

SISTEMAS DE DESVÍO DISTRIBUIDOR TROPEZÓN.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

PRÁCTICA SUPERVISADA

Alumno: Mustafa Alejandro

Tutor: Ing. Dapas, Milton

Supervisor Externo: Ing. Magi, Néstor

Carrera: Ingeniería Civil

Marzo 2014 – Córdoba.

AGRADEIMIENTOS.

En primer lugar quiero agradecer a mi madre Laura Uriza, por el amor y la educación recibida, por apoyarme en cada momento y en cada decisión.

A mis hermano Facundo y Victoria, por todo el aguante y apoyo indescriptible.

También agradecer de manera especial a mi novia Carina, por sus consejos, comprensión y paciencia a lo largo de estos años entendiendo mis ausencias y mis malos momentos.

Al ingeniero Carlos Rodríguez, por hacerme descubrir mi interés por la ingeniería en caminos y brindarme la oportunidad y la confianza de formar parte de esta gran obra.

Al ingeniero Néstor Magi y al ingeniero Mario Gómez, por creer en mí en cada labor asignada, por transmitirme todos sus conocimientos y experiencias.

Al Ingeniero Milton Dapas, mi tutor en esta práctica, por su labor, información y buena predisposición.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

RESUMEN

El desarrollo de la presente Practica Profesional Supervisada, procura alcanzar como objetivo general el obtener experiencia práctica complementaria aplicando y profundizando los conceptos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Se emplearán los conceptos adquiridos durante el cursado de las distintas materias, adecuadas a la necesidad de esta temática.

El presente informe está referido al sistema de desvíos planteados para la ejecución de la obra “El Tropezón” en la ciudad de Córdoba. La obra a ejecutar consiste en un intercambiador de tres niveles realizados en la intersección de las avenidas Colón, Cárcano, Ejercito Argentino y Revolución Libertadora. La misma será ejecutada por las empresas Benito Roggio e Hijos S.A y ElectroIngeniería S.A, dos empresas cordobesas líderes entre las empresas de construcciones y servicios en el país, proyectando sus fortalezas al exterior de la cual tengo el orgullo de formar parte, siendo miembro de la oficina técnica, realizando labores propias de la ingeniería vial.

En este informe también se destacan los procedimientos realizados para la materialización de estos desvíos. Además se mencionan las normativas y reglamentaciones establecida en el pliego de obra que deben cumplir los mismos y las señalizaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Finalmente se esquematiza las disposiciones de las señalizaciones utilizadas durante la obra.

INDICE
**SISTEMA DE DESVÍOS
TROPEZÓN**

1 - MARCO GENERAL	10
2 - IMPORTANCIA DE LA OBRA.....	10
3 - ESTRUCTURA	11
4 - ALCANCES.....	12
5 - OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	12
6 - ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA SUPERVISADA.....	13
7 - CONTENIDO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	14
CAPÍTULO 1 - UBICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES.....	15
1.1 - Ubicación.....	15
1.2 - Características Generales.....	16
1.3 - Aspectos Técnicos – Perfiles transversales TÍPICOS.....	18
1.4 - Diseño geométrico	25
1.5 – Parámetros Generales de Diseño Geométrico.....	26
CAPÍTULO 2 – NORMATIVAS GENERALES DE SEÑALIZACION Y DESVIOS.....	27
2.1 – Desvíos.....	27
2.2 – Habilitación de Desvíos.	28
2.3 – Señalamiento de Desvíos.	29
2.4 – Precaución en Zonas de obra en Construcción.	30
2.5 – Responsabilidad por Señalización de Obra o Desvíos Deficientes.....	30
2.6 – Penalidades por Señalización de Obra o Desvíos.....	31
2.7 – Sistemas de Información a los Usuarios.....	31
CAPÍTULO 3 – PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	31
CAPÍTULO 4 – SOLUCION PROPUESTA.....	32
4.1 – Introducción.	32
4.2 - Desvíos en tropezón – Etapas Generales.....	33
CAPÍTULO 5 – PRIMERA ETAPA DE DESVÍO.....	34
5.1 – Descripción.....	34
CAPÍTULO 6 - DESVIOS COMPLEMENTARIOS DE LA PRIMERA ETAPA.....	38
6.1 - Desvío Colón.....	38

6.2 – Propuesta de Alternativas	42
6.3 - Perfil Transversal de Calzada Provisoria.	47
6.4 - Realización del Desvío Colón.....	48
6.5 – Ensanches y Empalmes - Descripción.....	79
6.6 – Ensanches	79
6.7 – Ejecución de ensanches.....	80
6.8 – Empalmes.	85
6.9 – Ejecución de empalmes.....	88
6.10 – Rama Provisoria.....	89
CAPÍTULO 7 – SEGUNDA ETAPA.	90
CAPÍTULO 8 – TERCERA ETAPA.....	94
CAPÍTULO 9 – CUARTA ETAPA.....	96
CAPÍTULO 10 – ALTERNATIVAS DE CIRCULACIÓN.....	98
CAPÍTULO 11 – ACLARACIONES.....	102
CAPÍTULO 12 – COMPUTO Y COSTO DE LOS DESVIOS.	103
CAPÍTULO 13 – SEÑALIZACION.....	106
13.1 – Aspectos Generales de la Señalización.	106
13.2 – Zona de Trabajo en la Vía.	107
13.3 – Señales y Dispositivos de Seguridad.....	109
13.4 – Características Básicas de las Señales y Elementos de Canalización.	110
13.5 –Emplazamiento de las Señales de Advertencia.....	111
13.6 - Instrucciones	116
13.7 - Control del tránsito por medio de banderilleros.	120
13.8 – Esquemas tipos de Cartelería.....	122
A continuación se muestran 2 ejemplos típicos de señalización que se dan frecuentemente.	122
CAPÍTULO 14 – CONCLUSIONES.....	125
BIBLIOGRAFIA.....	127

Índice de Figuras.

