



TRABAJO FINAL

**ANTEPROYECTO DE DESVÍO DE TRÁNSITO PESADO.
RUTA PROVINCIAL N°56 - PUERTO LAS PALMAS, CHACO**

ALUMNOS:

**Fernández, Juan José
Marín, Juan Pablo**

DOCENTE TUTOR:

Ing. Ruberto, Alejandro

2019



CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El anteproyecto en estudio se denomina “DESVÍO DE TRANSITO PESADO. RUTA PROVINCIAL N°56 – PUERTO LAS PALMAS” y su objeto consiste en la construcción de obras básicas, calzada pavimentada, intersecciones y señalamiento.

El puerto Las Palmas se localiza sobre la margen derecha del río Paraguay en el municipio de Las Palmas, el cual se encuentra dentro del departamento Bermejo al este de la provincia de Chaco y a unos 85km de la ciudad de Resistencia como se indica en la imagen 1.

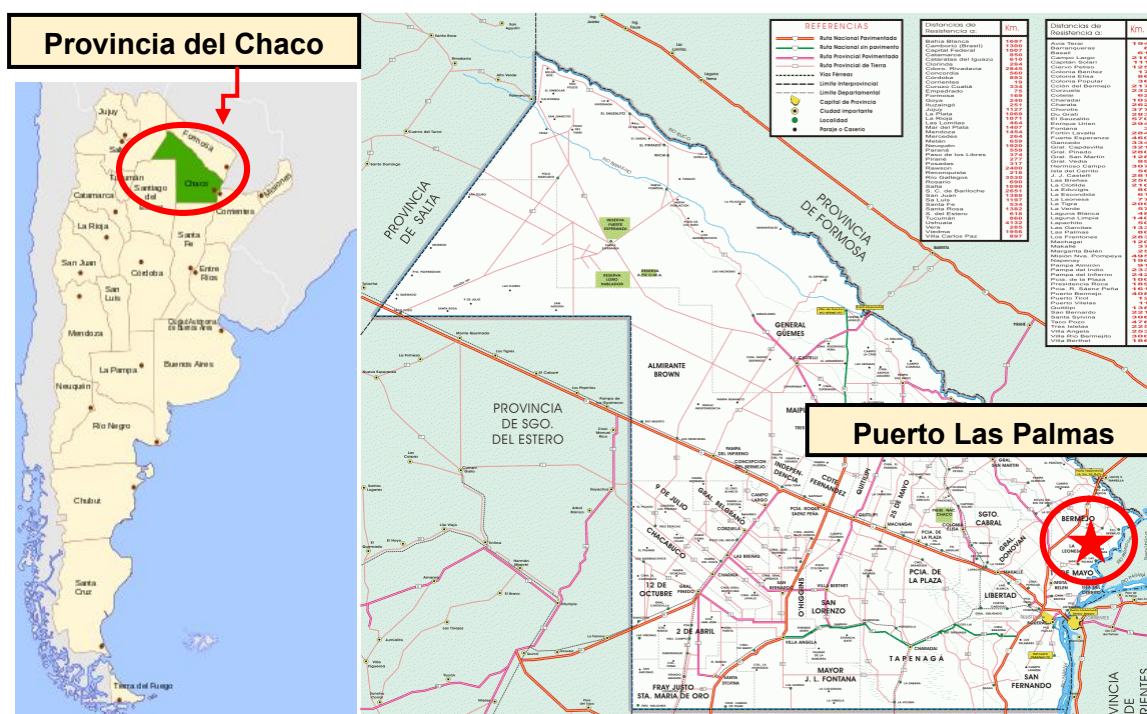


Imagen 1. Ubicación general del Puerto Las Palmas.

La provincia del Chaco está comprendida entre los paralelos 24 y 28° de latitud Sur y entre los meridianos 58 y 63° de longitud oeste; forma parte del Litoral Argentino e integra la denominada región del NEA (nordeste argentino). Posee una superficie total de 99.633km², constituyendo el 3,6% del total nacional.

Limita al oeste con las provincias de Salta y Santiago del Estero; el paralelo 28° Sur la separa de Santa Fe. Cuatro grandes ríos constituyen la frontera oriental y boreal: al este el río Paraguay (que la separa de la República del Paraguay) y el río Paraná, que la separa de la provincia de Corrientes; finalmente, al este y norte linda con Formosa mediante el río Bermejo, y su afluente el río Teuco.

La provincia presenta dos regiones: la oriental y la occidental. La primera se caracteriza por un clima cálido y húmedo, cuyas precipitaciones superan los 1000mm anuales, mientras que en el oeste, más seco, predomina un régimen continental estival.



Conformada por 25 departamentos que en su mayoría, territorialmente son pequeños, salvo los departamentos Almirante Brown, General Güemes y General San Martín, que ocupan casi el 50% de la provincia.

El área en estudio se encuentra en el departamento Bermejo el cual presentaba 25.052 habitantes según el Censo 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), su superficie es de 2.562 km² y presenta una densidad poblacional de 9,78 habitantes/km². Limita al norte con la provincia de Formosa, al noroeste con el departamento Libertador General San Martín, al sur y oeste con el departamento Primero de Mayo y al este con la República de Paraguay. Está conformado por seis (6) municipios Gral. Vedia, Isla del Cerrito, La Leonesa, Las Palmas, Puerto Bermejo y Puerto Eva Perón.

Las Palmas se encuentra junto a la localidad de La Leonesa, con la cual conforman un aglomerado urbano único denominado La Leonesa - Las Palmas y cuentan según los resultados del censo 2010 con 13.737 habitantes lo que representa un descenso poblacional del 0,8% respecto del anterior censo en el cual contaba con 13.854 habitantes (INDEC, 2001). Es la 11° aglomeración más grande de la provincia del Chaco.

Componente	Departamento	Censo 2010	Censo 2001	Censo 1991
La Leonesa	Bermejo	8.823	8.420	7.801
Las Palmas		4.914	5.434	5.253
Total		13.737	13.854	13.054

(Fuente: INDEC)

Actualmente, la principal vía de acceso al Puerto Las Palmas, es la RPN°56 que hacia el oeste comunica con la R.N.N°11 la cual al norte vincula la zona con la provincia de Formosa y al sur con la provincia de Santa Fe. La R.P.N°56 se encuentra actualmente pavimentada en 19 km desde la RNN°11 atravesando el ejido urbano tanto de La Leonesa como de Las Palmas (ver imagen 2).

Interseca a la Ruta Provincial N°56, la Ruta Provincial N°1 la cual hacia el norte relaciona la zona con Gral. Vedia y Puerto Bermejo y al sur con la Ruta Nacional N°16 llegando desde allí a Resistencia (ciudad capital del Chaco) y a la provincia de Corrientes (ver imagen 3).

El camino de acceso a puerto Las Palmas proyectado se encuentra al este de la provincia y alcanza una longitud aproximada de 14,2km. Inicia su recorrido en el km 16,36 de la RP56 (en el límite urbano de la localidad de La Leonesa) y se dirige primero hacia el sur y finalmente hacia el puerto en dirección este, evitando así atravesar los ejidos urbanos de La Leonesa y Las Palmas como lo hace actualmente la RPN°56 de tierra para alcanzar la zona del puerto en estudio. En la imagen 4 y en las fotos N°1 y 2 es posible ver el desvío proyectado.

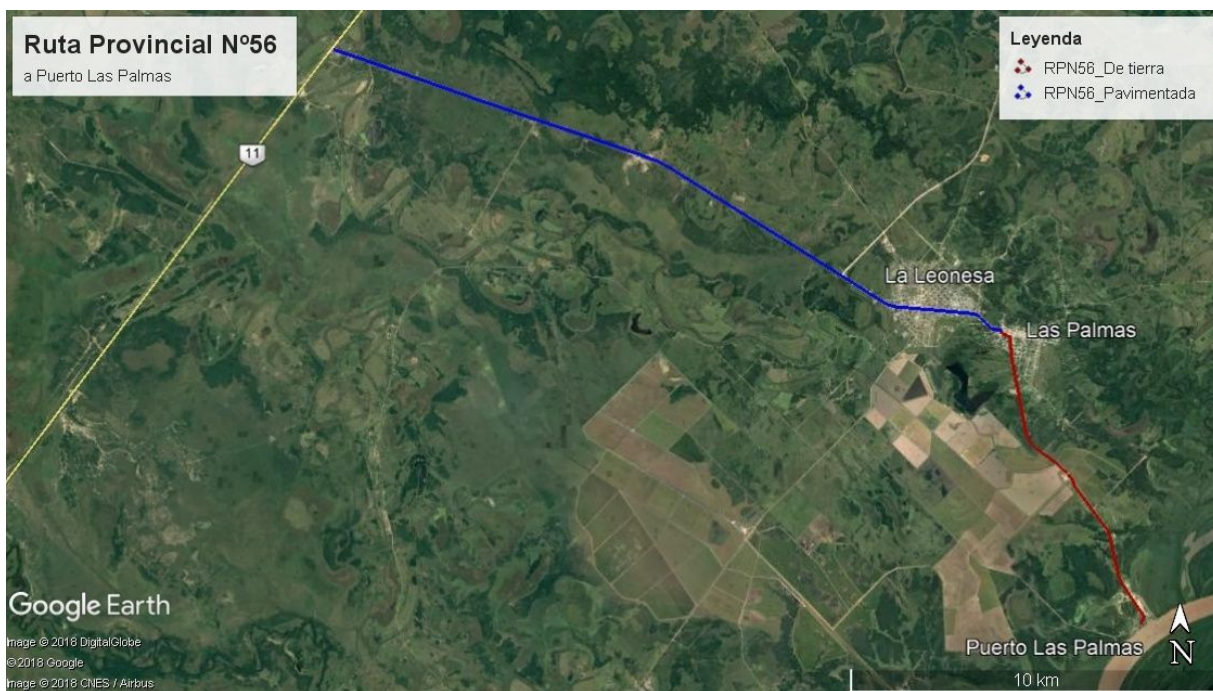


Imagen 2. Vista actual RPN°56 que atraviesa los ejidos urbanos de La Leonesa y Las Palmas. (Fuente: Google Earth)

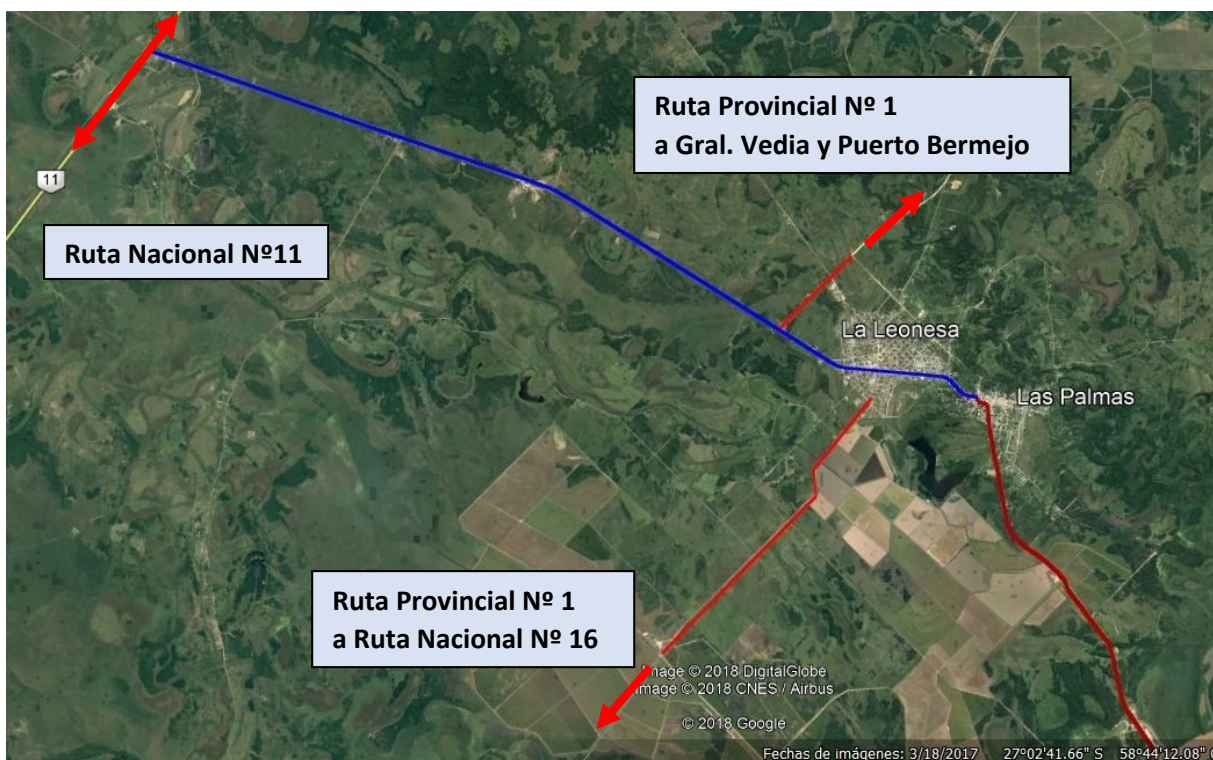


Imagen 3. RPN°56. Intersecciones con Rutas provinciales y Nacionales. (Fuente: Google Earth)



Imagen 4. RPN°56. Desvío Proyectoado a Puerto Las Palmas. (Fuente: Google Earth)



Foto N°1. Inicio de camino de acceso de tierra al puerto

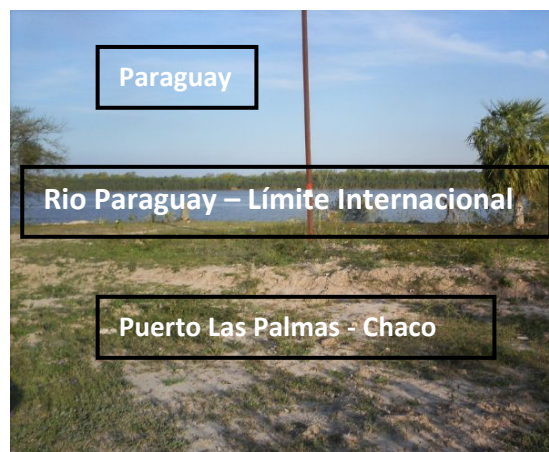


Foto N°2. Fin de camino de tierra en Puerto Las Palmas

1.2 Base económica provincial y departamental

Las Palmas tuvo inicios promisorios por la instalación en el lugar del ingenio Las Palmas de los hermanos Hardy. Gracias a este ingenio el pueblo se convirtió a fines del siglo XIX en la primera localidad en tener red de energía eléctrica en la Argentina.

El proceso de quiebra del ingenio que comenzó en 1971 y finalizó con el remate de las propiedades en 1993 significó la eliminación de la principal fuente de trabajo de la localidad tras lo cual se han intentado numerosos planes de reconversión en la zona incluyendo un régimen de promoción industrial. Sin embargo, ninguno de estos ha logrado sacar a Las Palmas de su precaria situación.

Desde sus orígenes el puerto Las Palmas cumplía las necesidades de carga del antiguo Ingenio ya que llegar por los caminos de tierra a los lugares de comercialización no era seguro ni tampoco permitían el tránsito permanente en épocas de lluvias. Cabe destacar que dicha situación se mantiene actualmente.



Con el fin de conocer la situación actual de la zona en estudio se realizó un relevamiento de infraestructura y servicios existentes, y del entorno socio-económico de la misma.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.) desarrolló una clasificación de las distintas zonas de la provincia del Chaco de acuerdo a sus características edafoclimáticas y productivas (ver imagen 5)

La zona de Proyecto correspondiente al departamento Bermejo pertenece a la sub-zona GANADERA DEL ESTE DEL CHACO.

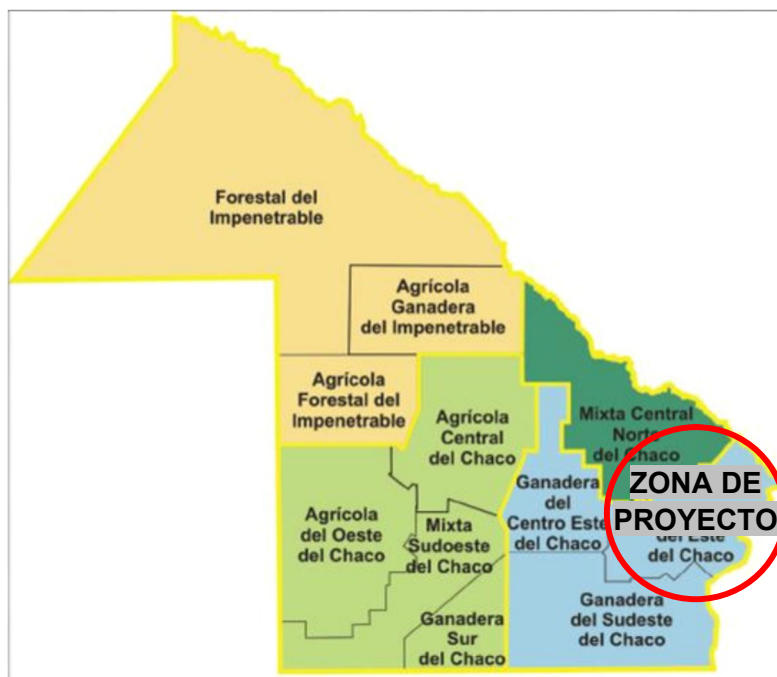


Imagen 5. Provincia del Chaco – Sub-zonas RIAN. (Fuente: INTA)

Esta sub-zona comprende los departamentos Bermejo, Gral. Dónovan, 1ro de Mayo y Libertad, abarcando una superficie total de 339.353 ha.

Respecto a su geomorfología, se ubica entre las zonas de depresión oriental (NO) y la fosa paraguaya-paranaense (SE).

Los suelos del área están conformados por material original aluvial local moderado y aluvial general, la permeabilidad varía de muy lenta a moderada y presenta un relieve de 75 a 50 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) con pendiente NO-SE. La capacidad de drenaje de los suelos presentes es casi buena a imperfecta y el riesgo de anegamiento es medio a alto.

La capacidad de uso de suelos en la zona en estudio del acceso a Puerto Las Palmas corresponde a las clases III y IV.

Los suelos de la clase III pueden ser utilizados para cultivos labrados, para pasturas, como campos naturales de pastoreo, para forestación y para la conservación de la fauna silvestre. Las limitaciones de los suelos de esta clase restringen la cantidad y proporción de cultivos de escarda, la duración del tiempo apropiado para la plantación o siembra, el laboreo del suelo y la cosecha, la elección de cultivos, o alguna combinación de estas posibilidades.

Los suelos de clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso o ambas cosas a la vez. Las restricciones



para el uso de estos suelos son mayores que para los de la clase III y la elección de plantas se halla más limitada. Cuando son cultivados requieren de un manejo más cuidadoso y las prácticas de conservación son más difíciles de aplicar y mantener. Pueden ser utilizados para cultivos labrados, para pasturas, como campos naturales de pastoreo, para forestación o para conservación de la fauna silvestre.

El clima de la zona en estudio es subtropical sin estación seca, con temperatura media anual de 21°C, las precipitaciones medias anuales varían entre 1100-1200 mm/año (NO-SE).

La información estadística disponible se encuentra a nivel provincial y departamental, por lo que a continuación se sintetiza la situación del Departamento Bermejo.

1.2.1 Producción ganadera

Esta actividad fue pionera en la conquista del territorio chaqueño y puede afirmarse que el Chaco constituye una verdadera área de reserva para la futura expansión de la ganadería Argentina, con amplias ventajas para el ganado vacuno.

Actualmente la actividad principal es la cría de vacunos de raza criolla con experiencias de cruces con cebú, obteniéndose la nueva raza Brangus.

El Chaco cuenta con establecimientos en los que se practica una ganadería avanzada que trabaja en la mejora genética de sus rodeos lo que permite que poco a poco los productores agropecuarios chaqueños comiencen a integrarse en los circuitos comerciales de tipo pampeano. Se cuenta además con la ventaja comparativa de pasturas naturales casi con exclusividad.

En lo relacionado al ganado ovino y caprino la provincia tiene en marcha un programa para el desarrollo integral de esta actividad a través del PROGANO (Programa Ganadero del Norte), que significará un cambio sustancial en la producción caprina y en la calidad de vida de los productores en especial en la zona norte de la provincia.

En la zona de estudio se presentan los siguientes valores.

EXISTENCIA DE BOVINOS TOTALES					
AREA / AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
PROV. CHACO	2.575.552	2.711.154	2.633.645	2.646.471	2.610.335
DPTO. BERMEJO	146.933	134.145	129.470	134.197	135.455

(Fuente. Servicio Nacional de Sanidad y calidad agroalimentaria– SENASA.)

Los últimos datos disponibles de existencia de ganado bovino en el departamento Bermejo indican que este presenta el 5,2% de la existencia total provincial en el año 2014.

En el periodo 2010-2014 el departamento Bermejo ha disminuido su stock Bovino 0,92% aproximadamente y por el contrario, a nivel provincial el stock bovino aumentó 1,01% en el mismo periodo.

1.2.2 Producción agrícola

El cultivo más importante en el departamento Bermejo es el ARROZ, como se observa en las planillas a continuación.



Arroz						
Área /Año	2012/2013		2013/2014		2014/2015	
	Sembrada (ha)	Producción (tn)	Sembrada (ha)	Producción (tn)	Sembrada (ha)	Producción (tn)
Dpto. Bermejo	7.000	45.500	5.600	33.600	6.100	36.600
Prov. Chaco	7.000	45.500	5.600	33.600	6.100	36.600

(Fuente. <http://www.siiia.gob.ar/>)

Arroz				
Área /Año	2015/2016		2016/2017	
	Sembrada (ha)	Producción (tn)	Sembrada (ha)	Producción (tn)
Dpto. Bermejo	5.600	30.800	5.900	41.300
Prov. Chaco	5.600	30.800	5.900	41.300

(Fuente. <http://www.siiia.gob.ar/>)

Cabe destacar que Bermejo es el único departamento productor de ARROZ en la provincia del Chaco y en la zona de influencia directa del Proyecto en estudio específicamente.

Las provincias argentinas productoras de este cultivo son Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe, Chaco, Formosa y Misiones.

Según los últimos datos de la campaña a nivel nacional de arroz, periodo 2016-2017, en la Argentina se sembraron en total 228.376ha y se produjeron 1.521.983 toneladas. La provincia de Chaco representa 2,6% del área sembrada y el 2,71% de la producción nacional.

Otros productos agrícolas de menor relevancia para la zona de estudio son los siguientes para el periodo 2010 - 2013.

CAMPAÑA 2013/14						
Área / Cultivo	Soja		Maíz		Sorgo	
	siembra (ha)	rend. (kg/ha)	siembra (ha)	rend. (kg/ha)	siembra (ha)	rend. (kg/ha)
Dpto. Bermejo	2.500	1.800	1.700	2.500	2.500	3.000
Prov. Chaco	676.500	2.404	139.690	3.984	118.290	3.281
CAMPAÑA 2014/15						
Área / Cultivo	Soja		Maíz		Sorgo	
	siembra (ha)	rend. (kg/ha)	siembra (has)	rend. (kg/ha)	siembra (ha)	rend. (kg/ha)
Dpto. Bermejo	2.500	1.500	1.600	2.000	1.800	2.500
Prov. Chaco	658.800	675	146.240	1.626	140.750	1.641



CAMPAÑA 2015/16						
Área / Cultivo	Soja		Maíz		Sorgo	
	siembra (ha)	rend. (kg/ha)	siembra (has)	rend. (kg/ha)	siembra (ha)	rend. (kg/ha)
Dpto. Bermejo	1.500	2.000	1.500	2.000	1.500	3.000
Prov. Chaco	671.100	1.266	171.880	1.977	175.340	1.933

Fuente. Cedei produccion.chaco.gob.ar

1.2.3 Producción industrial

Desde agosto del año 2013 se encuentra en marcha el Complejo Productivo del proyecto Puerto Las Palmas, el cual incluye el primer frigorífico ictícola de la región.

El complejo industrial arrocero y de piscicultura de Las Palmas, tendrá un extraordinario impacto económico para toda la región y combina arroz con la producción de pacú a través de un novedoso y único sistema de lagunas y piletas.

El departamento Bermejo, muy dinámico a lo largo de su historia, enfrenta un proceso de recuperación de la mano del crecimiento de complejos productivos. El Complejo es todo un desafío para la provincia porque se trata de un desarrollo integral de dos cadenas de valor con gran impacto en términos económicos, industriales, de valor agregado y de empleo.

Además del frigorífico, que ya es un hecho, se están realizando obras que permitirán seguir expandiendo la capacidad productiva y logística de la zona, el aprovechamiento de los recursos a lo largo de toda la cadena de valor y la generación de puestos de trabajo formal y sustentable en el tiempo.

En Puerto Las Palmas se cultivan en la actualidad unas 6.500 hectáreas de arroz en tanto que otras 400 son dedicadas a la cría de pacú. El proyecto prevé, en su fase final, ampliar la superficie piscícola a más de 1.000 hectáreas. El emprendimiento, que además de la cría de pacú ha sumado la instalación de un frigorífico de peces que será único en su tipo en el norte argentino, próximamente incorporará una fábrica de alimento balanceado; inversión que superará los 110 millones de pesos y generará más puestos de trabajo directos.

1.3 Descripción del proyecto

La construcción de obras básicas y pavimento en el acceso a Puerto Las Palmas, en el tramo comprendido entre el Empalme de la Ruta Provincial N°56 (La Leonesa) a Puerto Las Palmas, de longitud aproximada de 15 km, prevé la ejecución de los siguientes ítems enumerados a continuación:

1. Demolición de obras de arte (14 alcantarillas y 1 puente de madera).
2. Construcción de obras de arte.
3. Terraplenes con compactación especial.
4. Construcción de Sub-base de suelo cal.
5. Construcción de Base de estabilizado granular
6. Construcción de calzada pavimentada en 7,3m de ancho.
7. Construcción de intersecciones canalizadas y rotonda moderna
8. Retiro de alambrados.
9. Corrimiento y traslado de líneas de energía eléctrica.
10. Señalamiento horizontal y vertical.



1.4 Fundamentos

El anteproyecto persigue como objetivo principal lograr el tránsito permanente del camino mediante la construcción de obras básicas y calzada pavimentada con lo cual se impulsará la reactivación del Puerto Las Palmas considerando su importante localización sobre la Hidrovía Paraná-Paraguay y así promover el desarrollo económico de esta zona del centro - este de la provincia del Chaco permitiendo el flujo regional, nacional e internacional de sus productos agrícolas y ganaderos.

Es muy importante contar con transitabilidad permanente en los caminos de la zona que nos ocupa. La imposibilidad de comunicación entre los pobladores rurales y los consumidores de sus productos tanto plantas de procesamiento como agroindustrias, mercados locales, etc., ha generado pérdidas para todos los sectores productivos que se pretende solucionar con la ejecución del presente proyecto.

Mediante la materialización del proyecto se espera un mejoramiento de las economías regionales beneficiando no sólo a las localidades del aglomerado La Leonesa - Las Palmas sino también al conjunto de colonias y parajes que forman parte del departamento Bermejo.

Como obra complementaria a la reactivación del puerto, la pavimentación del Acceso al mismo significará un vital instrumento para la zona de influencia del Proyecto, considerando en primer lugar la cercanía con la vecina República de Paraguay y las posibilidades de intercambio comercial que ello significa.

Además se debe recalcar la importancia en el ámbito laboral que tendrán las medidas para potenciar al sector arrocero dada la cantidad de puestos de trabajo por hectárea que genera este cultivo en contraposición con otros sectores, como los campos ganaderos.



CAPÍTULO 2

ESTUDIOS BÁSICOS

2.1 TOPOGRAFÍA

2.1.1 Consideraciones generales

De acuerdo a lo indicado en el Plan de Trabajos, fueron efectuadas las tareas de “Estudios de Reconocimiento”, “Evaluación”, “Selección de Alternativas” y “Definición de la Directriz” para el anteproyecto de desvío de tránsito pesado. Ruta Provincial N°56 – Puerto Las Palmas

2.1.2 Estudios de reconocimiento

Con el auxilio de imágenes satelitales, cartas topográficas del IGN de las zonas afectadas por el anteproyecto a escala 1/100.000 y planos catastrales de las ciudades de La Leonesa y Las Palmas fue realizado el reconocimiento cartográfico del área en estudio. (Ver Imagen 6)

Se ha dado paso luego a las tareas de reconocimiento de campo para la verificación “in situ” de la situación actual del trazado existente.



Imagen 6. Zona de Relevamiento. (Fuente: Google Earth.)

2.1.3 Estudio del trazado y selección de alternativas

El presente anteproyecto contempla el diseño de un eje que se desarrolla parte sobre el camino existente de longitud aproximada de 12,8 km y otra parte por traza nueva en una longitud de 1,6 km (ver imagen 7). Esto permite readecuar el trazado de forma tal que las características geométricas del camino proyectado cumplan con lo establecido en el Pliego de Especificaciones en conformidad a la normativa de diseño vigente.



En cuanto a la topografía, el tramo se desarrolla plenamente sobre un terreno llano con algunas ondulaciones muy leves por lo que no se observa que condicione el trazado de forma tal que no se puedan cumplir los criterios de diseño fijados por la normativa.

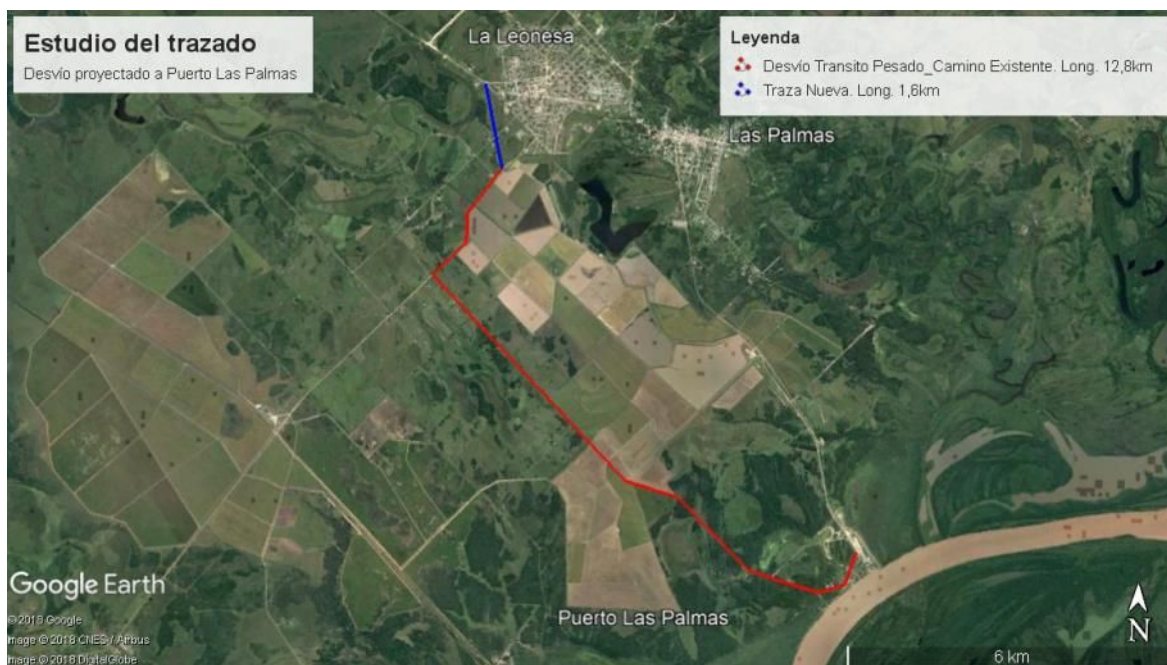


Imagen 7. Estudio del trazado.(Fuente: Google Earth.)

2.1.4 Levantamiento topográfico

El relevamiento topográfico fue realizado por personal técnico de la Dirección de Vialidad Provincial y se empleó para ello equipos GPS de doble frecuencia, geodésicos, marca TRIMBLE, modelo R6 y un nivel óptico marca PENTAX, modelo AL-M32.

Como inicio de las tareas se procedió a la identificación de puntos fijos altimétricos existentes en la zona de estudio encontrándose varios de ellos sobre la Ruta Provincial nº1. Dichos puntos cuentan con coordenadas Gauss-Krüger, faja 5, Datum WGS84 y el marco de referencia es Posgar 07.

Una vez identificado los puntos se materializó la poligonal básica mediante la colocación de Puntos Fijos de madera dura de 10 cm x 10 cm y 0,70 m de altura con identificación del punto mediante caracteres alfanuméricos (por ejemplo PF01 – RP56) que se ubican a una distancia aproximada de 500m uno del otro a lo largo de la traza en estudio y se realizó la nivelación geométrica de los mismos con el método de ida y vuelta a partir del Punto Fijo conocido (PF01) de cota 55,137m ubicado en Ruta Provincial N°1 intersección con Ruta Provincial N°56(en esquinero lado izquierdo).



PLANILLA DE PUNTOS FIJOS - RPNº56 DESVÍO				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIP.
1	5628059.88	7008537.85	55.172	PF01
2	5628127.82	7008162.77	54.052	PF02
3	5627807.07	7007786.37	54.531	PF03
4	5627466.70	7007354.23	54.638	PF04
5	5627195.52	7006995.22	54.279	PF05
6	5626843.10	7006138.63	54.665	PF06
7	5626837.46	7005392.5	54.792	PF07
8	5627203.38	7005052.88	54.612	PF08
9	5627554.33	7004693.02	54.014	PF09
10	5627901.10	7004338.05	53.903	PF10
11	5628253.28	7003978.08	53.981	PF11
12	5628597.95	7003625.57	53.91	PF12
13	5628926.46	7003256.06	53.509	PF13
14	5629303.3	7002903.83	53.704	PF14
15	5629650.34	7002545.87	53.479	PF15
16	5629998.16	7002186.59	53.227	PF16
17	5630451.67	7002007.86	53.401	PF17
18	5630837.13	7001873.59	53.223	PF18
19	5631229.10	7001614.33	53.139	PF19
20	5631578.23	7001259.09	52.727	PF20
21	5631926.80	7000907.32	52.616	PF21
22	5632272.91	7000558.11	52.489	PF22
23	5632740.63	7000388.94	51.815	PF23
24	5633684.73	7000186.81	51.041	PF24
25	5634124.31	7000386.98	51.775	PF25

Posteriormente con base en la poligonal se realizó el levantamiento de todos los puntos característicos del terreno que servirán de base para el modelado digital del terreno (MDT). Para ello se empleó un sistema mixto entre perfiles transversales y nube de puntos, dadas las características de obra lineal. Todo el levantamiento se hizo con medición en tiempo real (RTK).

Los perfiles transversales se realizaron cada 100m como máximo y se relevaron los puntos característicos a ambos lados del eje (9 como mínimo) hasta una distancia de 15m a 20m por fuera de la probable zona de camino. En la imagen 8, se muestra un esquema representativo de los puntos a relevar en cada perfil transversal, midiendo a cada lado del eje los bordes, banquina u hombro del talud, pie de talud, terreno natural, bordes y fondos de cuneta y alambrados (si los hubiera).

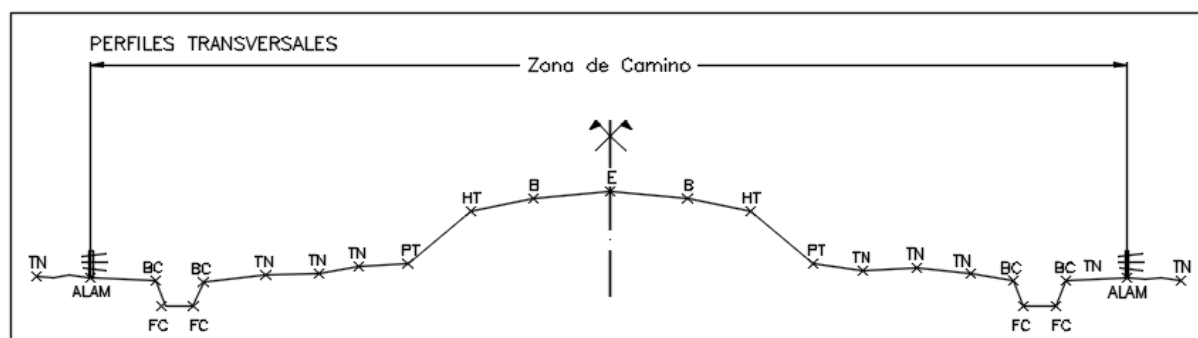


Imagen 8. Esquema de puntos a relevar en perfiles transversales. (Fuente: Elaboración propia)

La nube de puntos se utiliza para el levantamiento de todos los puntos intermedios a los perfiles transversales y que puedan resultar de interés para el proyecto vial como, por ejemplo: accesos, alcantarillas, cruces con calles públicas, edificaciones existentes, servicios, etc.

Complementando la información se recabaron otros datos, como ser:

- Nombre de los propietarios
- Estado de los alambrados y si es límite de propiedad
- Uso del suelo; tipo de cultivo, ganadería, montes, etc.
- Grupos de árboles y tamaños de los mismos (diámetro medio).
- Drenaje. Su orientación y obras de arte (estado, marcas nivel de agua, luz, h. etc.)
- Zonas donde existan o suelen existir aguas retenidas. Medición del pelo de agua.
- Accesos a propiedades.
- Cruces con rutas, caminos, vías, indicando progresivas y ángulos de cruce.
- Edificaciones cercanas hasta 100m a ambos lados del eje.
- Señales, letreros y mojones.
- Lugares aptos para yacimientos de suelos y materiales.

