha	
2021	
Escala	
1:3000	





TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILUPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

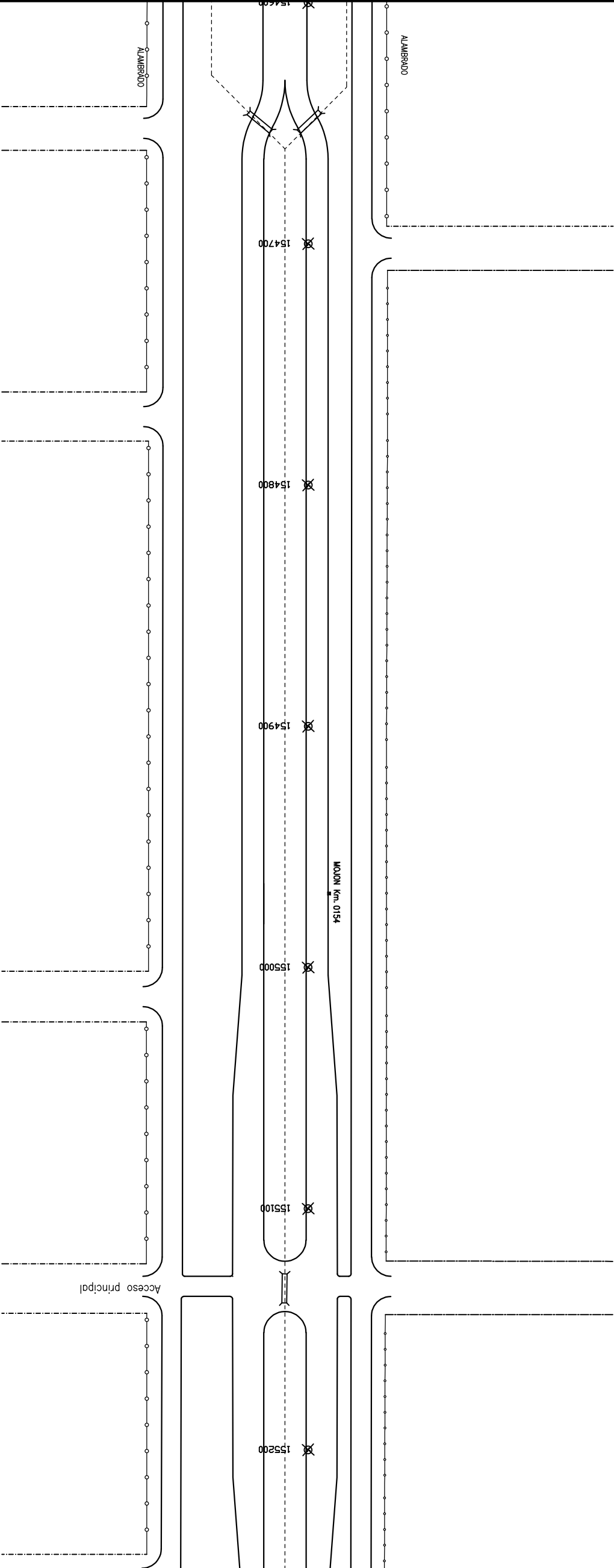
PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor	Lámina
Rolando Blain	
Fecha	
2021	
Escala	
1:3000	