Fig. 1.1 – Ubicación.....	12
Fig. 1.2 – Actual Rotonda en condiciones normales de servicio	13
Fig. 1.3 – Proyecto terminado.	15
Fig.1.4 – Perfil Av. Cárcano entre Puentes	16
Fig.1.5 – Perfil Transversal Empalmes entre Puentes con Av. Cárcano	16
Fig.1.6 – Perfil Transversal Circunvalación.	17
Fig.1.7 – Perfil Transversal Av. Colón	18
Fig.1.8 – Perfil Transversal Av. Colón Entre Puentes.....	18
Fig.1.9 – Perfil Transversal Ramas Directas.....	19
Fig.1.10 – Perfil Tipo Ramas Rotonda.....	20
Fig.1.11 – Perfil Tipo Rotonda Central.....	21
Fig.1.12 – Niveles del Intercambiador	21
Fig.5.1 – Zonas de trabajo de la primera etapa.....	33
Fig.5.2 – Primera Etapa.....	34
Fig.6.1 – Ubicación alcantarillas 17 y 9.....	36
Fig.6.2 - Plano de desagües	37
Fig.6.3 – Ejecución de Alcantarillas 17	38
Fig.6.4 – Sección Alcantarilla 17	38
Fig.6.5 – Sección Alcantarilla 9	39
Fig.6.6 – Alternativas de desvío por predio IMBERCO	41
Fig. 6.7 – Segunda Alternativa de Desvío.	43
Fig. 6.8 – Perfil Transversal Tipo de Desvío Colón.....	44
Fig. 6.9 – Excavadora CASE utilizada para la obra	45
Fig. 6.10 – Cargadora Frontal utilizada en obra	46
Fig. 6.11 – Predio del Desvío antes y durante la limpieza	47
Fig. 6.12 – Excavadora realizando limpieza del predio	48
Fig. 6.13 – Motoniveladora utilizada	50
Fig. 6.14 – Maquinaria dispuesta en obra	52

Fig. 6.15 – Predio Limpio y Saneado.....	53
Fig. 6.16 – Distribución de SubBase	56
Fig. 6.17 – Motoniveladora distribuyendo material.....	57
Fig. 6.18 – Procedimiento de Humedecimiento.....	58
Fig. 6.19 – Rodillo Liso Compactando SubBase	60
Fig. 6.20 – Nivelación y Estaqueado	61
Fig. 6.21 – Predio Compactado y Nivelado.....	62
Fig. 6.22 – Altura y Alineación de los Difusores	65
Fig. 6.23 – Cisterna regadora empleada para la aplicación del ligante.....	65
Fig. 6.24 – Cepillo Barredor CAT BAT 18.....	68
Fig. 6.25 – Difusores distribuyendo ligante	68
Fig.6.26 – Cisterna distribuyendo ligante.....	69
Fig. 6.27 – Terminadora de Asfalto	71
Fig. 6.28 – Cargado de la terminadora	72
Fig.6.29 – Rodillos compactando.....	73
Fig. 6.30 – Rodillo Liso Hamm.....	74
Fig.6.31 – Rodillo neumático compactando.....	76
Fig.6.32 – Corrección de junta.....	76
Fig.6.33 – Retroexcavadora CAT 416e.....	65
Fig.6.34 – Desmonte limpieza y apertura de caja	80
Fig.6.35 – Apertura de los ensanches.....	81
Fig.6.36 – Compactado de los ensanches.....	82
Fig.6.37 – Rama Norte-Oeste (Ferrocons) con calzada principal de Av. Colón sentido Calera-Córdoba.....	84
Fig.6.38 – Rama Este-Norte (Gama) con Rama Norte-Oeste (Ferrocons).....	85
Fig.6.39 – Av. Colón sentido Calera-Córdoba con Rama Este Norte (Gama)	85
Fig. 6.40 –Plano general de Empalmes.....	86
Fig.6.41 –Perfil Transversal de Ensanches.....	87
Fig.7.1 –Segunda Etapa de Desvío.....	89
Fig.7.2 –Primera desvío de la segunda Etapa.....	90

Fig.7.3 – Segundo desvío de la segunda Etapa.....	91
Fig.8.1 – Asentamiento a reubicar.....	92
Fig.8.2 – Tercera Etapa	93
Fig.9.1 – Cuarta Etapa.....	94
Fig.9.2 – Cuarta Etapa.....	95
Fig.10.1 – Esquema de Folleto.....	97
Fig.10.2 Alternativas para evitar la obra	98
Fig.10.3 Alternativas para evitar la obra	99
Fig.13.1 – Zonas de Trabajo en la vía	107
Fig.13.2 – Señales preventivas	109
Fig.13.3 – Señal con distancia a la condición	110
Fig.13.4 – Cartelería desvío Colón	112
Fig.13.5 – Cartelería Rama directa Este - Norte (Gama)	113
Fig.13.6 – Cartelería de Trabajos.....	114
Fig.13.7 – Cartelería de Zonas de Riesgo.....	115
Fig.13.8 – Barricadas, paneles verticales, barriles y conos	116
Fig.13.9 – Señalización de la Obra	118
Fig.13.10 – Banderilleros	119

1 - MARCO GENERAL

En las obras viales ya sean de llanura, de montaña, rurales o urbanas, un ítem no menos importante que el resto y a tener en cuenta, son los desvíos y los sistema de planificación de los mismos, necesarios para derivar el tránsito conforme a las necesidades de los usuarios y a los requerimiento de la obra. Ya que según sea la complejidad de la misma estos pueden significar un porcentaje importante en el monto de la obra.

El presente trabajo conforma el informe técnico correspondiente a la asignatura denominada Práctica Supervisada, de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba.

En el informe que se presenta se desarrollan las tareas realizadas por el consorcio de cooperación conformado por las empresas BENITO ROGGIO e HIJOS S.A y ELECTROINGENIERÍA S.A, para la ejecución de los desvíos necesarios para la obra “EL TROPEZÓN”

2 - IMPORTANCIA DE LA OBRA

La Avenida de Circunvalación de Córdoba, que es la R.N.N° A-019, forma parte íntegramente de la Red de Accesos a Córdoba (R.A.C.). Su trazado fue diseñado íntegramente por la Dirección Nacional de Vialidad durante la década del 70, pero su ejecución se realizó sólo en forma parcial.