Para la determinación de los desagües que atraviesan el camino se procedió en primer término a la búsqueda de información existente y complementariamente, con la ayuda del levantamiento visual, se obtuvo el número y la descripción de las alcantarillas existentes en el trayecto del tramo actual, las cuales se detallan a continuación:

Planilla de alcantarillas transversales existentes

Nº	Prog	n	L (m)	H (m)	Ø (m)	J (m)	CD (m)	Observaciones
01	01+800	1	-	-	0.50	-	54.13	Tubo Hº
02	02+280	1	-	-	0.50	-	54.26	Tubo Hº
03	02+420	1	10.00	-	-	-	52.73	Puente de madera
04	03+850	1	-	-	0.80	-	54.55	Tubo Hº
05	04+940	1	-	-	0.90	-	53.93	Tubo Hº
06	05+940	1	-	-	0.60	-	-	Tubo Hº
07	07+230	1	-	-	0.60	-	-	Tubo Hº
08	07+570	1	-	-	0.60	-	-	Tubo Hº
09	07+980	3	2.50	-	-	-	52.61	Mamp y madera
10	08+080	1	-	-	0.80	-	52.73	Tubo Hº
11	08+800	1	-	-	0.80	-	52.61	Tubo Hº
12	10+540	1	-	-	0.80	-	51.89	Tubo Hº
13	11+010	1	-	-	0.80	-	51.56	Tubo Hº
14	11+980	1	-	-	0.80	-	51.70	Tubo Hº
15	13+000	1	-	-	2.00	-	51.46	Tubo Chº



Donde:

- N°: número de orden
- Progr.: progresiva según eje de relevamiento
- n: número de luces
- L: luz (en metros)
- H: altura (en metros)
- CD: cota de desagüe
- Ø: diámetro

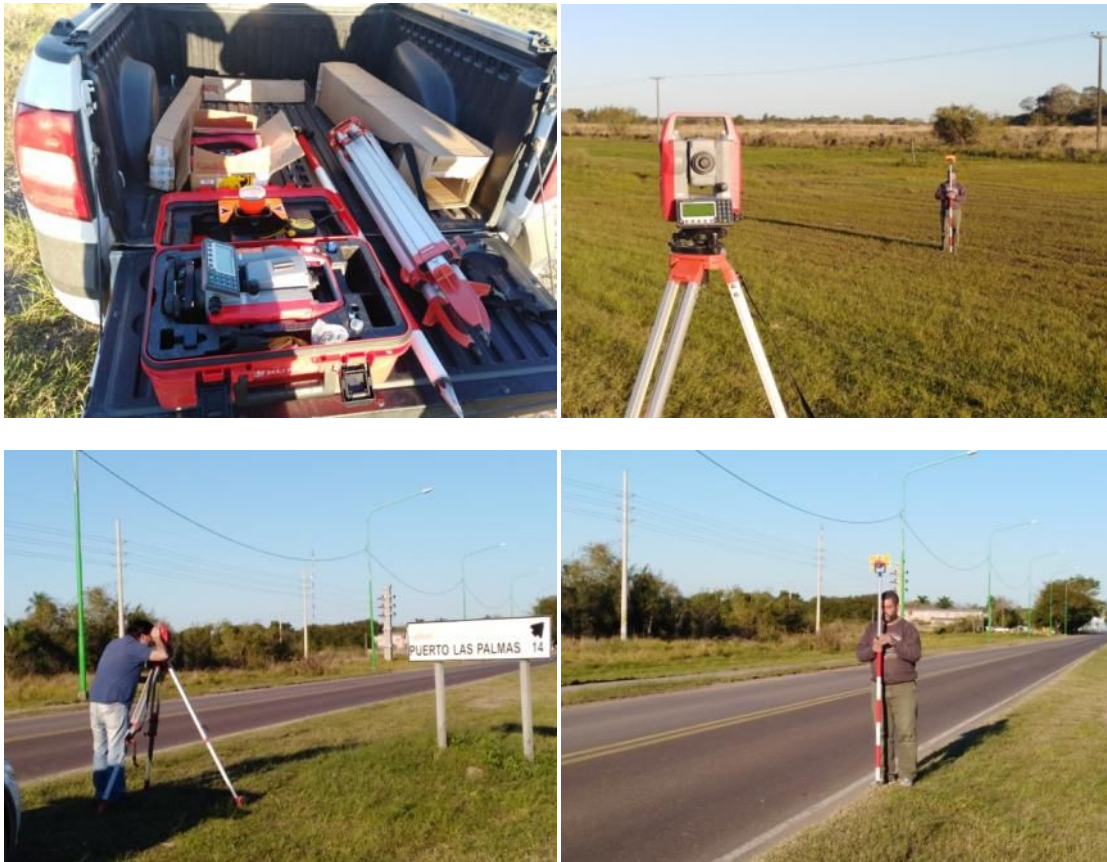
Finalmente, mediante el empleo de una estación total marca PENTAX, modelo R-1500-N, se relevó una nube de puntos en la zona de inicio del desvío midiendo el eje de la calzada existente, bordes de calzada, banquetas, pie de talud, terreno natural, hechos existentes y límites de la zona de camino complementando así el relevamiento a fin de definir el tipo y dimensiones de la intersección con la Ruta Provincial N°56 al principio del tramo. En las fotografías a continuación se muestra el instrumental utilizado en las tareas de levantamiento.



Fotografía 3. Nivelación de Puntos fijos con nivel.



Fotografía 4. Relevamiento topográfico con GPS.



Fotografías 5, 6, 7 y 8. Relevamiento topográfico con Estación total

2.1.5 Trabajos de gabinete

Finalizadas las tareas de relevamiento se procede a los trabajos de gabinete. Una vez descargado los datos relevados (nube de puntos) en formato CSV o TXT se procede, mediante cualquier software de diseño (LAND DESKTOP, CARTOMAP, CIVIL 3D, etc.) a la elaboración del Modelado Digital del Terreno (MDT).

Para un correcto modelado digital es necesario en primer lugar, una vez cargados los puntos en el programa identificar cada uno de ellos mediante la descripción genérica que el topógrafo les haya dado en el campo y proceder a trazar las líneas de roturas que hacen a una correcta triangulación de los puntos para la superficie.

Luego, una vez trazadas éstas líneas de rotura podemos realizar la triangulación para el modelado digital y posterior interpretación de los resultados (curvas de nivel) obtenidos.

El MDT representa fielmente las características del terreno donde se va a emplazar la obra y sirve de base para todos los trabajos posteriores. A partir de la superficie obtenida se realizará el diseño geométrico de la obra, se trazará el perfil longitudinal del tramo en estudio y los perfiles transversales para cálculos de volúmenes de suelo, etc.

En las imágenes 9 a 14 mostradas a continuación podrá observarse el proceso de modelado en CIVIL 3D.

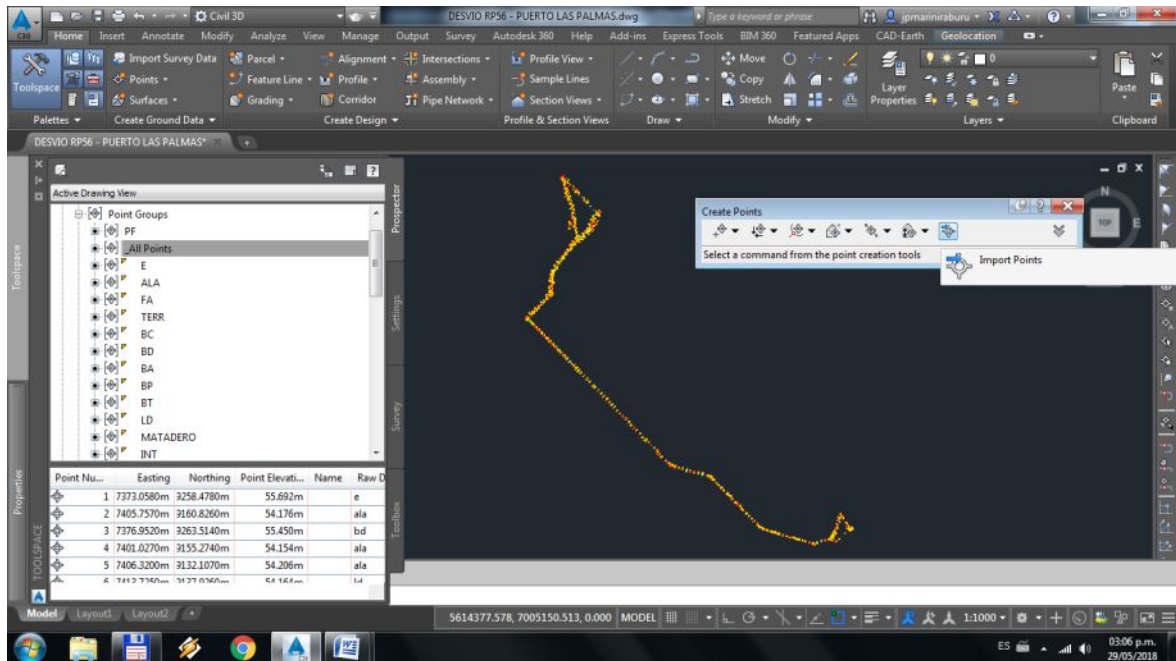


Imagen 9. Importación de puntos relevados. (Fuente: Elaboración propia)

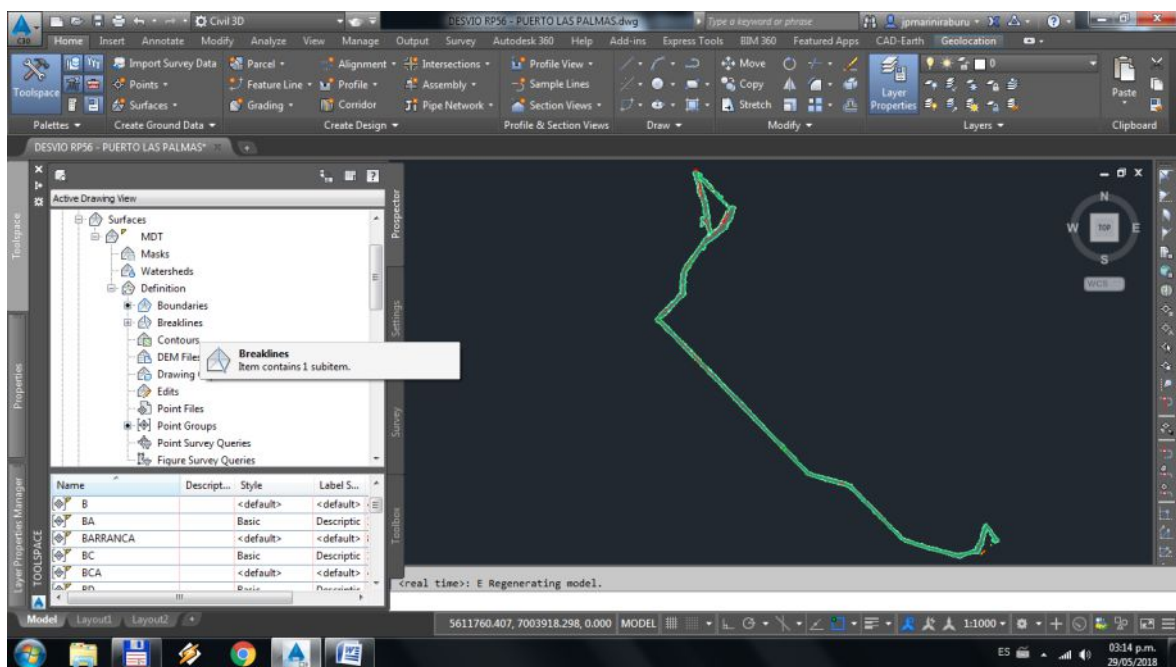


Imagen 10. Trazado de líneas de rotura. (Fuente: Elaboración propia)

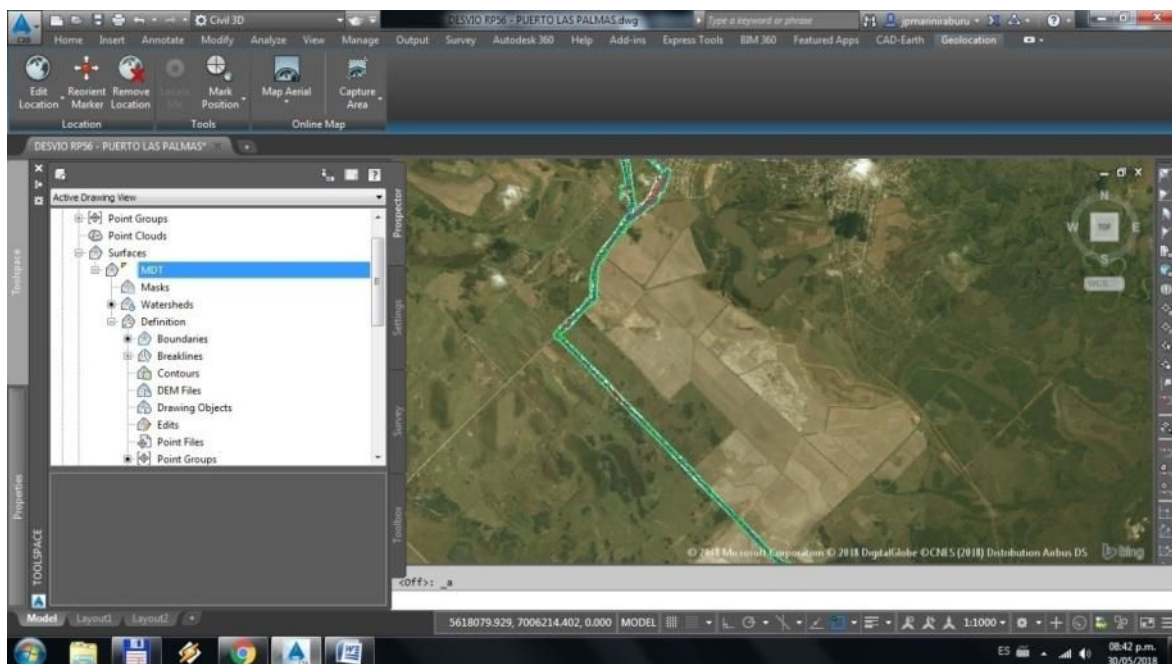


Imagen 11. Modelado digital del terreno. (Fuente: Elaboración propia)

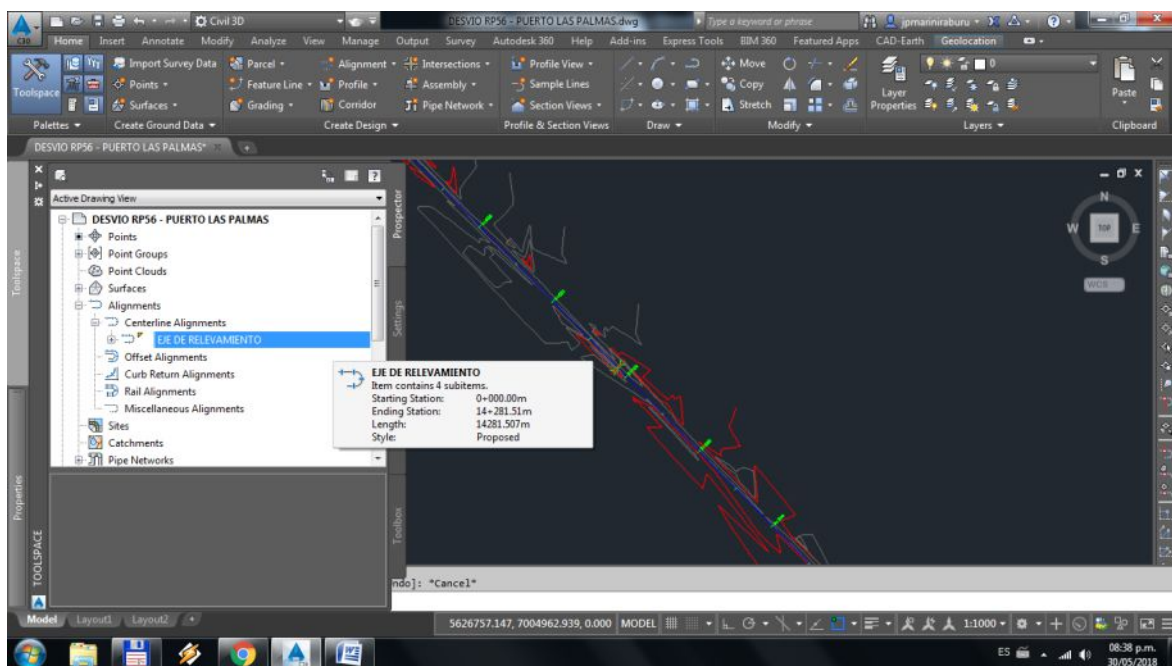


Imagen 12. Curvas de nivel y eje de relevamiento. (Fuente: Elaboración propia)

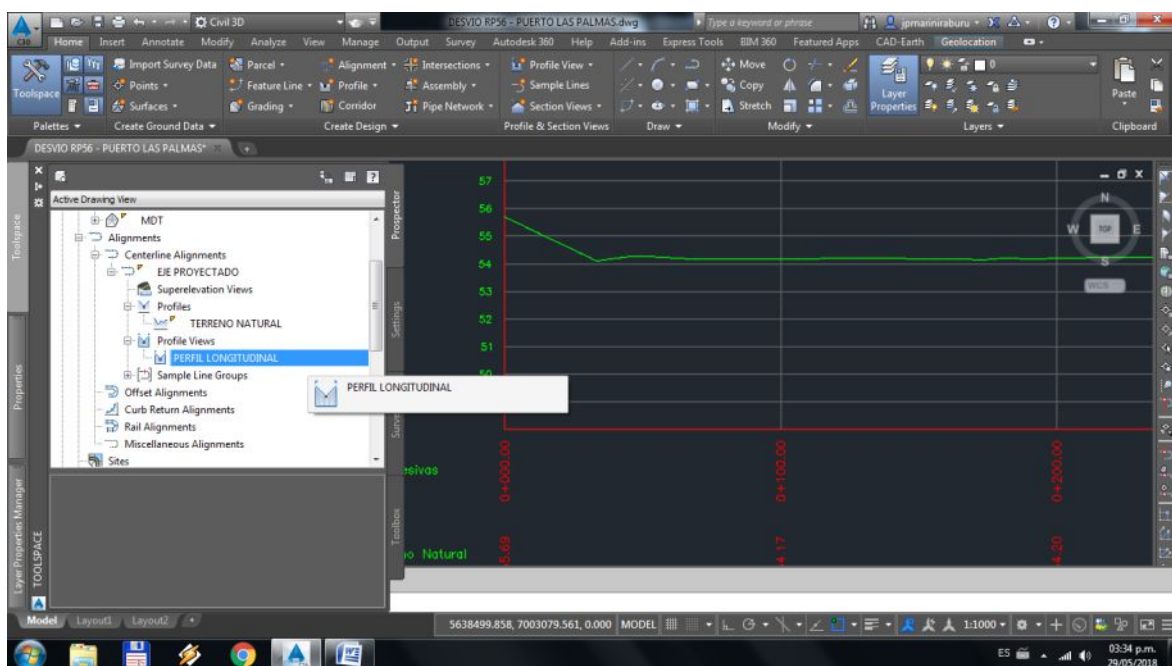


Imagen 13. Perfil Longitudinal del tramo en estudio. (Fuente: Elaboración propia)

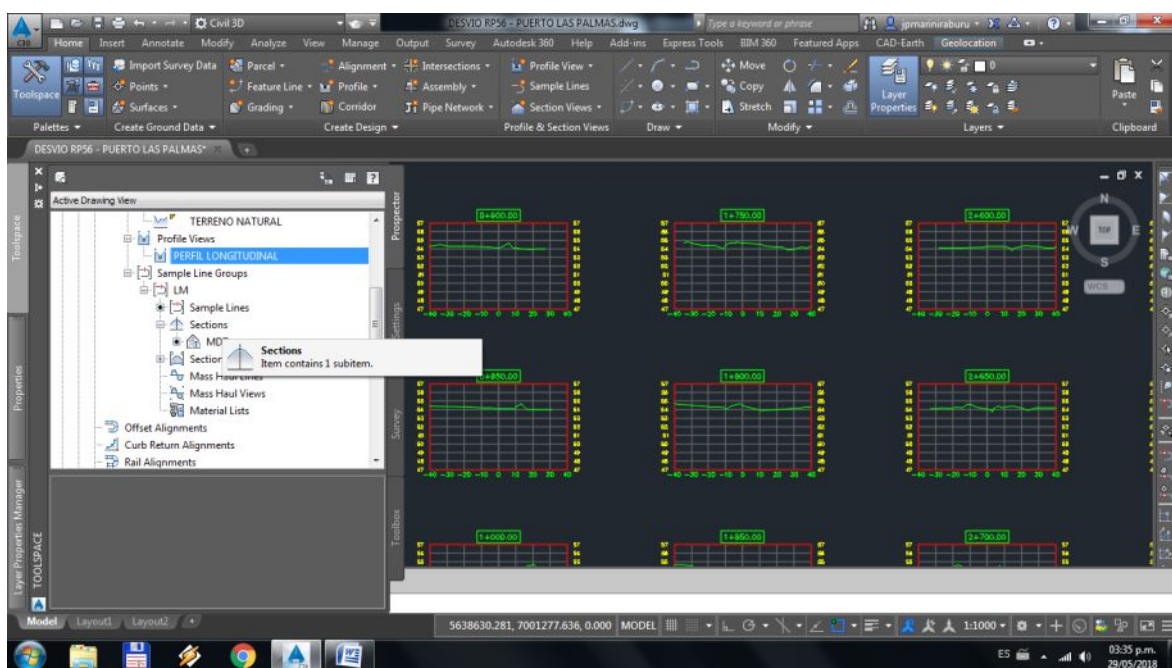


Imagen 14. Perfiles transversales. (Fuente: Elaboración propia)

2.2 TRÁNSITO

2.2.1 Consideraciones generales

El siguiente estudio tiene como objetivo determinar la demanda del tránsito actual y futuro bajo el supuesto de la implementación de mejoras consistentes en la Construcción de Obras Básicas y Pavimento en el Acceso al Puerto Las Palmas, tramo Empalme Ruta Provincial N°56 (La Leonesa) – Puerto Las Palmas, en una longitud de 14,5 km en el departamento Bermejo, provincia del Chaco.

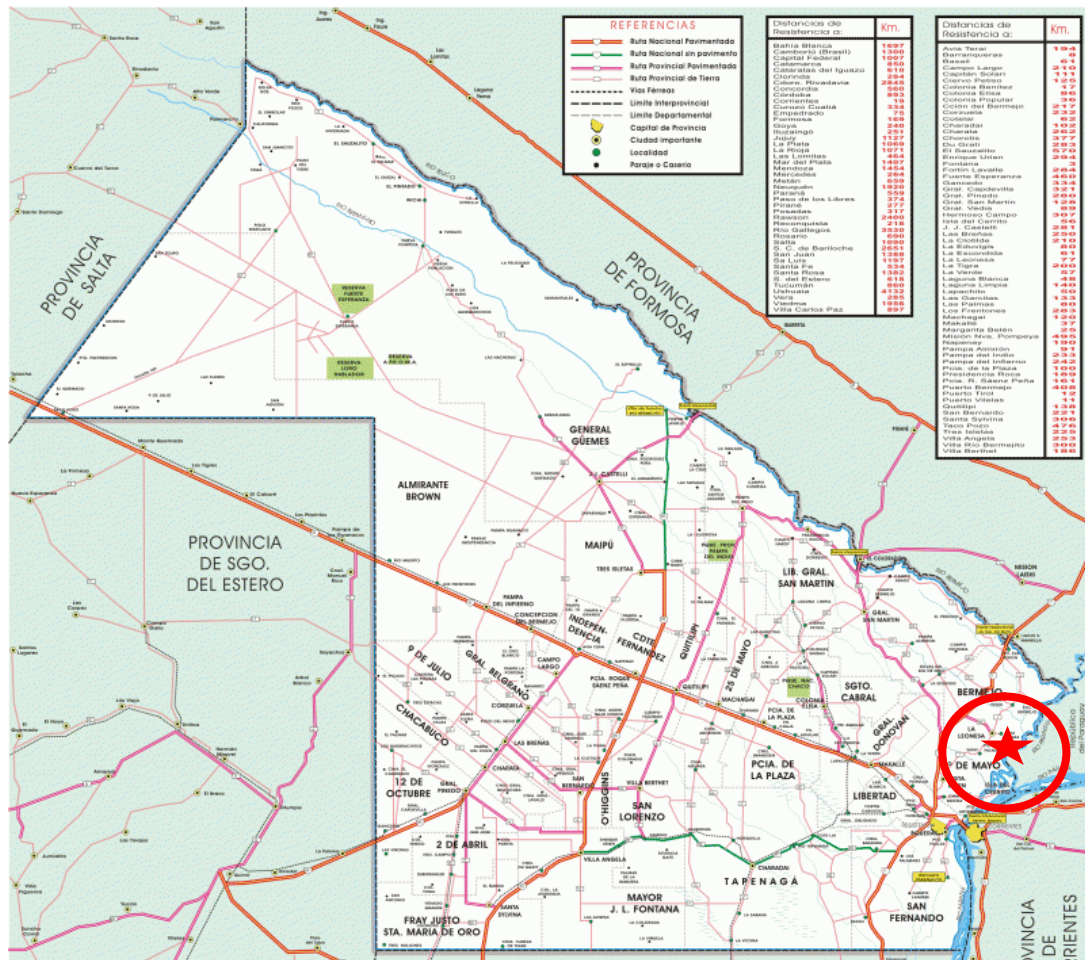


Imagen 15. Área en estudio del Anteproyecto.

Las coordenadas geográficas en el empalme con Ruta Provincial N°56 en el acceso a La Leonesa son 27°02'24''S – 58°42'58''O y en el Puerto Las Palmas 27°06'53'' S – 58°38'45'' O.

La estimación de la demanda que enfrenta una obra vial consiste en determinar la cantidad de vehículos que se prevé circulará por la misma en el período de análisis y están medidas a través del indicador Transito Medio Diario Anual (TMDA) que expresa la cantidad de vehículos que transitan en un día promedio de un año determinado.

A continuación, se sintetiza el programa seguido para la ejecución de los conteos volumétricos con clasificación requerido para el estudio.

Se realizó un puesto de relevamiento in-situ que consistió en conteos volumétricos con clasificación.



- Modalidad del Estudio: Volumen con clasificación.
- Cantidad de puntos de recopilación de datos: 1 (uno).
- Ubicación de los puestos: Progresiva 7+750 metros, acceso a puerto Las Palmas.
- Duración: 24 horas del día durante siete días.
- Clasificación en: automóviles, utilitarios, ómnibus, camión simple, camión con acoplado y camión semirremolque.

Tabla 1. Días censados

Día censado	Total (h)
Lunes 11/08/2014	24
Martes 12/08/2014	24
Miércoles 13/08/2014	24
Jueves 14/08/2014	24
Viernes 15/08/2014	24
Sábado 16/08/2014	24
Domingo 17/08/2014	24

La información obtenida complementada con los datos proporcionados por la Dirección de Vialidad Nacional (DNV) de su red de contadores permanentes sobre tramos en rutas nacionales, permitió la estimación del TMDA en el tramo.

2.2.2 Tránsito actual. Volumen y composición

El objetivo del censo es el de determinar, de la manera más aproximada posible:

- El Tránsito Medio Diario Anual (TMDA).
- El volumen en la hora pico.
- La composición vehicular para el TMDA y en la hora pico.
- La distribución direccional en la hora pico.
- El Factor de Hora Pico (FHP) en la hora pico.
- La velocidad promedio cada quince minutos de los vehículos pasantes.

2.2.2.1 Metodología de estimación del TMDA

El conteo volumétrico con clasificación tiene como objetivo la determinación del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) del tramo en estudio. El mismo se efectuó durante siete días corridos y en orden de poder expandir los valores se recurrió a los factores de ajuste del TMDA proporcionados por la DNV, quien cuenta con un Puesto Permanente de Censos sobre la Ruta Nacional N° 11 en el km 1.025,29 en cercanías de la localidad de Margarita Belén.

El factor de corrección mensual, empleado para desestacionalizar el volumen de un día específico (k), llevándolo a promedio semanal, se calculó aplicando la metodología que se describe a continuación.

En primer lugar, se obtuvo el promedio de los volúmenes diarios relevados, estimando así el tránsito promedio semanal. Este cálculo se efectuó para cada tipo de vehículo.



$$TMDS_j = \frac{\sum TDS_{jk}}{7}$$

Siendo:

$TMDS_j$: Tránsito Medio Diario Semanal del tipo de vehículo "j".

TDS_{jk} : Tránsito diario censado del tipo de vehículo "j" en el día de la semana "k".

Tabla 2. Factor de ajuste diario (para el mes de agosto).

- Expresión de cálculo: $FD(i,k) = TMDA(k) / TMD(i,k)$ - i=día, k=año

< Volver a realizar una nueva consulta

Ruta: 0011

Tramo: 1180040Â Â *Â Â LÍMITES DEL TRAMO: INT.R.N.16 - INT.R.P.90 (1) , km: 1007.79 - km: 1044.76Â Â *Â Â DTO: 18

Año: 2013

Tipo de Día: Todos

Día	Factor Diario Anual
Lunes	0,999
Martes	1,032
Miercoles	1,006
Jueves	0,976
Viernes	0,872
Sabado	0,978
Domingo	1,185

(Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/intro.html)

Luego, el factor de estacionalidad mensual (fem) representa la relación promedio entre el TMDA y el TMDM (Tránsito Medio Diario Mensual) y fue obtenido a partir de estadísticas históricas que realiza la DNV para los puestos permanentes anteriormente analizados.



Tabla 3. Factor de estacionalidad mensual (FEM).

- Expresión de cálculo: $FM(j,k) = TMDA(k) / TMDM(j,k)$ - j=mes, k=año

< Volver a realizar una nueva consulta

Ruta: 0011

Tramo: 1180040 - LÍMITES DEL TRAMO: INT.R.N.16 - INT.R.P.90 (I) , km: 1007.79 - km: 1044.76 - DTO: 18

Año: 2013

Tipo de Día: Todos

Mes	Factor Mensual
1	0,956
2	0,983
3	1,023
4	1,050
5	1,080
6	1,070
7	0,965
8	1,006
9	0,990
10	0,985
11	0,990
12	0,926

(Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/intro.html)

A los promedios diarios mensuales, calculados por tipo de vehículo, se le aplican los factores mensuales correspondientes a la ubicación y mes del censo.

El Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), general y por tipo de vehículo, se obtuvo aplicando el factor correspondiente al mes de agosto, periodo en que se realizaron los relevamientos, a partir de la siguiente fórmula:

$$TMDA_j = TMDS_j * fem$$

Siendo:

TMDA_j: Tránsito Medio Diario Anual del tipo de vehículo "j".

TDS_{jk}: Tránsito Medio Diario Semanal del tipo de vehículo "j"

Fem Factor de corrección mensual o estacional

$$TMDA_{2014} = TDM \times fem \text{ (agosto)}$$

$$TMDA_{2014} = 339 \text{ vehículos / día}$$

En la tabla 4, se muestran los resultados obtenidos del Tránsito Medio Diario Anual, clasificados por tipo de vehículo.

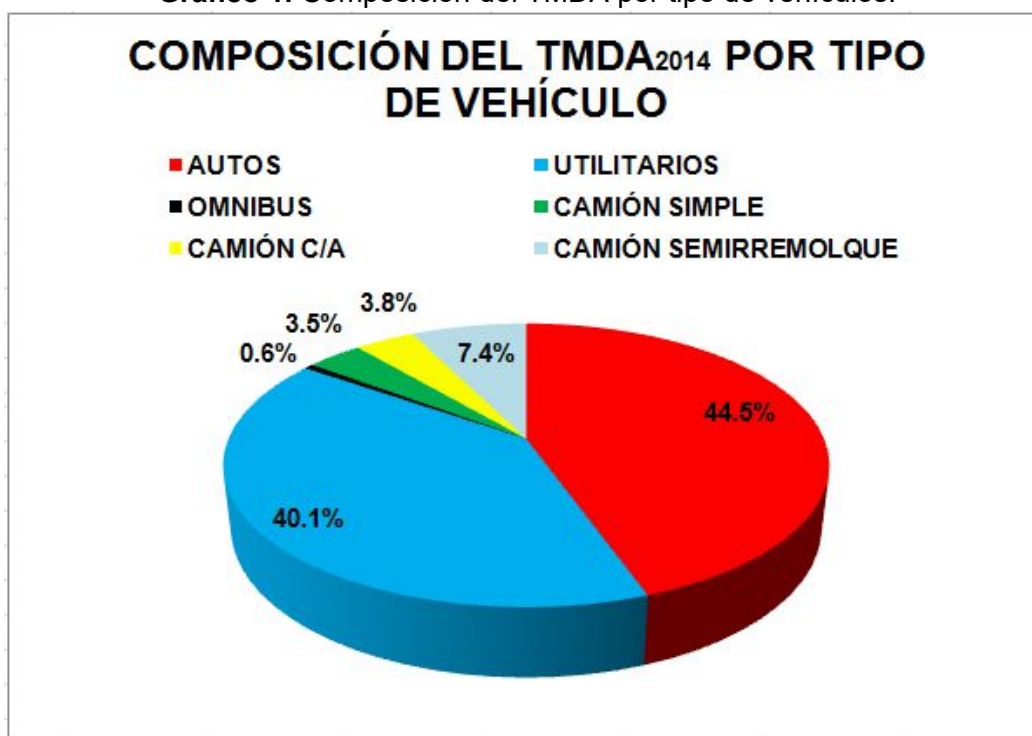


Tabla 4. TMDA existente.

CLASIFICACIÓN S/ TIPO DE VEHÍCULO		TMDA ₂₀₁₄ (v/d)	CLASIFICACIÓN (%)
AUTOS		151	44.5%
UTILITARIOS		136	40.1%
OMNIBUS		2	0.6%
CAMIÓN SIMPLE	1-1	11	3.2%
	1-2	1	0.3%
CAMIÓN C/A	11-11	3	0.9%
	11-12 / 12-11	10	2.9%
CAMIÓN SEMIRREMOLQUE	111	21	6.2%
	122 / 113 / 111-11	4	1.2%
TOTAL (VEH / DÍA)		339	100.0%

(Fuente: DVP CHACO – Dpto. Planificación Vial)

Gráfico 1. Composición del TMDA por tipo de vehículos.



(Fuente: DVP CHACO – Dpto. Planificación Vial)

2.2.3 Asignación del tránsito

La asignación del tránsito surge de evaluar y componer tres aspectos del tránsito:

- Tránsito existente y crecimiento normal del tránsito.
- Tránsito Derivado, que es aquel volumen de vehículos que optará por esta vía en lugar de las otras alternativas existentes por las que transitaba antes de que la obra esté terminada, o bien los que utilizaban otro medio de transporte.
- Tránsito Inducido/Generado, que es aquel que se producirá como consecuencia del desarrollo que provocará la ejecución de la obra.



2.2.3.1 Crecimiento normal del tránsito

Para la evaluación de este factor se pueden utilizar dos caminos, uno es estimar los valores representados en las normas de diseño geométrico de la DNV, para las condiciones de tránsito y tipo de desarrollo de la zona de influencia o bien utilizar la tasa de crecimiento regional adoptada por la DNV y los organismos multilaterales de crédito, la cual es del **3%** anual.

2.2.3.2 Tránsito derivado

La derivación de una cierta proporción del tránsito existente de rutas alternativas dependerá de las ventajas relativas ofrecidas por el nuevo itinerario, las que podrán darse en términos de distancia, tiempo, confort y seguridad.

En el caso del Acceso a Puerto Las Palmas no existe posibilidad de derivación, ya que el tramo de camino considerado en el proyecto reemplaza totalmente al camino utilizado hasta ahora para llegar desde y hacia el puerto, desviando la circulación de las tramas urbanas de La Leonesa y Las Palmas que actualmente son atravesadas por la Ruta Provincial N°56 pavimentada.

2.2.3.3 Tránsito inducido o generado

La introducción de mejoras en una vía puede generar un volumen de tránsito adicional al existente y al derivado. Este volumen potencial se denomina tránsito inducido. Se produce inducción de tránsito con aquellos usuarios que no realizan viajes actualmente, ni los realizarían si la ruta no fuera mejorada y comprende también el incremento del número de viajes de los usuarios existentes.

- el tránsito inducido es aquel que se producirá como consecuencia del desarrollo que provocará la ejecución de la obra.
- el tránsito generado es el que se produce por la creación de nuevas fuentes de viajes, no motivadas por la obra.

Es necesario destacar la dificultad de diferenciar entre estos dos últimos valores ya que poseen una interdependencia, por lo cual consideraremos ambos en conjunto. En éste sentido, el tránsito generado e inducido, es el que se producirá como beneficio de la ejecución de la obra y del desarrollo propio de la región, de acuerdo a la producción local y de perspectivas de desarrollo en las actividades principales de la zona.

En base al análisis de los datos históricos, evaluando el crecimiento del tránsito zonal, estadísticas sobre el comportamiento producido en tramos análogos de la malla de caminos después de una mejora y considerando que las actividades de mayor importancia que se desarrollan en la zona en estudio se verán beneficiadas en gran medida por esta obra de infraestructura, en particular, en lo concerniente al transporte de cargas y vehículos livianos, se adopta un tránsito inducido igual al 30% del tránsito existente.

Se considera que el tránsito inducido del 30% será con respecto al flujo vehicular circulante, tanto de autos, camionetas y buses como de camiones es decir con respecto al TMDA existente.



Aunque debe aclararse que los motivos que inciden sobre el crecimiento de dicha demanda son externos a las condiciones de la infraestructura, ya que dependen de la influencia del aumento de rendimientos de la producción local, de la expansión de la frontera cultivable y de la demanda exterior de los productos.

Adoptando un crecimiento del T_i , igual al del tránsito existente, de 3 % anual.

Este tránsito no se desarrollará totalmente en el primer año después de la mejora, sino que se irá manifestando a medida que se incrementen los servicios propios del crecimiento regional, pero a los efectos de este estudio se considera que aparece en el primer año de operación de la obra (2018).

2.2.4 TMDA final

En base a la tasa de crecimiento de 3 % anual, los datos estimados para el $TMDA_{2014}$ por tipo de vehículo y el tránsito inducido adoptado, se proyectó el TMDA final. El tránsito total estará pues conformado por lo siguiente:

$$TMDA = T_e + T_i$$

T_e = tránsito existente

T_i = tránsito inducido

En la tabla siguiente se resumen los datos estimados.



PROYECCIÓN DEL TMDA.

	AÑO	TMDA	DERIVADO	TRÁNSITO INDUCIDO / GENERADO	TOTAL
	2014	339	0	0	339
	2015	349	0	0	349
	2016	360	0	0	360
	2017	370	0	0	370
1	2018	382	0	0	382
2	2019	393	0	0	393
3	2020	405	0	114	519
4	2021	417	0	118	535
5	2022	429	0	121	551
6	2023	442	0	125	567
7	2024	456	0	129	584
8	2025	469	0	133	602
9	2026	483	0	137	620
10	2027	498	0	141	639
11	2028	513	0	145	658
12	2029	528	0	149	678
13	2030	544	0	154	698
14	2031	560	0	158	719
15	2032	577	0	163	740
16	2033	594	0	168	763
17	2034	612	0	173	785
18	2035	631	0	178	809
19	2036	650	0	184	833
20	2037	669	0	189	858
21	2038	689	0	195	884
22	2039	710	0	201	911
23	2040	731	0	207	938
24	2041	753	0	213	966
25	2042	776	0	219	995

(Fuente: Elaboración propia)

2.2.5 Tasa de crecimiento

La Tasa de Crecimiento para la proyección de la demanda se obtiene a través de estudios socio-económicos correspondientes a la región del emplazamiento de obra, subordinado al crecimiento de la provincia y del país.

La economía, el transporte y la infraestructura se hallan estrechamente ligados.

El proceso productivo esta precedido por el transporte, en lo relativo al movimiento de materias primas y le sucede en la distribución de los productos manufacturados. La



infraestructura de transporte es un elemento fundamental en la integración regional y su desarrollo económico.

Las características geográficas en la Argentina y el desarrollo de los medios de transporte, hace que una inmensa porción del tráfico circule en el sistema de transporte terrestre y dentro de este en el sistema de transporte carretero.

El camino es el sostén del transporte de más del 80% de las cargas y más del 90 % de los pasajeros transportados.

A fin de compatibilizar con la tasa de crecimiento sugerida por las Entidades Financieras Internacionales, adoptaremos la Tasa de Crecimiento de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV).

$$r = 3 \%$$

2.2.6 Cargas medidas por eje de los distintos tipos de vehículos

Las cargas, conjuntamente con las condiciones ambientales provocan un deterioro del pavimento a lo largo del tiempo, el cual se hace acumulativo con los años hasta alcanzar un grado de deterioro para el cual se considera que ha llegado al límite de su vida útil. En consecuencia, para realizar el diseño estructural del pavimento se requiere una cuantificación de las cargas totales esperadas a través del período de diseño.

El método empleado en la estimación de las cargas futuras es el denominado de los Ejes Equivalentes, el cual se basa en la conversión de las cargas de diversa magnitud, y sus repeticiones, a un número de cargas estándar o equivalentes. Esta estimación está dirigida a determinar el número y tipo de cargas por eje, ejercidas sobre la superficie de rodamiento durante el periodo de diseño, exigiendo llevar a cabo proyecciones, que permitan estimar los ejes equivalentes durante la totalidad de la vida útil del pavimento.

En primer lugar, se calculó el Factor de Equivalencia combinado considerando la participación porcentual de cada tipo de configuración (distribución de ejes) y ponderando los factores de equivalencia correspondientes a cada configuración. La participación porcentual relativa a la distribución de ejes se basó en los datos del censo de tránsito para cada tipo de vehículo (livianos, ómnibus y camiones).

Los factores de equivalencia relacionan una configuración de carga por eje, con la carga por eje simple estándar de 10tn. La relación existente entre la carga por eje y el daño producido al pavimento no es lineal sino exponencial. Por ejemplo, un eje simple de 4,5 toneladas debe aplicarse sobre la estructura de la vía más de doce veces, para provocar idéntico deterioro que el causado por una única repetición de un eje simple de 8tn.

Además de los tipos de ejes y de sus repeticiones, debe estimarse la distribución de las cargas dentro de la sección de la vía, siendo necesario considerar si la carga total se encuentra igualmente distribuida entre los sentidos de circulación y entre los carriles correspondientes a cada dirección.