6



TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

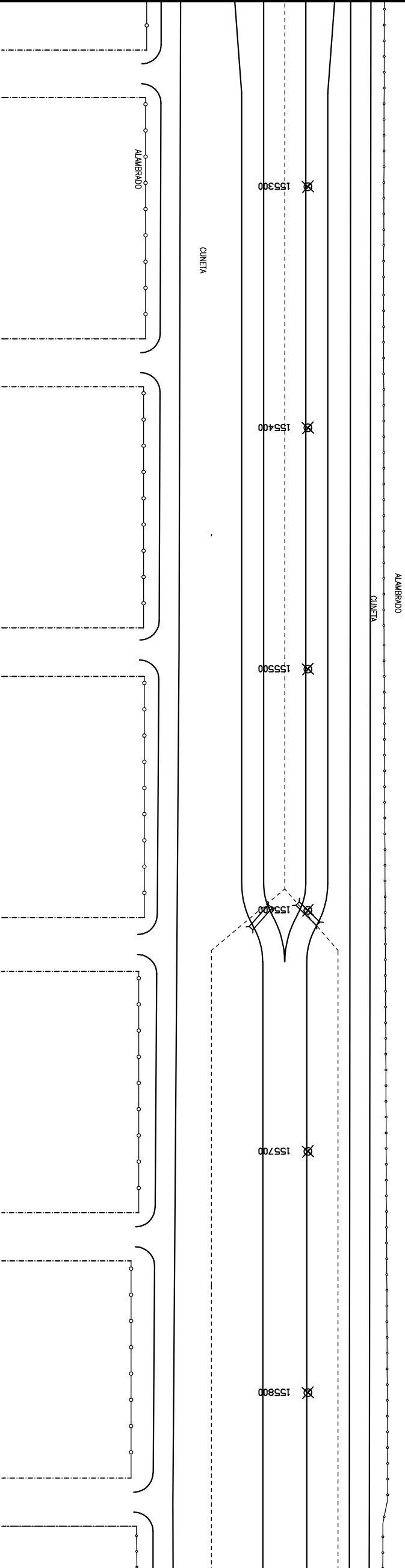
PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor		Lámina
Rolando Blain		7
Fecha	2021	
Escala		
1:3000		



TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILIPÍ  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN N°16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor	Lámina
Rolando Blain	8
Fecha	
2021	
Escala	
1:3000	