El Tropezón forma parte de una de las estructuras necesarias para el cierre de circunvalación y actualmente su realización se ha vuelto una necesidad, debido al alto flujo vehicular que llega a este punto, donde concurren las Avenidas Ejército Argentino, Colón, Ramón Cárcano y Revolución Libertadora. El alto tránsito pasante por este nodo hace que las obras de desvíos adquieran una cierta importancia en cuanto a su planificación y ejecución, de modo que se puedan liberar áreas donde se requiera la ejecución de la obra y obtener un tránsito ordenado y sin riesgo de accidentes.

La esencia de este trabajo hace hincapié, sobre todo, en explicar las tareas necesarias para materializar los desvíos requeridos por la obra.

3 - ESTRUCTURA

El informe está dividido en 15 capítulos, cada uno con un marco teórico correspondiente, los cuales buscan integrar los conceptos adquiridos durante la carrera de grado con las tareas de ingeniería desarrolladas en la empresa. Finalmente se presentan las conclusiones formuladas al final del proceso de desarrollo de la Práctica Supervisada y posterior elaboración del informe correspondiente.

4 - ALCANCES

El siguiente informe se limita a detallar el sistema de desvíos y las tareas ejecutadas para su materialización en la obra denominada “El Tropezón”.

Los mismos son requeridos para derivar el flujo vehicular y de esa manera liberar regiones necesarias para realizar la correspondiente obra.

Por otro lado, se busca explicar la importancia de los mismos, los cuales resultan un ítem crítico (caso analizado) que incide directamente en la continuidad de los procesos de realización de la obra, ya que un pequeño inconveniente en los desvíos puede traer adosado un retraso en la ejecución de obra lo que se traduce en un aumento de costos y una extensión en los plazos estipulados.

Finalmente se busca aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

5 - OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Durante el desarrollo de la Práctica Supervisada, se espera que se cumpla con los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Complementar la formación teórico - práctica recibida en la Facultad.
 - Vincular los saberes apprehendidos con las necesidades y los condicionantes reales que se presentan en el ámbito laboral.
-

- Interaccionar permanentemente con un grupo de profesionales afines a la Ingeniería, previendo la integración a un grupo de trabajo conformado por un universo multidisciplinario de profesionales y técnicos.
- Lograr un desarrollo personal y profesional en un ámbito de trabajo cotidiano.
- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Comprender las responsabilidades que implica el desarrollo de la actividad y toma de decisiones.

6 - ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA SUPERVISADA

El desarrollo de esta Práctica implicó las siguientes actividades:

- Búsqueda de información relevante de la intersección a resolver.
 - Análisis y recopilación de antecedentes bibliográficos, publicaciones, imágenes satelitales y fotografías aéreas del área involucrada.
 - Análisis y Discusión de Bases de Diseño a respetar en el proyecto.
-

- Identificación de los factores limitantes.

7 - CONTENIDO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Este informe está dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo 1: "Ubicación y Aspectos Generales".

Capítulo 2: "Disposiciones Generales de SEÑALIZACION DE OBRAS Y DESVIOS".

Capítulo 3: "Problemática Actual".

Capítulo 4: "Solución Propuesta".

Capítulo 5: "Primer Etapa".

Capítulo 6: "Desvíos Complementarios de la Primera etapa"

Capítulo 7: "Segunda Etapa"

Capítulo 8: "Tercera Etapa"

Capítulo 9: "Cuarta Etapa"

Capítulo 10: "Alternativa de Circulación"

Capítulo 11: "Aclaraciones"

Capítulo 12: "Computo y Costos de los Desvíos"

Capítulo 13: "Señalización"

Capítulo 14: "Conclusiones"

CAPÍTULO 1 - UBICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES

1.1 - Ubicación

La obra a emplazar se ubica en el oeste de la ciudad de Córdoba Capital a, formando parte de una de las obras necesarias para el cierre de Av. circunvalación.

Denominada Tropezón, la infraestructura actualmente consta de una rotonda que vincula las Avenidas Colón – Ramón Cárcano y Av. Ejército Argentino.

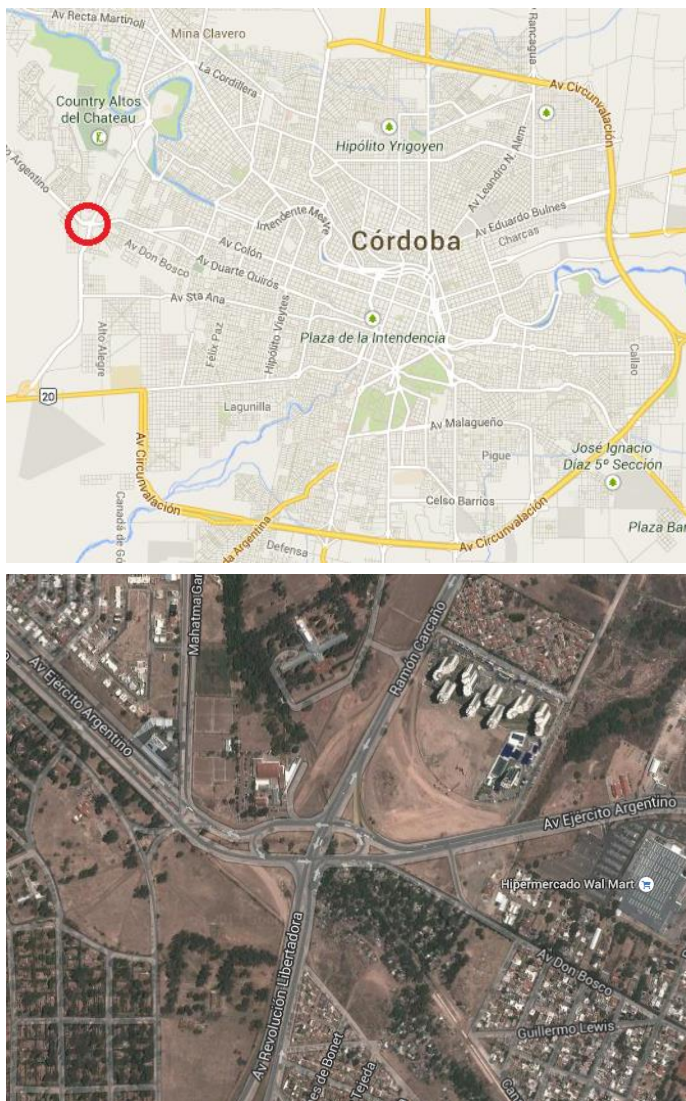


Fig. 1.1 – Ubicación.