PARA PAVIMENTO FLEXIBLE A 15 AÑOS

CALCULO DE "N"					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Tn. Y 18.000 Lbs.					
RUTA PROVINCIAL N° 56		PROVINCIA: CHACO			
TRAMO:					
SECCION:					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	N° DE EJES (1)	% DE C/ TIPO DE VEHIC.(2)	FACTOR "C" (3)	(1)*(2)*(3)/100
AUTOMOVILES	1,1	2	84,60%	0,010	0,017
JEEPS					
CAMIONETAS					
OMNIBUS	1,1	2	0,60%	0,070	0,001
CAMIONES SIN ACOPLADOS	1,1	2	3,20%	0,600	0,038
CAMIONES CON ACOPLADOS	1,2	3	0,30%	0,380	0,003
	11-11	4	0,90%	0,600	0,022
	11-12	5	2,90%	0,390	0,057
	12-11	5	0,00%	0,470	0,000
	12-12	6	0,00%	0,320	0,000
SEMI REMOLQUES	111	3	6,20%	0,540	0,100
	112	4	0,00%	0,450	0,000
	113	5	0,00%	0,410	0,000
	122	5	1,20%	0,350	0,021
			100%		0,259
VIDA UTIL EN AÑOS: 15					
			tmda inicial	526	
ULTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO: 2018					
TMDA CONOCIDO: 496			coeficiente (b)	1,24	
AÑO DE INAGURACION: 2020					
			tmda final	652	
n° de años para det. coef. (a)		2			
coef. (a)		1,06	FACTOR POR N° DE TROCHAS:		1
tasa de crecimiento		0,03	N° DE EJES EQUIVALENTES 80 KN (8,2Tn) :		
					1,02E+06



PARA PAVIMENTO FLEXIBLE A 25 AÑOS

CALCULO DE "N"					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Tn. Y 18.000 Lbs.					
RUTA PROVINCIAL N° 56		PROVINCIA: CHACO			
TRAMO:					
SECCION:					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	N° DE EJES (1)	% DE C/ TIPO DE VEHIC.(2)	FACTOR "C" (3)	(1)*(2)*(3)/100
AUTOMOVILES	1,1	2	84,60%	0,010	0,017
JEEPS					
CAMIONETAS					
OMNIBUS	1,1	2	0,60%	0,070	0,001
CAMIONES SIN ACOPLADOS	1,1	2	3,20%	0,600	0,038
CAMIONES CON ACOPLADOS	1,2	3	0,30%	0,380	0,003
	11-11	4	0,90%	0,600	0,022
	11-12	5	2,90%	0,390	0,057
	12-11	5	0,00%	0,470	0,000
	12-12	6	0,00%	0,320	0,000
SEMI REMOLQUES	111	3	6,20%	0,540	0,100
	112	4	0,00%	0,450	0,000
	113	5	0,00%	0,410	0,000
	122	5	1,20%	0,350	0,021
			100%		0,259
VIDA UTIL EN AÑOS: 25					
			tmda inicial	526	
ULTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO: 2018					
TMDA CONOCIDO: 496			coeficiente (b)	1,46	
AÑO DE INAGURACION: 2020					
			tmda final	767	
n° de años para det. coef. (a)			2		
coef. (a)			1,06	FACTOR POR N° DE TROCHAS:	1
tasa de crecimiento			0,03	N° DE EJES EQUIVALENTES 80 KN (8,2Tn) :	
					2,00E+06



2.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.3.1 Consideraciones generales

El estudio Geotécnico se orientó a conocer las constantes físicas y clasificación de los suelos tanto de la traza como de los yacimientos que se utilizarán en la obra.

Para la realización del estudio se tuvieron en cuenta las Instrucciones Generales para Estudios y Proyectos de Caminos de la Dirección Nacional de Vialidad, como así también las Normas de Ensayo (edición 1993) de la misma repartición.

La ejecución de los estudios, pruebas, ensayos y análisis de los suelos de la traza tiene por objetivo la evaluación geotécnica de la zona, características edafológicas de los perfiles como así también la observación general de las condiciones en que se encuentran los materiales disponibles al momento de los estudios.

Los suelos necesarios para la conformación del terraplén se obtendrán de yacimientos, los cuales se ubicarán a lo largo de la traza y próximos a la zona de camino.

2.3.2 Estudios y ensayos proyectados

Para el estudio de las condiciones del suelo se proyecta realizar los siguientes trabajos:

2.3.2.1 Ensayos realizados en el terreno

- Perforación y extracción de muestras.
- Descripción macroscópica de los estratos.
- Determinación de la densidad "in situ" en calicatas.
- Determinación del Nivel Freático.

-Perforaciones a barreno (realizado por la DVP)

Este método fue utilizado para el reconocimiento y extracción de muestras sobre las que se realizaron ensayos para identificación de suelos y determinación de sales solubles y sulfatos.

Cuando se realizaron las perforaciones se tuvo especial cuidado en la determinación de los límites entre los distintos mantos componentes del subsuelo.

El diámetro del barreno utilizado fue de 0,08m y las muestras se tomaron a intervalos que no excedieron los 0,50m de profundidad.

Se extrajeron las muestras representativas en cantidad suficiente para realizar los ensayos de laboratorio aplicando las correspondientes normas de la DNV Como mínimo una muestra por estrato a metro y medio (1,50 m) de profundidad de perforación.

Una vez realizada la extracción de las muestras se tapó inmediatamente la boca del pozo para evitar posibles accidentes.

-Pozos a cielo abierto

Fueron ejecutados a mano. Las paredes presentaron una superficie lisa y vertical con el fin de poder controlar los espesores de los distintos estratos que se presentaron, y comprobar así la homogeneidad del material, tomando las muestras adecuadamente.



Como mínimo se extrajo una muestra por cada metro y medio (1,50m) de profundidad o cambio de estrato. Obtenidas las muestras se rellenó el pozo inmediatamente.

-Descripción de los estratos

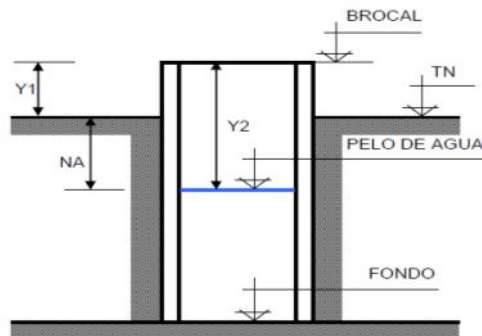
La ejecución de los sondeos se acompaña con clasificación de campo (descripción macroscópica). La descripción de los estratos por observación directa aporta datos para definir cualitativa y cuantitativamente las propiedades de los suelos.

-Densidad "in situ"

Los sondeos de verificación se efectúan con recuperación total del material y se taran los pozos por el método del doble embudo con arena graduada. El material recuperado es herméticamente trasladado al laboratorio para ser pesado y controlar su humedad.

-Nivel freático

El nivel freático se determina por observación directa en cada uno de los sondeos o en pozos existentes de la forma en que se indica en la figura. No se detectó la presencia de agua en la totalidad de las perforaciones realizadas.



2.3.2.2 Ensayos realizados en laboratorio

Los ensayos que fueron realizados de acuerdo a las normas de ensayos de la D.N.V. son los siguientes:

- Clasificación de las muestras según la metodología Highway Research Board (H.R.B.) consiste en determinar Límites de Atterberg y granulometría.
- Humedad natural.
- Determinación de sales totales y sulfatos.
- Ensayos de Compactación Próctor y de Valor Soporte Relativo.
- Ensayos de compactación Próctor y de Valor Soporte dinámicos de 12, 25 y 56 golpes por capas de acuerdo con la norma de VN-E6-84.

-Clasificación de suelos H.R.B.

La clasificación de suelos es un indicador de las propiedades físicas de los suelos. La clasificación que mejor se adapta para reflejar las propiedades de un suelo como subrasante es la del método H.R.B. Sus variables de entrada son la granulometría y plasticidad.

Para clasificar por el método H.R.B. se necesita:

- Granulometría por vía húmeda a través de los tamices N° 10, 40 y 200. VN-E1-65.
- Límite Líquido, Límite Plástico y cálculo del Índice de Plasticidad. VN-E2-65y VN-E3-65.



El H.R.B. clasifica los suelos en dos grandes grupos:

- ✓ **Granulares:** cuando menos del 35% pasa el tamiz 74μ (Nº 200).
- ✓ **Finos:** cuando más del 35% pasa el tamiz 74μ (Nº 200).

-Ensayos de Compactación Próctor y Valor Soporte

Se efectúan ensayos de compactación para obtener valores de referencia para la verificación del estado de densidad natural y para la interpretación de los ensayos CBR.

Se determinan curvas de densidad vs Valor Soporte.

Con la compactación de suelos se busca:

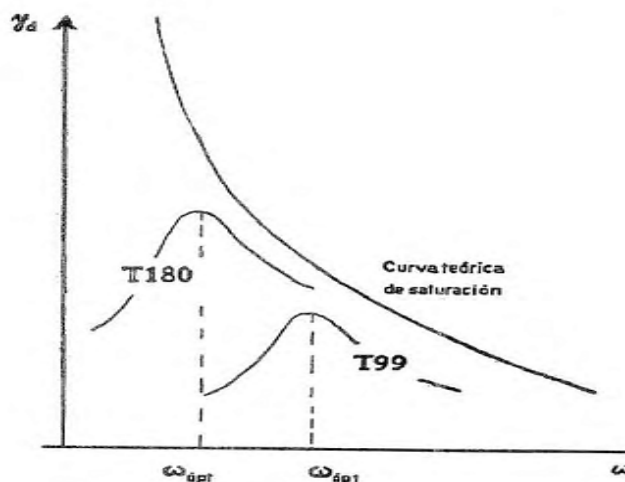
- 1) Aumentar la resistencia mecánica del suelo.
- 2) Disminuir su capacidad de deformación.
- 3) Aumentar el peso específico del suelo disminuyendo su volumen de vacíos.

El ensayo de compactación tiene la finalidad de reproducir en laboratorio las condiciones de compactación que pueden darse en campaña. Hallar para una cierta energía que se entrega al suelo la máxima densidad que se puede obtener.

Los factores que intervienen en la compactación son el porcentaje que representa la fase líquida (el agua) y la energía específica que se le otorga durante el proceso (energía por unidad de volumen).

-Relación entre humedad y densidad

La relación entre humedad y densidad para un suelo compactado juega un papel muy importante en las propiedades del mismo. Así se tienen los ensayos de compactación Próctor T-99 y T-180 que permiten determinar la humedad óptima, es decir, la humedad a la que el suelo alcanza su densidad máxima y por lo tanto presenta sus mejores propiedades mecánicas. El valor de esta humedad óptima depende de la energía de compactación brindada al suelo y en caso de incrementarse ésta la humedad óptima será menor y la densidad seca máxima mayor corriéndose el pico de la curva hacia arriba y a la izquierda.





-Ensayo de compactación Próctor T-99

La energía específica es de $6\text{kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}^3$. Con este método se determinan 5 puntos de la curva de densidad contra humedad (3 de subida y 2 de bajada). Cada punto tiene un 2 o 3% de humedad mayor que el punto anterior.

- Peso del pisón: 2,5kg.
- Altura de caída: 30,5 cm
- Cantidad de capas: 3
- N° de golpes por capa: 25
- Molde Chico

Se utilizan 2,5kg. de suelo cuya humedad se debe conocer. Este debe pasar en su totalidad por el tamiz N° 4.

Para darle la humedad inicial a la muestra de suelo se necesita conocer el L.P. del suelo, ya que generalmente la humedad óptima está algo por debajo de dicho valor.

-Ensayo de Compactación Próctor T-180

La energía específica es de $27\text{kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}^3$. Se divide en:

*Método A: Para suelos.

*Método D: Para materiales granulares.

Con este método se logra una mayor densidad y una menor humedad óptima a costa de una energía de compactación mayor.

Características:

❖ **Ensayo A**, para suelos finos:

- Peso del pisón: 4,5kg.
- Altura de caída: 45 cm
- Cantidad de capas: 5
- N° de golpes por capa: 25
- Molde Chico

Técnica: La ejecución es similar al estándar

❖ **Ensayo B**, para suelos granulares: se usan ensayos del mismo tipo (A) pero con un molde que tiene 15 cm de diámetro. Para entregar al material la misma energía de compactación se incrementa el N° de golpes a 56.

-Control de compactación por el método de la arena

Con este procedimiento se logra determinar en el terreno el peso unitario de un suelo compactado, denominado densidad y se establece el grado de compactación logrado en las capas de suelos y estabilizados.

-Procedimiento:

Se utiliza un material lo más uniforme posible para ello se trabaja con arena que pasa el tamiz N° 20 y queda retenida en el tamiz N° 30.



En el terreno se hace un pozo con un barreno extrayendo cuidadosamente el material y conservándolo en un recipiente hermético que se identifica convenientemente.

Luego se aplica a la perforación el doble embudo conjuntamente con el recipiente que contiene una cantidad conocida de arena.

Se abre la válvula correspondiente y cuando no desciende más arena se cierra la válvula y se retira el doble embudo y el recipiente, donde queda una cantidad de arena remanente que se guarda convenientemente identificada.

Luego se pesa el suelo extraído anteriormente, llamando A (g) a este peso. Asimismo se pesa la arena remanente y llamamos B (g).

El volumen del pozo será:

$$V = \frac{C - (B + T)}{D} = (\text{cm}^3)$$

Siendo:

C: cantidad de arena tomada originalmente (en gramos)

D: densidad de la arena (g/cm^3)

T: Peso de la arena del embudo (g)

Es necesario luego hacer una determinación de la humedad del suelo extraído del pozo.

$$H\% = \frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} * 100$$

Siendo:

H %: contenido de humedad.

Psh: peso del suelo húmedo.

Pss: peso del suelo seco.

Y las densidades húmeda y seca:

$$D_{sh} = \frac{A}{B} = (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

$$D_{ss} = \frac{D_{sh}}{100 + H} * 100 = (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

-Determinación del valor soporte e hinchamiento de suelos

Hinchamiento

La evaluación de la resistencia de la subrasante siempre trata de considerar la influencia del clima (humedad, lluvias y la posición del nivel freático) lo cual nos lleva en el caso del ensayo de C.B.R. a ensayar las muestras después de un periodo de inmersión en agua de 4 (cuatro) días.

Este ensayo se denomina Hinchamiento y consiste en determinar el aumento porcentual de altura referido a la altura inicial que experimenta una probeta de suelo



cuando la humedad de la misma aumenta por inmersión en agua, desde la humedad inicial de compactación hasta la alcanzada por la probeta al término del período de inmersión.

Cada día se mide el hinchamiento de la probeta, el resultado del cuarto día se expresa en porcentaje con respecto a la altura de la probeta.

$$\text{Hinchamiento (\%)} = (\text{hinchamiento 4to día}) / (\text{altura probeta}) * 100.$$

El grado de hinchamiento del suelo condiciona su uso en estructuras viales.

Penetración

Se lleva la probeta a una prensa donde se procede a penetrar la misma con un pistón de 49,53 mm de diámetro a una velocidad de 1,27 mm/min. Se miden las resistencias a la penetración del material para valores de penetración predeterminados: 2,5 mm, 5,1 mm, 7,6 mm, 10,1 mm y 12,7 mm.

Esas resistencias a la penetración son luego expresadas en forma relativa con respecto a las resistencias a la penetración ofrecidas por un material patrón.

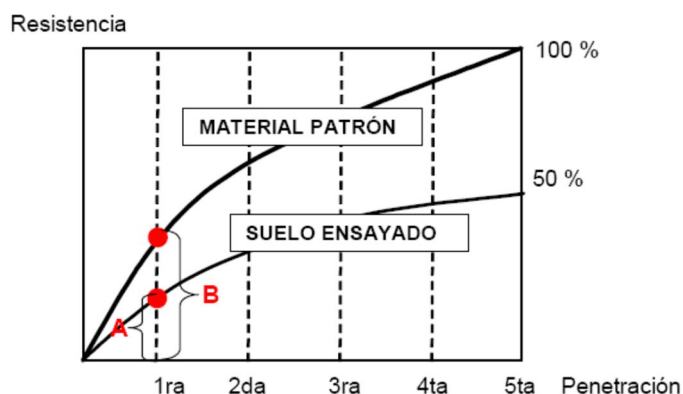
Penetración nº	Penetración [mm]	Resistencias material patrón [Kg/cm2]
1ra	2.5	70
2da	5.1	105
3ra	7.6	133
4ta	10.1	161
5ta	12.7	182

Este ensayo se basa en la norma de la Dirección Nacional de Vialidad VN-E6-84.

Valor Soporte Relativo (VSR)

El resultado V.S.R. o también denominado C.B.R. del material estará dado por el valor de resistencia relativa correspondiente a la primera penetración (2,5 mm). La norma indica que si el valor de resistencia para la segunda penetración (5,1 mm) es mayor que el anterior se repetirá el ensayo.

$$\text{VSR suelo ensayado} = (\text{resistencia A} / \text{resistencia B}) * 100$$





Los Módulos resilientes de la subrasante se obtendrán a través de la correlación recomendada en la documentación del Método de Diseño AASHTO, entre el módulo resiliente y el CBR.

$$Mr = B * CBR$$

Como podemos apreciar en la ecuación la propiedad que caracteriza los materiales de subrasante en la Guía AASHTO es el módulo resiliente (MR). Este es una medida de las propiedades elásticas del suelo que reconoce ciertas características no lineales.

Análisis químicos

Se determinan sales solubles totales y sulfatos por medio de la VN-E18-89 para las muestras de suelo bajo normas de la D.N.V. (1998).

2.3.3 Descripción de suelos de la traza

2.3.3.1 Trabajos de campo.

Se ejecutaron sondeos y calicatas a los efectos de analizar los suelos existentes.

La distribución y profundidad de los mismos se ajustaron a la siguiente metodología:

- a) Secuencia regular de sondeos de 1,50 metros de profundidad cada 250 metros a lo largo de la traza.
- b) Calicatas cada 5000 metros (5 km) tomando la densidad de la parte superior del terraplén. Se profundizó a 3,00 m, para verificar la presencia de napa freática.

2.3.3.2 Suelos de la traza

La Taza "Desvío de tránsito pesado R.P.Nº56 – Puerto Las Palmas" tiene una longitud total de 15.300m. El estudio se realizó sobre la traza del camino existente estando las perforaciones ubicadas sobre la misma.

A lo largo del tramo se pueden observar la presencia de suelos finos los cuales se disponen de forma variable tanto en profundidad como en longitud.

Se pueden observar los siguientes tipos de suelos:

Progresiva 0.00 hasta la 15.000 son suelos predominantemente del tipo **A-6y A-7-6**.

A-6: Suelos que están compuestos por arcillas con moderada o despreciable cantidad de material grueso. Son suelos muy comunes. En estado plástico, con variada consistencia, absorben agua sólo cuando son manipulados.

Tienen buen valor soporte compactado a máxima densidad; pero lo pierden al absorber agua. Son compresibles con poco rebote al dejar de actuar la carga y muy expansivos compactados en subrasantes con humedad debajo de la óptima. Los índices de plasticidad mayores de 18, indican alta cohesión del material ligante (arcilla y coloides) con bajos contenidos de humedad. Poseen muy poca fricción interna, y baja estabilidad para altos contenidos de humedad.



A-7-6: Suelos como los A-7 con altos índices de plasticidad en relación al límite líquido y sujetos a extremados cambios volumétricos. Suelos compuestos de turbas blandas y tierras abonadas que, tienen grandes cantidades de materia orgánica y humedad y no pueden ser usados en subrasantes y terraplenes o cualquier otro tipo de construcción.

Las planillas de clasificación se pueden ver en el ANEXO.

Hasta las profundidades estudiadas (-3,00 m.) no se ha encontrado el nivel freático.

En los ensayos de Valor Soporte realizados se observa que los hinchamientos son inferiores al 1,85 %. Los CBR obtenidos son variables Ver ANEXO.

2.3.4 Suelos de yacimiento

2.3.4.1 Consideraciones generales

Todo el volumen de suelo necesario para ejecutar el terraplén hasta el nivel de subrasante como el que será utilizado en las diferentes capas estructurales provendrá de yacimientos.

Para la ubicación de los yacimientos se tuvo en cuenta la accesibilidad a los mismos y se ubicaron a lo largo de la traza y próximos a la zona de camino con el fin de disminuir las distancias de transporte.

2.3.4.2 Trabajos de campo. Ejecución de cateos y extracción de muestras

Ubicados los yacimientos se procedió a la ejecución de cateos en forma de cuadrícula con un espacio entre cada perforación de 50 metros, cubriendo de esta forma la totalidad de la superficie de estudio.

En los croquis de ubicación de yacimientos se indica su ubicación y sus dimensiones como así también las distancias a la zona de camino, la numeración y localización de pozos, etc. Ver anexo.

Se extrajeron muestras representativas con barreno del manto a explotar las cuales identificadas y acondicionadas en bolsas fueron enviadas al laboratorio en donde se realizaron los ensayos necesarios para su posterior clasificación por el método H.R.B.

Una de las condiciones fundamentales que se tuvo en cuenta es la homogeneidad de cada uno de los posibles yacimientos; de tal forma que sea representativa la muestra del pozo central, la cual es extraída previa toma de densidad natural por el método de la arena y enviada al laboratorio en suficiente cantidad para la realización de los ensayos de clasificación, compactación y Valor Soporte Relativo.

Algunas de estas muestras se seleccionaron de acuerdo a las diferentes calidades de suelos y se realizaron ensayos de compactación con la incorporación de cal, moldeando probetas las cuales fueron ensayadas a la compresión inconfiada para determinar su resistencia.



2.3.4.3 Informe de yacimientos de posible explotación

Los posibles préstamos de acuerdo a la calidad necesaria y su capacidad de explotación son los siguientes: Ver anexo

El Yacimiento de Suelo Seleccionado se ubica en:

→Progresiva 14.500 (Camino Vecinal Costero). Lado Derecho

Los Yacimientos de Suelos comunes se ubican en:

→Progresiva 4.750. Lado derecho.

→Progresiva 13.250. Lado derecho.

→Progresiva 14.200. Lado izquierdo.

2.3.4.4 Informe de yacimientos explotables

La flora a ambos lados de la traza, está formada desde la progresiva 0 hasta la 14.000, por un *Monte Bajo Tupido*. La vegetación sobre el suelo cubre más del 70% del mismo con una altura de árboles menor a 6m

2.3.4.5 Yacimientos de suelo seleccionado

→Progresiva 14.500. Lado derecho:

El yacimiento tiene una vegetación tipo Monte Bajo.

Del ensayo de Sales solubles y sulfatos en suelos se determinó que hasta la profundidad de -2,5m el material posee menos del 0,1% de sales totales.

En 3 perforaciones a mayor profundidad si se detectó la presencia de sales totales. Encontrándose los valores dentro de los límites aceptables.

El suelo corresponde al subgrupo A-4, con un promedio de $IP = 9,5$.

El ensayo de valor soporte hecho sobre una muestra representativa arroja un valor de 21% para el 95% de la Densidad Máxima del Próctor T-180 y donde el Hinchamiento es igual a 0,51%.

Este yacimiento NO se considera apto para su utilización como sub-base de suelo cal, debido a que se moldearon probetas de suelo cal que arrojaron resistencias bajas a la compresión confinada a los siete días.

El volumen del préstamo teniendo en cuenta una superficie de 200m x 200m y una profundidad de explotación de 2,3m (considerando destape de 0.2m.) es de 92.000 m³.

No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad estudiada de -2,5m.

2.3.4.6 Yacimientos de suelo común

→Progresiva 4.750 - Lado derecho:



El yacimiento tiene una vegetación tipo Monte Bajo.

Del ensayo de Sales solubles y sulfatos en suelos se determinó que hasta la profundidad de -2,5m el material posee menos del 0,1% de sales totales.

El suelo corresponde al subgrupo A-6, con un promedio de IP= 13,5

El ensayo de valor soporte hecho sobre una muestra representativa arroja un valor de 6% para el 100% de la Densidad Máxima del Próctor T-99 y donde el Hinchamiento = 0,24%.

Este yacimiento se considera apto para su utilización como sub-base de suelo cal, moldeándose probetas que arrojaron una resistencia a la compresión inconfiada a los siete días $\sigma = 8,2 \text{ kg/cm}^2$.

El volumen del préstamo teniendo en cuenta una superficie de 200 m x 200 m y una profundidad de explotación de 2,30 m (considerando destape de 0.20 m.) es 92.000 m³.

No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad estudiada de -2,5 m.

→Progresiva 13.250 - Lado Derecho:

El yacimiento tiene una vegetación tipo Monte Bajo.

Del ensayo de Sales solubles y sulfatos en suelos se determinó que hasta la profundidad de -2,5m el material posee menos del 0,1% de sales totales.

El suelo corresponde al subgrupo A-6, con un promedio de IP= 12,7.

El ensayo de valor soporte hecho sobre una muestra representativa arroja un valor de 8% para el 100% de la Densidad Máxima del Próctor T-99 y donde el Hinchamiento = 0,24%.

Este yacimiento NO se considera apto para su utilización como sub-base de suelo cal, debido a que se moldearon probetas de suelo cal que arrojaron resistencias bajas a la compresión inconfiada a los siete días.

El volumen del préstamo teniendo en cuenta una superficie de 200 m x 200 m y una profundidad de explotación de 2,30 m (considerando destape de 0.2m.) es de 92.000 m³.

No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad estudiada de -2,5m.

→Progresiva 14.200 - Lado Izquierdo:

El yacimiento tiene una vegetación tipo Monte Bajo.

Del ensayo de Sales solubles y sulfatos en suelos se determinó que hasta la profundidad de -2,50 m el material posee menos del 0,1% de sales totales.

El suelo corresponde al subgrupo A-6, con un promedio de IP= 12,7.

El ensayo de valor soporte hecho sobre una muestra representativa arroja un valor de 6% para el 100% de la Densidad Máxima del Próctor T-99 y donde el hinchamiento= 0,4%.



Este yacimiento se considera apto para su utilización como sub-base de suelo cal, moldeándose probetas que arrojaron una resistencia a la compresión inconfiada a los siete días $\sigma = 13,8 \text{ kg/cm}^2$.

El volumen del préstamo teniendo en cuenta una superficie de 200 m x 200 m y una profundidad de explotación de 2,3m (considerando destape de 0.2m) es 92.000 m³.

No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad estudiada de -2,50 m.

2.3.5 Recomendaciones

Luego de analizados los datos de la exploración de los suelos subyacentes y su interacción con la obra, se indican sugerencias para el diseño y verificación del paquete estructural, fundación de terraplenes y tratamiento del suelo en general.

-Destape

Se considera necesario prever el retiro del manto de suelo con fuerte contenido orgánico.

Los valores establecidos en planillas y en el perfil edafológico son indicativos, el criterio en obra debe ser de retiro del suelo con contenido orgánico apreciable y/o con presencia de raíces.

-Sub-Rasante

Para los tramos de terraplenes el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad (edición 1998), Sección B.III, indica que el material deberá cumplir con las siguientes exigencias mínimas de calidad:

- * CBR mayor o igual al 3%.
- * Hinchamiento menor o igual al 2,5% con sobrecarga de 4,5 kg.
- * Índice de plasticidad menor de 25.

Considerando las características del proyecto y las recomendaciones del Pliego General de Especificaciones Técnicas de la DNV, se estima conveniente establecer un criterio único y uniforme, recomendándose que los 0,30 metros de suelo inmediatamente por debajo de la estructura del paquete previsto, respondan a las condiciones mínimas de calidad establecidas, así como a las pautas de humedad y densidad para los tramos de terraplén.



2.4 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

2.4.1 Introducción

El trabajo a desarrollar corresponde a la Adecuación Hidráulica del desvío de tránsito pesado del acceso al Puerto Las Palmas; el cual tiene como objetivo satisfacer los requerimientos y premisas establecidas como exigencias mínimas que, según el Área de Estudios Básicos de la Administración Provincial del Agua de la provincia del Chaco deben ser presentados en los estudios de adecuación hidráulica de rutas.

2.4.2 Objetivo

El trabajo consiste en la evaluación de la capacidad generadora de escurrimiento de las cuencas de aporte, determinación de las secciones hidráulicas de las obras de arte a construir y definición de la cota de rasante segura para la condición de diseño.

2.4.3 Cartografía y topografía

La información cartográfica utilizada en el estudio del presente anteproyecto constó de imágenes satelitales, fotografías disponibles del área en estudio, modelos digitales del terreno, fotografías actualizadas de la traza de la ruta y su zona de influencia.

En lo referente a la topografía, ya se ha definido el procedimiento de relevamiento y las características del mismo en el punto 2.1 del presente capítulo.

Un punto significativo y de importancia para el estudio de la adecuación hidráulica es la contabilización y el detalle de las alcantarillas existentes en la obra y que se sitúan en forma transversal al terraplén de la ruta, ya que proporcionan a priori, un estado de la situación actual del alcantarillado, que será evaluado y contrastado con los resultados que arroje la evaluación hidrológica para considerar si la adecuación hidráulica actual es suficiente o no, de acuerdo con el requerimiento futuro de las cuencas para el horizonte de proyecto.

Planilla de alcantarillas transversales existentes:

Nº	Prog	n	L (m)	H (m)	Ø (m)	J (m)	CD (m)	Observaciones
01	01+800	1	-	-	0.50	-	54.13	Tubo Hº
02	02+280	1	-	-	0.50	-	54.26	Tubo Hº
03	02+420	1	10.00	-	-	-	52.73	Puente de madera
04	03+850	1	-	-	0.80	-	54.55	Tubo Hº
05	04+940	1	-	-	0.90	-	53.93	Tubo Hº
06	05+940	1	-	-	0.60	-	-	Tubo Hº
07	07+230	1	-	-	0.60	-	-	Tubo Hº
08	07+570	1	-	-	0.60	-	-	Tubo Hº
09	07+980	3	2.50	-	-	-	52.61	Mamp y madera
10	08+080	1	-	-	0.80	-	52.73	Tubo Hº
11	08+800	1	-	-	0.80	-	52.61	Tubo Hº
12	10+540	1	-	-	0.80	-	51.89	Tubo Hº
13	11+010	1	-	-	0.80	-	51.56	Tubo Hº
14	11+980	1	-	-	0.80	-	51.70	Tubo Hº
15	13+000	1	-	-	2.00	-	51.46	Tubo Chº

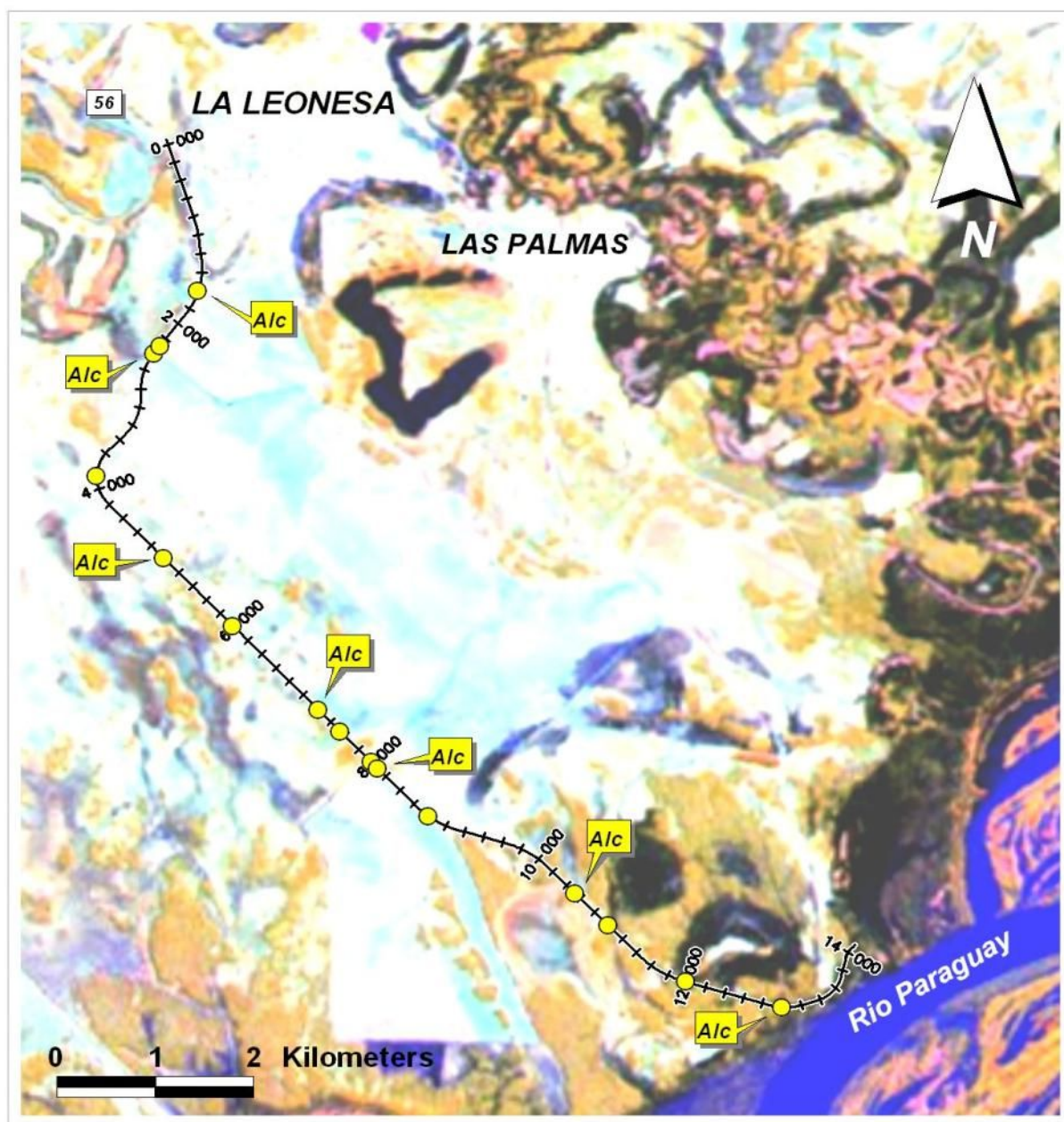


Imagen 16. Ubicación de alcantarillas en el tramo. (Fuente. DVP)

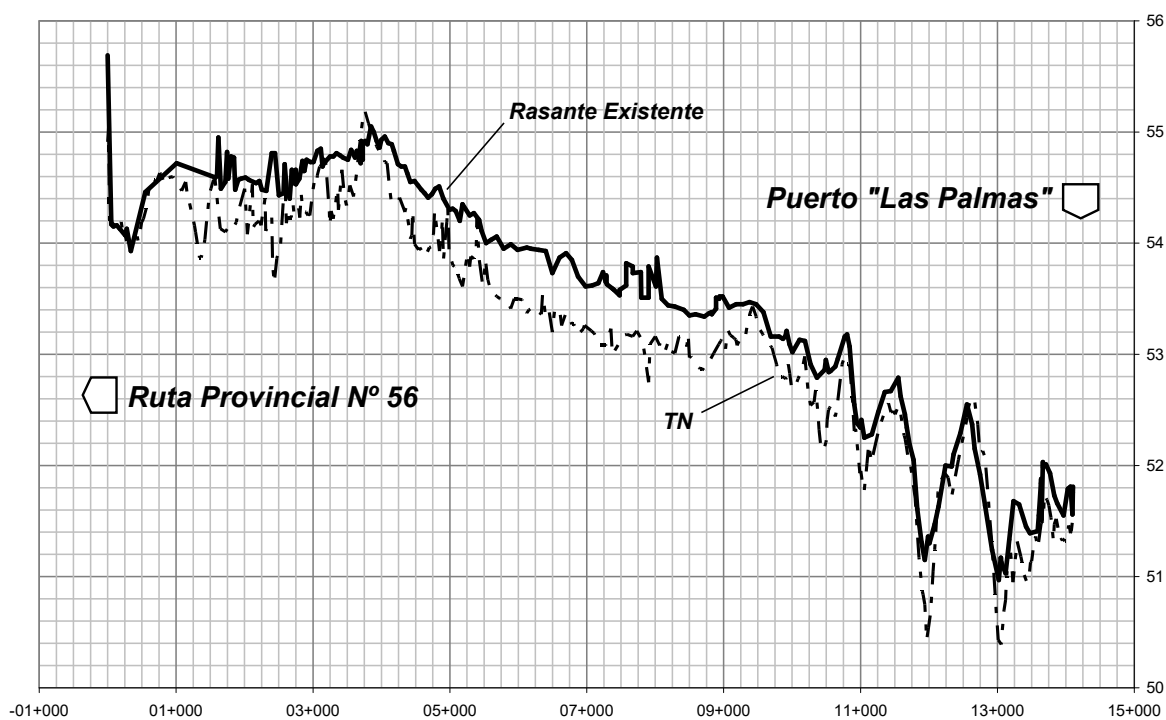


Imagen 17. Perfil longitudinal. (Fuente: DVP Chaco.)

2.4.4 Características hidrológicas de la región

La provincia del Chaco se halla íntegramente en el sector denominado Chaco Austral, posee un relieve totalmente llano y aluvial, con una muy leve inclinación en sentido NO-SE, esta característica se hace evidente en la dirección de los cursos fluviales muchas veces divagantes.

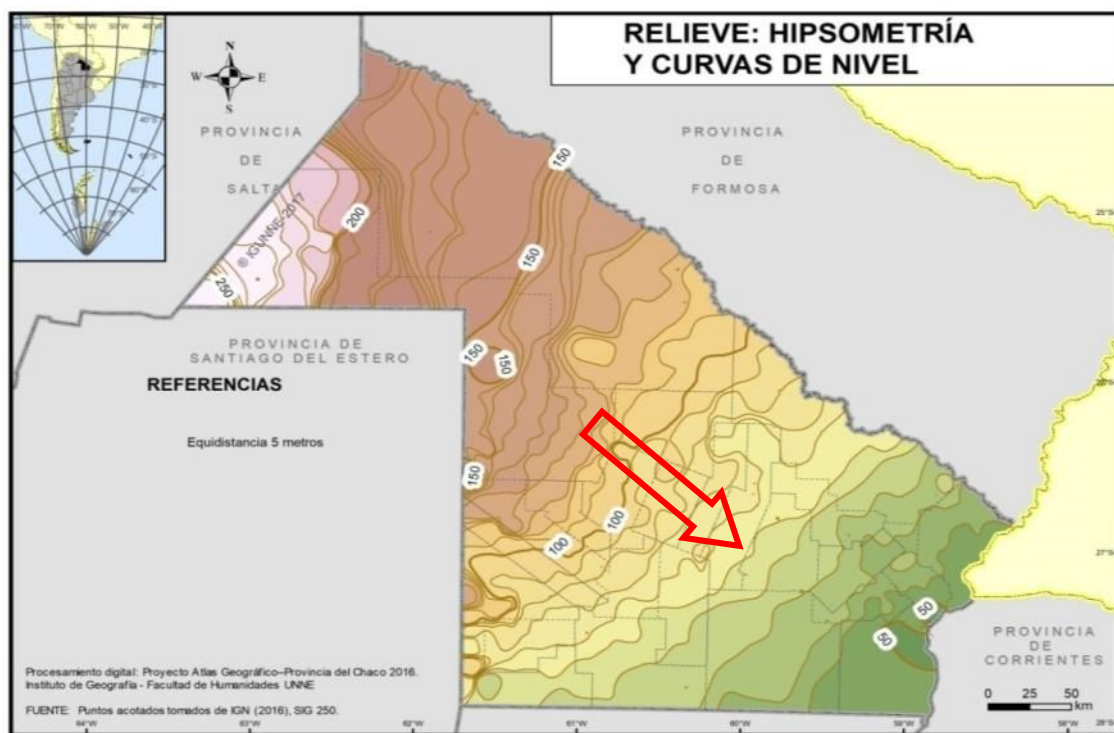


Imagen 18. Relieve. Curvas de Nivel de la Provincia del Chaco

La llanura Chaqueña está ocupada en gran parte por sedimentos cuaternarios continentales depositados sobre formaciones terciarias continentales y marinas. En este esquema las cuencas estudiadas forman parte del abanico aluvial del río Bermejo, que presenta en superficie gran cantidad de cauces abandonados relativamente recientes.