ALAMBRADO

CUNETA

ALAMBRADO

CUNETA

MON Km. 0156

156000

156100

156200

156300

156400

156500

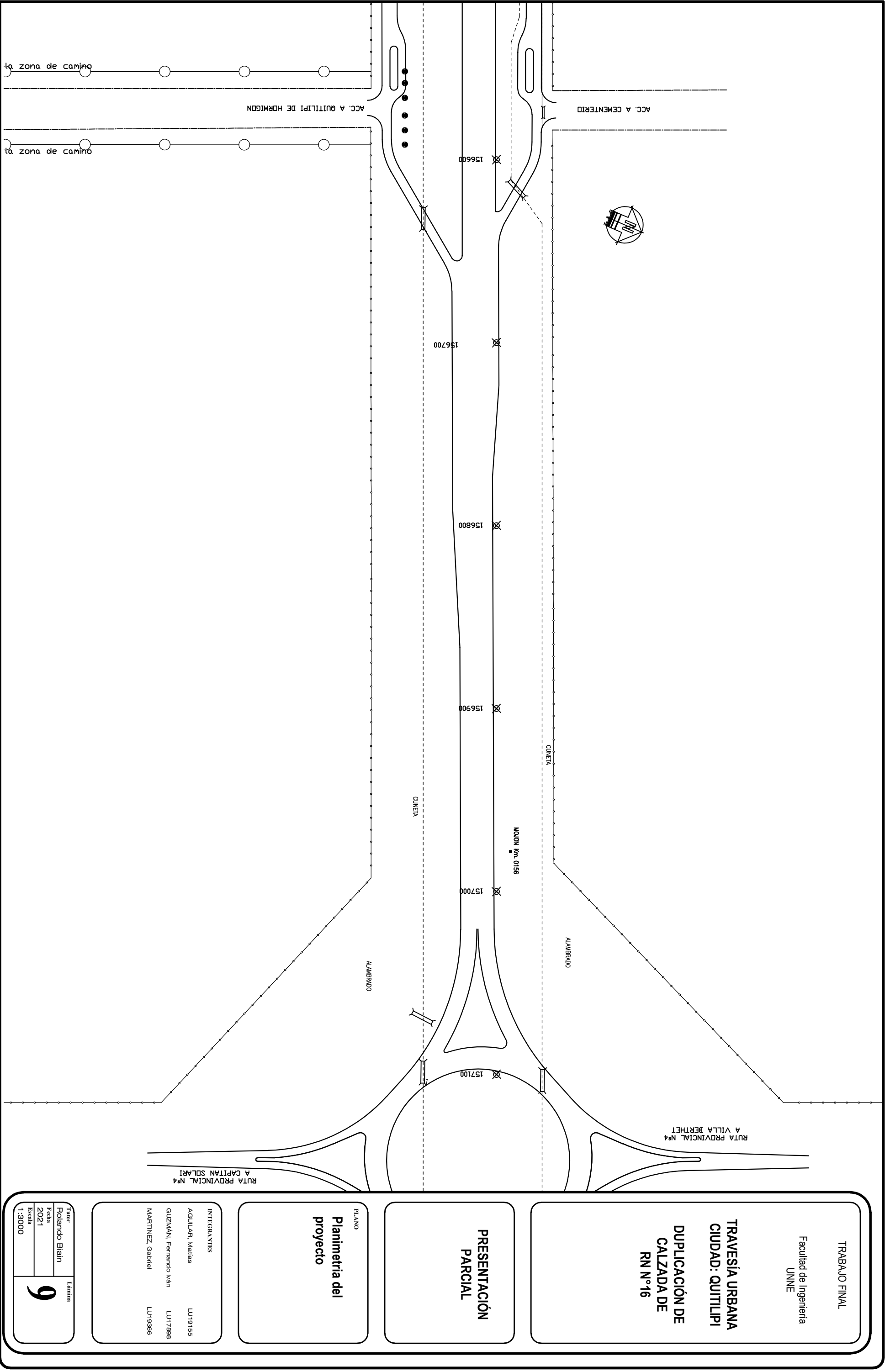
Pasarela Peatonal

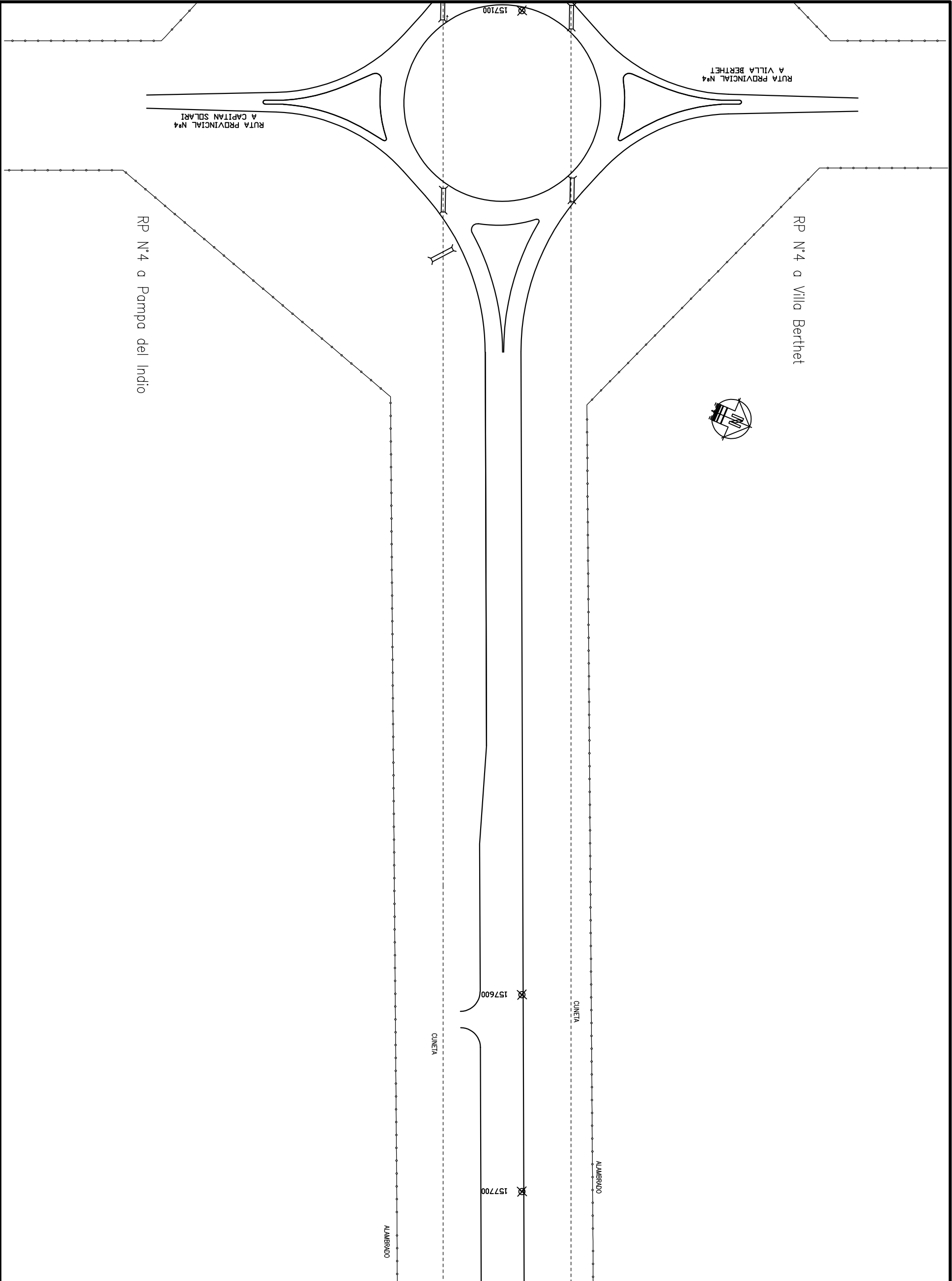