Fig. 1.2 – Actual Rotonda en condiciones normales de servicio.

1.2 - Características Generales.

El Tropezón forma parte del **“CIERRE AVENIDA de CIRCUNVALACIÓN A019 A LA CIUDAD DE CÓRDOBA. TRAMO: Distribuidor Ruta Provincial N° 5 - Distribuidor Avda. Spilimbergo.**

El proyecto contempla las obras de las Sección 2 del Distribuidor de Avda. Colón (Pr.41+700 de Avda. Circunvalación) del tramo de la Avda. de Circunvalación – RN A 019 – correspondiente al Arco Oeste comprendido entre el Intercambiador de la Ruta Provincial N° 5 (Pr.24+500) y el Intercambiador de la Av. Spilimbergo (Pr.46+900).

La longitud aproximada de intervención sobre Avda. Circunvalación (Cárcano) es de 1100m y sobre Avda. Colón es de aprox. 1500m incluyendo el nuevo ingreso al Barrio Militar.

Con un plazo de 36 meses y un monto de obra actual que ronda los trecientos cincuenta millones de pesos (\$350.000.000), la obra está compuesta por un distribuidor de tres niveles:

- *Tercer Nivel:* Avda. Colón, pasa en viaducto con una longitud de viaducto de 160 m conformada por cuatro tramos de puente de 25 m de longitud cada uno y dos de treinta m en los extremos.
- *Segundo Nivel:* La Avda. Circunvalación pasa con dos puentes, de aproximadamente 30 m de longitud cada uno, sobre la rotonda de distribución de giros a la izquierda, ubicada en el primer nivel. El ancho de los puentes está previsto de tres carriles teniendo en cuenta el futuro tercer carril de la Avda. Circunvalación.
- *Primer Nivel:* Aquí, se encuentran la rotonda de distribución de movimientos de giro a la izquierda y los ramales directos de giro a la derecha.



Fig. 1.3 – Proyecto terminado.

1.3 - Aspectos Técnicos – Perfiles transversales TÍPICOS

a) Nivel 2 - Avda. Circunvalación

El diseño de la Avda. de Circunvalación corresponde a la tipología de Autopista, con parámetros de Autopista sólo en el tramo entre puentes a los fines de poder empalmar con la futura traza de Avda. Circunvalación. Los empalmes de dicho sector con la Avda. Cárcano actual son con parámetros de 60 Km/h que corresponden a una Avda. Urbana, con calzadas separadas por sentido de circulación.

A continuación, se detallan los perfiles transversales del proyecto:

- Avda. Cárcano entre Puentes:

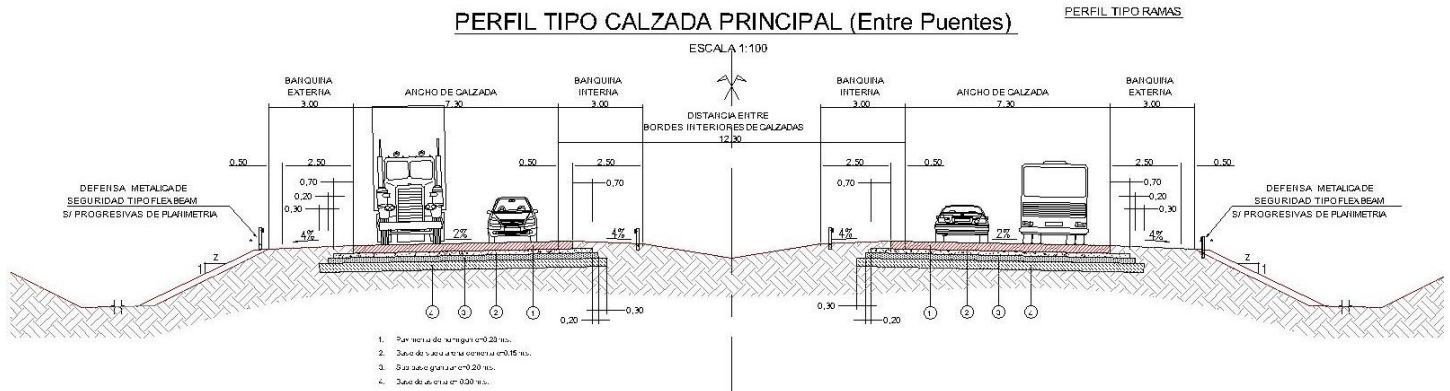


Fig.1.4 – Perfil Av. Cárcano entre Puentes.

- Perfil transversal de empalme del sector entre Puentes con Avda. Cárcano:

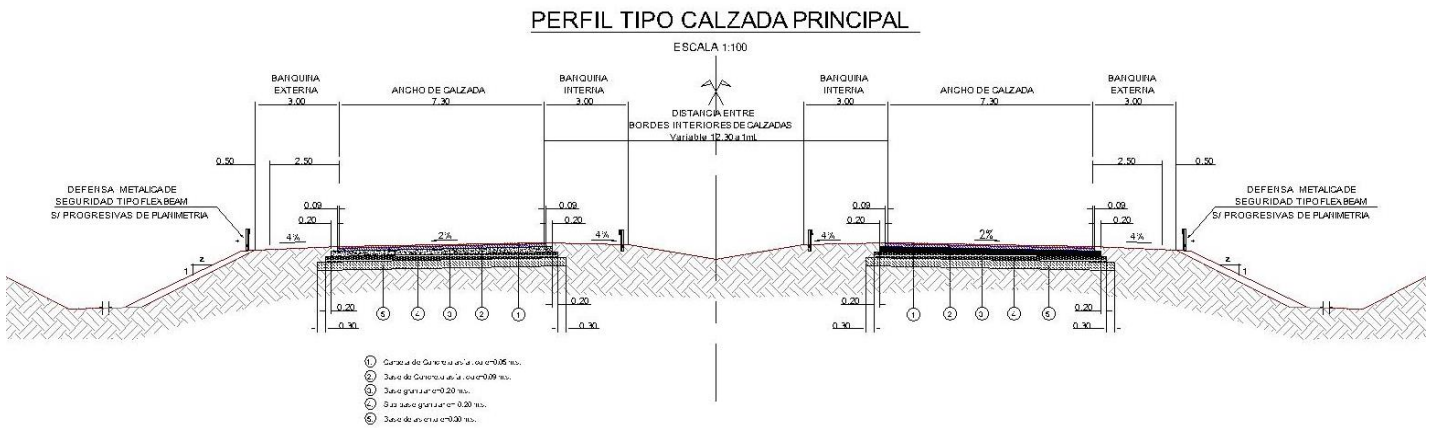


Fig.1.5 – Perfil Transversal Empalmes entre Puentes con Av. Cárcano.

- Perfil transversal de los puentes de Avda. Circunvalación:

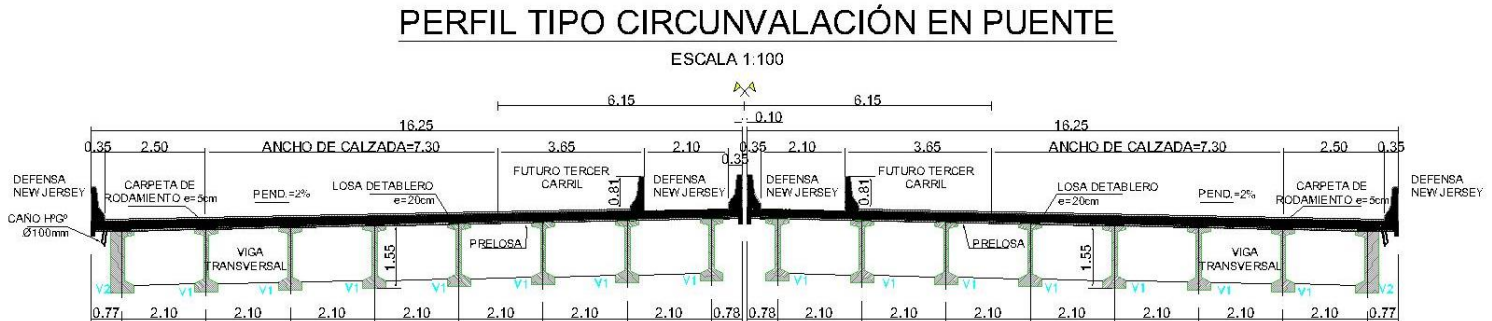


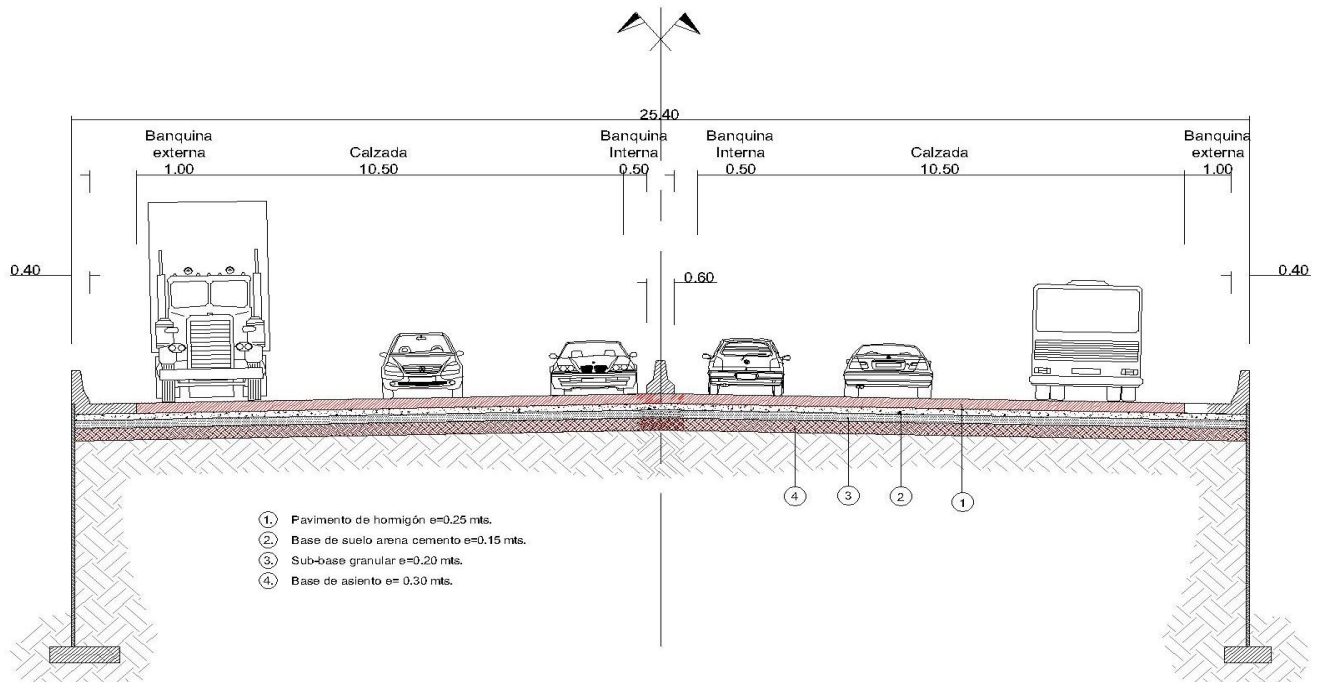
Fig.1.6 – Perfil Transversal Circunvalación.