Los suelos son mayoritariamente arcillosos, lo que sumado a la escasa pendiente, dificulta el escurrimiento de las aguas, formando numerosos bañados, esteros y lagunas de carácter semipermanente.

El funcionamiento hidrológico regional de los sistemas hídricos de la llanura chaqueña se caracteriza por la escasa capacidad de conducción de escurrimiento, asociado a cauces poco definidos regulados por el sistema geomorfológico que da la dirección dominante y que condiciona su velocidad de propagación hacia las áreas ubicadas aguas abajo.

El escurrimiento está regido por la morfología regional y condicionado por los rasgos climáticos, que sumados a la baja energía del relieve, determinan el modelo de escurrimiento lento y complejo, de tipo laminar, con escasa capacidad de evacuación en los períodos de precipitaciones ordinarias.

En las imágenes 19y 20se muestra el plano de cuencas hidrográficas de la provincia del Chaco en el cual se observa que la zona en estudio pertenece a la cuenca del A° Quia.

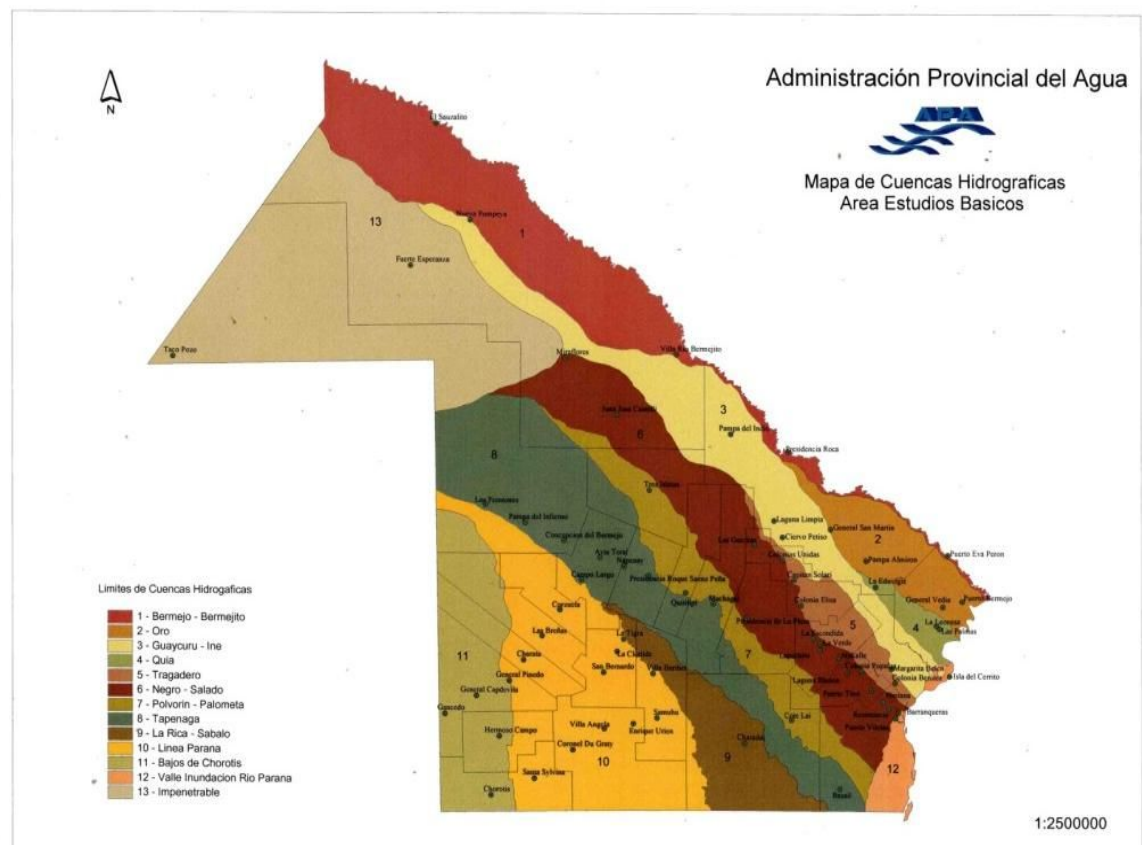
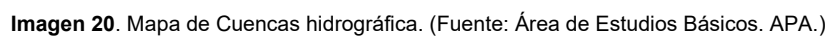
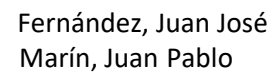


Imagen 19. Mapa de Cuencas hidrográficas. (Fuente: Área de Estudios Básicos. APA)



Durante los ciclos de precipitaciones extraordinarias o en períodos húmedos, el área en su mayor parte se convierte en un ambiente con distintos grados de anegabilidad, con una lámina de agua continua o discontinua.



CAPÍTULO 3

DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1 Consideraciones generales

El anteproyecto consiste en la pavimentación del desvío de tránsito pesado a Puerto Las Palmas, desde el empalme con la ruta provincial N° 56 en el km 16,36 hasta el puerto propiamente dicho.

El tipo de obra a ejecutar consiste en completar la obra básica y la ejecución de pavimento flexible en el tramo que va de Progresiva 0+000 a 13+526 y de calzadas de hormigón simple tipo H30 en el tramo que va de progresiva 13+526 a 14+121

3.2 Criterio de diseño estructural

Los cálculos estructurales se realizaron utilizando el Método de Diseño de Pavimentos de AASHTO versión '93.

A continuación, se definen los criterios para la determinación de los parámetros que intervienen en los cálculos.

De acuerdo al estudio de tránsito se fijó una tasa de crecimiento del 3% anual.

Se consideró una confiabilidad $R=85\%$ establecida para el pavimento flexible a 15 años, y se tuvo en cuenta que se necesitaría un refuerzo en el año 15 con una confiabilidad $R=85\%$, para llevar la vida útil de éste a 25 años manteniéndose la proyección del tránsito.

3.3 Diseño de pavimento flexible

Para el cálculo estructural del pavimento flexible correspondiente a la calzada se aplicó el Método de Diseño AASHTO (Versión 1993).

Los criterios adoptados para la fijación de los distintos parámetros que intervienen en el cálculo se detallan a continuación:

3.3.1 Vida Útil

Tratándose de una estructura flexible se establece para el cálculo una vida útil de 15 años.

3.3.2 Ejes equivalentes

Para realizar el diseño estructural del pavimento se requiere una cuantificación de las cargas totales esperadas a través del período de diseño.

El método empleado en la estimación de las cargas futuras es el denominado de los Ejes Equivalentes, el cual se basa en la conversión de las cargas de diversa magnitud y sus repeticiones, a un número de cargas estándar o equivalentes.

$$ESAL_{DISEÑO} = 0,5 \times TMDA_{DISEÑO} \times 365 \times Fe \times Fn \times 2,2 \times VidaUtil$$



Donde:

Coeficiente 2,2: Sirve para relacionar el daño causado por el eje tandem de 18.000Lb (8,16tn) de los EE.UU. y el permitido por la DNV de 10tn, el cual tiene la siguiente relación: 1 eje de 10tn = 2,2 ejes de 8,16tn.

Factor de distribución de trocha (fn): En función del número de trochas en cada dirección se tiene:

No. carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño (F_c)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 ó más	50 – 75

Factor camión: Se puede entender como el número de aplicaciones de ejes sencillos cargados con 8.2 toneladas que es necesario que circulen por un pavimento para hacer el mismo daño que un camión con una carga cualquiera.

Factor de equivalencia (fe): Es el factor que hace la conversión al vehículo tipo de 2 ejes de 18000lbs.

El número de ejes equivalentes de 18.000libras (ESAL) acumulados durante toda la vida útil se obtiene considerando una tasa de crecimiento de 3%.

Para utilizar las planillas de la DNV en el cálculo de los ejes equivalentes se parte de acuerdo a los datos de tránsito con la suma de la proyección del tránsito proyectado al año 2018 más el inducido.

TMDA = 496 en el año 2018. Se considera el año 2020 como el de finalización de obras de construcción.



CALCULO DE "N"					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Tn. Y 18.000 Lbs.					
RUTA PROVINCIAL N°	56		PROVINCIA:	CHACO	
TRAMO:					
SECCION:					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	N° DE EJES (1)	% DE C/ TIPO DE VEHIC.(2)	FACTOR "C" (3)	(1)*(2)*(3)/100
AUTOMOVILES					
JEEPS	1,1	2	84,60%	0,010	0,017
CAMIONETAS					
OMNIBUS	1,1	2	0,60%	0,070	0,001
CAMIONES SIN	1,1	2	3,20%	0,600	0,038
ACOPLADOS	1,2	3	0,30%	0,380	0,003
CAMIONES CON	11-11	4	0,90%	0,600	0,022
ACOPLADOS	11-12	5	2,90%	0,390	0,057
	12-11	5	0,00%	0,470	0,000
	12-12	6	0,00%	0,320	0,000
SEMI	111	3	6,20%	0,540	0,100
REMOLQUES	112	4	0,00%	0,450	0,000
	113	5	0,00%	0,410	0,000
	122	5	1,20%	0,350	0,021
			100%		0,259
VIDA UTIL EN AÑOS:		15			
			tmda inicial		526
ULTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO:		2018			
TMDA CONOCIDO:		496	coeficiente (b)		1,24
AÑO DE INAGURACION:		2020	tmda final		652
n° de años para det. coef. (a)		2			
coef. (a)		1,06	FACTOR POR N° DE TROCHAS:		1
tasa de crecimiento		0,03	N° DE EJES EQUIVALENTES 80 KN (8,2Tn) :		
					1,02E+06

ESAL = $1,02 \times 10^6$ para pavimento flexible– vida útil 15 años.

3.3.3 Valoración de la sub-rasante

De acuerdo al estudio de suelos se puede observar que se han ubicado yacimientos de calidad media. Se considera para el cálculo, por seguridad, un Valor Soporte Relativo correspondiente de los suelos a utilizar como sub-rasante = 6 %.



3.3.3.1 Módulo resiliente de la subrasante (MR)

El módulo resiliente es la capacidad de los suelos de recuperarse de una perturbación cuando se carga en forma repetida con una carga axial. Se lo obtiene directamente a partir de una correlación con el Valor Soporte (CBR) del suelo ensayado en condición de embebido.

Teniendo en cuenta lo establecido anteriormente se adopta un **CBR = 6 %**

Aplicando la siguiente correlación para suelos con CBR < 10 %

$$MR = 1500 * CBR$$

$$MR = 9000 \text{ psi}$$

3.3.4 Confiabilidad (R)

Refiere al grado de seguridad de que el diseño de la estructura del pavimento llegará al fin de su vida útil en buenas condiciones. Para una vida útil de 15 años, se adopta una confiabilidad de:

Tabla 27. Valores de Confiabilidad		
Niveles de "R" aconsejados por AASHTO		
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

$$R = 85\%$$

3.3.5 Desvío estándar (So)

A raíz de la información de campo que se posee, en que la predicción del tránsito acumulado durante la vida útil responde a los censos realizados, y a una estimación razonable de la tasa de crecimiento futuro, se adopta para el Desvío Estándar de Tabla 6.3 el valor recomendado por el Método AASHTO (93) para estos casos:

Niveles de "So" aconsejados por AASHTO	
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 con errores en el tránsito	0,39 (pav. rígidos)
	0,49 (pav. flexibles)

$$So = 0,44$$



3.3.6 Pérdida de serviciabilidad (D.P.S.I.)

Como definición de la calidad de la superficie de rodamiento durante la vida útil se adoptan los valores de Serviciabilidad inicial del pavimento asfáltico (=4,2) y de Serviciabilidad Final (=2,5).

La pérdida de Serviciabilidad será entonces:

$$\text{D.P.S.I.} = 4,2 - 2,5 = 1,7$$

3.3.7 Valoración de las capas estructurales

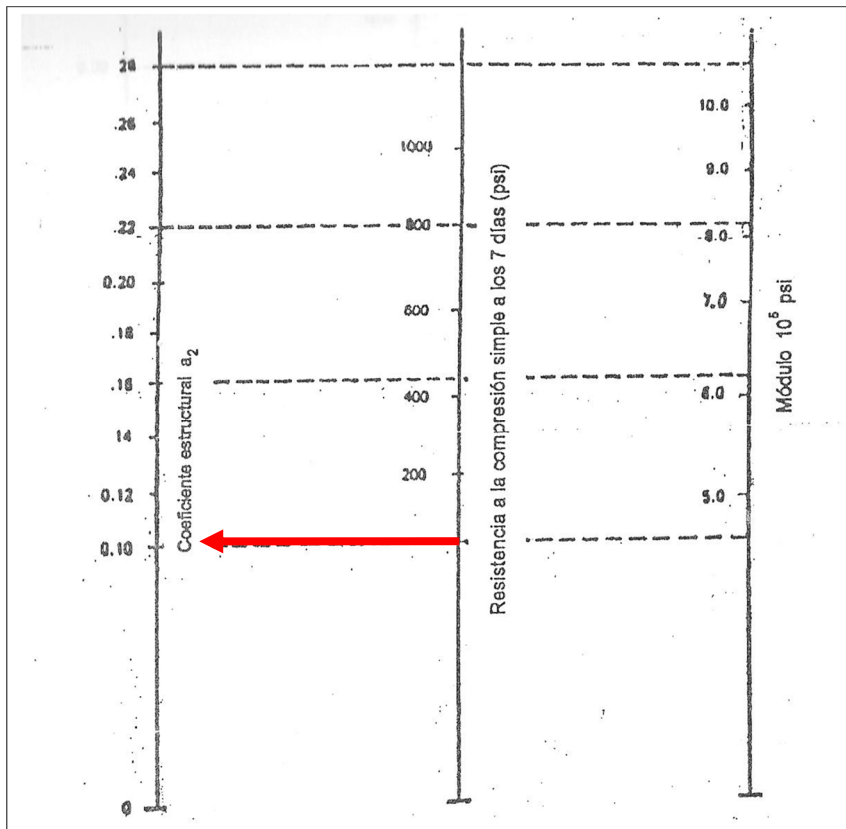
3.3.7.1 Coeficientes de capa (ai)

El aporte estructural de los diferentes materiales a emplear en la estructura de los pavimentos queda definido por los "Coeficientes de capa" que se les asigna en función de sus características y sobre la base de los criterios y correlaciones de AASHTO.

- **Sub-base de suelo cal**

De acuerdo al estudio de suelos, se ha adoptado la ejecución de una subbase de suelo cal al 4 %. Para el presente caso se prevé especificar para este material una resistencia mínima a compresión de 9,0 Kg/cm²(128,01 psi) a los 7 días, valor adoptado de los estudios de suelos de los yacimientos a utilizar para esta capa.

Se asigna a esta sub-base un Coeficiente de Capa:



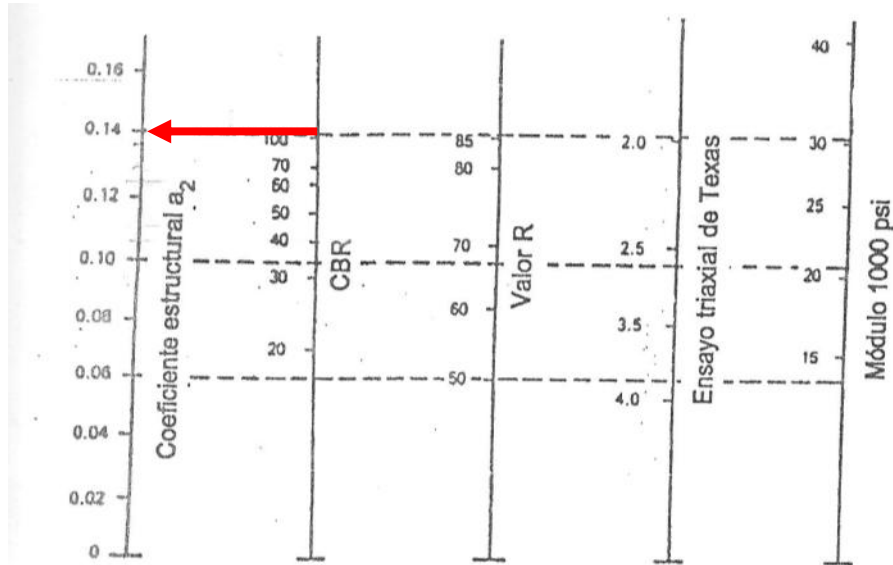
$$\rightarrow a_3 = 0,04/\text{cm}(= 0,10 / \text{pulg})$$



- **Base granular**

Se ejecutará una base granular compuesta por una mezcla de agregados pétreos de buena calidad.

La exigencia de especificación será de valor soporte mínimo = 80%. Teniendo en cuenta un valor soporte medio de obra de 100% (densidad) y aplicando la correlación de la Figura se obtiene un coeficiente:

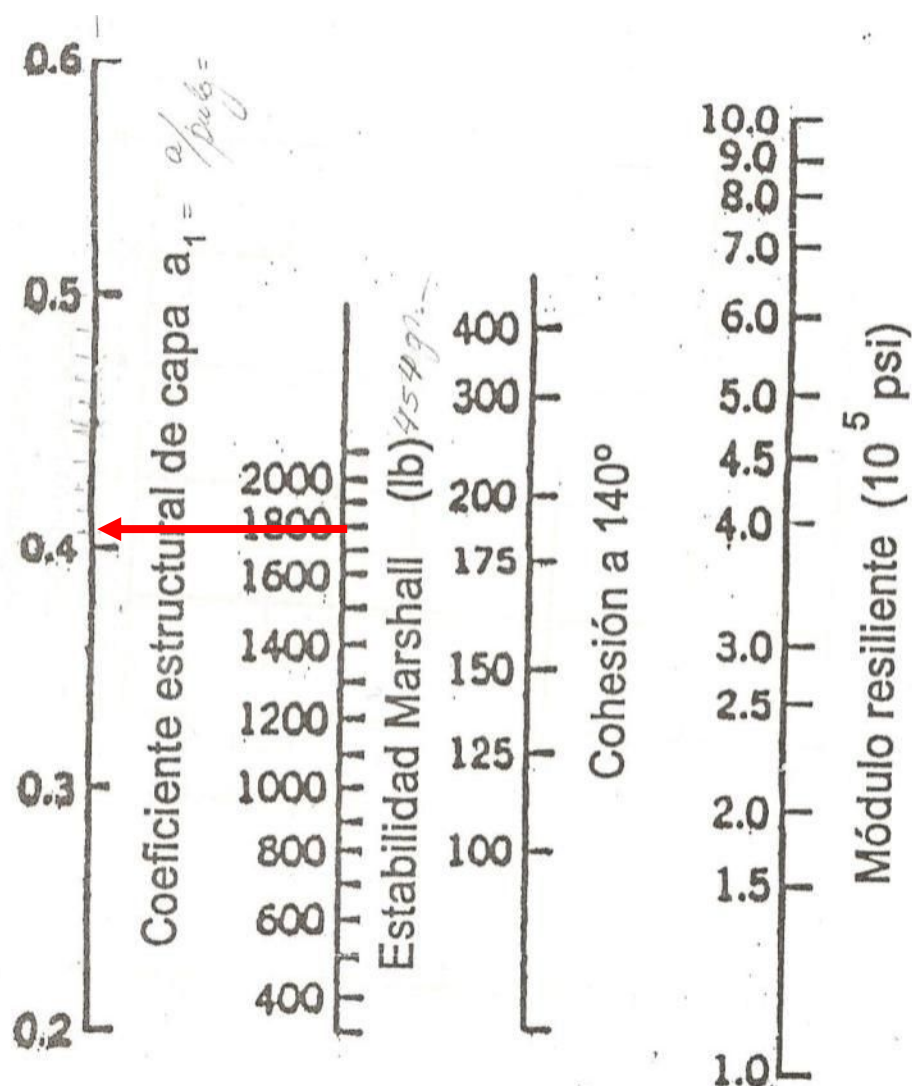


$$\rightarrow a_2 = 0,055/\text{cm} (= 0,14/\text{pulg})$$

- **Base de Concreto Asfáltico**

La capa de base de concreto asfáltico se especificará con una exigencia de estabilidad mínima de 700Kg. (= 1.542libras).

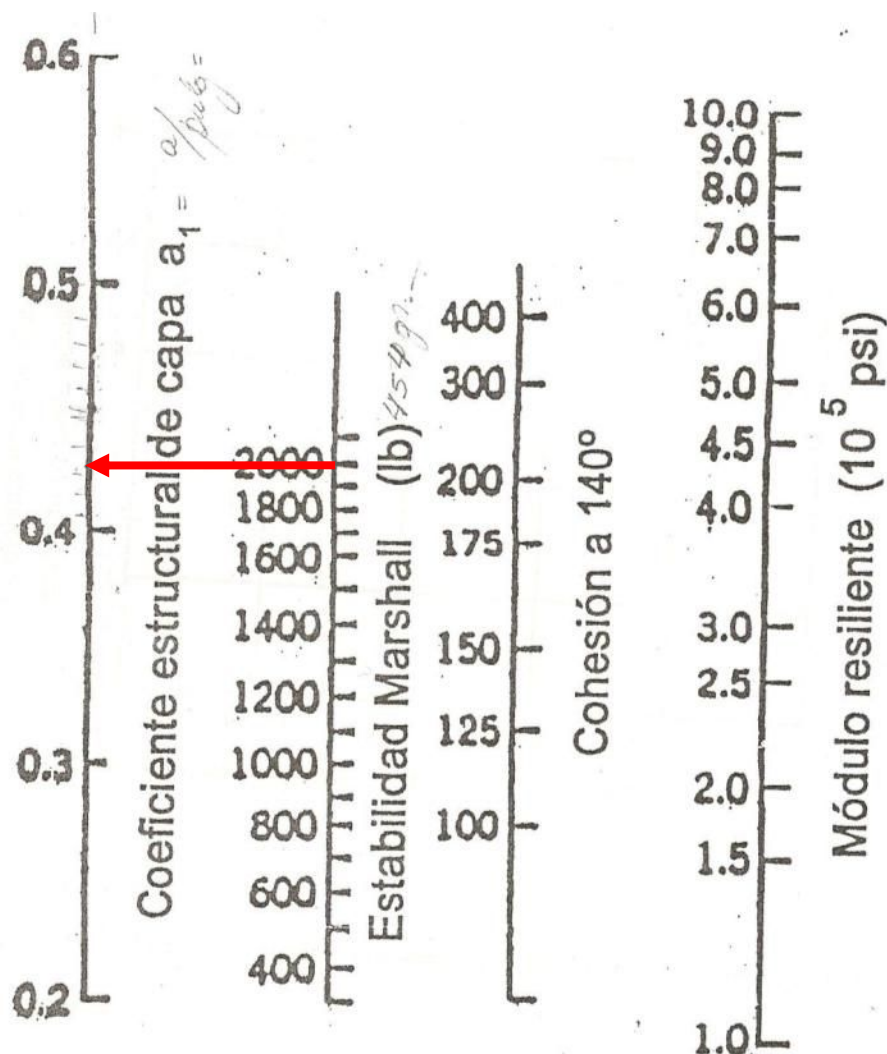
Considerando un valor medio de obra de 820Kg. (= 1.800libras) y aplicando la correlación de la figura 5.10 se obtiene un Coeficiente de capa:



→ a_1 (base) = 0,16/cm (= 0,41/pulg)

- **Carpeta de concreto asfáltico**

La estabilidad Marshall a exigir a la carpeta asfáltica será de 800Kg. (= 1762libras). Se considera un valor medio de obra de 900Kg. (= 2000libras), con lo cual de la figura se obtiene:



→ a_1 (carpeta) = 0,17/cm (= 0,425/pulg)

3.3.8 Coeficiente de drenaje (m)

La “Calidad del Drenaje” se establece por estimación de la capacidad de reducción de humedad de la estructura a partir de un estado de saturación. En este caso se considera calidad “bueno” para la base granular y la sub-base de suelo cal.

La exposición a la saturación depende de las características geométricas del diseño (especialmente altura de rasante), del proyecto del desagüe y de las características climáticas locales.

Tiempos de drenaje para capas granulares

Calidad del Drenaje	50% saturación	85% saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	mayor de 15 horas

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1,993



El porcentaje del año en que el pavimento estará expuesto a condiciones de humedad próximas a la saturación depende de las características geométricas del diseño (especialmente altura de rasante), del proyecto del desagüe en sí y de las características climáticas locales. En nuestro caso se establece que estas condiciones se darán entre 5 y 25% del tiempo.

Coefficientes de drenaje para pavimentos flexibles (m_x)

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1,993

Para la base granular y la sub-base de suelo cal se adopta:

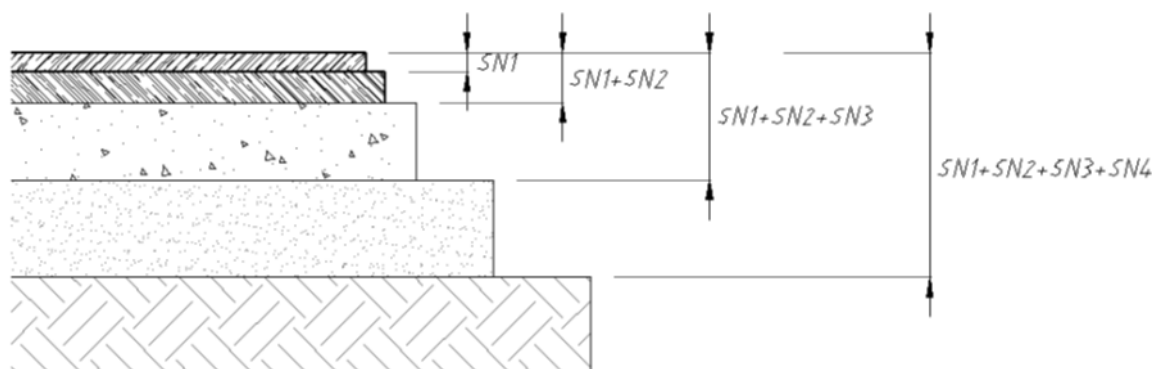
$$\rightarrow m = 1,00$$

3.3.9 Método AASHTO 93

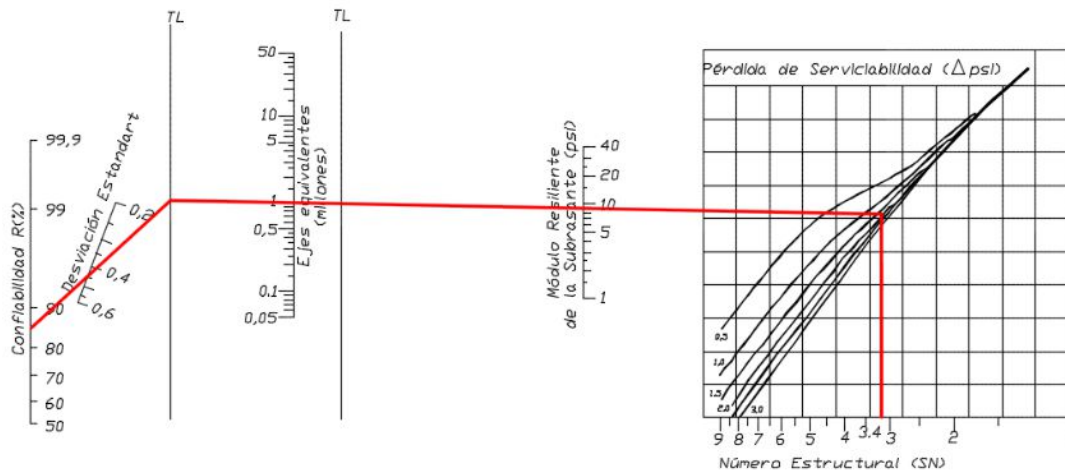
Se definieron los siguientes parámetros de cálculo:

ESAL (Ejes de 18000libras)		1,02x 10 ⁶
Módulo de Subrasante MR (psi)		9000
Confiabilidad R (%)		85
Desvío Estándar So		0,44
Pérdida de Serviciabilidad DPSI		1,7
Coeficientes deCapa	Subbase de suelo – cal, a_3	0,04 / cm
	Base estabilizada granular, a_2	0,055/ cm
	Base de concreto asfáltico, a_1-b	0,16/ cm
	Carpeta de concreto asfáltico, a_1-c	0,17/ cm

3.3.10 Determinación del número estructural necesario



Por medio del nomograma de diseño de la AASHTO para pavimentos flexibles obtenemos un Número Estructural (SN):



SN nec=3,10

Por aplicación de la fórmula de diseño del método, se obtiene el siguiente Número Estructural necesario para el diseño (SN):

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

Confianza (R) y Desviación estándar (So): 85 % Zr=-1.037 So .44

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 9000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18 W18 = 1020000

Número Estructural: SN = 3.11

Observaciones:

Calcular Salir

SN nec=3,11

Teniendo en cuenta los coeficientes de capa (ai), coeficientes de drenaje (m) y el Número Estructural (SN) definidos anteriormente se presenta el siguiente diseño:

Carpeta de concreto asfáltico:	5.0 cm x 0,17/cm.	=	0,85
Base de concreto asfáltico:	6.0 cm x 0,16/cm.	=	0,96
Base granular:	15 cm. x 0,055/cm.x1,00	=	0.83
Sub-base de suelo-cal:	15 cm. x 0,04/cm. x 1,00	=	0.60
			3,24



3.3.11 Refuerzo de pavimento flexible

Para la comparación económica de los pavimentos rígido y flexible se considera 25 años de servicio, para lo cual se supondrá efectuar un refuerzo y llevarlo de 15 años a 25 años.

El número de ejes equivalentes de 18.000libras (ESAL) será:

CALCULO DE "N"					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Tn. Y 18.000 Lbs.					
RUTA PROVINCIAL N°	56	PROVINCIA:		CHACO	
TRAMO:					
SECCION:					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	N° DE EJES (1)	% DE C/ TIPO DE VEHIC.(2)	FACTOR "C" (3)	(1)*(2)*(3)/100
AUTOMOVILES					
JEEPS	1,1	2	84,60%	0,010	0,017
CAMIONETAS					
OMNIBUS	1,1	2	0,60%	0,070	0,001
CAMIONES SIN	1,1	2	3,20%	0,600	0,038
ACOPLADOS	1,2	3	0,30%	0,380	0,003
CAMIONES CON	11-11	4	0,90%	0,600	0,022
ACOPLADOS	11-12	5	2,90%	0,390	0,057
	12-11	5	0,00%	0,470	0,000
	12-12	6	0,00%	0,320	0,000
SEMI	111	3	6,20%	0,540	0,100
REMOLQUES	112	4	0,00%	0,450	0,000
	113	5	0,00%	0,410	0,000
	122	5	1,20%	0,350	0,021
			100%		0,259
VIDA UTIL EN AÑOS:	25	tmda inicial			526
ULTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO:	2018				
TMDA CONOCIDO:	496	coeficiente (b)			1,46
AÑO DE INAGURACION:	2020	tmda final			767
n° de años para det. coef. (a)	2				
coef. (a)	1,06	FACTOR POR N° DE TROCHAS:			1
tasa de crecimiento	0,03	N° DE EJES EQUIVALENTES 80 KN (8,2Tn) :			
					2,00E+06

ESAL (25 años) = 1.540.000 ejes de 18.000libras = $2,00 \times 10^6$

ESAL (15 años) = 784.000 ejes de 18.000libras = $1,02 \times 10^6$

ESAL (15-25 años) = 756.000 ejes de 18.000libras = $9,80 \times 10^5$



Calculo del número estructural

ESAL (Ejes de 18000libras)	9,80x 10 ⁵
Módulo de Subrasante MR (psi)	9000
Confiabilidad R (%)	85
Desvío Estándar So	0,49
Pérdida de Serviciabilidad DPSI	1,7

Por aplicación de la fórmula de diseño del método, se obtiene el siguiente Número Estructural necesario para el diseño (SN).

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

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
85 % $Z_R = -1.037$ So: 0.49

Serviciabilidad inicial y final:
PSI inicial: 4.2 PSI final: 2.5

Módulo resiliente de la subrasante:
Mr: 9000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi):
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi):
Coeficiente de transmisión de carga - (J):
Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN $W_{18} = 980000$
☐ Calcular W_{18}

Número Estructural:
SN = 3.15

Observaciones:

Calcular Salir

SN nec = 3,15

Los valores sugeridos del coeficiente estructural para capas de pavimentos deteriorados serán utilizados para suponer el aporte estructural residual en el año 15. Para ello se adopta la condición de superficie como "Muy poca piel de cocodrilo y/o fisuras transversales de baja severidad" con un coeficiente igual a 0,35/pul. (0,14/cm), para concreto asfáltico y la condición de superficie "Sin evidencia de bombeo, degradación o contaminación por finos" con un coeficiente igual a 0,10/pul. (0,04/cm), para base granular.

$$SN (\text{año}15) = 11\text{cm} \times 0,14/\text{cm.} + 15\text{cm} \times 0,04/\text{cm.} \times 1,00 + 15\text{cm} \times 0,04/\text{cm} \times 1,00$$

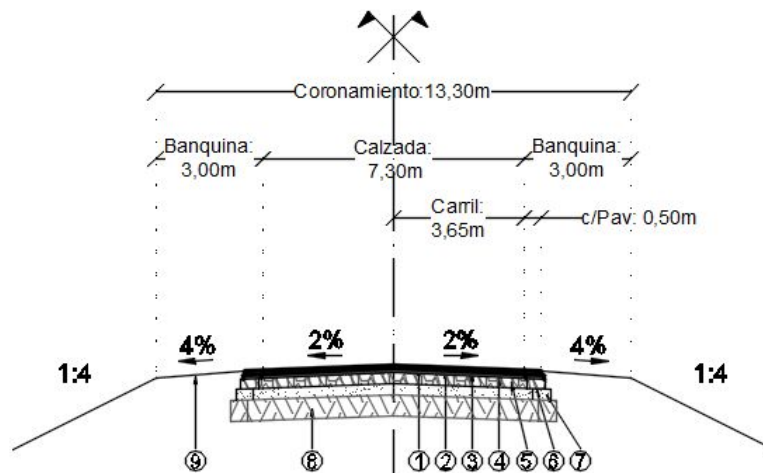
SN (año15) = 2,74

La diferencia de número estructural será entonces de: **3,15 – 2,74 = 0,41**. El cual será aportado por el refuerzo con concretoasfáltico en un espesor de: $0,41 / 0,17/\text{cm} = 2,40$ cm.

Se adopta un espesor constructivo de **h= 3 cm** de refuerzo en el año 15.



PERFIL TIPO DE ESTRUCTURA ADOPTADA



- 1 - Carpeta de Concreto asfáltico del tipo CAC - D - R - 19 - CA 30. En 7.30m de ancho y 0.05m de espesor
- 2 - Riego de Liga con ER-1 en 7.30m de ancho
- 3 - Base de Concreto asfáltico del tipo CAC - D - B - 19 - CA 30. En 7.40m de ancho y 0.06m de espesor
- 4 - Riego de Liga con ER-1 en 7.40m de ancho
- 5 - Base Estabilizada Granular en 7.52m de ancho y 0.15m de espesor
- 6 - Riego de Imprimación con EM-1 en 7.52m de ancho
- 7 - Sub-base de Suelo Cal en 7.82m de ancho y 0.15m de espesor
- 8 - Preparación de la Subrasante en 0.30m de espesor según especificaciones
- 9 - Banquinas de suelo con compactación especial y recubiertas de suelo vegetal



3.4 Diseño de pavimento rígido

3.4.1 Introducción

El diseño de pavimentos es un método semi-empírico, originado en experiencias a escala real, como fue el AASHO Road Test. El método fue desarrollado por medio de una correlación estadística en las pistas experimentales de Ottawa, Illinois, EEUU, entre los años 1958 a 1960 en los que se probaron 468 combinaciones con distintos espesores de sub-base, base y asfaltos con características conocidas y condiciones ambientales definidas, circulando un tránsito controlado que superó el millón de aplicaciones de cargas de distinta intensidad. En base a un modelo estadístico de ajuste se dedujo la expresión que vincula el número de repeticiones de cargas equivalentes espesor determinado de pavimento, que apoya en una subrasante de características conocidas.

Este ensayo introdujo el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos, siendo esta una medida de la capacidad del pavimento para brindar una superficie lisa y suave al usuario. Este parámetro varía entre 0 (pavimento intransitable) a 5 (pavimento perfecto). Para cada sección de pavimento se estudió el índice de serviciabilidad presente (PSI) y se graficó en función del tiempo tal como se muestra en la figura. En base a datos de este tipo se dedujeron las ecuaciones de diseño.

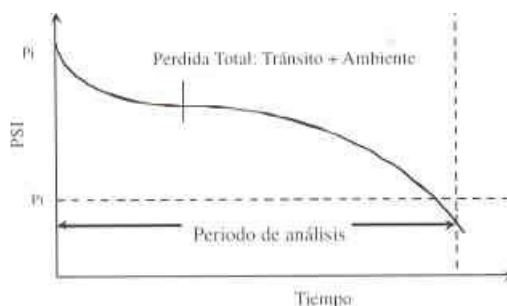


Figura 5.3

Efecto conjunto del tránsito y el medio ambiente [AASHTO,1993].

El ensayo es el más completo desarrollado hasta ahora, pero adolece de ciertos defectos como ser: un único medio ambiente, el mismo tipo de subrasante y materiales para pavimentos. Esta situación determina que el método debe utilizarse con ciertos recaudos y tener en cuenta la experiencia del profesional.

La ecuación de diseño que se utiliza es:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \times S_0 + 7,35 \times \log_{10}(D+1) - 0,06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}\right)}{1 + \frac{1,625 \times 10^7}{(D+1)^{3,25}}} + (4,22 - 0,32 P_i) \times \log_{10} \left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{Ec}{k}\right)^{0,25}} \right]} \right]$$



Donde:

- W_{18} : Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas
- Z_R : Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada
- S_0 : Desvío estándar de todas las variables
- D : Espesor de la losa del pavimento, en pulgadas
- D_{PSI} : Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño
- p_t : Serviciabilidad final
- S'_c : Módulo de rotura del hormigón, en psi
- J : Coeficiente de transferencia de cargas
- C_d : Coeficiente de drenaje
- E_c : Módulo de elasticidad del hormigón, en psi
- k : Módulo de reacción de la subrasante, en psi/pulg.

3.4.2 Descripción del método

En el manual AASTHO '93 se presentan los ábacos, tablas y correlaciones que se utilizan en el método, así como una guía detallada para su utilización.

En líneas generales consiste en determinar el espesor necesario (D) de la carpeta de hormigón, de acuerdo a la sollicitación del tránsito, expresada en ejes equivalentes de 10tn (ESALS), la variabilidad de los datos utilizados, determinados por la confiabilidad (R) y el desvío estándar (S_0) adoptados, las características de la subrasante, expresada por su Módulo de Reacción (k) en psi/pulg y las características del hormigón, lo cual se realiza mediante un ábaco de diseño, el programa DARWIN® o mediante la resolución de la ecuación antes detallada.

3.4.3 Variables de diseño

3.4.3.1 Ejes Equivalentes

La Dirección Nacional de Vialidad utiliza un coeficiente que transforma los ejes equivalentes correspondientes a un pavimento flexible para ser utilizados en el cálculo de un pavimento rígido.