CUNETA

CUNETA

ALAMBRADO

ALAMBRADO





TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILUPI  
DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN Nº16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetría del  
proyecto

INTERCRANTES

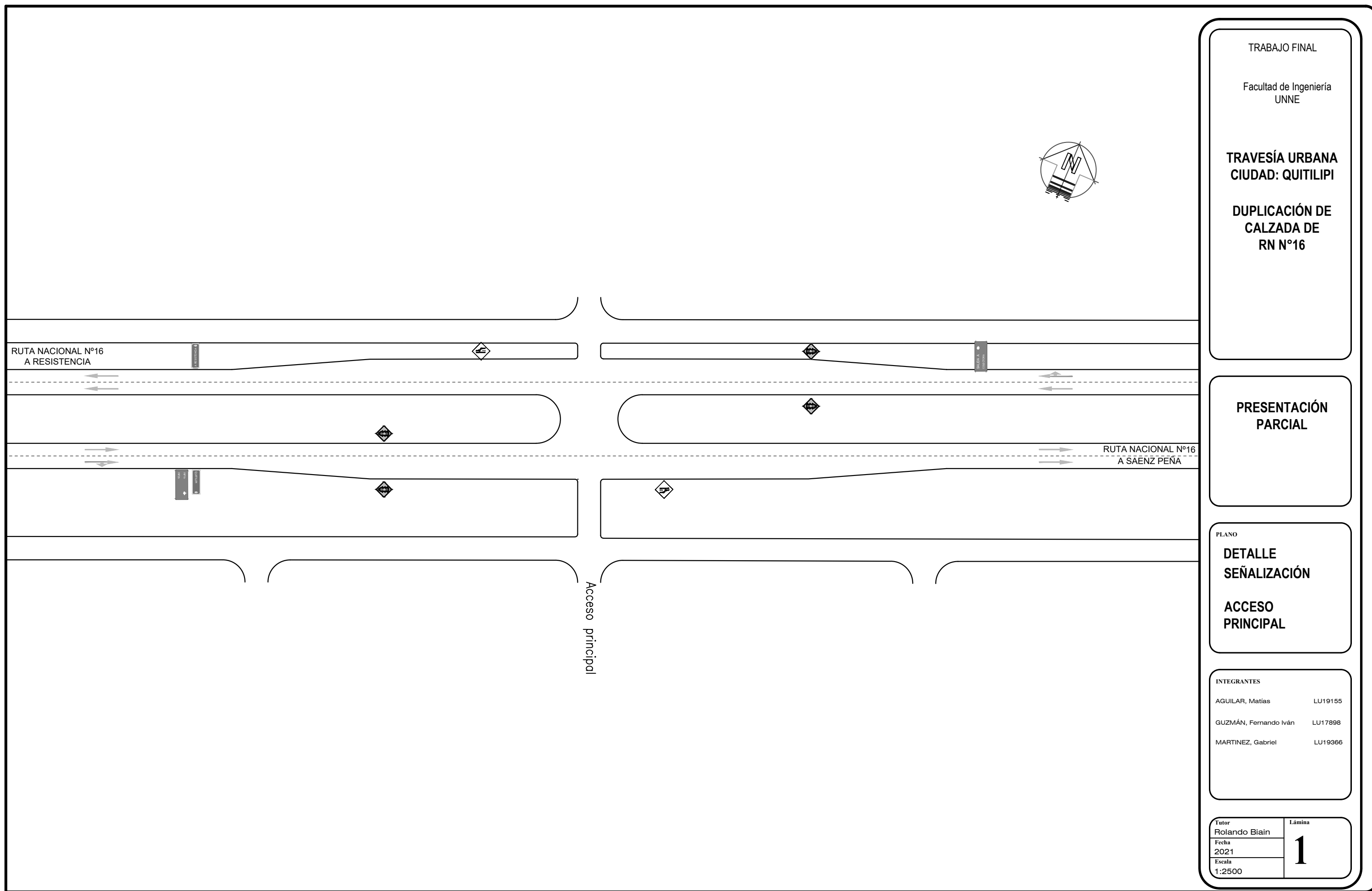
AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTÍNEZ, Gabriel	LU19966