Las calzadas de Avda. Circunvalación serán de hormigón con un espesor de 28 cm asentadas sobre una base de mezcla granular cementada de 20 cm de espesor y una subbase granular de igual espesor.

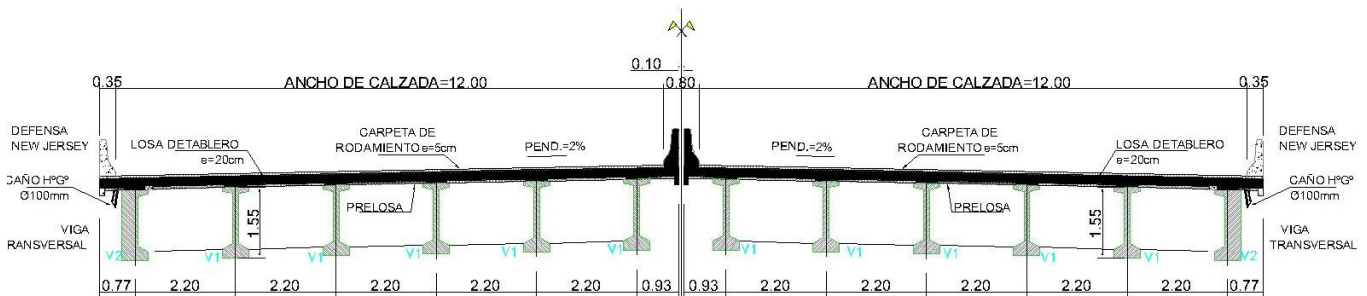
b) Nivel 3 – Avda. Colón

El diseño de Avda. Colón se desarrolló bajo la premisa de que es una Avda. Urbana con una velocidad de diseño de 60 Km/h. Se ha previsto que dicha Avda. pase en el tercer nivel con un viaducto de aprox. 160m de longitud y altura variable entre los 12.00 y los 15m, cuyos accesos se desarrollan con terraplén entre muros, con muros de altura variable entre los 1.00m y 12.00m.

- Perfil transversal de Avda. Colón en los accesos al viaducto:

PERFIL TIPO AVDA. COLÓN

Fig.1.7 – Perfil Transversal Av. Colón.

- Perfil transversal del viaducto de Avda. Colón:

PERFIL TIPO AVDA. COLÓN EN PUENTE

Fig.1.8 – Perfil Transversal Av. Colón Entre Puentes.

Para Avda. Colón el espesor de la carpeta de hormigón es de 25 cm, asentada sobre una base de mezcla granular cementada de 15 cm de espesor y una subbase granular de 20 cm de espesor.

c) Nivel 1 – Rotonda y Ramas de vinculación

Para vincular Avda. Circunvalación con Avda. Colon se prevé, por un lado ramas directas, para los giros a la derecha, cuyo perfil se indica en el gráfico siguiente:

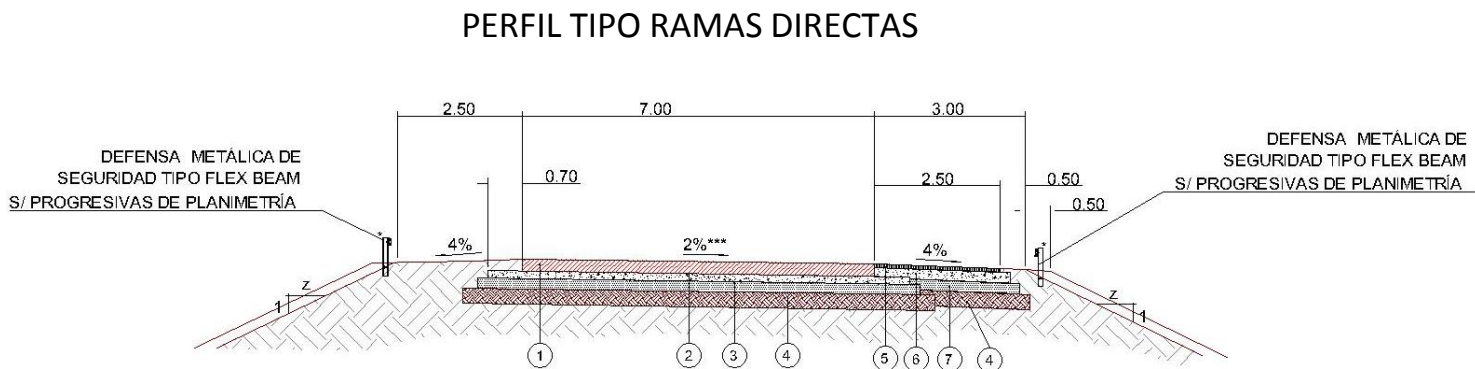


Fig.1.9 – Perfil Transversal Ramas Directas.

Los espesores de la carpeta de hormigón de las ramas directas son de 25 cm, asentadas sobre una base de mezcla granular cementada de 15 cm de espesor y una subbase granular de 20 cm de espesor. Tendrán banquetas pavimentadas de 2,50 m para la banquina externa de Concreto Asfáltico de espesor 0.05m sobre una base granular.

Por otra parte, para los giros a la izquierda, la vinculación se prevé a través de una rotonda ubicada en el primer nivel, ubicada aproximadamente entre 2 y

4 m por debajo del terreno natural a la cual se accede mediante ramas que se desprenden de las ramas directas.