ESAL rígido = $1,5 \times$ ESAL flexible



CALCULO DE "N"					
EJES EQUIVALENTES DE 10 Tn. Y 18.000 Lbs.					
RUTA PROVINCIAL N° 56		PROVINCIA: CHACO			
TRAMO:					
SECCION:					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	N° DE EJES (1)	% DE C/ TIPO DE VEHIC.(2)	FACTOR "C" (3)	(1)*(2)*(3)/100
AUTOMOVILES					
JEEPS	1,1	2	84,60%	0,010	0,017
CAMIONETAS					
OMNIBUS	1,1	2	0,60%	0,070	0,001
CAMIONES SIN	1,1	2	3,20%	0,600	0,038
ACOPLADOS	1,2	3	0,30%	0,380	0,003
CAMIONES CON	11-11	4	0,90%	0,600	0,022
ACOPLADOS	11-12	5	2,90%	0,390	0,057
	12-11	5	0,00%	0,470	0,000
	12-12	6	0,00%	0,320	0,000
SEMI	111	3	6,20%	0,540	0,100
REMOLQUES	112	4	0,00%	0,450	0,000
	113	5	0,00%	0,410	0,000
	122	5	1,20%	0,350	0,021
			100%		0,259
VIDA UTIL EN AÑOS: 25					
			tmda inicial	526	
ULTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO: 2018					
TMDA CONOCIDO: 496			coeficiente (b)	1,46	
AÑO DE INAGURACION: 2020			tmda final	767	
n° de años para det. coef. (a)			2		
coef. (a)			1,06	FACTOR POR N° DE TROCHAS:	1
tasa de crecimiento			0,03	N° DE EJES EQUIVALENTES 80 KN (8,2Tn) :	
					2,00E+06
Para Pavimiento Rígido:ESALS = 1,5 ESALS Flexible					2,99E+06

$$ESAL = 2,99 \times 10^6$$

3.4.3.2 Coeficiente de drenaje (Cd.)

Para calidad de drenaje "bueno" de la sub base y tiempo de exposición a saturación de 5 a 25% se obtiene un coeficiente de drenaje entre 1,15 y 1,00. Se adopta:

$$Cd = 1.00$$



3.4.3.3 Módulo compuesto de reacción de la Subrasante (k)

De acuerdo al Manual de Diseño AASTHO '93, la determinación del Módulo de reacción de la subrasante para el diseño de pavimentos rígidos, se puede realizar de dos maneras: la primera a través de un ensayo 'in situ' con un plato de carga de 92cm, y el valor obtenido ajustarlo con un coeficiente que tenga en cuenta condiciones ambientales desfavorables; y la segunda, a través de la determinación del Módulo Resiliente de la subrasante se calcula el daño relativo y se tiene en cuenta la pérdida de soporte de la subbase por erosión.

Adoptando para el diseño, un valor soporte relativo CBR=6% y tomando para la determinación del módulo resiliente las relaciones propuestas por la AASTHO:

Para suelos finos con $CBR \leq 10\%$:

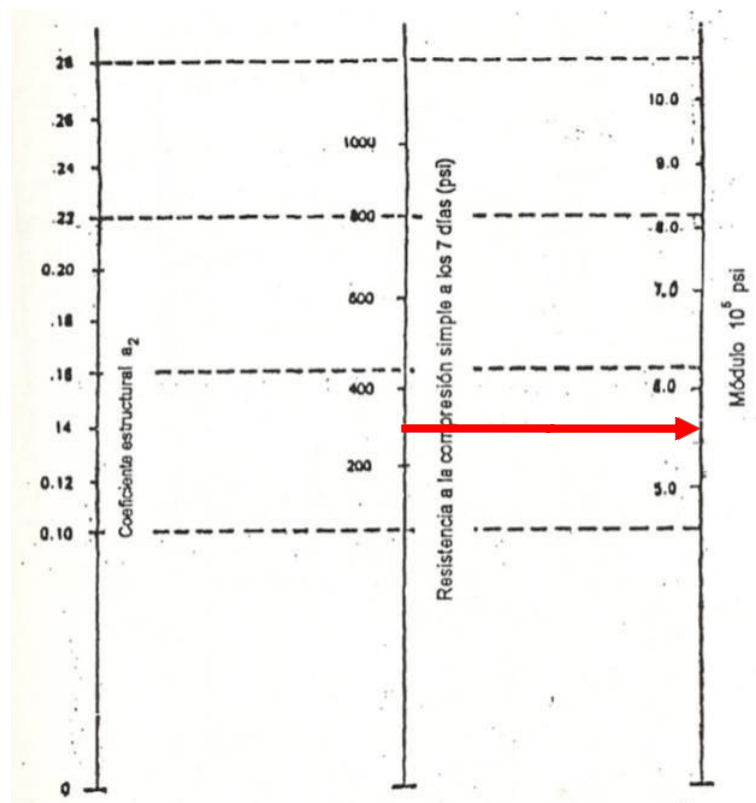
$$M.R. = 1500 * CBR = 1500 * 6 = \mathbf{9.000 \text{ psi}}$$

Se plantea la ejecución de una subbase de mortero de densidad controlada (MDC-150) de 15cm de espesor con una resistencia mínima a la compresión simple de $21\text{kg}/\text{cm}^2$.

Para definir el módulo elástico de ésta capa aplicamos la correlación propuesta por el método AASTHO (fig. 5.19) para resistencia a la compresión de bases tratadas con cemento

$$\text{Resistencia a los 7 días: } 21 \text{ Kg. } / \text{cm}^2 = 300 \text{ p.s.i.}$$

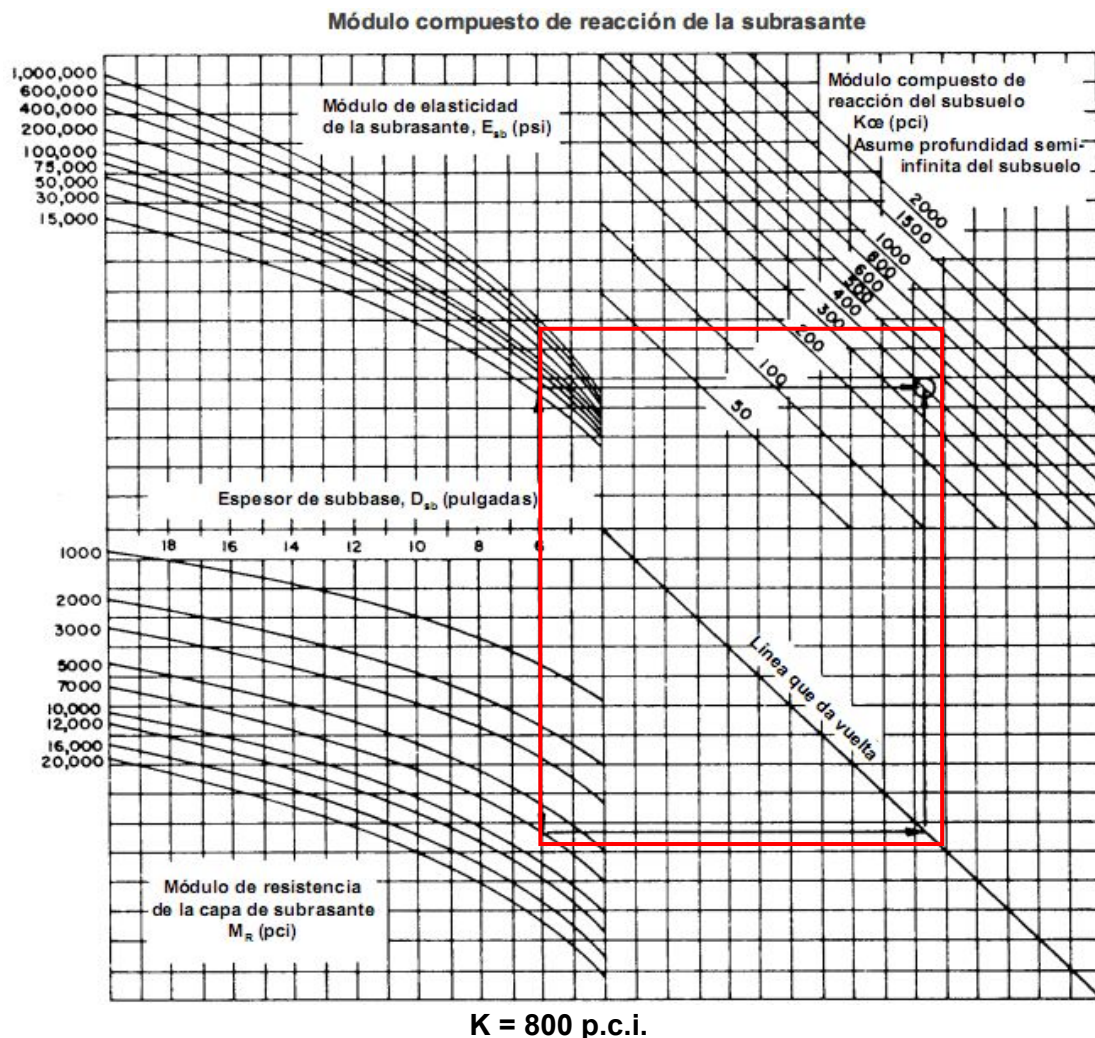
A este valor de resistencia corresponde del gráfico, un Módulo Elástico de:





$$E_{sb} = 5,70 \times 10^5 \text{ p.s.i.}$$

Para un espesor de sub-base de 0,15m, y su correspondiente módulo elástico y con el módulo resiliente de la subrasante, se obtiene aplicando el ábaco de la figura 4.16, el siguiente Módulo Compuesto de Reacción de la Subrasante:

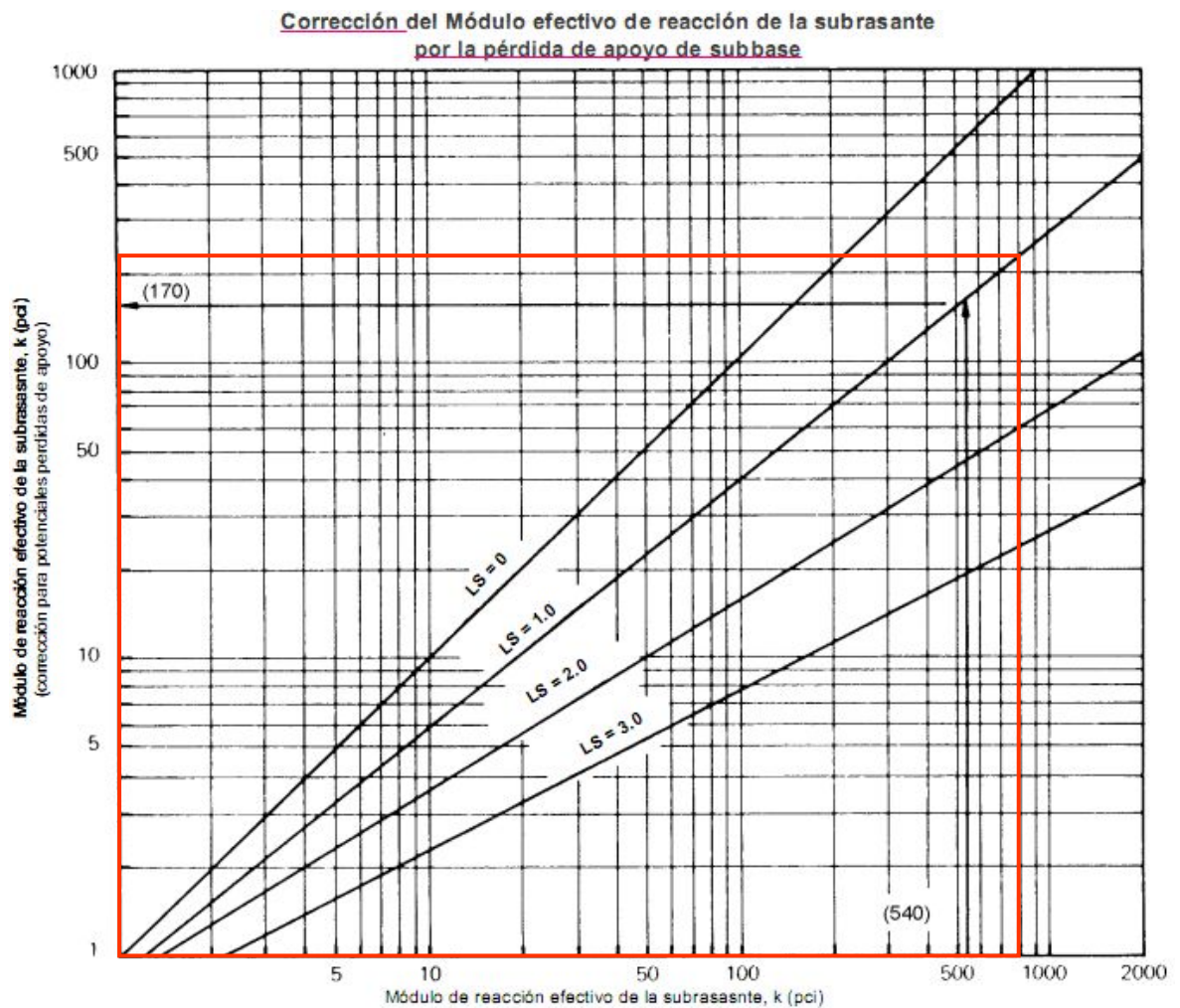


3.4.3.4 Pérdida Potencial de Soporte (LS)

Este factor determina reducciones del valor del Módulo Compuesto de Reacción de la Subrasante (K) para tener en cuenta posibles pérdidas de soporte de la capa de asiento de las losas por erosión de la sub-base o hinchamientos diferenciales de la subrasante. La Tabla 9.2 recomienda valores de LS para diferentes tipos de sub-base indicando para sub-base tratada con cemento valores de 0 a 1.

Se adopta el valor $LS = 1$

Aplicando las correcciones de la figura 4.19 se obtiene el Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante:



Se adoptan de acuerdo al Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad (1998) los siguientes valores de resistencia a la compresión y módulo de rotura del hormigón:

$f'c$ (resistencia la compresión cilíndrica a los 28 días)

$$f'c = 315 \text{ Kg. /cm}^2$$

$S'c$ (módulo de rotura del hormigón)

$$S'c = 45 \text{ Kg. /cm}^2$$

3.4.5 Módulo elástico del hormigón (E_c)

Se aplica la siguiente relación: $E_c = 57.000 (f'c)^{0.5}$

Resulta:

$$E_c = 57.000 \times (4.500)^{0.5} = 3,82 \times 10^6$$

$$E_c = 3,82 \times 10^6 \text{ p.s.i.}$$



Parámetros de Diseño adoptados para una vida útil de 25 años:

ESAL	2,99 x 10 ⁶
Pérdida de Serviciabilidad (Δ P.S.I.)	4,5 – 2,5 = 2,0
Módulo Compuesto de Reacción de la Subrasante(ke)	240p.c.i
Módulo Elástico del Hormigón (Ec)	3, 82 x 10 ⁶ p.s.i.
Módulo de Rotura del Hormigón (S'c)	640 p.s.i.
Coefficiente de Transferencia de Cargas (J)	3,2
Confiabilidad (R)	85%
Desvío Standard (So)	0,34
Coefficiente de Drenaje (Cd)	1,00

3.4.3.5 Determinación del espesor de la losa

Aplicando la fórmula para el diseño de Pavimentos Rígidos de acuerdo a las Normas AASHTO 93 y utilizando los valores que adoptados con anterioridad:

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R \times S_0 + 7,35 \times \text{Log}_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4,5 - 1,5} \right)}{1 + \frac{1,625 \times 10^7}{(D + 1)^{3,25}}} + (4,22 - 0,32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left[\frac{S'c \times C_d \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0,25}} \right]} \right]$$

Cálculo

W₁₈:

S₀

E_c

Confiabilidad:

85%

Módulo de rotura del concreto: S'c (psi)

Módulo de Reacción: K (pci)

Indice de Serviciabilidad Inicial : P₀

Coefficiente de drenaje: C_d

Espesor de la losa de concreto (pulg)

Indice de Serviciabilidad Inicial : P_t

Factor de Transferencia de Carga: J

Calcular

7,73pulg. = 20cm.



3.4.3.6 Conclusiones

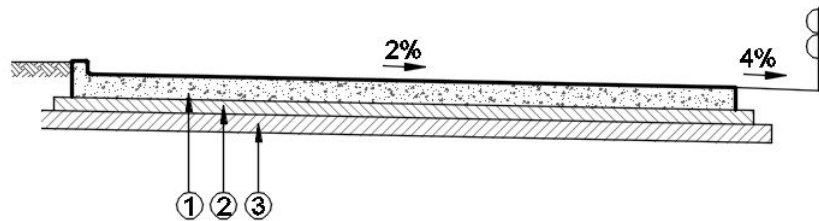
Del cálculo realizado para las calzadas de Hormigón simple Tipo H-30, los resultados obtenidos arrojan valores de espesor de losa de unos 20cm. Sin embargo de experiencias locales con pavimentos de éste tipo y para elevados volúmenes de tránsito pesado, las fallas en las losas (fisuras longitudinales, transversales, rotura de esquinas, fragmentación de losas, despostillamiento de las juntas) comienzan a manifestarse mucho antes del final de su vida útil.

Por este motivo se adopta para las losas de hormigón un espesor mayor al obtenido de cálculos; lo que si bien desde el punto de vista económico implica un costo de ejecución mayor, no se tendrían elevados costos de reparación y mantenimiento durante su vida útil.

Espesor de losa adoptado: $e=25\text{cm}$



PERFIL TIPO DE ESTRUCTURA ADOPTADA



- 1 - Pavimento de Hormigón Simple con Cordón integral. $e = 0,25m$
- 2 - Sub Base de RDC 150. $e = 0,15m$
- 3 - Terraplén con Compactación Especial s/ETP.



CAPÍTULO 4

OBRA BÁSICA Y DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1 Perfil tipo de obra básica

4.1.1 Consideraciones generales

El estudio de los elementos de la sección transversal de un camino, comprende el de la forma y dimensiones de la superficie del pavimento, de la obra básica (terraplenes, taludes y cunetas), de las obras de arte mayores y menores y de las estructuras complementarias. La Ruta Provincial N° 56 en el desvío del tránsito pesado hacia el puerto Las Palmas, que comprende el proyecto de un camino rural de trochas indivisas, adopta una sección transversal de acuerdo a su categoría y topografía, como Tipo III, de llanura, con una velocidad directriz de 110 Km/h, de acuerdo a las “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” de la DNV.

El perfil transversal tipo, contiene elementos de diseño como ancho de carril, banquetas, taludes, cunetas, obras de artes y estructuras complementarias, cuyas dimensiones y justificación a continuación se describe.

4.1.2 Zona de camino

Dentro de los parámetros a adoptar, el ancho de la zona de camino es uno de los factores principales del diseño geométrico y dependerá de las posibilidades de aumento del número de calzadas, calles colectoras, etc.

Como la zona de camino, para un trazado bien proyectado debe tener una vida útil de 40 o 50 años, debe preverse un ancho suficiente para la posterior ejecución de las calzadas adicionales que se requieran.

Asimismo habrá que prever si también será necesario el control de accesos. La existencia o no del control de accesos es de los factores que más influyen en el ancho de la zona de camino. Con la previsión del control de accesos se asegura el mantenimiento de la capacidad inicial y la zona de camino no necesita ser más ancha que la prevista en el proyecto inicial.

Sin que puedan darse reglas rígidas sobre estos anchos, que dependerán también de otros factores, como el económico, la topografía del terreno, etc., se consignan en la tabla 5, a título indicativo, los anchos mínimos de la zona de camino según categoría del camino.

Tabla 5. Anchos mínimos de zona de camino.

Categoría del camino	Anchos mínimos de zona de camino	
	Zonas previsiblemente rurales	Zonas previsiblemente urbanas, suburbanas o muy divididas (**)
Especial	150	180
I	120	150
II	100	130
III	70	100
IV	70	100
V	50 (*)	70 (*)

Fuente. Normas de Diseño Geométrico – (DNV)



Conviene que el ancho de la zona de camino sea uniforme, pero nada obsta para que, en ciertos casos como, por ejemplo, donde hay intersecciones con control de accesos, no pueda variarse aquél dándole uno mayor.

El camino existente hacia el puerto Las Palmas, tiene en la actualidad liberada gran parte de su zona de camino en un ancho de 30m y se prevé llevar el mismo a 50m.

El criterio de adopción de los 50m de ancho de zona de camino, está justificado por la situación existente, con el motivo de no perjudicar a los frentistas afectando una mayor franja, habida cuenta que las secciones útiles de terraplenes, banquetas, taludes y cunetas de diseño, se ajustan perfectamente a este ancho.

Esto implica que deban efectuarse Mensuras de Liberación de Traza desde la progresiva 0+000 hasta la 1+600 en un ancho de 50m y a partir de la progresiva 1+600, donde el eje de proyecto se hace coincidente con el eje de camino existente, se afectará 10m a cada lado para alcanzar el ancho previsto de 50 metros.

4.1.3 Ancho de calzada

No hay elementos del camino que tengan mayor influencia sobre la seguridad y la comodidad del manejo que el ancho de calzada y el estado de la superficie del pavimento. El ancho de la calzada estará en función del número de carriles y el ancho de los mismos.

-Carriles básicos

Los carriles básicos son carriles continuos a lo largo del camino. El número a proveer depende del flujo de tránsito y el nivel de servicio (NS) deseado.

Se definen dos anchos de carril:

- Para $V \geq 80$ km/h (alta velocidad) se adopta 3,65m
- Para $V < 80$ km/h (baja velocidad) se adopta 3,35m

Las investigaciones internacionales indican que el índice de choques aumenta con una anchura de carril superior a 3,65m.

Adoptando una velocidad directriz de 110 km/h se define el ancho de carriles en 3,65m, quedando el ancho de calzada en 7,30m.

-Forma del perfil de la calzada

Para evacuar rápidamente el agua de lluvia que cae en la calzada y facilitar la conservación y limpieza es necesario adoptar perfiles inclinados. Así disminuye la probabilidad de infiltración de agua en el paquete estructural y la formación de capas de agua que afectan el mantenimiento de los vehículos sobre la calzada.

En los caminos de calzada indivisas en zonas rurales normalmente se adopta el perfil en diedro (a dos aguas), con pendiente transversal uniforme en cada semi-ancho y una arista en la parte central que es conveniente redondear con un arco de curva para suavizar su cruce en las maniobras de adelantamiento.



La tabla 5 muestra las pendientes transversales mínimas en recta (BN) adoptadas de los tipos de superficie más comunes.



Tabla 5: Pendientes transversales de la calzada o bombeos normales (BN).

Tipo de pavimento	Pendientes transversales (%)
Hormigón	2
Concreto asfáltico	2
Carpeta bituminosa y macadam a penetración	2,5
Tratamientos bituminosos tipos doble y simple	3
Tratamiento bituminoso tipo simple	3

(Fuente. Normas de Diseño Geométrico – DNV)

En general se utiliza la pendiente mínima que permite un adecuado drenaje superficial en los límites tolerables para la operación segura del tránsito. Los bombeos normales mayores al 3 % producen cierta molestia al conductor, y contribuyen al deslizamiento lateral de los vehículos al frenar sobre el pavimento húmedo.

4.1.4 Banquinas

Las banquetas son áreas utilizables inmediatamente adyacentes a la calzada y constituyen una superficie de rodadura adicional para vehículos forzados a abandonar la calzada en caso de accidentes o para estacionamientos de aquellos que deban detenerse por desperfectos mecánicos.

En el diseño de las banquetas debe tenerse en cuenta los siguientes factores: continuidad, ancho, valor soporte, lisura, pendiente transversal y color.

La continuidad es necesaria para lograr igual grado de seguridad a lo largo del camino, y si ello no es posible habría que prever frecuentes ensanches de pavimento para que cumpla la función de banquina.

El ancho se determina en función de la dimensión transversal del vehículo más grande que pueda estacionar, de la distancia que lo haga del borde de pavimento y la distancia al borde exterior de la banquina.

En cuanto a la superficie de la banquina esta debe soportar el peso de un camión cargado durante el mal tiempo, dado que si no aparenta ser una superficie estable los mismos estacionarían sobre la calzada, con todos los riesgos que ello implica.

La lisura de la banquina debe ser inferior a la del pavimento, para que no se la tome como trocha adicional.

Las pendientes transversales, pueden variar entre el 2 % y 8 %, adoptándose el valor intermedio de 4 %, para banquetas con césped asegurando el desagüe de las mismas.

El color de la banquina debe contrastar con la del pavimento para que se pueda apreciar la posición del borde de calzada.

De tabla 6 y en función de la categoría del camino y la velocidad directriz de 110 km/h se adopta para las banquetas un ancho de 3m, de los cuales 0,50m adyacentes a la calzada serán pavimentados.



Tabla 6: Anchos parciales y totales de banquetas externas

Tipos	Categoría	V km/h	Banqueta		
			C/Pav.	S/Pav.	Total
			m	m	m
CARRETERA	II	120	1	2	3
		100	1	2	3
		70	1	1	2
		50	0,5	1,5	2
COMÚN	III	110	0,5	2,5	3
		90	0,5	2,5	3
		60	0,5	1,5	2
		40	0,5	1	1,5
BAJO VOLUMEN	IV	100	-	3	3
		70	-	3,3	3,3
		50	-	2	2
		30	-	1,5	1,5
	V	90	-	2	2
		50	-	2	2
		30	-	1,5	1,5
		25	-	0,5	0,5

(Fuente. Normas de Diseño Geométrico – DNV)

4.1.5 Taludes y contra-taludes

Los vehículos que se desplacen por taludes de pendientes 1:4 o menor tienen muy pocas probabilidades de volcar dado que proporcionan un alto grado de seguridad técnica.

La estabilidad de un determinado talud depende mucho de las características de los suelos que forman el terraplén.

Para suelos consistentes, la pendiente de los taludes no debe, en general, ser más empinada que 1:1,5. Si los suelos son arcillosos, no conviene proyectar taludes de pendientes mayores que 1:2. En cambio, en algunos casos de terraplenes puede llegarse a taludes con pendiente 1:1. En general estas pendientes límites podrán usarse en caminos de categorías inferior.

Las pendientes de taludes suaves son más estables que las pendientes pronunciadas. La erosión y los deslizamientos prevalecen en estas últimas. Además, las pendientes suaves favorecen el sembrado y crecimiento de césped y consecuentemente su mantenimiento. Con pendiente 1:1,5 o mayores se hace dificultoso el crecimiento de césped, aún en clima húmedo.

Para facilitar el mantenimiento de los taludes con equipos mecánicos, es conveniente que en general se sobrepase una pendiente de 1:3. Asimismo en condiciones climáticas favorables, el empastado de taludes puede lograrse con pendientes de 1:2, con lo que impide la erosión y se favorece el mantenimiento.

Desde el punto de vista estético, para lograr una apariencia más natural e integrada en el paisaje, en el caso de terraplenes de altura variable, es preferible que los taludes, en las distintas secciones, no tengan la misma pendiente transversal, sino que



aproximadamente tengan la misma proyección horizontal, es decir, este criterio es opuesto al de cierta práctica de uniformar las pendientes de los taludes.

Finalmente desde el punto de vista económico, para terraplenes de poca altura, no tiene mayor incidencia en el costo de la obra, un talud tendido. En cambio, para alturas considerables, debe tenerse en cuenta el mayor costo inicial del movimiento de suelo originado por la construcción de taludes suaves, con el menor costo de mantenimiento que estos originan.

4.1.6 Cunetas

Aparte de su función hidráulica la cuneta debe ser diseñada de tal manera que satisfaga el aspecto estético, seguridad y prevención contra la posible infiltración de agua en pavimentos y banquetas.

Las paredes de las cunetas, se diseñarán con taludes más bien extendidos no inferior a 1:2.

La elevación máxima del agua en la cuneta, en caso de estar próxima a los terraplenes no deberá exceder el nivel inferior de la sub-base. Es conveniente diseñar la cuneta alejada de los terraplenes a efectos de evitar la infiltración de agua en los mismos.

4.1.7 Obras de Arte

Las obras de arte se clasifican en alcantarillas y puentes. Las primeras son estructuras de luces iguales o menores a diez metros, y los segundos de luces mayores a diez metros.

Para el caso de alcantarillas el ancho de calzada se mantendrá invariablemente el de la obra básica prevista para el camino.

Para las alcantarillas transversales, se adopta el plano tipo O-41211-I que corresponde a alcantarillas de hormigón de luces múltiples o simples, cuyas luces cubren vanos de 0,80 metros a 5 metros y sus alturas varían entre 0,50 metros y 2 metros. Para alturas mayores a los 2m se proyecta la construcción de alcantarillas tipo Z-2915 de luces de hasta 5 metros.

Para accesos laterales a calles y a propiedades, se adoptaron alcantarillas de hormigón, de luces simples, según plano tipo H-1900; cuyas luces cubren vanos de 0,80 metros a 1,20 metros y sus alturas varían entre 0,60 metros y 1,20 metros.

4.1.8 Perfil Transversal tipo

De lo expresado en los puntos anteriores y adoptando los valores recomendados por las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras de la DNV del año 1980 y su actualización en el año 2010, que a continuación se resumen en tablas; el perfil tipo de obra básica para la Ruta Provincial N° 56 en el desvío del tránsito pesado a Puerto Las Palmas es como se indica en la imagen.



RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO
DE CAMINOS RURALES

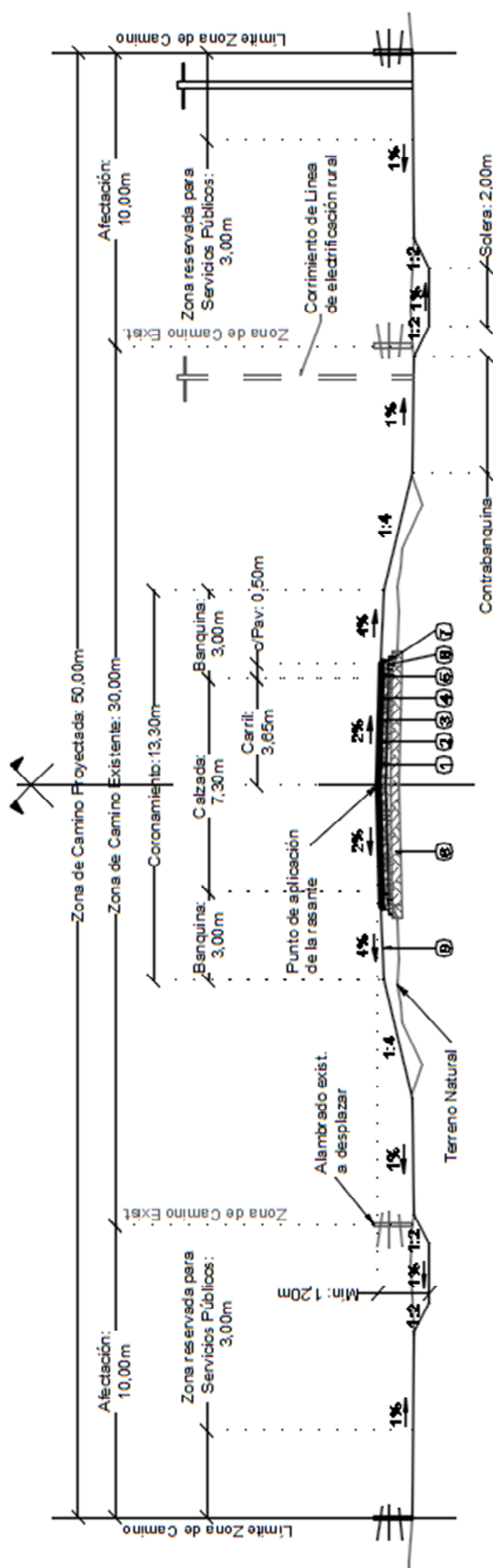
CAMINOS	TIPOS	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS			DISTANCIA VISUAL MÍNIMA			PLANIMETRÍA (4)						ALTIMETRÍA			
		CONTROL DE ACCESO	NÚMERO DE CARRILES	VELOCIDAD DIRECTRIZ (1)	DETERMINACIÓN (2)	ADELANTAMIENTO (3)	DECI-SIÓN	RÁDIOS MÍNIMOS emáx 6%			RÁDIOS MÍNIMOS emáx 8%			PENDIENTES MÁXIMAS			VALOR K BÁSICO
								DESEA-BLE	ABSO-LUTO	m	DESEA-BLE	ABSO-LUTO	m	DESEA-BLE	ABSO-LUTO	m	
AUTOPISTA	ESPECIAL	TOTAL	≥(2+2)	130	339	-	410	1450	970	1085	845	870	750	2	3	226	88
				120	290	-	380	1270	755	950	685	760	595	3	3	165	75
AUTOVÍA	I	TOTAL O PARCIAL	2+2	110	246	-	340	1095	585	820	520	655	470	3	4	119	62
				80	138	-	230	645	250	480	230	385	210	4	6	38	32
CARRETERA	II	PARCIAL	2	120	290	800	380	1270	755	950	685	760	595	3	3	165	75
				100	206	680	320	935	450	700	405	560	365	3	5	84	51
COMÚN	III	PARCIAL O SIN CONTROL	2	70	110	470	200	515	185	385	170	310	155	5	7	24	24
				50	63	330	150	290	90	220	85	175	75	7	9	8	12
	IV	SIN CONTROL	2	110	246	740	340	1095	585	820	520	655	470	3	5	119	62
				90	170	610	280	785	340	585	305	470	280	4	6	57	41
BAJO VOLUMEN	V	SIN CONTROL	2	60	85	400	180	395	135	300	120	240	110	5	7	15	18
				40	45	260	110	210	55	155	50	125	50	7	9	4	8
				100	206	680	320	935	450	700	405	560	365	4	6	84	51
				70	110	470	200	515	185	385	170	310	155	5	7	24	24
				50	63	330	150	290	90	220	85	175	75	6	8	8	12
				30	30	190	80	120	30	90	30	70	25	7	9	4	4
				90	170	610	280	785	340	585	305	470	280	5	6	57	41
				50	63	330	150	290	90	220	85	175	75	6	8	8	12
				30	30	190	80	120	30	90	30	70	25	7	9	4	4
				25	24	160	60	80	20	60	20	50	20	8	11	4	4



RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO
DE CAMINOS RURALES

CAMINOS		CARACTERÍSTICAS BÁSICAS		SECCIÓN TRANSVERSAL													
TIPOS	CATEGORÍA	CONTROL DE ACCESO	NÚMERO DE CARRILES	VELOCIDAD DIRECTRIZ	ANCHO DE CORONAMIENTO												
					BANQUINA EXTERNA				MEDIANA				TALUD TERRAPLÉN DESPLAZADO	ZONA DESPLAZADA	NIVEL DE PRUEBA DE BARRERA	ANCHO DE PUENTE ENTRE GUARDARRIUELAS	ZONA CAMINO
					CALZADA	C/PAV	S/PAV	TOTAL	BAN. INT. C/PAV	BAN. INT. S/PAV	INT. CANTERO	TOTAL					
				km/h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	IL	m	m
AUTOPISTA	ESPECIAL	TOTAL	≥(2+2)	130	7,3	2,5	0,5	3	1	2	≥80	≥86,6	≥14	10	3	11,3 (2)	150
				120	7,3	2,5	0,5	3	1	2	≥80	≥86,6	≥14	10	3	11,3 (2)	
				110	7,3	2,5	0,5	3	1	2	≥10	≥86,6	≥14	10	3	11,3 (2)	
				120	7,3	2,5	0,5	3	1	2	≥5	≥81,6	≥14	10	3	11,3 (2)	
AUTOVÍA	I	TOTAL O PARCIAL	2+2	110	7,3	2,5	0,5	3	1	2	≥5	≥81,6	≥14	10	3	11,3 (2)	120
				80	7,3	2,5	0,5	3	1	2	≥5	≥81,6	≥14	6	3	11,3 (2)	
				120	7,3	1	2	3				13,3	≥14	10	3	13,3	
				100	7,3	1	2	3				13,3	≥14	9	3	13,3	
CARRETERA	II	PARCIAL	2	70	6,7	1	1	2					10,7	≥14	5	2	10,7
				50	6,7	0,5	1,5	2				10,7	≥14	3	2	10,7	
				110	7,3	0,5	2,5	3				13,3	≥14	8	3	13,3	
				90	7,3	0,5	2,5	3				13,3	≥14	5	3	13,3	
COMÚN	III	PARCIAL O SIN CONTROL	2	60	6,7	0,5	1,5	2					10,7	≥14	3	2	10,7
				40	6,7	0,5	1	1,5				9,7	≥14	2	2	9,7	
				100	7,3	-	3	3				13,3	≥14	6	3	13,3	
				70	6,7	-	3,3	3,3				13,3	≥14	4	2	13,3	
BAJO VOLUMEN	IV	SIN CONTROL	2	50	6,7	-	2	2					10,7	≥14	3	2	10,7
				30	6,7	-	1,5	1,5				9,7	≥14	2	2	9,7	
				90	7,3	-	2	2				11,3	≥14	4	3	11,3	
				50	6,7	-	2	2				10,7	≥14	3	2	10,7	
	V	SIN CONTROL	2	30	6,7	-	1,5	1,5					9,7	≥14	2	2	9,7
				25	6,7	-	0,5	0,5				7,7	≥14	2	2	7,7	

PERFIL TIPO DE OBRA BÁSICA. DESVÍO RUTA PROVINCIAL N° 56.
De Prog. 1+600 a Prog. 13+526 (Rotonda).





4.2 Diseño Geométrico

4.2.1 Factores que influyen en el diseño geométrico

El diseño geométrico de un camino, se encuentra influenciado por dos factores: primero por la configuración del terreno que debe atravesar, y segundo por las modalidades y exigencias del tránsito que debe soportar.

Un buen diseño, con costo anual mínimo debe tener en cuenta ambos factores.

Cuando el tránsito es reducido, el diseño del camino debe estar influenciado por el primer factor; en cambio cuando el tránsito es intenso, las necesidades de los usuarios y las características del tránsito son los factores que intervienen principalmente en su diseño.

4.2.1.1 Configuración del terreno

La configuración del terreno, no comprende solamente las características físicas y topográficas, sino también, el uso de las tierras y el desarrollo de la zona atravesada.

Si bien, estos factores influyen en la elección de un trazado, para un tránsito dado, la topografía del terreno es la que determina el nivel del diseño geométrico.

De acuerdo con su relieve se clasifica al terreno en tres clases: zona llana, zona ondulada y zona montañosa.

Las zonas llanas, poseen pendientes del terreno tan reducidas, que el relieve en sí, no influye mayormente en el trazado o en el costo de un camino.

También influye en la elección del trazado de un camino: el cruce de cursos de agua, suelos de baja calidad, zonas inundables, existencia de cultivos valiosos y construcciones de importancias.

4.2.1.2 Tránsito

Los volúmenes, composición, distribución, crecimiento, y velocidad del tránsito, conjuntamente con la topografía, determinan diversas magnitudes del diseño geométrico de un camino, tales como radios y peraltes de curvas horizontales, parámetros de curvas verticales, pendientes, anchos de calzada, etc.

4.2.1.3 Distribución

Si bien en general, la distribución de los volúmenes de tránsito medio diario anual es la misma en ambas direcciones, durante las horas "pico" una de las trochas lleva volúmenes mayores que la otra. Para esas condiciones se ha encontrado, que para caminos rurales, en uno de los sentidos del tránsito circulan en el orden de las dos terceras partes del volumen total.



4.2.2 Parámetros de diseño adoptados

Los parámetros de diseños geométricos adoptados, de acuerdo a las NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS de la D.N.V. son los siguientes:

Categoría del camino	III
Topografía:	Llanura
Velocidad directriz	110 Km/h
Radio mínimo de curvas horizontales Deseable	1.095 m
Radio mínimo de curvas horizontales Absoluto	585 m
Distancia de visibilidad p/ detención	246 m
Distancia de visibilidad de sobrepaso	740 m
Peralte máximo en curvas	6 %.
Ancho de coronamiento	13,3 m
Ancho de calzada	7,3 m
Ancho de banquetas	3 m
Ancho de banquina pavimentada	0,5 m
Ancho de banquina sin Pavimentar	2,5 m
Pendiente transversal de la calzada	2 %.
Pendiente transversal de la banquina	4 %.
Pendientes de taludes del terraplén	1:4
Ancho de solera de cunetas	2 m
Pendiente transversal de cuneta	1 %
Pendiente taludes cunetas	1:2
Ancho zona de servicio	3 m
Distancia eje calzada – eje cuneta (aprox.)	16,5 m
Ancho zona de camino	50,00 m

4.2.3 Descripción del trazado y geometría seleccionada

El desvío proyectado para el tránsito pesado al Puerto Las Palmas inicia su recorrido en el Km 16,36 de la Ruta Provincial N°56 mediante el proyecto de una intersección del tipo canalizada cuyas dimensiones (anchos de ramas, carriles auxiliares y radios de giro) se adaptan al vehículo de diseño WB-15 (semirremolque grande) el cual representa adecuadamente al semirremolque de 18,6m de longitud total; el máximo permitido por la Ley 24.449, Ley Nacional de Tránsito.