Tutor	Lámina
Rolando Blain	10
Fecha	
2021	
Escala	
1:3000	



[illegible][illegible][illegible]

Tutor	Láminas
Rolando Blain	
Fecha	
2021	
Escala	
1:300	



TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILIPÍ

DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN Nº16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO

DETALLE  
SEÑALIZACIÓN

ACCESO  
PRINCIPAL

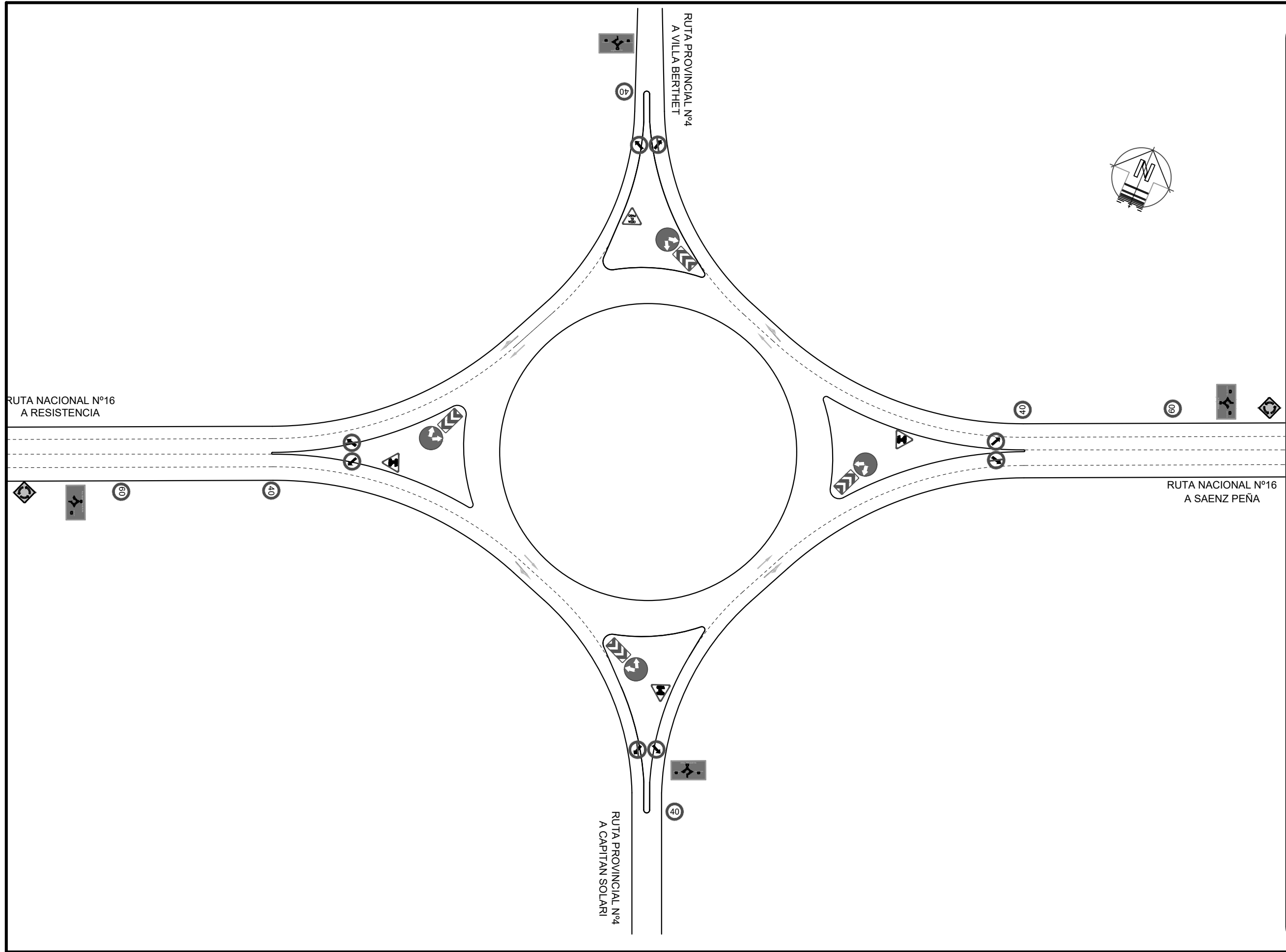
INTEGRANTES

AGUILAR, Matías	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTINEZ, Gabriel	LU19366

Tutor	Rolando Biain
Fecha	2021
Escala	1:2500

Lámina

1



TRABAJO FINAL

Facultad de Ingeniería  
UNNE

TRAVESÍA URBANA  
CIUDAD: QUITILIPÍ

DUPLICACIÓN DE  
CALZADA DE  
RN Nº16

PRESENTACIÓN  
PARCIAL

PLANO  
Planimetria del  
proyecto

INTEGRANTES

AGUILAR, Matias	LU19155
GUZMÁN, Fernando Iván	LU17898
MARTINEZ, Gabriel	LU19366

Tutor	Rolando Biain
Fecha	2021
Escala	1:2500

Lámina

1

## PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Hoja 1/3

### Datos de Proyecto

**Obra:** Travesía Urbana Quitilipi

**Categoría:** Travesía urbana

**Comitente:**

**Ubicación:**

**Longitud:**

**Periodo de diseño:** 25 años

**Descripción:**

### Datos de Diseño

#### Tránsito

Tránsito pesado medio diario anual:	286 VP/día
Tasa de crecimiento:	3%
Coef. Distr. por sentido de circulación:	50%
Coef. Distr. por carril:	90%
Total vehiculos pesados en carril de diseño:	1.711.494 VP
Total ejes equivalentes 8,2tn (AASHTO):	7.786.656 (Con espesor de 19,9 cm)

#### Estructura

k combinado subrasante-base:	82 MPa/m
Resist. a flexión del hormigón:	4,7 MPa
Factor de seguridad de cargas:	1,1
Juntas transversales con pasadores:	SI
Banquina de hormigón vinculada:	NO

#### Verificación

**Modelo de fatiga:** PCA '84

**Espesor de diseño:**

**19,9 cm**

Consumo por Fatiga:	95%
Consumo por Erosión:	98%

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Espectro de cargas utilizado en los cálculos

CONFIGURACION DE CARGAS POR EJE					
Ejes por cada 1000 Vehículos Pesados					
(excluyendo todos los vehículos de 2 ejes-4 cubiertas)					
Ejes simples			Ejes Dobles		
Cargas (tn)	Cantidad de Ejes		Cargas (tn)	Cantidad de Ejes	
12	124,0		20	42,0	
11	124,0		19	42,0	
11	620,0		18	209,0	
5	372,0		6	125,0	
7	13,0		0	0,0	
7	13,0		0	0,0	
7	64,0		0	0,0	
8	39,0		0	0,0	
7	100,0		0	0,0	
6	100,0		0	0,0	
6	500,0		0	0,0	
3	300,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
Total simples:	2369		Total dobles:	418,0	
Ejes Triples			Ejes Triples		
Cargas (tn)	Cantidad de Ejes		Cargas (tn)	Cantidad de Ejes	
28	16,0		28	16,0	
27	16,0		27	16,0	
26	82,0		26	82,0	
7	49,0		7	49,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
0	0,0		0	0,0	
Total triples:	163		Total triples:	163	

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Detalle consumos de Fatiga y Erosión por eje Hoja 3/3