A continuación, se detalla el perfil transversal de las ramas indirectas:

PERFIL TIPO RAMAS ROTONDA

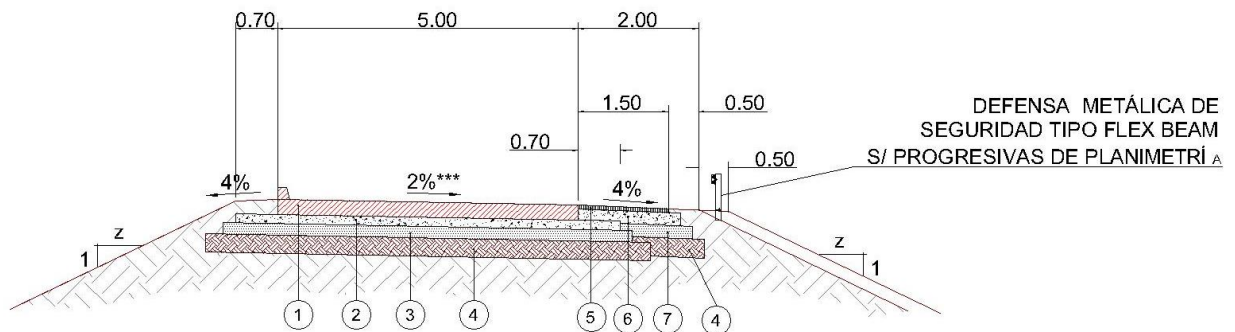


Fig.1.10 – Perfil Tipo Ramas Rotonda.

Los espesores de la carpeta de hormigón de las ramas indirectas son de 25 cm, asentadas sobre una base de mezcla granular cementada de 15 cm de espesor y una subbase granular de 20 cm de espesor. Tendrán banquetas pavimentadas de 1,50 m, para la banquina externa, de Concreto Asfáltico de espesor 0.05m sobre una base granular de 0.20m y una subbase granular de igual espesor, del lado interno se prevé un cordón de hormigón simple.

- Perfil transversal de la rotonda central:

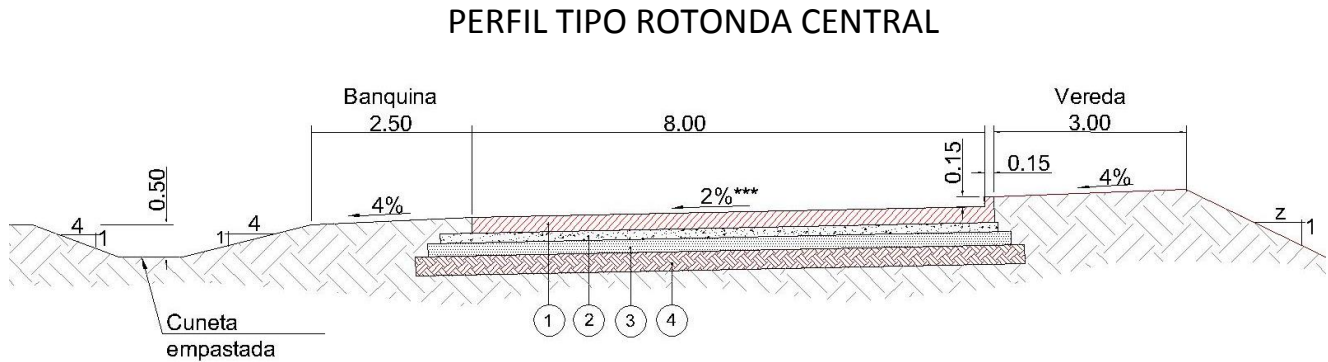


Fig.1.11 – Perfil Tipo Rotonda Central.

Los espesores de la carpeta de hormigón de la rotonda son de 25 cm, asentadas sobre una base de mezcla granular cementada de 15 cm de espesor y una subbase granular de 20 cm de espesor. Tendrán banquetas externas de 2.50 m de suelo seleccionado y, para el lado interno se prevé un cordón de hormigón simple.



Fig.1.12 – Niveles del Intercambiador.

1.4 - Diseño geométrico

La velocidad de diseño es uno de los parámetros básicos para la determinación de los distintos elementos del trazado de una carretera. Para el proyecto de la Avenida de Circunvalación de Córdoba la Dirección Nacional de Vialidad preparó, en su momento, instrucciones particulares, mediante las cuales se le asignó una Categoría especial, fuera del valor dado por la Planilla N°1 de Diseño Geométrico de Caminos Rurales. Se consideró: Categoría 1 especial, con Velocidad de Diseño de 110 km/h, control total de accesos, dos calzadas de 7,50 m de ancho cada una, divididas por un cantero central de 22,50 m, y pendiente longitudinal máxima de 3,50 %.

Si bien, en la Planilla N°1 de la DNV figura ancho de calzada 7,50 m para categoría 1, la norma AASHTO, en su Capítulo 4, indica como ancho usual de carril para las autopistas 3,65 m. El ancho de calzada libre para circulación de 7,30 m brinda un espacio adecuado entre los vehículos comerciales; siempre medidos entre bordes internos de la demarcación horizontal.

El ancho del cantero central de 22,50 m. se considera apropiado en general, pero en sectores donde existan restricciones especiales en el ancho de la zona de camino o donde mantener ese ancho provoque obras de costo muy elevado, podrá reducirse a 12,0 m (sin baranda). Por idénticas razones el ancho de camino, usualmente de 120 m, podrá reducirse en sectores muy comprometidos.

1.5 – Parámetros Generales de Diseño Geométrico.

El Diseño se realizó sobre la base de los requerimientos fijados en los Términos de Referencias dados en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de Licitación. Allí se fijan los siguientes Parámetros de Diseño:

Calzadas Principales:

- Velocidad directriz Circunvalación: 110 km/h
- Velocidad directriz Colón: 60 km/h
- Velocidad directriz ramas directas: 60 km/h
- Velocidad directriz ramas indirectas: 40 km/h
- Número de carriles Avda. Circunvalación: 2 + 2
- Ancho de carriles Avda. Circunvalación: 3.65 m
- Número de carriles Avda. Colón: 3 + 3
- Ancho de carriles Avda. Colón: 3.50 m
- Peralte máximo: 4 %
- Radio mínimo circunvalación: 1000 m
- Radio mínimo Colón: 200 m
- Pendiente deseable: 2,5 %
- Pendiente máxima en Colón: 5,0 %
- Longitud con pendiente máxima: 300 m

Ramas indirectas

- Ancho de calzada: 5,00 m
 - Radio mínimo: 30,00 m
 - Peralte máximo: 4%
-

- Pendiente máxima: 5%

Ramas directas

- Ancho de calzada: 7.00 m
- Ancho de banq. exterior pavimentada: 2,50 m
- Radio mínimo: 60,00 m
- Peralte máximo: 4%
- Pendiente máxima: 5%

Rotonda: Perímetro 480m

Forma elipsoidal con radio mínimo 50m, radio máx. 125m

- Ancho de calzada: 8.00 m
- Peralte: 2%, hacia afuera

CAPÍTULO 2 – NORMATIVAS GENERALES DE SEÑALIZACION Y DESVIOS.