A partir de esta intersección, en dirección NO–SE y hasta la progresiva 1+600, empalmando la Ruta Provincial N°1 mediante una curva de radio $R=600\text{m}$, se proyecta el desvío sobre traza nueva debiendo realizarse la afectación para la liberación de traza en un ancho de 50m.

Continuando su recorrido por la Ruta Provincial N°1 hasta la progresiva 3+868, en dirección NE-SO, se propone la rectificación de la traza existente mediante una curva y contra curva de radios $R=600\text{m}$ en las progresivas 2+606 y 3+128 respectivamente.

Desde la progresiva 3+868 con una curva a izquierda de $R=400\text{m}$, para una velocidad directriz de 80km/h, se continúa el trayecto sobre camino vecinal existente en dirección NO-SE hasta la progresiva 13+526 rectificando en éste tramo las curvas existentes en progresivas 8+889 con $R=1000$; 9+891 con $R=600$; 11+720 con $R=1000$; 13+062 con $R=600$.

Todas las curvas propuestas son con transición (espiral de Euler o clotoide) de entrada y salida cuyas longitudes mínimas se calculan según los criterios de: Comodidad; criterio



de apariencia general; criterio de apariencia de borde; criterio de guiado óptico y el criterio de Barnett. En Anexo se presentan los cálculos realizados para una curva a modo de ejemplo.

Se prevé la afectación en este tramo (entre progresivas 1+600 y 13+526) de 10m a cada lado de la zona de camino para llevar el ancho de la misma a los 50m según los parámetros de diseño adoptados, debiendo realizarse para ello, la correspondiente afectación y liberación de traza.

En progresiva 13+526 el trazado intersecta al camino vecinal costero. En esta intersección se prevé la construcción de una Rotonda Moderna puesto que las construcciones y zona de camino existente limitan la posibilidad de rectificar la traza con los radios mínimos adoptados.

Desde la Rotonda proyectada y hasta la progresiva 14+053, se plantea en este anteproyecto una configuración tipo Avenida de dos (2) calzadas de hormigón simple de 7 metros de ancho con cordón integral del lado interno separadas por un cantero central de 1 metro de ancho. Esto es proyectado así puesto que en los últimos 500 metros antes de llegar al puerto la zona atravesada por el camino pasa a tener características urbanas o semi-urbanas con un ancho oficial de 30 metros de zona de camino y cuyas construcciones frentistas dificultan la posibilidad de expropiación para liberar la traza.

Para la configuración tipo Avenida se prevé una velocidad máxima de 50km/h.

Finaliza la traza propuesta en la progresiva 14+121 con una intersección del tipo canalizada de las mismas características que la proyectada al inicio del tramo.

Para el anteproyecto no se diseñaron curvas verticales puesto que la rasante proyectada no presenta pendientes mayores al 3% que justifiquen su aplicación.

4.3 Intersecciones

4.3.1 Consideraciones generales

Las intersecciones son áreas de uso compartido donde dos más caminos se encuentran o cruzan. Incluyen calzadas y zonas laterales. Para evitar los choques se separan las trayectorias de los movimientos:

1- Separación temporal (intersecciones a nivel) mediante:

- Reglas fijas de prioridad (ej. prioridad a la derecha)
- Señalización de prioridad (Ceda el paso o Pare) para una de las dos trayectorias. Fuera de zonas urbanas, este ordenamiento de la circulación da buenos resultados mientras los volúmenes horarios de tránsito no sean elevadas
- Semáforos. En las zonas urbanas puede utilizarse un ordenamiento de prioridades alternadas para las trayectorias mediante semáforos, el cual permite múltiples combinaciones de fases. Los semáforos no son convenientes en zonas rurales, porque son poco habituales y su presencia inesperada puede constituir un peligro

2- Separación espacial (intersecciones a distinto nivel):



- Separaciones de nivel. Cruce puro, sin ramas de conexión
- Distribuidores. Proveen capacidad muy superior a las intersecciones a nivel, al eliminarse las detenciones en el cruce principal. La comodidad y seguridad de circulación son mayores al desaparecer la necesidad de estar atento a los demás vehículos y al disminuir posibilidad de un choque lateral. Su inconveniente principal es el costo de la estructura y de las modificaciones del perfil longitudinal para materializar el desnivel.

Cada camino que se irradia desde la intersección es un ramal. Por ejemplo, la intersección común de dos caminos tiene cuatro ramales. Las intersecciones son parte esencial de la red vial y en ellas el usuario puede cambiar de dirección para seguir el camino que desea.

4.3.2 Intersecciones a nivel

Las intersecciones a nivel, son aquellas que definen la zona en donde dos o más caminos se cortan o se encuentran, y en la que se incluyen las zonas de calzadas comunes, las plataformas que pueden usar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles y el área vecina afectada por la intersección.

La función de una intersección es permitir la transferencia de tránsito de un camino a otro y se las puede clasificar de diversas formas. Una de ellas es clasificarlas en función de las soluciones que se adoptan; a saber:

- Separación en el tiempo: que da origen a intersecciones señalizadas o intersecciones directas, utilizándose señalizaciones verticales o semáforos para su control y prevención.
- Transformación de maniobras de cruzamiento en maniobras entrecruzamiento: que da origen a intersecciones canalizadas, utilizándose canales de aceleración, desaceleración, ramas de giro, isletas separadoras; para el control de tránsito en la misma.

En el anteproyecto se definen tres intersecciones principales, todas ellas a nivel; las cuales son:

- 1 – Intersección canalizada al inicio del tramo en el cruce con la Ruta Provincial N° 56 – km 13,36 en inmediaciones a la localidad de La Leonesa.
- 2 – Rotonda moderna en cruce con el camino vecinal costero en el km 13,526 del desvío proyectado.
- 3 – Intersección canalizada al final del tramo en inmediaciones a las instalaciones del Puerto Las Palmas.

Los anchos de las ramas, dimensiones de los radios de giro, longitud de los carriles de aceleración y desaceleración propuestos en las canalizadas como así también los radios y anchos de entrada y salida, el diámetro de la isleta central, ancho del delantal de camiones, ancho de la calzada anular y ancho de aproximación de la rotonda; fueron verificados mediante el Software de diseño Auto-Turn para el vehículo de diseño seleccionado.

4.3.3 Vehículo de diseño

Las características físicas de los vehículos y la composición del tránsito son factores que controlan el diseño geométrico. Es necesario examinar todos los tipos de vehículos, agruparlos, y determinar vehículos representativos en cada clase para su uso en el diseño. Los vehículos tipo corresponden al que tiene mayores dimensiones y mayores radios de giro mínimo que los similares de su clase.

De lo expuesto y para las tres intersecciones proyectadas se define como vehículo de diseño al WB-15 (Semirremolque de 18,6m de longitud total) circulando a velocidad de maniobra (15km/h).

La figura siguiente ilustra el radio mínimo de giro y las longitudes de transición correspondiente al vehículo de diseño seleccionado.

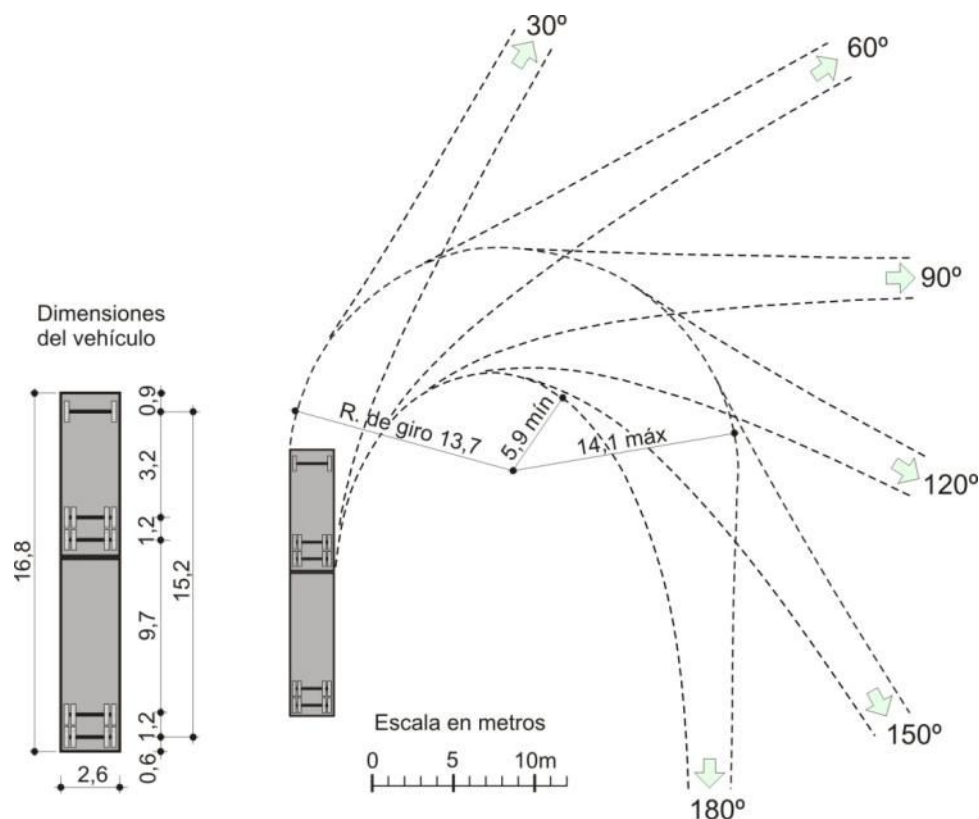


Figura 4.1. Mínima trayectoria para vehículo de diseño WB-15. (Fuente: NDG-DNV)



4.4 Señalización horizontal y vertical

4.4.1 Señalización horizontal

La señalización horizontal alcanza a la ejecución de franjas demarcatorias constituidas por carriles de circulación, líneas divisorias de calzadas, líneas de borde, etc., mediante la aplicación de pintura reflectante de aplicación en frío, en el ancho, espesor, cantidad y color especificado en los manuales de señalamiento de la DNV y según terminado con un “sembrado” de microesferas de vidrio de las características y calidad establecidas.

4.4.1.1 Características de la pintura a emplear

La pintura deberá cumplir con Norma IRAM 1221 Edición Mayo de 1992, CNA8010. Para ello las microesferas de vidrio deberán ser adicionadas en dos etapas:

- 1) Incorporadas a la pintura ante de su aplicación (Tipo PREMIX) a razón mínima de 200gr/ltS de pintura.
- 2) Sembradas por aspersión inmediata después de aplicada la pintura (Tipo DROP-ON) a razón mínima de 220 gr/m².

Las microesferas deberán cumplir los siguientes requisitos:

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODOS DE ENSAYOS
Granulometría de las esferas a incorporar pasaje por:				
TAMIZ IRAM 180 (N°80)	%	90	100	IRAM 1221
TAMIZ IRAM 105 (N°140)	%	10	55	IRAM 1221
TAMIZ IRAM 62 (N°230)	%	0	10	IRAM 1221
Índice de refracción	-	1,5	-	IRAM 1212
Esferas perfectas	%	70	-	IRAM 1212 - IRAM 1221
Granulometría de las esferas a sembrar, pasaje por :				
TAMIZ IRAM 590 (N°30)	%	90	100	IRAM 1221
TAMIZ IRAM 180 (N°80)	%	0	10	IRAM 1221

4.4.1.2 Procedimiento

Luego de realizado el replanteo de la señalización, se procederá a la preparación de la superficie en la cual se realizará la demarcación. Esta tarea consiste en raspar, cepillar, soplar y secar dicha superficie, a efectos de lograr la eliminación de toda materia extraña de la calzada.



Al momento de aplicar la pintura la temperatura ambiente deberá oscilar entre 5° C y 45°C y el espesor de la pintura después de la aplicación, medido en estado, húmedo debe ser como mínimo de 0,6mm.

La pintura debe ser aplicada de tal forma que no sea necesaria una nueva aplicación para atender al espesor especificado.

El ancho de las franjas no presentará variaciones superiores de 5% en más o menos y si las hubiera dentro del porcentaje indicado, éstas no se manifestarán en forma de escalones que sean apreciables a simple vista. Cuando se pinten dobles franjas en el eje de la calzada las mismas mantendrán el paralelismo, admitiéndose desplazamientos que no excedan de 0,02 m cada 100 metros.

La variación del paralelismo dentro de los límites indicados no será brusca a fin de que no se noten a simple vista. El paralelismo entre las líneas centrales y bordes de calzadas o demarcaciones de carriles, no tendrá diferencia en más o menos, superiores al 5% del semi-ancho de la calzada por kilómetro.

En virtud de las variaciones que suelen producirse en los anchos de pavimentos, previo a la determinación de cada uno de los carriles, se efectuarán mediciones con la suficiente frecuencia para fijar la medida más conveniente, a fin de evitar cambios de alineación considerable, o la posibilidad que las líneas laterales queden muy al borde de la calzada.

Entre el borde exterior de la línea lateral y el borde del pavimento, la distancia promedio deberá ser de 0,10 m, no resultando nunca inferior a 0,05 m. La franja no presentará ondulaciones ni cualquier otra anomalía proveniente de la aplicación del material.

Las esferas de vidrio se distribuirán sobre la pintura recién aplicada y antes de su endurecimiento, a los efectos de lograr la adherencia en aquella.

La distribución deberá resultar uniforme de modo que la superficie de la franja quede cubierta en toda su longitud. La aplicación se hará a presión proyectándolas directamente sobre la franja pintada mediante un sistema que permita retener como mínimo el 90% de las esferas arrojadas.

La retrorreflectorización inicial de la señalización es producida por la aplicación de microesferas de vidrio tipo DROP-ON. La retrorreflectancia inicial mínima de la señalización deberá ser de 140 microcandelas/lux por m².

La pintura aplicada deberá ser protegida, durante el tiempo de secado, cerca de 30 minutos, de todo tráfico de vehículos así como de peatones.

4.4.2 Señalización vertical

La señalización vertical consiste en la colocación de carteles verticales, de acuerdo a las laminas tipos que se adjuntan y en las progresivas indicadas.

Las características que deban reunir las chapas (tipo, pintado, dimensiones de letras, números y gráficos, etc.), como así también las condiciones que deben reunir los postes de sustentación y refuerzo, se regirán por las normas de señalización vertical prevista en el Anexo L – Sistema de Señalización Vial Uniforme – Dto. 779/95 – Texto Reglamentario del Art. 22 de la Ley 24.449; utilizándose chapa de acero galvanizado N° 14 (2mm), y láminas reflectivas termoadhesivas, que cumplirán con la norma IRAM 10.033, tanto en sus condiciones de durabilidad y resistencia, como con la reflectividad y quedarán



perfectamente adheridas a la superficie metálica. Al reverso de la placa se deberá aplicar pintura protectora.



CAPÍTULO 5

ADECUACIÓN HIDRÁULICA

5.1 Introducción

El trabajo a desarrollar corresponde a la Adecuación Hidráulica del desvío de tránsito pesado del acceso al Puerto Las Palmas; el cual tiene como objetivo satisfacer los requerimientos y premisas establecidas como exigencias mínimas que, según el Área de Estudios Básicos de la Administración Provincial del Agua de la provincia del Chaco deben ser presentados en los estudios de adecuación hidráulica de rutas.

5.2 Objetivo

El trabajo consiste en la evaluación de la capacidad generadora de escurrimiento de las cuencas de aporte, determinación de las secciones hidráulicas de las obras de arte a construir y definición de la cota de rasante segura para la condición de diseño.

5.3 Memoria técnica

5.3.1 Período de Retorno

A continuación, se describe la metodología utilizada para realizar la adecuación hidráulica del anteproyecto detallándose la recopilación y generación de información; el movimiento regional del agua y su concentración sobre la traza en estudio.

Los modelos matemáticos que se utilizarán, se correrán para la situación considerada como crítica para el área, esto es, tormentas de duraciones compatibles con los tiempos de concentración de las mismas y recurrencias de 25 años de acuerdo al rango de tiempo de recurrencia correspondiente a la "Calificación 2" de la "Carta para la selección del tiempo de recurrencia de diseño según la ASSHTO 1979"

PARÁMETRO	CALIFICACIÓN		
	1	2	3
Daño a las propiedades	Bajo	Medio	Alto
Daño al camino	Bajo	Medio	Alto
Pérdidas potenciales de vida	Bajo	Medio	Alto
Altura de terraplén	<6 m	6 m a 15 m	>15 m
Costo de construcción	Bajo	Medio	Alto
T.P.D.A.	< 100	100 m a 750 m	>750 m
Rutas alternativas	Si	Mala calidad	No
Sección de camino inundado	Si	Eventualmente	No
Q. Reg. Mayores que el Q para TR = 50	Ninguno	Uno	Varios
Valor estratégico	No	No	Si
Efecto sobre la economía local	Bajo	Medio	Alto

Tiempo de Recurrencia de diseño según la AASHTO.

PROMEDIO PONDERADO DE LA CALIFICACIÓN ⁽¹⁾	RANGO DEL TIEMPO DE RECURRENCIA PARA DISEÑO (años)
1	10 - 25
2	25 - 50
3	50 - 100



- (1) La incidencia de cada parámetro en la calificación final no tiene el mismo peso y varía de acuerdo a las condiciones emergentes.

5.3.2 Áreas de aporte

La definición de las áreas de aporte representa uno de los puntos fundamentales para la determinación de la transparencia transversal de la ruta a los efectos de adecuarla hidráulicamente.

El concepto de cuenca utilizado en áreas con mayor amplitud de relieve, resulta de difícil aplicación para describir éste tipo de sistemas hidrológicos ya que su morfología no se caracteriza por conformar una cubeta convergente, sino que se verifica el desarrollo de subsistemas que funcionan como derrames laterales de la red hidrográfica.

En este esquema, las cuencas estudiadas forman parte del abanico aluvial del río Bermejo, presentan en superficie una gran cantidad de cauces abandonados relativamente en forma reciente, de rumbo generalmente noroeste – sureste que integran el Chaco Oriental, nordeste de la llanura Chaco - Pampeana.

La traza en estudio es atravesada por sistemas hidrológicos, en los cuales se desarrollan cursos lentos y meandrosos, con una red de drenaje escasamente definida, vinculada en forma irregular a esteros, bañados y lagunas.

5.3.2.1 Definición de las áreas de aporte

Tomando como base el plano de cuencas de la Administración Provincial del Agua y habiendo estudiado imágenes satelitales LANDSAT, que registraron diferentes estados de inundación del área en estudio, mas fotografías, curvas de nivel generadas a partir del procesamiento del Modelo Digital del Terreno obtenido con el software Global Mapper; se definieron los límites de las cuencas marcando las divisorias de agua (parte aguas).

Luego, se procede al cálculo de las áreas, y se determina la longitud de escurrimiento para cada una.

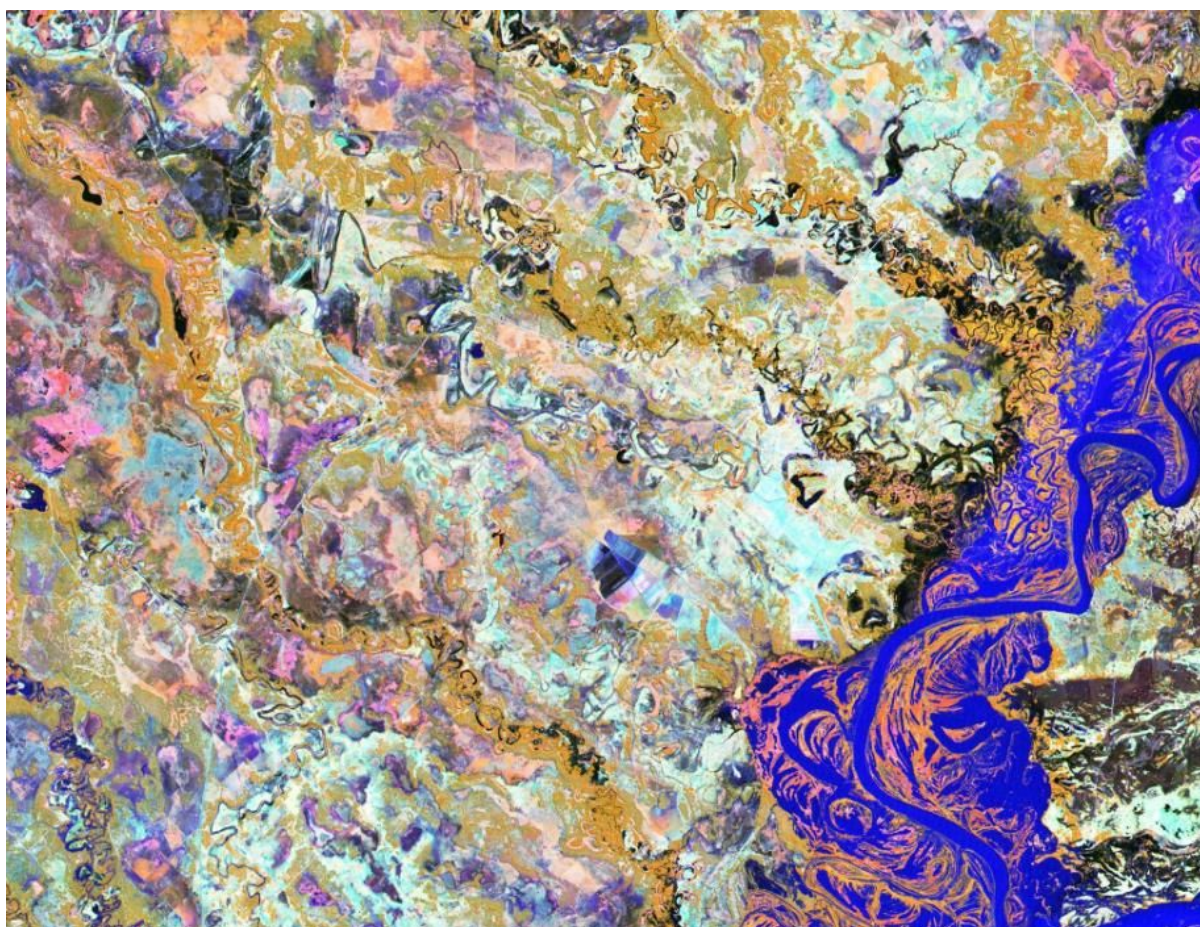


Imagen 22. Imagen Landsat del año 98.

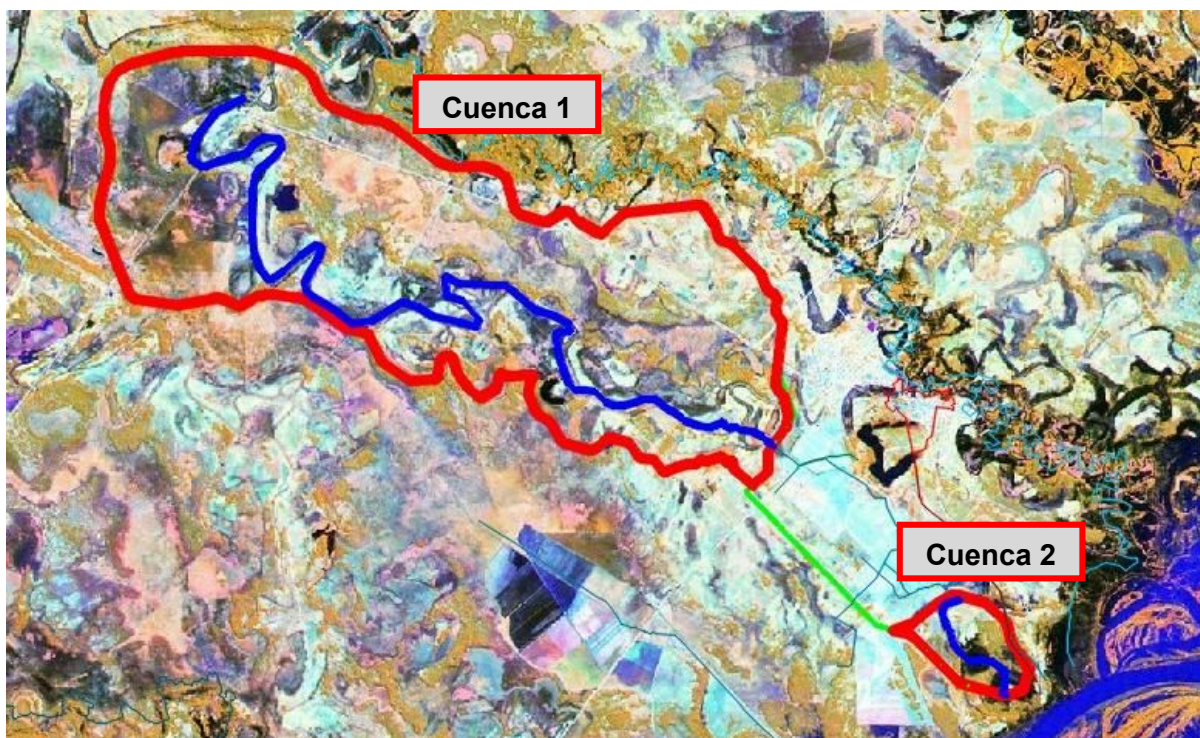


Imagen 23. Áreas de Aporte.



Áreas de aporte, longitud de escurrimiento y pendiente media

Cuenca	Superficie (km ²)	Longitud del escurrimiento (km)	Pendiente (cm/km)
1	115,30	31.72	9,46 cm/km
2	5,65	4.07	24,57 cm/km

5.3.3 Tiempos de Concentración

El tiempo de concentración se define como el lapso de tiempo, bajo precipitación constante, que tarda el agua en ir desde el punto más distante (hidráulicamente definido dentro de la cuenca) hasta el punto de evacuación o control.

Este parámetro depende, entre otras variables, de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida de la cuenca y la velocidad promedio que adquiere en la misma, la cual a su vez varía en función de la pendiente y la rugosidad de la superficie.

Los tiempos de concentración se pueden calcular mediante las fórmulas de Kirpich, la del California Culvert Practice, la del SCS "Lag fórmula", la fórmula de Giandotti, entre otras, que a continuación se describen.

- Kirpich (1940), fórmula desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes del 3% al 10%. El tipo de información que necesita es L y S. Cuando el valor de L es superior a 10 km la fórmula parece subestimar el valor del t_c .

$$\rightarrow t_c = 3.989 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

- California CulvertsPractice (1942), es la fórmula de Kirpich en donde se sustituye la pendiente por L y H.

$$\rightarrow t_c = 57 * L^{1.155} * H^{-0.385}$$

- S.C.S. "Lag fórmula" (1973), el t_c es adoptado igual a 1.67 del t_r . La fórmula del SCS fue hallada en cuencas rurales con áreas de drenaje de hasta 8 km², fundamentalmente de escurrimiento superficial. Esta fórmula sobreestima el valor del t_c en comparación con las expresiones de Kirpich y Dooge.

$$\rightarrow t_c = 3.42 * L^{0.8} * [(1000 / CN) - 9]^{-0.70} * S^{-0.50}$$

- Dooge (1956), esta fórmula fue determinada con base en 10 cuencas rurales de Irlanda, con áreas de entre 140 y 930 km². Sus parámetros reflejan el comportamiento de cuencas medias con escurrimiento predominantemente en canales.

$$\rightarrow t_c = 21.88 * A^{0.41} * S^{-0.17}$$

- Giandotti, utilizada en cuencas de superficie menor a 10km².

$$\rightarrow t_c = (4 * A^{1/2} + 1.5 * L) / 0.8H^{1/2}$$

A continuación se muestran en tabla los valores calculados con las fórmulas de Kirpich, la de California Culverts Practice y la de Giandotti antes expresadas.



Kirpich			
$T_c = 3.989 * L^{0.77} * S^{-0.385}$	min:	hr:	días:
Cuenca 1	2024	33,7	1,4
Cuenca 2	288	4,8	0,2

California Culverts Practice			
$T_c = 57 * L^{1.155} * H^{-0.385}$			
Cuenca 1	2024	33,7	1,4
Cuenca 2	288	4,8	0,2

Giandotti			
$T_c = 60 * (4 * A^{0.5} + 1.5 * L) / 0.8^{0.5}$			
Cuenca 1	3920	65,3	2,7
Cuenca 2	1171	19,5	0,8

Los tiempos de concentración de las cuencas varían según superficie, pendiente y longitud del recorrido más largo, calculados con las ecuaciones mencionadas. Es válido tener en cuenta que las situaciones que se intentan reproducir en este anteproyecto son aquellas de máxima criticidad como son los eventos de inundación de 25 años de tiempo de recurrencia, por los que para estas situaciones las condiciones de las cuencas son de mayor estado de humedad antecedente, en donde las áreas bajas se encuentran con agua, lentificando el escurrimiento laminar y aumentando los tiempos de respuesta de las mismas. Con éste criterio, se adopta entonces para la “cuenca 1” un tiempo de concentración igual a dos (2) días y para la “cuenca 2”, un (1) día.

Tiempos de Concentración:

Cuenca	Tc
1	2 días
2	1 día

Esto permite determinar que para la modelación se deberá trabajar con precipitaciones que tengan esas duraciones como mínimo a fin de determinar el máximo caudal aportante de la cuenca.

5.3.4 Precipitaciones

Con el objeto de obtener los aportes a todas las secciones del tramo en estudio, se ha recabado información pluviométrica como principal variable del desarrollo hidrológico de los sistemas que descargan o atraviesan la sección de ruta.

Para determinar las precipitaciones medias que tienen influencia en las áreas de aporte, se ha solicitado información pluviométrica a la Administración Provincial del Agua (APA), sobre las estaciones con influencia en las cuencas en estudio, la misma fue provista en formato digital, correspondiendo a precipitaciones diarias de la estación y períodos de registro que se detallan en la tabla siguiente.

Estación pluviométrica		
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	AÑO INICIAL	AÑO FINAL
LAS PALMAS	1956	2010

La lluvia de diseño y el período de retorno “TR” son dos elementos de considerable importancia en la obtención de caudales de diseño. La primera, está íntimamente ligada a



la duración del evento, que a su vez, mantiene una estrecha vinculación con el tiempo de concentración para el área de aporte considerada, y el segundo, es una condición de proyecto.

Los estudios se han realizado para la situación considerada como crítica para el área, esto es, tormentas de duraciones compatibles con los tiempos de concentración de las mismas.

Para la “Cuenca 2” con tiempo de concentración inferior a un (1) día, se confeccionó una Tormenta de Diseño aplicando el Método del Hietograma Triangular, considerando una duración de seis (6) horas y aplicando un coeficiente de avance (r) inferior a 0,5.

Para la “Cuenca 1” con tiempo de concentración de 2 días, se utilizó una Tormenta de Diseño con un Hietograma similar al utilizado para la cuenca “2” con la particularidad de considerar una lluvia antecedente igual a la diferencia de precipitaciones correspondientes a dos (2) y un (1) día de duración.

Las Tormentas de Diseño son patrones de precipitación definidos para utilizarse en el diseño de los sistemas hidrológicos, representan la entrada al sistema de un procedimiento de transformación de precipitación en escorrentía, para luego obtener caudales de salida. Están asociadas a una duración, en función del área para la cual se definió el drenaje, y a un tiempo de recurrencia.

5.3.5 Estudio estadístico de precipitaciones

El estudio estadístico para asignar tiempos de recurrencia a los eventos simulados se efectuó a partir de conformar series de precipitaciones críticas para duraciones fijas, acordes con los tiempos de respuesta de los sistemas hídricos, de ese modo, se conformaron series para uno (1) y dos (2) días de duración.

Con las series conformadas, se realizó el análisis de frecuencias con las siguientes distribuciones probabilísticas: Gumbel, Log Pearson III y Gibrat– Galton.

PLANILLA DE RESUMEN - ANALISIS DE FRECUENCIAS						
FUNCION	Pmáx 1 día			Pmáx 2 días		
	TR = 25 Años	TR = 50 Años	TR = 100 Años	TR = 25 Años	TR = 50 Años	TR = 100 Años
GUMBEL	165.9mm	182mm	198mm	205.1mm	225.5mm	245.6mm
LOG PEARSON III	165.2mm	180.7mm	196.1mm	206.9mm	228.8mm	251.2mm
GIBRAT - GALTON	168.9mm	184.8mm	200.5mm	213.8mm	237.3mm	261.3mm

Para proceder a la elección del modelo probabilístico de mejor ajuste, se calcularon los errores cuadráticos medios tanto de la frecuencia (ECMF) como de la variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental, y de ese modo definir para cada serie precipitaciones críticas cuál es la función de distribución de mejor ajuste.

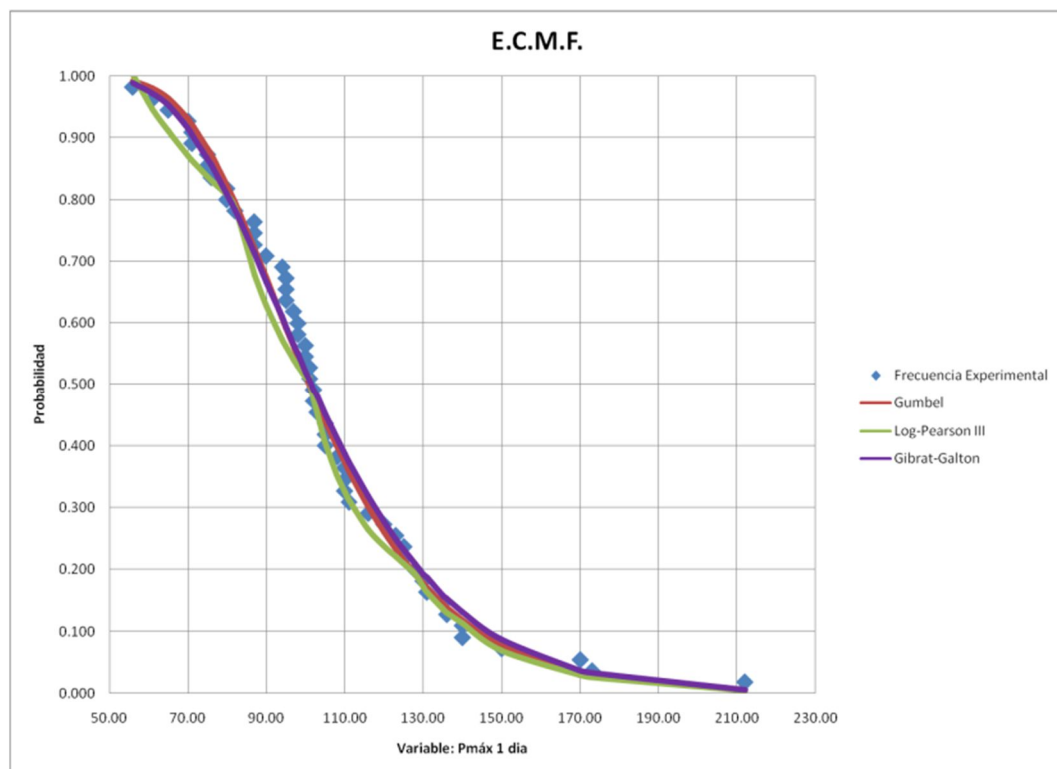


Imagen 24: Error cuadrático medio de la frecuencia. 1 día

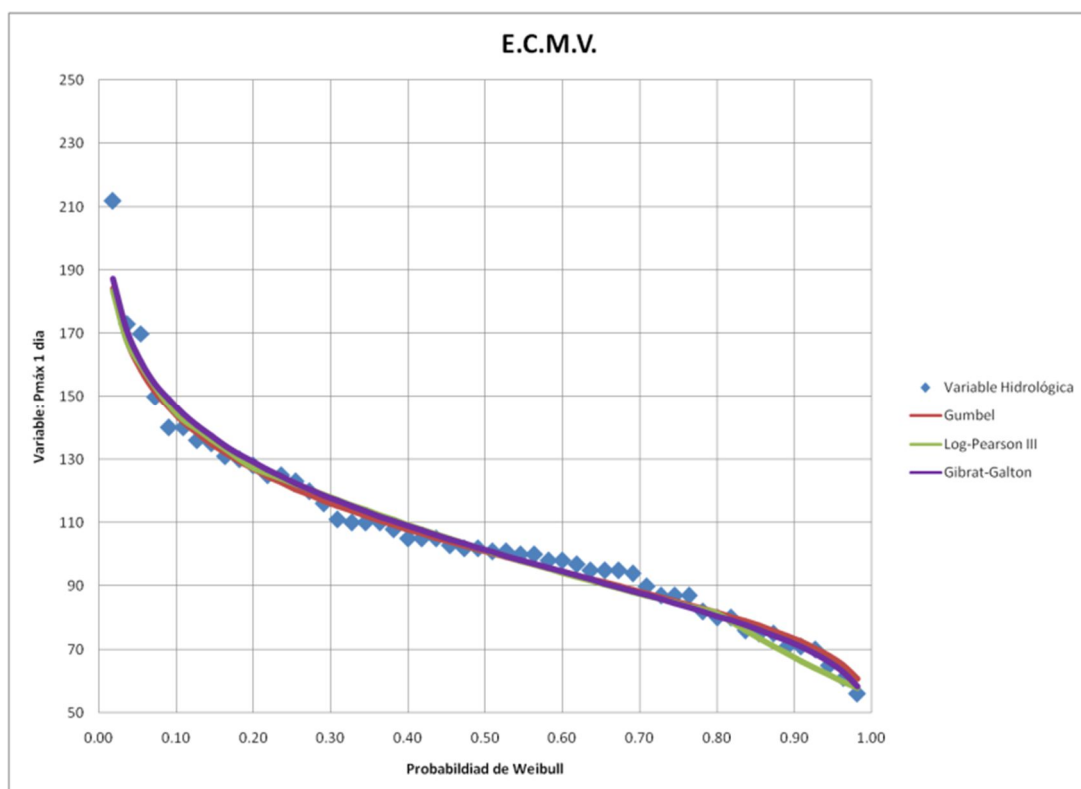


Imagen 25: Error cuadrático medio de la variable. 1 día

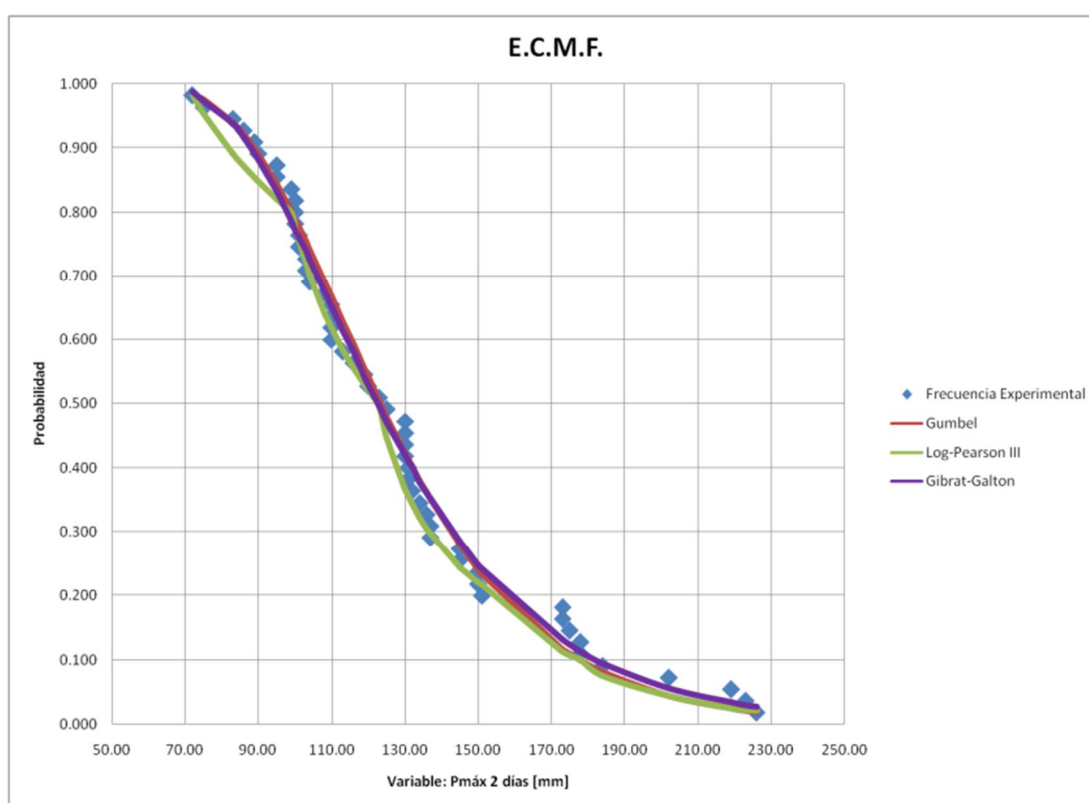


Imagen 26: Error cuadrático medio de la frecuencia. 2días

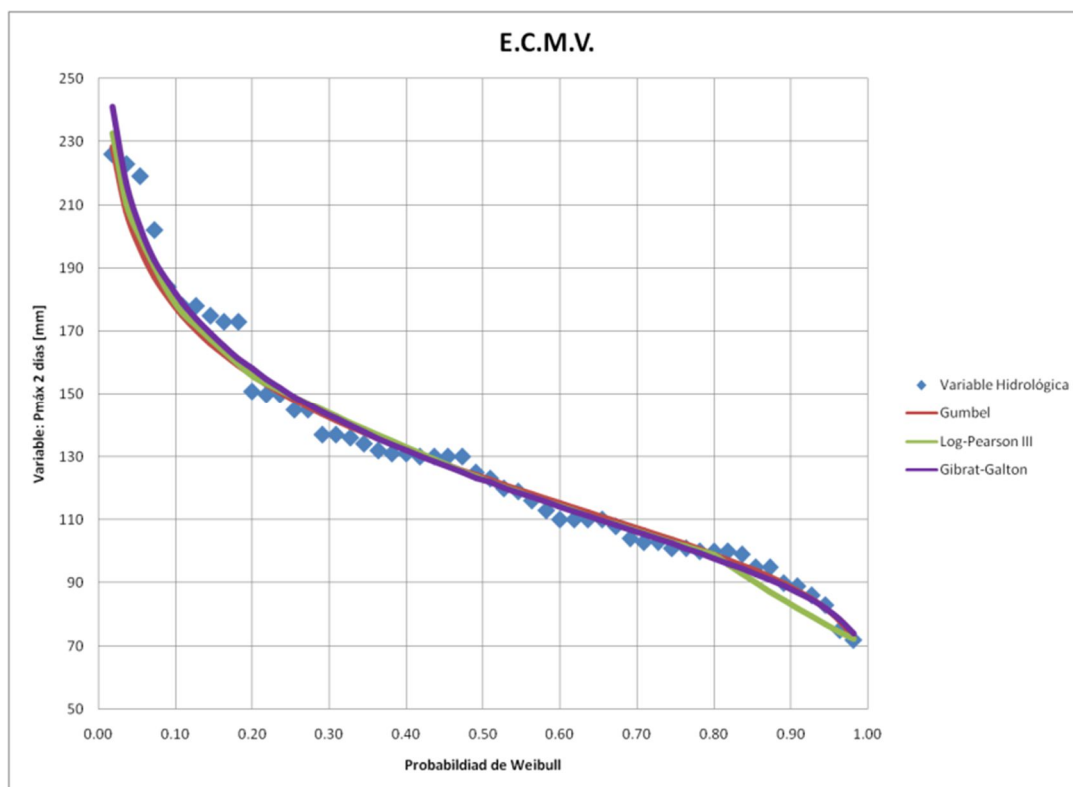


Imagen 27: Error cuadrático medio de la variable. 2días



De los resultados obtenidos; la función de distribución de mejor ajuste es el modelo probabilístico de Gibrat – Galton.