Ejes simples	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	11,6	12,7	212225	395046	53,7%	1411686	15,03%
	11,0	12,1	212225	1090194	19,5%	1866388	11,37%
	10,5	11,6	1061127	4816627	22,0%	2516268	42,17%
	5,1	5,6	636676	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	7,2	7,9	22249	Ilimitado	0,0%	43920227	0,05%
	6,8	7,5	22249	Ilimitado	0,0%	72070188	0,03%
	6,5	7,2	109536	Ilimitado	0,0%	133418652	0,08%
	7,5	8,3	66748	Ilimitado	0,0%	28041032	0,24%
	6,6	7,3	171149	Ilimitado	0,0%	108518387	0,16%
	6,3	6,9	171149	Ilimitado	0,0%	215162072	0,08%
	6,0	6,6	855747	Ilimitado	0,0%	584269048	0,15%
	2,9	3,2	513448	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ES	95,2%	Total ES	69,36%
Ejes dobles	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	19,8	21,8	71883	Ilimitado	0,0%	1779937	4,04%
	18,9	20,8	71883	Ilimitado	0,0%	2363838	3,04%
	18,0	19,8	357702	Ilimitado	0,0%	3205526	11,16%
	6,0	6,6	213937	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ED	0,0%	Total ED	18,24%
Ejes triples	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	28,1	30,9	27384	Ilimitado	0,0%	1194451	2,29%
	26,8	29,5	27384	Ilimitado	0,0%	1574738	1,74%
	25,5	28,1	140343	Ilimitado	0,0%	2115318	6,63%
	7,0	7,7	83863	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ET	0,0%	Total ET	10,67%
TOTALES			FATIGA:	95,2%	EROSIÓN:	98,3%	





## Bibliografía

- Activa Chaco- Puerto de Palos- edición 2001.
- <https://www.ign.gob.ar/AreaInstitucional/OficinasProvinciales/Chaco>. Página oficial Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Anteproyecto Duplicación de Calzada propuesta por la UTE Baires-Serman- Dirección de Vialidad Nacional Distrito 18.
- Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón.
- <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional> . Página oficial de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV).
- A.A.S.H.T.O. 1993. Pavimentos Rígidos.
- Dirección Nacional de Vialidad (DNV). Pliego General de la Dirección Nacional de Vialidad – 1998.
- Ing. Rubén R. Sotelo. Evaluación económica (social) de proyectos.
- Manual de Capacidad de Carreteras -2010.
- IHT, Inglaterra.
- Apuntes de cátedra- Vialidad Especial. FI-U.N.N.E.
- Apuntes de cátedra- Riego y Drenaje. FI- U.N.N.E.
- Apuntes de cátedra- Aprovechamiento y Obras Hidráulicas. FI- U.N.N.E.
- Información cedida por Administración Provincial del Agua (APA).
- Hidrología aplicada-. Ven Te Chow.
- “El modelo HDM-4: descripción y posibilidades de aplicación dentro de un sistema de gestión de carreteras”. Carolina Núñez; Ignacio Pérez.
- Google Earth.
- Ley Nacional Nº 24449 Ley Nacional de Tránsito y Seguridad
- [https://www.dnrpa.gov.ar/portal\\_dnrpa/](https://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/)
- <https://www.argentina.gob.ar/agricultura>
- <https://www.howlanders.com/blog/estados-unidos/pueblos-fantasma-ruta-66/>
- <https://www.expansion.com/directivos/2017/08/14/59915ce646163fb8478b45c5.htm>



## Agradecimientos

- Director de Vialidad Provincial Ing. Hugo Varela.
- Intendente de la Ciudad de Quitilipi, Lic. Arturo Lovey.
- Ing. Rolando Horacio Biain
- Ing. Tulio Altamirano
- Ing. Alejandro Salgado
- Ing. Ezequiel Silva
- Ing. Tesalia Bareiro
- Ing. Rubén Sotelo
- Ing. Carlos Deppettris
- Ing. Javier Kutnich
- Ing. Ariel Fracalossi
- Técnico. José Lugo.
- Sr Agustín Honnorat
- Srta Daniela Fleitas
- Sr Joselo Osiska Secretario de Obras Publicas de la Ciudad de Quitilipi
- Sr Leandro Canteros, Secretario del Intendente de Quitilipi.
- Comisario Agued Miguel, de la ciudad de Quitilipi.
- Familiares y Amigos.