Planilla de valores adoptados

Cuenca	Duración	P (25 años)	Función
1	2 días	213.8 mm	Gibrat - Galton
2	1 día	168.9 mm	Gibrat - Galton

A partir de estos valores de precipitación, se propone la determinación de valores cuantificados de caudales y tirantes, que darán las bases para la verificación de las obras de arte de modo que verifique los requerimientos de la obra vial.

5.3.6 Análisis del uso del suelo

Para la determinación de la lluvia efectiva se utilizó el método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos, por lo tanto, es necesario determinar el uso del suelo de las cuencas para estimar este parámetro del modelo.

La obtención de la distribución porcentual de los distintos usos de suelo en las cuencas analizadas es de vital importancia, teniendo en cuenta que la mayoría de los modelos matemáticos de simulación hidrológica, en especial los que realizan la transformación lluvia – caudal, requieren la ponderación de los valores de esos usos que conllevan a la estimación de la impermeabilidad de los sistemas.

La imagen LANDSAT que involucra el área a analizar, permitió obtener valiosa información relacionada a las rutas, ríos, arroyos, canales, tierra cultivada o utilizada en ganadería, vegetación natural, relieve, etc. También se visualizaron las áreas inundadas y sectores afectados, y básicamente permitió la relación de los efectos de precipitaciones críticas con las áreas inundadas y los volúmenes de excesos superficiales.

Con las imágenes satelitales se ratificaron los usos de la tierra con las coberturas predominantes, que para el área de aporte de la ruta se identifican como monte, área de esteros, pastizales, bajos inundables, áreas agrícolas y calles y caminos pavimentados y de tierra.

Los usos de suelo permitieron definir las características de almacenamiento, infiltración y capacidad de generación de escurrimiento y adoptar valores de “Curva Número” (CN) para cada una de las cuencas analizadas.

Partiendo de éstos usos, se asignaron los valores de CN indicados en la bibliografía, comentando que el valor de curva número utilizado es el Clase III, correspondiente al suelo húmedo, que es generador del mayor escurrimiento y la mínima infiltración de agua en el suelo.

El Grupo hidrológico del suelo es el “Tipo D” correspondiente a suelos con alto potencial de escurrimiento y pequeña infiltración. Están formados por suelos finos arcillosos o limosos.



Tabla: Números de curvas de escorrentías (condiciones antecedentes de humedad II)

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ²	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas: condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92
1/4 acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap. 9

2 Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

3 Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.

4 Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.

5 En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$



A continuación se muestran los valores obtenidos de CN para los distintos usos de suelo.

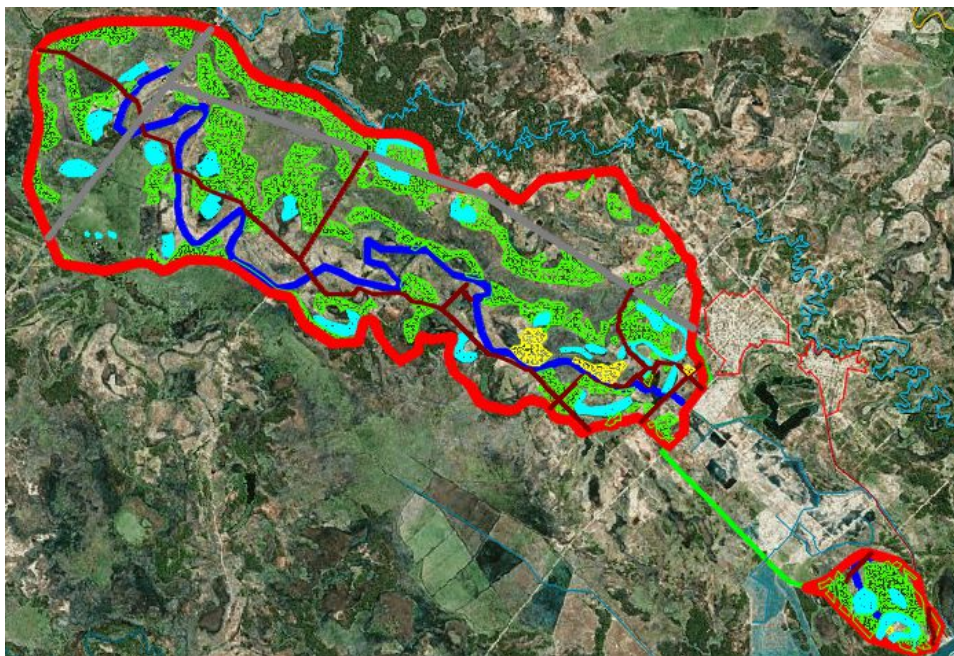


Imagen 28: Usos del suelo para el cálculo de CN

CUENCA 1 - SUPERFICIE TOTAL =		115,3 km ²			
DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	SUPERFICIE (km ²)	PORCENTAJE	CN (II)	PRODUCTO	
MONTES	28,3	24,50%	61	14,9	
BAJOS INUNDABLES	5,3	4,59%	85	3,9	
CULTIVOS - SUPERFICIE SEMBRADA	1,2	1,03%	81	0,8	
CAMINOS PAVIMENTADOS	0,2	0,14%	92	0,1	
CAMINOS DE TIERRA	0,3	0,22%	85	0,2	
PASTURAS	80,1	69,51%	61	42,4	
		100,00%		62	
CN (III)=				79	

CUENCA 2 - SUPERFICIE TOTAL =		5,65 km ²			
DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	SUPERFICIE (km ²)	PORCENTAJE	CN (II)	PRODUCTO	
MONTES	2,8	48,87%	61	29,8	
BAJOS INUNDABLES	1,1	19,63%	85	16,7	
CULTIVOS - SUPERFICIE SEMBRADA	0,026	0,46%	81	0,4	
CAMINOS DE TIERRA	0,0	0,26%	85	0,2	
PASTURAS	1,7	30,79%	61	18,8	
		100,00%		66	
CN (III)=				82	

Para la adopción de los números CN, también se han tenido en cuenta los antecedentes de trabajos anteriores donde se han ajustados estos valores en función al escurrimiento medido y observado, ya que la baja pendiente y ocupación de monte de distinta densidad, tiende a definir valores de CN bajos, y por ende, menores escurrimientos que otros usos con menor infiltración.



Números de CN_(III) adoptados.

Cuenca	CN
1	79
2	82

5.3.7 Evaluación hidrológica del sistema

El caudal en un punto dado, está condicionado por la intensidad y duración de la lluvia (tormenta crítica), y además, por las características físicas del área de aporte al punto considerado (cuenca de aporte).

La evaluación hidrológica se realizó con el modelo matemático de simulación hidrológica de eventos aislados IPHS1, que permitió trabajar adecuadamente con el registro disponible de datos existentes, y realizar las siguientes operaciones:

- Transformación lluvia – caudal, utilizando en nuestro caso el algoritmo de evaluación de pérdidas del Servicio de Conservación de Suelos “SCS” (Número de Curva CN).
- Propagación del escurrimiento superficial, por aplicación del algoritmo de propagación de HYMO (NASH modificado). El hidrograma de escurrimiento es obtenido a través de la convolución entre el hietograma de precipitación efectiva y el hidrograma unitario instantáneo (HUI) sintético utilizado por HYMO en su versión original. Este HUI adimensional, está formulado desde su origen hasta el punto de inflexión de la rama descendente del hidrograma, por la analogía de Nash de “n” embalses lineales en serie, y desde ese punto de inflexión, por dos ecuaciones exponenciales negativas. La constante de recesión K y el tiempo al pico TP del HUI son parámetros de calibración, o bien pueden ser calculados por el modelo en base a ecuaciones de correlación (James, 1987); estas ecuaciones de correlación se encuentran planteadas para distintos rangos de la pendiente media de la cuenca.

Para $HT/L < 1.6\%$ (siendo HT: la diferencia de altitud en metros entre la altura máxima y la de salida de la cuenca, y L: la longitud de la cuenca en km) resultan:

$$TP = 0,97 A^{0,4} HT^{-0,2} L^{0,2}, \text{ y } K = 4,50 A^{0,4} HT^{-0,8} L^{0,4}$$

Siendo K: constante de recesión del HUI en horas, y TP: tiempo al pico del HUI en horas, los valores obtenidos son los que se listan a continuación.

Cuenca	TP	K
1	10,38	49,75
2	2,57	15,77

El objetivo de la aplicación del modelo, es generar los caudales máximos producidos por situaciones pluviométricas críticas ocurridas en la parte activa de las cuencas.

Es un modelo que se clasifica como determinístico, que posee las siguientes particularidades: es de respuesta lineal, de parámetros concentrados, de eventos aislados o discreto, invariable en el tiempo, y de caja negra, porque el impulso (lluvia) es transformado en respuesta (escorrentía) sin que exista una teoría que explique el fenómeno citado.

Los parámetros para calibrar este modelo fueron el CN o Número de Curva del Método del Servicio de Conservación de Suelos, el Tiempo al Pico (TP), y la Constante de Recesión (K) del Hidrograma Unitario Instantáneo expresados en horas, ya que las



dimensiones de las áreas de aporte de las cuencas, y las características hidrográficas de las mismas así lo exigen.

Caudales para precipitación de 25 años de recurrencia.

Cuenca	Q(m ³ /s)
1	61,85
2	7,7

5.3.8 Cálculo hidráulico de las obras de arte

La función principal de estas obras de arte, es permitir el paso de los excesos hídricos de áreas superiores, y minimizar el impacto negativo que produce el terraplén vial al escurrimiento natural.

El cálculo hidráulico del alcantarillado se realizó con el software HY8. El modelo hidráulico para resolución de alcantarillas HY8 fue desarrollado por la Federal Highway Administration del U.S. Department of Transportation. Actualmente es uno de los modelos hidráulicos que corre en un programa de distribución gratuita y es de fácil utilización.

Los cálculos que se realizaron en este punto fueron los de dimensionamiento de la sección hidráulica necesaria para las condiciones de diseño (evento crítico de TR= 25 años), con los excesos generados en las áreas de aporte que llegan a la ruta para los eventos considerados críticos para el área.

Con el relevamiento topográfico del terreno a ambos lados de la ruta, se generaron los modelos digitales del terreno, que requiere el Modelo Hidráulico HY8 para verificar el funcionamiento de las alcantarillas. En relación al esquema hidráulico adoptado para el funcionamiento de las obras de arte, se menciona que todas las características geométricas de las alcantarillas fueron tratadas con la herramienta “culvert” que adecuan el terraplén vial de la mencionada obra.

Luego de corrido el modelo hidráulico para el evento crítico, se destacan las siguientes conclusiones:

- El funcionamiento hidráulico de las alcantarillas es con control de salida para las situaciones hidrológicas de mayor exigencia.
- La cota de rasante proyectada, es totalmente segura en relación a la máxima cota de pelo de agua alcanzada para la condición de diseño.
- Las velocidades de escurrimiento a la salida de las alcantarillas no resultan erosivas para el tipo de suelo donde se emplaza la obra. ($V \sim 1,00$ m/s).



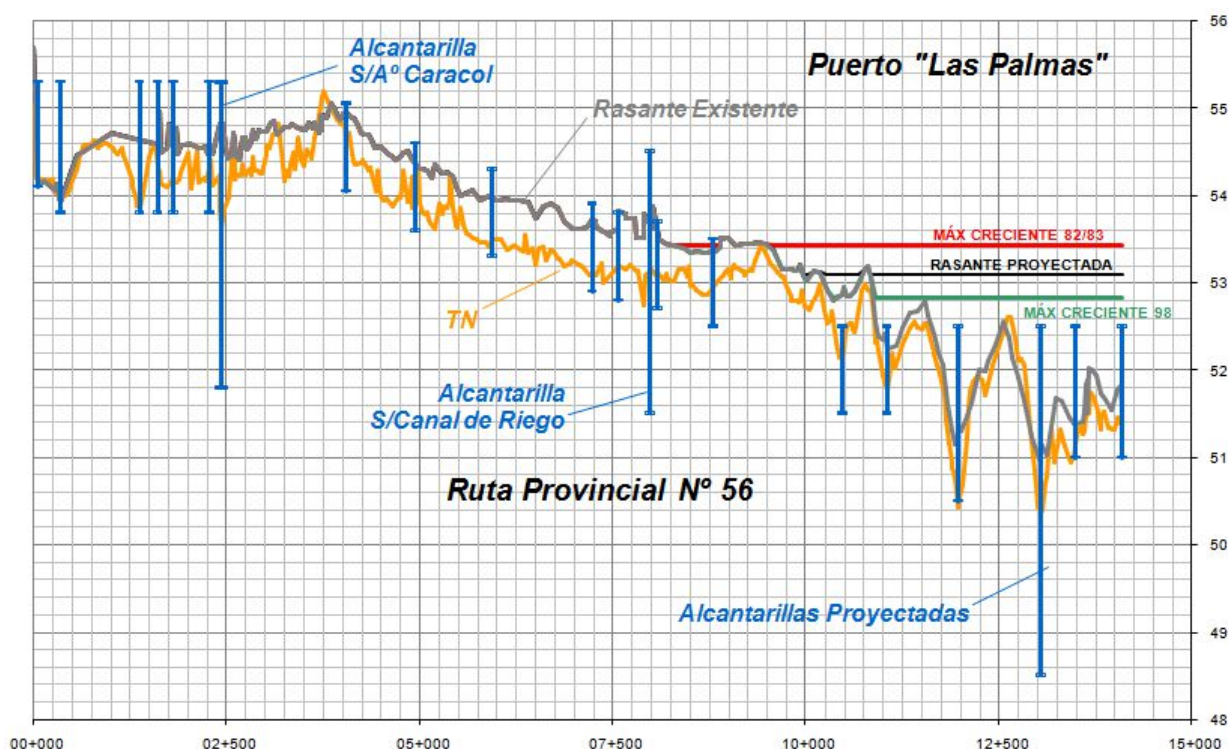
Planilla de alcantarillas proyectadas:

N°	PROG.	N	L (m)	H (m)	CD (m)	α	TIPO	Observaciones
1	0+063	1	1,20	1,20	53,90	90°	O-41211-I	s/ Cuneta RP N°56
2	0+498	2	2,00	1,50	53,80	45°		Proyectada s/ traza nueva
3	1+393	3	2,00	1,50	53,70	45°		Proyectada s/ traza nueva
4	1+598	2	2,00	1,50	53,70	45°		
5	1+793	1	2,00	1,50	53,70	90°		Reemplaza existente
6	2+283	1	2,00	1,50	53,65	90°		Reemplaza existente
7	2+423	2	5,00	3,50	51,80	90°	Z-2915	s/ Arroyo Caracol. Reemplaza existente
8	4+093	1	2,00	1,00	53,90	90°	O-41211-I	Reemplaza existente
9	4+949	1	2,00	1,00	53,60	90°		Reemplaza existente
10	5+935	1	2,00	1,00	53,30	90°		Reemplaza existente
11	7+283	1	2,00	1,00	52,90	90°		Reemplaza existente
12	7+573	1	2,00	1,00	52,80	90°		Reemplaza existente
13	7+991	2	5,00	3,00	51,50	90°	Z-2915	s/ Canal de Riego. Reemplaza existente
14	8+095	1	2,00	1,00	52,70	90°	O-41211-I	Reemplaza existente
15	8+799	1	2,00	1,00	52,50	90°		Reemplaza existente
16	10+496	1	2,00	1,00	51,55	90°		Reemplaza existente
17	11+025	1	2,00	1,00	51,50	90°		Reemplaza existente
18	11+994	1	2,00	2,00	50,50	90°		Reemplaza existente
19	13+035	1	3,00	4,00	48,50	90°	Z-2915	Reemplaza existente
20	13+483	1	2,00	1,50	50,95	90°	O-41211-I	s/ Rama Rotonda
21	14+065	1	2,00	1,50	51,00	90°		s/ Cuneta RP N°56

5.4 Rasante de la ruta

El concepto empleado para la definición de la rasante, fue elevar la misma solo en los lugares con riesgo de cortes, salvando siempre un desnivel superior a 1,2 metros respecto al nivel de agua con permanencia mayor a 90 días.

Desde la progresiva 10+000 hasta el final, para la definición de la cota de rasante, también se tuvo en cuenta el nivel de agua alcanzado por el desborde del Río Paraguay en la creciente extraordinaria del año 1998 de manera tal que ante una creciente de esas características, la rasante no sea superada por la máxima cota de pelo de agua. En la imagen a continuación se muestran los perfiles longitudinales con las rasantes del eje existente y terreno natural, las alcantarillas proyectadas y la incidencia de las crecientes extraordinarias de los años 82' y 98'.



Como se desprende de la imagen precedente, el criterio adoptado fue elevar el terraplén de la Ruta a partir de la progresiva 10+000 para llegar a una cota mínima de rasante de 53,1m, superando la cota de pelo de agua alcanzada por el desborde del Río Paraguay (cota 52,8m) en la crecida del año 98' con una recurrencia mayor a 25 años. Para una crecida extraordinaria como la del año 82' (con recurrencia mayor a 50 años) en la cual el pelo de agua alcanzó la cota 53,4 metros, aunque la rasante proyectada se vería superada; se prevé que el tránsito circule por el actual camino de acceso al puerto, lo cual asegura la operatividad del mismo aún para crecientes de esas magnitudes.

5.5 Conclusiones

Las curvas de descarga de las alcantarillas responden directamente a la situación de funcionamiento hidráulico real, esto es alturas de agua baja en zonas relativamente planas, y a sección completa en el caso de encauzamientos.

El balance en esta sección de control, se realizó considerando que los caudales generados por las cuencas de aporte en cada tramo, llegan a la ruta y son conducidos por las cunetas laterales de aguas arriba, orientando y dirigiendo el escurrimiento hacia las alcantarillas.

Las alcantarillas proyectadas, han mostrado total suficiencia para la evacuación y conducción de los caudales generados para la condición crítica de diseño (TR = 25 años)

La cota de rasante proyectada, es totalmente segura en relación a la máxima cota de pelo de agua para la condición de diseño (25 años de recurrencia), salvando siempre un desnivel superior a 1.20 m respecto al nivel de agua con permanencia mayor a 90 días. Asimismo, la cota de rasante fue proyectada para que no sea superada por la máxima cota de pelo de agua alcanzada en la crecida extraordinaria del año 1998.



5.6 Recomendaciones

Durante la ejecución del proyecto, prever la limpieza, desmalezamiento y remoción de sedimentos, en todas las alcantarillas existentes en la zona de obra.

Ya que la adecuación hidráulica de una ruta es la conjunción de una cota de rasante, que garantice la transitabilidad de la obra en todo momento, y de un alcantarillado y cuneteo que permitan el paso de todo el caudal generado por las cuencas de aguas arriba de la ruta, de tal manera que no se produzcan acumulaciones nocivas; se recomienda especial atención al mantenimiento de las cunetas laterales y limpieza del alcantarillado durante toda la vida útil de la obra, de tal forma que su funcionamiento no se vea restringido o disminuido con el tiempo.

Con los mismos criterios de control y mantenimiento aplicados al alcantarillado de la ruta, se debe trabajar con las cunetas laterales y su correspondiente alcantarillado, tanto en los caminos como en los ingresos a propiedades, ya que las cunetas laterales conducirán el caudal generado por las cuencas hacia las alcantarillas.



CAPÍTULO 6

CÓMPUTOS, ANÁLISIS DE PRECIOS Y PRESUPUESTO

6.1 Consideraciones generales

Para realizar el análisis de los costos monetarios del anteproyecto se realiza el cómputo de cada uno de los rubros con sus respectivos ítems, los análisis de precios y finalmente se puede determinar el presupuesto total de la obra asignando a cada uno de dichos ítems el precio correspondiente para la unidad de medida establecida.

6.2 Cómputos

El modelo empleado, para la elaboración de los cómputos métricos correspondientes al anteproyecto del desvío del tránsito pesado de la Ruta Provincial N° 56 a Puerto Las Palmas es el que actualmente utiliza para los cómputos métricos la Dirección Nacional de Vialidad, siguiendo los lineamientos de unidades de medida, tipo, y características, incluidas en el Pliego de especificaciones técnicas Generales (Edición 1998).

Se presenta el modelo de Cómputos métricos, con el sumario correspondiente, para los diseños de pavimentos, rígido y flexible, y en los cuales están incluidas las cantidades, dimensiones y tipos de alcantarillas, de acuerdo a la adecuación hidráulica realizada.

Así mismo contiene todos los elementos de proyecto, que serán empleados, para la definición de la obra como alambrados, tranqueras, señalización, iluminación, etc., que responden la mayoría de ellos a planos tipos utilizados.



FACULTAD DE INGENIERÍA
TRABAJO FINAL

Fernández, Juan José
Marín, Juan Pablo

CÓMPUTOS MÉTRICOS						
•	DEMOLICIONES					
1	Demolición de obras de arte	1	14 alcantarillas + 1 puente de madera	u	15,00	15,00
•	MOVIMIENTO DE SUELO					
2	Excavación común	1				
	Para saneamiento de cunetas laterales		s/ perfiles Transversales	m³	63.297,15	63.297,15
	-Imprevistos 5%			m³	3.164,86	3.164,86
						66.462,01
3	Terraplén con compactación especial					
	En intersección canalizada en progresiva 0+000	1	2506,64m² * 1,6m de altura promedio	m³	4.010,62	4.010,62
	Entre progresiva 0+052,50 y 13+526	1	s/ perfiles transversales	m³	217.747,46	217.747,46
	En rotonda	1	3600,53m² * 1,6m de altura promedio	m³	5.760,85	5.760,85
	En tramo avenida	1	s/ perfiles transversales	m³	8.360,00	8.360,00
	En intersección canalizada en progresiva 14+121	1	5668,67m² * 1,6 de altura promedio	m³	9.069,87	9.069,87
	-Imprevistos 5%			m³	12.247,44	12.247,44
						257.196,24
•	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
4	Construcción de suelo cal en 0,15m de esp y 4% de cal					
	En intersección canalizada en progresiva 0+000	1	4525,24m² * 1,05 * 0,15m de esp	m³	394,80	394,80
	Entre progresiva 0+052,50 y 13+526	1	13473,5m * 0,15 de esp * 8,82m de ancho	m³	17.825,44	17.825,44
	En rotonda	1	3600,53m² * 1,05 * 0,15m de esp	m³	567,08	567,08
	En intersección canalizada en progresiva 14+121	1	5668,67m² * 1,05 * 0,15m de esp	m³	892,82	892,82
	-Imprevistos 5%			m³	984,01	984,01
						20.664,14
5	Construcción de base de estabilizado granular en 0,15m de espesor. Incluye riego de imprimación con EM-1					
	Entre progresiva 0+052,50 y 13+526	1	13473,5m * 0,15 de esp * 8,52m de ancho	m³	17.219,13	17.219,13
	-Imprevistos 2%			m³	344,38	344,38
						17.563,52
6	Construcción de base de concreto asfáltico en 6cm de espesor. Incluido riego de liga con ER-1					
	Entre progresiva 0+052,50 y 13+526	1	13473,5m * 8,4m de ancho	m²	113.177,40	113.177,40
	-Imprevistos 2%			m²	2.263,55	2.263,55
						115.440,95
7	Construcción de carpeta de concreto asfáltico en 5cm de espesor. Incluido riego de liga con ER-1					
	Entre progresiva 0+052,50 y 13+526	1	13473,5m * 8,3m de ancho	m²	111.830,05	111.830,05
	-Imprevistos 2%			m²	2.236,60	2.236,60
						114.066,65
8	Construcción de sub base RDC 150 en 0,15m de espesor					
	Entre progresiva 0+058,76 y 0+529,94 (Avenida)	2	471,18m * 7,57	m²	3.566,83	7.133,67
	-Imprevistos 2%			m²	71,34	71,34
						7.205,00
9	Construcción de calzada de hormigón en 0,25m de espesor					
	En intersección canalizada en progresiva 0+000	1		m²	4.525,24	4.525,24
	En rotonda	1		m²	3.600,53	3.600,53
	Entre progresiva 0+058,76 y 0+529,94 (Avenida)	2	471,18m * 7,17	m²	3.378,36	6.756,72
	En intersección canalizada en progresiva 14+121	1		m²	5.668,67	5.668,67
	-Imprevistos 5%			m²	858,64	858,64
						21.409,80
•	DRENAJE E HIDRÁULICA VIAL					
	Alcantarillas (h-1900; O-41211-1; Z-2915)					
10	Excavación para fundación de alcantarilla	1	s/ planillas auxiliares	m³	923,02	923,02
11	Elaboración y colocación de hormigón H8	1	s/ planillas auxiliares	m³	79,08	79,08
12	Elaboración y colocación de hormigón H13	1	s/ planillas auxiliares	m³	670,54	670,54
13	Elaboración y colocación de hormigón H21	1	s/ planillas auxiliares	m³	566,57	566,57
14	Acero especial en barra colocados	1	s/ planillas auxiliares	tn	40,50	40,50
•	ILUMINACIÓN					
15	Columna de iluminación completa s/ETP					
	En intersección canalizada en progresiva 0+000	1	35 Columnas	u	35,00	35,00
	En tramo avenida	1	17 Columnas	u	17,00	17,00
						52,00
•	SEÑALAMIENTO VERTICAL Y DEMARCACIÓN HORIZONTAL					
	Señalamiento horizontal					
16	Señalamiento horizontal por pulverización	1		m²	6.193,67	6.193,67
17	Señalamiento horizontal por extrusión en 3mm	1		m²	122,76	122,76
18	Señalamiento horizontal por extrusión en 10mm	1		m²	117,00	117,00
	Señalamiento vertical					
19	Señalamiento vertical con lámina alta intensidad	1	8 m2/km	m²	112,80	112,80
•	BARRERAS PARA DEFENSA					
20	Provisión y colocación de sistema de contención	21	144m / alc	m	3.024,00	3.024,00
	-Imprevistos		10 módulos de 7,62m de largo	m	76,20	76,20
						3.100,20
•	VARIOS					
21	Retiro de línea de electrificación rural	1	Entre prog. 1+700 y 14+121	m	12.421,00	12.421,00
22	Construcción de línea de electrificación rural	1	Entre prog. 0+000 y 14+121	m	14.121,00	14.121,00
23	Retiro de Alambrado	2	Entre prog. 1+700 y 14+121	m	12.421,00	24.842,00
24	Construcción de Alambrado	2	Entre prog. 0+000 y 14+121	m	14.121,00	28.242,00
25	Tranqueras	1		u	13,00	13,00
26	Recubrimiento con suelo vegetal en banquetas. e=0,10m	2	13526m * 0,1m * 2,5m	u	3.381,50	6.763,00
•	GESTIÓN AMBIENTAL					
27	Gestión Ambiental (máx 1%)	1		gl	1,00	1,00
•	INSPECCIÓN DE OBRA					
28	Provisión de vivienda para personal de inspección	1		mes	24,00	24,00
29	Provisión de Movilidad para personal de inspección	1				
	Cuota Fija			mes	24,00	24,00
	Adicional por km		4000 km/mes	km	96.000,00	96.000,00
•	MOVILIZACIÓN DE OBRA					
30	Movilización de obra	1	1,00	gl	1,00	1,00
•	EXPROPIACIÓN					
31	Expropiación para liberación de traza	2	11826m * 10m de ancho a cada lado	ha	11,83	23,65



6.3 Análisis de precios

Los análisis de precios correspondientes a las cantidades especificadas en los cómputos métricos finales, se realizaron con la metodología de cálculo, y estructura de práctica. Se discriminarán los distintos rubros fundamentales en los que se compone el ítem, y serán capaces de demostrar, la justificación de los precios unitarios que se obtuvo de la Obra.

Su estructura responderá al ordenamiento y pautas que se definen a continuación:

- Cálculo de jornales básicos, costos horarios y diarios según convenio colectivo de trabajo 76/75 y actualizados al mes de abril de 2019, con vigencia a partir de marzo de 2019.

CÁLCULO DE JORNALES			
Jornales básicos para los obreros de la construcción s/ Convenio Colectivo de Trabajo 76/75			
Fecha de actualización:		Abril 2019	
ZONA "A": Ciudad Autónoma de Bs. As., Pcias. de Stgo. del Estero, Santa Fe, Buenos Aires, Mendoza, San Juan, Catamarca, Córdoba, Entre Ríos, Salta, Tucumán, Chaco , San Luis, Corrientes, La Rioja, Formosa, Jujuy y Misiones			

- Cálculo del coeficiente de incidencia precio/costo donde se tienen en cuenta los porcentajes e incidencias de gastos generales directos e indirectos, beneficios, gastos financieros, e impuestos.

COEFICIENTE RESUMEN					
	DETALLE	Incidencia	Parcial	Subtotal	
	Gasto neto		1,00000		
	Gastos generales (directos e indirectos)	20 %	0,20000		
	Beneficios	10 %	0,10000	1,3000	
	Gastos financieros	2 %	0,02600	1,3260	
	Ingresos brutos e impuesto al cheque	3,25 %	0,04310	1,3691	
	I.V.A.	21 %	0,27846	1,6476	
	Coeficiente resumen adoptado			1,6476	

- Determinación de los costos en obra de los materiales comerciales.
- Determinación de los costos en obra de materiales locales, con discriminación de transporte extracción, acopio, perdidas, etc.
- Análisis auxiliares o complementarios.
- Análisis específicos por ítems teniendo en cuenta los equipos utilizados para la tarea, la mano de obra necesaria y los materiales con su respectiva dosificación además de asignar a cada uno de dichos ítems el rendimiento previsto para la ejecución de los trabajos. Ver Anexo: Análisis de precios.



6.4 Presupuesto

Preparada la Planilla de Presupuesto de las “Obras a ejecutar” donde se detallan la numeración, designación, unidad, cantidad, y el precio unitario adoptado de cada ítem, el presupuesto total de la obra es el que se muestra a continuación:

PRESUPUESTO					
VERSION abr-19					
ITEM Nro	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	
				UNITARIO	TOTAL
DEMOLICIONES					
1	Demolición de obras de arte	u	15,00	\$ 42.207,96	\$ 633.119,39
MOVIMIENTO DE SUELO					
2	Excavación común	m³	66.462,01	\$ 149,04	\$ 9.905.444,84
3	Terraplén con compactación especial	m³	257.196,24	\$ 378,29	\$ 97.294.875,54
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
4	Construcción de suelo cal en 0,15m de esp y 4% de cal	m³	20.664,14	\$ 1.047,99	\$ 21.655.892,32
5	Construcción de base de estabilizado granular en 0,15m de espesor. Incluye riego de imprimación con EM-1	m³	17.563,52	\$ 5.756,62	\$ 101.106.468,97
6	Construcción de base de concreto asfáltico en 6cm de espesor. Incluido riego de liga con ER-1	m²	115.440,95	\$ 711,76	\$ 82.165.985,75
7	Construcción de carpeta de concreto asfáltico en 5cm de espesor. Incluido riego de liga con ER-1	m²	114.066,65	\$ 720,45	\$ 82.179.801,31
8	Construcción de sub base RDC 150 en 0,15m de espesor	m²	7.205,00	\$ 2.856,76	\$ 21.303.439,15
9	Construcción de calzada de hormigón en 0,25m de espesor	m²	21.409,80	\$ 3.002,87	\$ 64.290.832,23
DRENAJE E HIDRAULICA VIAL					
10	Excavación para fundación de alcantarilla	m³	923,02	\$ 398,30	\$ 367.635,00
11	Elaboración y colocación de hormigón H8	m³	79,08	\$ 5.243,70	\$ 414.671,87
12	Elaboración y colocación de hormigón H13	m³	670,54	\$ 7.835,70	\$ 5.254.152,94
13	Elaboración y colocación de hormigón H21	m³	566,57	\$ 11.812,20	\$ 6.692.440,61
14	Acero especial en barra colocados	tn	40,50	\$ 113.075,63	\$ 4.579.562,88
ILUMINACIÓN					
15	Columna de iluminación completa s/ETP	u	52,00	\$ 121.727,90	\$ 6.329.851,01
SEÑALAMIENTO VERTICAL Y DEMARCACIÓN HORIZONTAL					
16	Señalamiento horizontal por pulverización	m²	6.193,67	\$ 870,65	\$ 5.392.547,93
17	Señalamiento horizontal por extrusión en 3mm	m²	122,76	\$ 1.131,46	\$ 138.897,76
18	Señalamiento horizontal por extrusión en 10mm	m²	117,00	\$ 1.720,27	\$ 201.271,48
19	Señalamiento vertical con lámina alta intensidad	m²	112,80	\$ 11.920,43	\$ 1.344.624,68
BARRERAS PARA DEFENSA					
20	Provisión y colocación de sistema de contención	m	3.024,00	\$ 3.151,70	\$ 9.530.725,84
VARIOS					
21	Retiro de línea de electrificación rural	m	12.421,00	\$ 166,26	\$ 2.065.090,14
22	Construcción de línea de electrificación rural	m	14.121,00	\$ 2.240,24	\$ 31.634.477,30
23	Retiro de Alambrado	m	24.842,00	\$ 155,47	\$ 3.862.176,42
24	Construcción de Alambrado	m	28.242,00	\$ 595,83	\$ 16.827.328,00
25	Tranqueras	u	13,00	\$ 8.321,20	\$ 108.175,64
26	Recubrimiento con suelo vegetal en banquetas. e=0,10m	u	6.763,00	\$ 171,98	\$ 1.163.130,84
GESTIÓN AMBIENTAL					
27	Gestión Ambiental (máx 1%)	gl	1,00	\$ 5.764.426,20	\$ 5.764.426,20
INSPECCIÓN DE OBRA					
28	Provisión de vivienda para personal de inspección	mes	24,00	\$ 25.104,31	\$ 602.503,53
29	Provisión de Movilidad para personal de inspección	mes	24,00	\$ 9.869,51	\$ 236.868,32
	Cuota Fija	mes	24,00	\$ 9.869,51	\$ 236.868,32
	Adicional por km	km	96.000,00	\$ 13,74	\$ 1.319.203,88
MOVILIZACIÓN DE OBRA					
30	Movilización de obra	gl	1,00	\$ 17.530.968,65	\$ 17.530.968,65
EXPROPIACIÓN					
31	Expropiación para liberación de traza	ha	23,65	\$ 67.500,00	\$ 1.596.510,00
PRESUPUESTO TOTAL					\$ 603.493.100,42
PRESUPUESTO ADOPTADO					\$ 603.493.000,00

El presupuesto del presente Anteproyecto asciende a **PESOS SEISCIENTOS TRES MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL con 0/00 (\$603.493.000,00) a ABRIL DE 2019.**



CAPÍTULO 7

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL

7.1 Generalidades

Lo que se realiza es una valoración de los costos monetarios y los beneficios sociales que la obra producirá. Para llevar a cabo este análisis se hace uso de los parámetros de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

El VAN expresa en término monetarios y a valores del presente, los beneficios netos totales que generará el proyecto, permite además reconocer en qué medida se perciben los beneficios, comparada con la tasa de interés promedio de préstamo usando como entidad el Banco Nación.

La TIR está expresada en términos porcentuales y resulta la rentabilidad social anual que generará el proyecto. Este indicador limita la situación de factibilidad del proyecto, demostrando las utilidades o pérdidas.

7.2 Cómputo y presupuesto

Se realizó un análisis detallado de los diferentes rubros, con sus respectivos ítems, que componen la obra, con la finalidad de obtener las cantidades de materiales, equipos, costos y mano de obra para la materialización del camino proyectado.

En la consideración de los precios de mano de obra se recurrió a los valores impuestos por la UOCRA para los jornales de salarios básicos, según el convenio 76/75 vigentes a partir del mes de marzo de 2019, así como también los valores de los materiales son correspondientes al mismo mes del año en curso.

En los anexos del capítulo 6, correspondiente al cómputo y presupuesto, se puede apreciar el análisis de precio.

En base a los valores calculados en el cómputo métrico y la aplicación de los precios obtenidos en el análisis antes mencionado fue posible calcular el valor del presupuesto total del camino proyectado.

El presupuesto posee adosado a cada ítem el valor de los gastos generales, beneficios, gastos financieros e IVA.

A continuación se presenta la hoja de presupuesto



FACULTAD DE INGENIERÍA
TRABAJO FINAL

Fernández, Juan José
Marín, Juan Pablo

PRESUPUESTO				VERSION	abr-19
ITEM Nro	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	
				UNITARIO	TOTAL
DEMOLICIONES					
1	Demolición de obras de arte	u	15,00	\$ 42.207,96	\$ 633.119,39
MOVIMIENTO DE SUELO					
2	Excavación comun	m³	66.462,01	\$ 149,04	\$ 9.905.444,84
3	Terraplén con compactación especial	m³	257.196,24	\$ 378,29	\$ 97.294.875,54
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
4	Construccion de suelo cal en 0,15m de esp y 4% de cal	m³	20.664,14	\$ 1.047,99	\$ 21.655.892,32
5	Construccion de base de estabilizado granular en 0,15m de espesor. Incluye riego de imprimacion con EM-1	m³	17.563,52	\$ 5.756,62	\$ 101.106.468,97
6	Construccion de base de concreto asfaltico en 6cm de espesor. Incluido riego de liga con ER-1	m²	115.440,95	\$ 711,76	\$ 82.165.985,75
7	Construccion de carpeta de concreto asfaltico en 5cm de espesor. Incluido riego de liga con ER-1	m²	114.066,65	\$ 720,45	\$ 82.179.801,31
8	Construccion de sub base RDC 150 en 0,15m de espesor	m²	7.205,00	\$ 2.956,76	\$ 21.303.439,15
9	Construccion de calzada de hormigon en 0,25m de espesor	m²	21.409,80	\$ 3.002,87	\$ 64.290.832,23
DRENAJE E HIDRÁULICA VIAL					
10	Excavación para fundación de alcantarilla	m³	923,02	\$ 398,30	\$ 367.635,00
11	Elaboración y colocación de hormigón H8	m³	79,08	\$ 5.243,70	\$ 414.671,87
12	Elaboración y colocación de hormigón H13	m³	670,54	\$ 7.835,70	\$ 5.254.152,94
13	Elaboración y colocación de hormigón H21	m³	566,57	\$ 11.812,20	\$ 6.692.440,61
14	Acero espercial en barra colocados	tn	40,50	\$ 113.075,63	\$ 4.579.562,88
ILUMINACIÓN					
15	Columna de iluminación completa s/ETP	u	52,00	\$ 121.727,90	\$ 6.329.851,01
SEÑALAMIENTO VERTICAL Y DEMARCACIÓN HORIZONTAL					
16	Señalamiento horizontal por pulverización	m²	6.193,67	\$ 870,65	\$ 5.392.547,93
17	Señalamiento horizontal por extrusión en 3mm	m²	122,76	\$ 1.131,46	\$ 138.897,76
18	Señalamiento horizontal por extrusión en 10mm	m²	117,00	\$ 1.720,27	\$ 201.271,48
19	Señalamiento vertical con lámina alta intensidad	m²	112,80	\$ 11.920,43	\$ 1.344.624,68
BARRERAS PARA DEFENSA					
20	Provisión y colocación de sistema de contención	m	3.024,00	\$ 3.151,70	\$ 9.530.725,84
VARIOS					
21	Retiro de linea de electrificación rural	m	12.421,00	\$ 166,26	\$ 2.065.090,14
22	Construcción de linea de electrificación rural	m	14.121,00	\$ 2.240,24	\$ 31.634.477,30
23	Retiro de Alambrado	m	24.842,00	\$ 155,47	\$ 3.862.176,42
24	Construcción de Alambrado	m	28.242,00	\$ 595,83	\$ 16.827.328,00
25	Tranqueras	u	13,00	\$ 8.321,20	\$ 108.175,64
26	Recubrimiento con suelo vegetal en banquetas. e=0,10m	u	6.763,00	\$ 171,98	\$ 1.163.130,84
GESTIÓN AMBIENTAL					
27	Gestión Ambiental (máx 1%)	gl	1,00	\$ 5.764.426,20	\$ 5.764.426,20
INSPECCIÓN DE OBRA					
28	Provisión de vivienda para personal de inspección	mes	24,00	\$ 25.104,31	\$ 602.503,53
29	Provisión de Movilidad para personal de inspección				
	Cuota Fija	mes	24,00	\$ 9.869,51	\$ 236.868,32
	Adicional por km	km	96.000,00	\$ 13,74	\$ 1.319.203,88
MOVILIZACIÓN DE OBRA					
30	Movilización de obra	gl	1,00	\$ 17.530.968,65	\$ 17.530.968,65
EXPROPIACIÓN					
31	Expropiación para liberacion de traza	ha	23,65	\$ 67.500,00	\$ 1.596.510,00
PRESUPUESTO TOTAL					\$ 603.493.100,42
PRESUPUESTO ADOPTADO					\$ 603.493.000,00



7.3 Evaluación económica

Un análisis económico consiste en comparar los costos y los beneficios del proyecto desde el punto de vista de la economía en su conjunto. Se cuantifica la contribución neta del proyecto a la generación de recursos que aportan bienestar o utilidad, para poder compararlo con otras inversiones posibles. Por estos motivos, muchas veces a este tipo de evaluación se la denomina también evaluación social. En una evaluación social se ponderan de manera diferente los beneficios y costos que el proyecto genera en las diferentes clases sociales.

7.3.1 Objetivos

Lo que se quiere encontrar es una metodología para poder reconocer cuantitativamente los beneficios que traerán aparejados la obra propuesta, y así realizar una comparación con los costos y determinar la conveniencia o no de su realización. Como se trata de un proyecto de carácter social bajo regulación del estado, el análisis se realiza a precios sociales.

Para determinar si el proyecto será conveniente para la sociedad, se realizará el análisis económico de la construcción del camino, que conllevará a una mejora en el tiempo de viaje, en cuanto al ingreso o egreso del tránsito pesado, de la zona portuaria y una revalorización de los terrenos lindantes a la obra, entre otras cosas.

El mismo consistirá en determinar cuáles serán los beneficios sociales del proyecto, los costos sociales y los beneficios intangibles, para un horizonte de evaluación de 25 años, ya que ese tiempo fue el determinado como vida útil.

Una vez determinados los beneficios y costos sociales, se realizará el flujo de fondos social y se calculará los indicadores de rentabilidad económicos:

- Valor Actual Neto (VAN).
- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Relación beneficio/costo.

7.3.2 Beneficios económicos

Se tendrán en cuenta como beneficios sociales del anteproyecto los siguientes:

- **Beneficios directos**

Los beneficios directos son aquellos que reciben el mayor efecto de la transformación ocasionada por el proyecto:

Nueva vía de ingreso y egreso a la zona portuaria.



Descongestión de la Ruta Provincial N°56 en su travesía urbana por las localidades de La Leonesa y Las Palmas.

Terrenos próximos al camino proyectado que van a tener acceso directo al pavimento.

- **Beneficios indirectos**

Está referido a la zona que recibe los beneficios de las obras propuestas en forma indirecta, por proximidad con las mismas:

Aumento del precio de los terrenos cercanos a la zona de anteproyecto.

Valor residual de la obra luego del período de evaluación.

- **Beneficios intangibles**

Se llaman así a aquellos difíciles de ser valorados monetariamente. Al ser analizados se deben demostrar en qué consisten, ya que se producen como consecuencia del proyecto, entre los mismos se encuentran:

Seguridad al conducir por el camino proyectado

Evitar el estrés que genera el tránsito pesado en su paso por las localidades de La Leonesa y Las Palmas.

7.3.3 Análisis de metodologías de evaluación de beneficios

Existen diferentes métodos para estimar los beneficios y costos sociales de distintos tipos de proyectos de ingeniería. La principal diferencia entre ellos está en la manera de estudiar la demanda y la oferta, como así también en la cuantificación de beneficios privados y sociales.

Se analizará cada una de las metodologías propuestas, justificando su uso o no en función de algunas características propias del presente anteproyecto.

7.3.3.1 Beneficios sociales por método de los valores hedónicos

En esta metodología el objetivo es determinar el aumento de precio de los inmuebles que ocasionará el proyecto vial. La sumatoria de estos valores se traduce como el Beneficio del Proyecto, ya que en el valor de un terreno se incluye el entorno que la rodea.

Se busca determinar la diferencia entre los precios de los terrenos en zonas con pavimento flexible y rígido próximos a la traza proyectada y compararlos con otros de calle de tierra, con problemáticas de anegamientos y tránsito deficiente debido a la falta de mantenimiento.

Para poder determinar los beneficios sociales por aumento del valor de las tierras se realizó un estudio de precios de terrenos y propiedades en la zona próxima a la obra.



Se utilizó como fuente precios de www.apertura.com, en donde se puede apreciar que los terrenos ubicados en la proximidad del anteproyecto rondan los 1.500 U\$/ha aumentando su precio en cercanías al puerto de Las Palmas.

Comparando el área en estudio con un área similar donde se encuentre pavimentada la traza, se puede estimar un aumento del 30% y uno del 15% para las propiedades próximas a la obra planteada, incluyendo la mejora en el mantenimiento de las áreas públicas y la seguridad vial.

El nuevo precio promedio para los frentistas será de 1.950 U\$/ha. con ello se obtendrá un beneficio promedio aproximado para cada hectárea de \$20.250,00 (1 U\$ = \$45,00) y los terrenos próximo a la obra rondarán los 1750 U\$/ha. con un beneficio promedio para cada hectárea de \$10.125,00.

El área considerada para cuantificar el beneficio del anteproyecto posee 4200 hectáreas de lotes frentistas y el resto de los terrenos más próximos a la defensa son 10.500 hectáreas de lotes, los mismos se consideran que van a ser los beneficiados directamente y aumentaron su valor gracias a la obra.

Beneficio Social frentistas= 20.250,00 \$/ha * 4700 ha = \$95.175.000,00

Beneficio Social influenciados= 10.125,00 \$/ha * 12.600 ha = \$127.575.000,00

Beneficio Social= \$222.750.000,00

7.3.3.2 Beneficios sociales por valor residual de activos

Al finalizar el horizonte de evaluación de la obra en cuestión, es muy probable, con un debido mantenimiento que la obra funcione y posea un valor económico.

Se considera que la obra en 25 años tendrá un valor residual del 30% del presupuesto, lo que arroja un beneficio de $0,3 \times \$603.493.000,00 = \$181.047.900,00$

7.3.3.3 Beneficios sociales por valoración contingente

Una forma de medir el valor de la obra para toda la sociedad, es aplicar el método de la valoración contingente, que consiste en realizar encuestas a los beneficiarios de un producto o servicio y preguntarles cuánto es el máximo valor que está dispuesto a pagar por el mismo.

Se aclara que todo análisis técnico basado en los resultados de una encuesta tiene sus propias limitaciones y dificultades de aplicación, y esta metodología no es una excepción, particularmente si se pretende obtener información sobre bienes o servicios que no se transan en el mercado y los entrevistados pueden manifestar una disposición más bien a recibir que a pagar por ellos, que es lo que sucede en el caso de una traza de camino, en general las personas no poseen un criterio para poder realizar dicha valoración ya que asumen que los gobiernos deben proveer todos los servicios sin exigir un pago alguno.



Esto hace que sea muy difícil obtener información confiable sobre la disposición a pagar por parte de los mismos, conduciendo a conclusiones erróneas al aplicar una metodología de este tipo, a su vez la misma debe ser de al menos del 5% de la población provincial para que la misma sea representativa.

Población de la provincia del Chaco, según censo INDEC 2010, es de 1.055.259 habitantes, de los cuales 13.737 habitantes pertenecen a las localidades de La Leonesa y Las Palmas, lo que representa el 1,3 % del total de la provincia, entonces dada las limitaciones de recursos no será aplicado en este anteproyecto el método de la valoración contingente

7.3.3.4 Beneficios sociales por disminución del costo generalizado de viaje

Este aporte que se realizará a la comunidad es quizás uno de los más importante, porque generaría un descongestionamiento de la Av. Mariano Moreno (en La leonesa) y de la Av. Manuel Belgrano (en Las Palmas), ambas continuación de la Ruta Provincial N°56 disminución del tiempo de los usuarios lo cual bajaría el costo generalizado de viaje y un aumento en la seguridad vial.

En el anteproyecto no lo vamos a analizar, pero a los fines de seguir avanzando en el mismo se recomienda tenerlo en cuenta.

7.4 Costo social

El costo social fue calculado a partir del análisis unitario de precios para la materialización de la obra para el cual fueron aplicados los siguientes coeficientes de corrección:

- Combustibles y lubricantes
- Mano de obra calificada
- Mano de obra no calificada

7.4.1 Factores de corrección

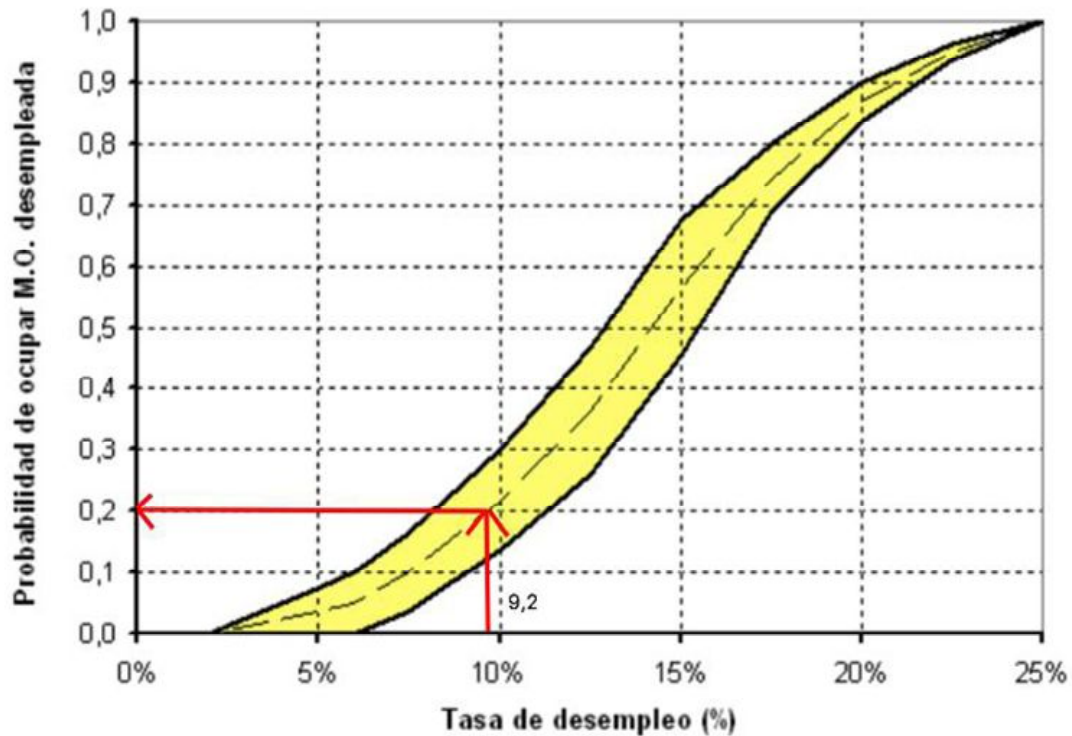
7.4.1.1 Valor social de la mano de obra no calificada

Se utilizará como precio social de la mano de obra (PSMO) el costo de oportunidad del factor trabajo. La consecuencia de la aplicación de este concepto es que normalmente sólo existirá discrepancia entre el precio de mercado y el PSMO, si existe desempleo. Lo que sacrifica la sociedad para que determinadas personas vayan a trabajar al proyecto que se está evaluando.

Generalmente existe movilidad de la Mano de Obra calificada y dada la escasez de esta categoría de M.O., normalmente no se observa desempleo forzoso, por lo que el precio de mercado es representativo del PSMO calificada.



Dado que generalmente la única información disponible para el cálculo del PSMO es la tasa de desocupación, se estima el PSMO a través de la aplicación de las “funciones de respuesta” (probabilidad de ocupar M.O. no calificada, previamente desocupada), la cual puede observarse en la imagen, estimada por Robert Haveman en su trabajo “Evaluating Public Expenditures under conditions of Unemployment”.



Probabilidad de emplear mano de obra desocupada (fuente: Cátedra Economía y evaluación de proyectos).

En estas condiciones, el precio social de la mano de obra puede estimarse como:
 $PSMONC = PMMONC (1-p) + p \cdot COMONCD$.

Donde:

PSMONC: precio social de la mano de obra no calificada.

PMMONC: precio de mercado de la mano de obra no calificada.

p: probabilidad de emplear mano de obra desempleada.

COMONCD: costo de oportunidad de la mano de obra no calificada desempleada.

Ayudante: 94,25\$/h

Días al mes trabajados= 22 días

Cantidad de horas por día: 8hs

PMMONC = 16.588\$/mes



La tasa de desempleo proporcionada por el INDEC para el cuarto trimestre del 2018 es de 9,2 % y la relación que la misma guarda con la probabilidad de emplear mano de obra desocupada está representada en el imagen , a partir del cual se obtiene un valor de p medio $\rightarrow p = 0,2$

Se considera que la mano de obra no calificada desempleada no realiza ninguna actividad, ni adquiere ningún beneficio social, por lo que el COMONCD es igual a cero.

Entonces el precio social de la mano de obra no calificada será:

$$PSMONC = PMMONC \times (1-0,2)$$

$$PSMONC = PMMONC \times 0,8 = 16.588\$/mes \times 0,8 = 13.270,40 \$/mes$$

$$\text{Factor de corrección} = 13.270,40 / 16.588 = 0,8$$

7.4.1.2 Cálculo del precio social de los insumos no transables (domésticos)

Precio de mercado SIN impuestos

$$\text{Factor de corrección} = 1$$

7.4.1.3 Cálculo del precio social de combustibles

Factor de corrección = costo sobre impuestos / precio

Precio: 39 \$/litro - impuesto interno: 4,15 \$/litro - IVA: 21%

$$\text{Factor de corrección} = ((39-4,15) \times (1-0,21))/39 = 0,71 \rightarrow \text{Coeficiente} = 0,71$$

En resumen de la planilla 45 se calculan los costos financieros de las distintas partes de la obra y para obtener el costo social a partir del financiero se multiplicarán los valores obtenidos por los coeficientes de corrección mencionados anteriormente.



Concepto	Costo privado	Coefficiente de correccion	Costo Social
M.O no calificada	\$ 19.933.293,59	0,8	\$ 15.946.634,87
M.O calificada	\$ 19.347.235,71	1	\$ 19.347.235,71
Combustibles y lubricantes	\$ 67.847.188,02	0,71	\$ 48.171.503,50
Insumos	\$ 259.158.456,75	1	\$ 259.158.456,75
Costo-Costo	\$ 366.286.174,08		\$ 342.623.830,83
Gastos generales 20% costo-costo	\$ 72.788.268,30	1	\$ 72.788.268,30
Beneficios	\$ 34.797.186,54	0	
Gastos financieros	\$ 24.882.999,23	0	
IVA	\$ 104.738.471,91	0	
Total	\$ 603.493.100,06		\$ 415.412.099,13

Planilla de costos sociales. (Fuente: Elaboración propia)

7.4.1.4 Costo social de mantenimiento

Para que la obra pueda llegar a la vida útil proyectada es necesario que se realice un correcto mantenimiento a lo largo de la misma, por lo que se adopta un porcentaje del costo total de construcción de 5% anual, aconsejado por la cátedra “Economía y Evaluación de Proyectos”.

$$\text{Costo social de mantenimiento} = \$415.412.099,13 \times 0,05 = \$20.770.604,96$$

7.5 Cálculo de indicadores de rentabilidad

Se procede a realizar el análisis de rentabilidad para la sociedad del proyecto por medio del cálculo de los indicadores Valor Actual Neto (VAN).

7.5.1 Valor actual neto (VAN)

Representa la suma actual equivalente a los ingresos netos futuros y presentes de un proyecto, para determinarlo es necesario trasladar los valores futuros al presente para generar igualdad de comparación, esto se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$V_p = V_f / (1 + i)^n$$

Donde:

- V_p: valor presente, expresado en \$.
- V_f: valor futuro, expresado en \$.
- i: tasa de descuento expresada en decimales.(12 % Utilizada generalmente para evaluación de proyectos en el país).
- n: horizonte de evaluación: 25 años.

El valor actual neto indica cuánto dinero de ganancia extra se genera con el anteproyecto, comparado con la mejor alternativa de inversión disponible, expresado a valores actuales. Se puede presentar tres situaciones, VAN igual a cero, VAN negativo y VAN positivo.



Se calculó el VAN social para la materialización de la traza en estudio.

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{B N t}{(1+i)^t}$$

$B N t = B_t - C_t$

$B N t$: Beneficios netos del año t .

B_t : Beneficio Social Bruto en el año t .

t : año 1,2,3,..... T

Para este cálculo se consideró:

- Costo Social de Inversión inicial en las obras.
- Beneficios Sociales (anuales) durante la vida útil del anteproyecto.
- Costos Sociales (anuales) de mantenimiento.
- Valor residual de la obra al cabo del horizonte de evaluación (suponiendo depreciación lineal). A continuación se observa la planilla, donde se calcula el VAN:



Año	Inversion inicial	Beneficio social anual	Costo de mantenimiento	Beneficio social neto
1	\$ 342.623.830,83			\$ -342.623.830,83
2		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
3		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
4		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
5		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
6		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
7		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
8		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
9		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
10		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
11		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
12		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
13		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
14		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
15		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
16		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
17		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
18		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
19		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
20		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
21		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
22		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
23		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
24		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
25		\$ 222.750.000,00	\$ 20.770.604,96	\$ 201.979.395,04
			VAN 12%	\$ 1.229.647.566,37
			TIR	59%

$$\text{VAN (12\%)} = \$ 1.229.647.566,37 > 0$$

Este indicador de rentabilidad dio como resultado que el proyecto es rentable desde el punto de vista social.

Un procedimiento para determinarlo es simular el inicio de operación del proyecto en distintos años e identificar cuál de ellos arroja el mayor VAN social calculado siempre para un mismo año (para que sean comparables). Como procedimiento alternativo, el momento óptimo es aquel año donde por primera vez el beneficio neto anual (BNA) del proyecto es superior al monto de inversión (I) multiplicado por la tasa social de descuento, ya que la inversión estaría rindiendo una tasa superior a la tasa social de descuento.



7.5.2 Tasa de Retorno Instantánea (TRI)

Es la relación entre el beneficio neto de un determinado período dividido por el monto de inversión. Cuando la TRI resulta mayor a la tasa social de descuento de 12 % (r) indica el momento óptimo para captar los beneficios de la inversión.

$$\text{TRI} = 59\% > 12\%$$

7.6 Conclusiones

Se puede llegar a la conclusión luego de haber analizado los costos, beneficios, el VAN y la TIR, que el anteproyecto es conveniente desde el punto de vista social por el beneficio que genera.

Como conclusiones generales del anteproyecto, se puede citar que:

- Mejora las condiciones de accesibilidad al puerto asegurando un tránsito permanente y seguro bajo condiciones climáticas adversas.
- Resuelve el conflicto urbano generado por el paso de la RPN°56 por las localidades de La Leonesa y Las Palmas.
- Reduce los costos de producción y transporte de mercaderías en la zona. Insertando al Puerto Las Palmas y a la RPN°56 como una componente indirecta del Corredor Bioceánico Norte.



RESUMEN EJECUTIVO

El Anteproyecto que se presenta corresponde al desvío de tránsito pesado de la Ruta Provincial N°56 – Puerto Las Palmas, en la provincia de Chaco, circunvalando a las localidades de La Leonesa y Las Palmas hasta su acceso al puerto y se propone la construcción de obras básicas, calzada pavimentada, intersecciones y señalamiento completo del tramo.

El Puerto Las Palmas se localiza sobre la margen derecha del río Paraguay en el municipio de Las Palmas (Dpto. Bermejo), al este de la provincia del Chaco y a unos 85 km de la ciudad de Resistencia.

La Ruta Provincial N°56, que da acceso al puerto; inicia su recorrido en el km 1060,16 de la Ruta Nacional N°11, atraviesa las localidades de La Leonesa y Las Palmas, llegando finalmente al puerto. Su longitud total es de 29 km de los cuales se encuentran pavimentados 19,8 km.

Por su parte, el desvío de tránsito pesado que se plantea en el presente anteproyecto inicia su recorrido en el km 16,36 de la Ruta Provincial N°56 (en el límite urbano de la localidad de La Leonesa), con dirección noroeste-sudeste se dirige hacia el puerto, evitando atravesar así los ejidos urbanos de las ciudades de La Leonesa y Las Palmas.

La longitud total del eje proyectado es de 14,121km.

El anteproyecto tiene como **objetivo**:

- Mejorar las condiciones de accesibilidad al puerto asegurando un tránsito permanente y seguro bajo condiciones climáticas adversas. Resolviendo el conflicto urbano generado por el paso de la RPN°56 a través de las localidades de La Leonesa y Las Palmas.
- Reducir costos de producción y transporte de mercaderías en la zona. Insertando al puerto Las Palmas y a la RPN°56 como una componente indirecta del Corredor Bioceánico Norte.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Los **estudios básicos** realizados para el anteproyecto fueron los siguientes:

- Estudio topográfico.
- Estudio de tránsito.
- Estudio geotécnico.
- Estudio hidrológico e hidráulico.

El reconocimiento del área fue realizado mediante imágenes satelitales, cartas topográficas del IGN y planos catastrales de la zona afectada; más la recopilación y examen de toda la información disponible en los organismos competentes, dando paso luego al reconocimiento de campo para la verificación del trazado existente y la búsqueda de posibles alternativas.



Seleccionando finalmente la traza más conveniente desde el punto de vista técnico y económico.

El anteproyecto contempla así, el diseño de un eje que se desarrolla parte sobre el camino existente de longitud aproximada de 12,5 km y otra parte por traza nueva en una longitud de 1,6 km.

* **Topografía:** el tramo se desarrolla plenamente sobre un terreno llano con algunas ondulaciones muy leves por lo que no se observa que condicione el trazado de forma tal que no puedan cumplirse con los criterios de diseño adoptados.

El relevamiento topográfico fue realizado con base en la poligonal materializada mediante la colocación de puntos fijos cada 500m a lo largo de la traza y nivelada a partir del punto fijo PF19N(264) de la Red de Nivelación de Alta Precisión "RN-Ar16" el cual se encuentra ubicado en la RNN°11 en cercanía con la intersección de la RPN°56 y cuenta con coordenadas Gauss-Krüger, faja 5, Datum WGS84 y el marco de referencia es Posgar 07.

Dadas las características de obra lineal, el levantamiento de todos los puntos de interés para el proyecto fue realizado empleando un sistema mixto de perfiles transversales cada 100m y nube de puntos.

Para la determinación de los desagües que atraviesan el camino y con la ayuda del levantamiento visual, se obtuvo el número y la descripción de las alcantarillas existentes en el tramo.

* **Tránsito:** la demanda que enfrenta una obra vial consiste en determinar la cantidad de vehículos que se prevé circulará por la misma en el período de análisis y están medidas a través del indicador Transito Medio Diario Anual (TMDA).

El TMDA, definido como la cantidad de vehículos que transitan en un día promedio de un año determinado, es un parámetro requerido a los efectos de diseño y cálculo.

Para la determinación de este parámetro, se llevó a cabo un "censo volumétrico con clasificación" en el mes de agosto del año 2014 y su duración fue de 24 h. durante 7 días corridos. Clasificando los vehículos livianos (autos y utilitarios) y pesados (ómnibus, camión simple o sin acoplado, camión con acoplado y semirremolques).

En orden de poder expandir los valores medidos se recurrió a los factores de ajuste del TMDA proporcionados por la DNV, quien cuenta con un Puesto Permanente de Censos sobre la Ruta Nacional N°11 en el km 1.025,29 en cercanías a la localidad de Margarita Belén.

Aplicando una tasa de crecimiento $r = 3\%$ (la cual es la tasa de crecimiento regional adoptada por la DNV, la DVP y los organismos multilaterales de crédito), se calculó el TMDA (existente) al año 2018 = 382v/d.

Finalmente, teniendo en cuenta el tránsito derivado, inducido y el generado; se calculó el TMDA₍₂₀₁₈₎ = 496v/d.



* **Geotecnia:** El estudio Geotécnico se orientó a conocer las constantes físicas y clasificación de los suelos tanto de la traza como de los yacimientos que se utilizarán en la obra.

Suelos de la traza. Descripción: a lo largo del tramo se pudo observar la existencia de suelos finos, los cuales se disponen en forma variable tanto en longitud como en profundidad. De los ensayos de clasificación se tiene que los suelos predominantes son los suelos Tipo A6 y A7-6, encontrándose también suelos del Tipo A4 en sectores localizados. Las características se describen a continuación:

A-6: Suelos que están compuestos por arcillas con moderada o despreciable cantidad de material grueso. Son suelos muy comunes en la zona.

Tienen buen Valor Soporte compactados a máxima densidad, pero lo pierden al absorber agua.

A-7-6: Suelos como los A-7 con altos índices de plasticidad en relación al límite líquido y sujetos a extremados cambios volumétricos. Suelos compuestos de turbas blandas y tierras abonadas que tienen grandes cantidades de materia orgánica y humedad. No aptos para ser usados en subrasantes y terraplenes.

De los ensayos de Valor Soporte realizados, se observa que los hinchamientos son inferiores al 2% y los CBR obtenidos son variables de 2% a 9%

Hasta las profundidades de (-3m) no se ha encontrado el nivel freático.

Suelos de yacimiento: El volumen de suelo necesario para la ejecución de los terraplenes como el que será utilizado en las diferentes capas estructurales provendrá de yacimientos.

Para la ubicación de los mismos se tuvo en cuenta la accesibilidad y proximidad a la zona de camino con el fin de disminuir los costos de transporte.

Ubicados los yacimientos, se procedió a la ejecución de cateos en forma de cuadrícula con una separación entre cada perforación de 50m, cubriendo de esta forma la totalidad de la superficie en estudio. A las muestras extraídas se le realizaron los ensayos correspondientes.

* **Estudios hidrológicos e hidráulicos. Adecuación hidráulica:** El trabajo consistió en la evaluación de la capacidad generadora de escurrimiento de las cuencas de aporte; determinación de las secciones hidráulicas de las obras de arte a construir y definición de la cota de rasante segura para la condición de diseño.

Los modelos matemáticos que se utilizaron, se corrieron para la situación considerada como crítica para el área, esto es, tormentas de duraciones compatibles con los tiempos de concentración de las mismas y recurrencias de 25 años de acuerdo al rango de tiempo de recurrencia correspondiente a la "Calificación 2" de la "Carta para la selección del tiempo de recurrencia de diseño según la ASSHTO 1979".

La metodología para realizar la adecuación hidráulica del anteproyecto, así como la recopilación y generación de la información utilizada, se describen en el capítulo 5 del presente anteproyecto.



Como conclusiones de la adecuación hidráulica realizada se tiene que:

- Las alcantarillas proyectadas, han mostrado total suficiencia para la evacuación y conducción de los caudales generados para la condición crítica de diseño (TR = 25 años).
- La cota de rasante proyectada, es totalmente segura en relación a la máxima cota de pelo de agua para la condición de diseño (25 años de recurrencia), salvando siempre un desnivel superior a 1,2m respecto al nivel de agua con permanencia mayor a 90 días. Asimismo, la cota de rasante fue proyectada para que no sea superada por la máxima cota de pelo de agua alcanzada en la creciente extraordinaria del Río Paraguay del año 1998.

Diseño estructural: la estructura propuesta tanto para la calzada de pavimento flexible a lo largo del tramo como para la de pavimento rígido proyectado, fue calculada según las ecuaciones de diseño de la AASHTO '93.

Para el caso de **pavimento flexible**, las variables de entrada como ser: variables de tiempo, tránsito, confiabilidad; las propiedades de los materiales y las características del drenaje; así como los coeficientes de aporte de las distintas capas; fueron adoptados y/o determinados siguiendo las recomendaciones descritas en el método.

Se adoptó para el cálculo una vida útil de 15 años y se tuvo en cuenta que se necesitaría un refuerzo en el año 15 para llevar la vida útil a 25 años.

Se obtuvo de los cálculos un Número estructural necesario SN nec. = 3,11.

Para el cual se propone la estructura que se detalla a continuación:

- Carpeta de concreto asfáltico: 5cm
- Base de concreto asfáltico: 6cm
- Base de estabilizado granular: 15cm
- Sub base de suelo cal: 15cm

Obteniendo con esta estructura un **SN = 3,24** > SN nec.

Para las calzadas de **pavimento rígido** se determinó el espesor de las losas de Hormigón simple tipo H-30 mediante la ecuación de diseño de la AASHTO '93. Para una vida útil de 25 años.

Se propuso para la estructura una Sub base de mortero de densidad controlada (MDC 150) de 15cm de espesor con una resistencia mínima a la compresión simple de 21kg/cm² apoyada sobre terraplén con compactación especial.

Se especifica para el hormigón un módulo de rotura de 45kg/cm².

De la ecuación de diseño se obtiene un espesor de Losa **e = 20cm**.

Obra básica y diseño geométrico: el desvío del tránsito pesado hacia el puerto Las Palmas, que comprende el proyecto de un camino rural de trochas indivisas, adopta una



sección transversal de acuerdo a su categoría y topografía, como Tipo III, de llanura; con una velocidad directriz de 110km/h.

Los parámetros de diseño adoptados siguiendo las “Normas de Diseños geométrico de carreteras” de la DNV del año 1980 y su actualización en el año 2010 son los siguientes:

Categoría del camino	III
Topografía:	Llanura
Velocidad directriz	110km/h
Radio mínimo de curvas horizontales Deseable	1.095 m
Radio mínimo de curvas horizontales Absoluto	585 m
Distancia de visibilidad p/ detención	246 m
Distancia de visibilidad de sobrepaso	740 m
Peralte máximo en curvas	6 %.
Ancho de coronamiento	13,3 m
Ancho de calzada	7,3 m
Ancho de banquetas	3 m
Ancho de banquina pavimentada	0,5 m
Ancho de banquina sin Pavimentar	2,5 m
Pendiente transversal de la calzada	2 %.
Pendiente transversal de la banquina	4 %.
Pendientes taludes del terraplén	1:4
Ancho de solera cunetas	2 m
Pendiente transversal cuneta	1 %
Pendiente taludes de cunetas	1:2
Ancho zona de servicio	3 m
Distancia eje calzada – eje cuneta (aprox.)	16,5 m
Ancho zona de camino	50,00 m

Descripción del **trazado y geometría** seleccionada: el desvío proyectado inicia su recorrido en el Km 16,36 de la Ruta Provincial N°56 mediante el proyecto de una intersección del tipo canalizada cuyas dimensiones (anchos de ramas, carriles auxiliares y radios de giro) se adaptan al vehículo de diseño WB-15 (semirremolque grande).

A partir de esta intersección, en dirección NO–SE y hasta la progresiva 1+600, empalmando la Ruta Provincial N°1, se proyecta el desvío sobre traza nueva debiendo realizarse la afectación para la liberación de traza en un ancho total de 50m.

Continúa el recorrido en dirección NE-SO por la Ruta Provincial N°1 hasta la progresiva 3+868. A partir de esta progresiva y con dirección NO-SE se continúa el trayecto hasta la intersección con el camino vecinal costero en la progresiva 13+526.

Todas las curvas propuestas en el tramo son con transición (espiral de Euler o clotoide) de entrada y salida, cuyas longitudes mínimas se calcularon según los criterios de: Comodidad; de apariencia general; de apariencia de borde; guiado óptico y el criterio de Barnett.

Se prevé la afectación entre progresivas 1+600 y 13+526, de 10m a cada lado para llevar el ancho de la zona de camino de los 30m existentes a 50m según el parámetro de diseño adoptado.



En progresiva 13+526 el trazado interseca al camino vecinal costero. En esta intersección se prevé la construcción de una Rotonda del tipo Moderna puesto que las construcciones y zona de camino existente limitan la posibilidad de rectificar la traza con los radios mínimos absolutos adoptados.

Desde la Rotonda proyectada y hasta la progresiva 14+053, se plantea en el anteproyecto una configuración tipo Avenida de dos (2) calzadas de hormigón simple de 7 metros de ancho con cordón integral del lado interno, separadas por un cantero central de 1 metro de ancho. Esto es proyectado así puesto que en los últimos 500 metros antes de llegar al puerto la zona atravesada por el camino pasa a tener características urbanas o semi-urbanas con un ancho oficial liberado en 30m y cuyas construcciones frentistas dificultan la posibilidad de expropiación para liberar la traza.

Para la configuración tipo Avenida se prevé una velocidad máxima de 50km/h.

Finaliza la traza propuesta en la progresiva 14+121 con una intersección del tipo canalizada de las mismas características que la proyectada al inicio del tramo.

Para el anteproyecto no se diseñaron curvas verticales puesto que la rasante proyectada no presenta pendientes mayores al 3% que justifiquen su aplicación.

Se prevé además el señalamiento completo del tramo; prestando fundamental atención al señalamiento horizontal y vertical de las intersecciones.

Para la configuración tipo Avenida entre progresivas 13+526 y 14+053 se proyecta su iluminación mediante columnas de doble pescante de 7m de altura. Para las intersecciones canalizadas se proyecta a su vez, la iluminación mediante columnas de 9m de altura con pescante simple.

Intersecciones: En el anteproyecto se definen tres (3) intersecciones principales, todas ellas a nivel; las cuales son:

- Intersección canalizada al inicio del tramo en el cruce con la Ruta Provincial N° 56 – km 16,36, en inmediaciones a la localidad de La Leonesa.
- Rotonda del tipo moderna en cruce con el camino vecinal costero en el km 13,526.
- Intersección canalizada al final del tramo en inmediaciones a las instalaciones del puerto Las Palmas.

Los anchos de las ramas de entrada y salida, dimensiones de los radios de giro, longitud de los carriles de aceleración y desaceleración propuestos en las Canalizadas, como así también los radios y anchos de entrada y salida, el diámetro de la isleta central, ancho del delantal de camiones, ancho de la calzada anular y ancho de aproximación de la Rotonda; fueron verificados mediante el programa de diseño Auto-Turn para el vehículo de diseño seleccionado.



Todas las ramas de las intersecciones se diseñaron con curvas compuestas de tres centros a fin de acomodar la maniobra de giro de los camiones en la menor superficie de pavimento posible.

Para las tres intersecciones proyectadas se define como vehículo de diseño al WB-15 (Semirremolque de 18,6m de longitud total) circulando a velocidad de maniobra (de 15 a 20km/h).

Cómputos, análisis de precios y presupuesto: se presenta el modelo de cálculos métricos, con el sumario correspondiente, para los tipos de pavimentos, rígido y flexible, y en los cuales están incluidas las cantidades, dimensiones y tipos de alcantarillas, de acuerdo a la adecuación hidráulica realizada. Así mismo contiene todos los elementos de proyecto, que serán empleados, para la definición de la obra.

Los **análisis de precios** correspondientes a las cantidades especificadas en los cálculos métricos finales, se discriminaron para los distintos rubros fundamentales en los que se componen los ítems, dichos precios son capaces de ser demostrados por diferentes tipos de análisis que se llevaron a cabo.

De la planilla de presupuesto de las "Obras a ejecutar" donde se detallan la numeración, designación, unidad, cantidad, y el precio unitario adoptado de cada ítem:

El presupuesto del presente anteproyecto asciende a **PESOS SEISCIENTOS TRES MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL con 0/00 (\$603.493.000,00) a abril de 2019.**

Para finalizar, se realizó la evaluación económica para estudiar la factibilidad del proyecto. Para ello, se determinaron los indicadores: Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que arrojaron los siguientes valores:

$VAN_{12\%} = \$ 1.229.647.566,37 > 0$ el proyecto es CONVENIENTE

$TIR = 59\% > 12\%$ el proyecto es CONVENIENTE

Se puede llegar a la conclusión luego de haber analizado los costos, beneficios, el VAN y la TIR, que el anteproyecto es conveniente desde el punto de vista social por el beneficio que genera.

Como conclusiones el anteproyecto:

- Mejora las condiciones de accesibilidad al puerto asegurando un tránsito permanente y seguro bajo condiciones climáticas adversas.
- Resuelve el conflicto urbano generado por el paso de la RPN°56 por las localidades de La Leonesa y Las Palmas.
- Reduce los costos de producción y transporte de mercaderías en la zona. Insertando al Puerto Las Palmas y a la RPN°56 como una componente indirecta del Corredor Bioceánico Norte.