2.1 – Desvíos.

Durante el tiempo que duren los trabajos de construcción, en cada sector del camino, el tránsito será desviado hacia las banquetas, zonas adyacentes de la calzada o caminos auxiliares. Cuando se utilicen las banquetas, cada una servirá para un sentido del tránsito. Los desvíos serán acondicionados a fin de permitir la circulación segura y sin inconvenientes. Si la Supervisión considera imposible utilizar desvíos en algunas secciones, autorizará a efectuar las

operaciones constructivas por mitades de calzada. Las reparaciones de bases o sub-bases existentes se efectuarán por mitades de calzada.

2.2 – Habilitación de Desvíos.

En cuanto a los desvíos, el Pliego de Especificaciones Técnicas establece que no se podrá en ningún caso interrumpir el libre tránsito público de vehículos; y toda vez que, para ejecutar trabajos se deba ocupar la calzada, deberá construir o habilitar vías provisionales de circulación, las cuales tendrán que ser mantenidas en buenas condiciones de transitabilidad durante todo el tiempo que se utilicen. En el caso de obras de repavimentación o trabajos de mantenimiento de calzada, se permitirá el paso mano a mano (por una sola trocha) con las correspondientes medidas de seguridad (banderilleros, balizas, carteles, etc.).

Además, se deberá presentar a la Inspección y/o Supervisión el proyecto de desvío o la señalización de obra y deberá contar con la aprobación correspondiente por parte de la misma, con la anterioridad a la fecha prevista para la implementación de la señalización de obra y/o desvíos.

En general, los trabajos se programarán y ejecutarán de modo que ocasionen las mínimas molestias a los usuarios, adoptando medidas apropiadas para la comodidad y seguridad de éstos y de los vecinos frentistas, siendo la contratista a la vez responsable de los deterioros que el tránsito desviado ocasione a las vías indicadas como desvíos.

El plano de señalización propuesto para aplicar durante la etapa constructiva, no genera responsabilidad para la Inspección y/o Supervisión y/o el Comitente, siendo el contratista único y exclusivo responsable por los accidentes que se pudieran producir por deficiencias en los desvíos, quedando la Inspección y/o Supervisión y el Comitente eximidos de toda responsabilidad.

2.3 – Señalamiento de Desvíos.

Es obligación señalar todo el recorrido de los desvíos y caminos auxiliares que se adopten, asegurando su eficacia con señales que no generen dudas. También, se requiere la formulación de toda advertencia necesaria, para orientar y guiar al usuario, tanto de día como de noche, en este último caso, será obligatorio el uso de señales y balizas luminosas adaptadas a las especificaciones fijadas en la sección L-XIX del Pliego de Especificaciones Técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad - Edición 1998.

Será obligación poner las señales necesarias para guiar el tránsito, tanto en el caso de emplearse desvíos como cuando se utilice la calzada en una trocha para la circulación.

Las señales serán bien visibles, especialmente de noche, con indicación de la velocidad máxima en el desvío. Si la señalización no es eficaz, la Supervisión podrá ordenar la ubicación de hombres-bandera en ambos extremos del desvío. El empleo de hombres-bandera será obligatorio cuando el tránsito se halle confinado a una sola trocha, quienes deben indicar el orden de

prioridad en el paso de los vehículos que circulan en sentidos opuestos. En caso de no cumplirse estas condiciones, se prohibirá el trabajo en las zonas afectadas. Todo lo anterior deberá cumplir con las normas y exigencias establecidas en la Sección "Señalamiento de Camino en Construcción".

2.4 – Precaución en Zonas de obra en Construcción.

Se impedirá que el usuario pueda transitar por tramos de camino no habilitados o que presenten cortes, obstáculos peligrosos o etapas constructivas inconclusas de obras en **ejecución**, las cuales puedan ser motivo de accidentes. Para ello, se colocaran carteles de advertencia y barreras u otro medio eficaz. Será responsable la contratista de la colocación de carteles, señales y balizas indicadoras de los lugares peligrosos que existiesen, como consecuencia de la ejecución de obras o tareas de cualquier índole en los tramos en obra y deberá adoptar las medidas conducentes a evitar accidentes en dichos lugares.

2.5 – Responsabilidad por Señalización de Obra o Desvíos Deficientes.

No se tendrá derecho a reclamos de indemnizaciones o resarcimiento alguno por parte de la ACIF, en concepto de daños y perjuicios producidos por el tránsito público en las obras; quedando la ACIF eximido de toda responsabilidad por los accidentes que se produzcan.

2.6 – Penalidades por Señalización de Obra o Desvíos.

Si no se diese cumplimiento a las obligaciones relativas a la habilitación de desvíos y su señalización, la Inspección y/o Supervisión no permitirá la prosecución de los trabajos a ejecutar o en ejecución, sin perjuicio de las penalidades que correspondan aplicar por incumplimiento del cronograma de obras, tareas a realizar o deficiencias que impidan su habilitación.

2.7 – Sistemas de Información a los Usuarios.

Se diseñará un sistema de información para los usuarios, que deberá ser aprobado por la Inspección y/o Supervisión, el cual les permita estar informados sobre la condición de los caminos y de los sectores que pueden presentar problemas debido a trabajos programados.

CAPÍTULO 3 – PROBLEMÁTICA ACTUAL.

El alto flujo vehicular que concurre en El Tropezón hace que dicha intersección sea conflictiva y que, en las horas pico, se generen ciertos embotellamientos.

Desviar por completo el flujo pasante por la obra sería la mejor de todas las opciones desde el punto de vista constructivo, ya que se liberaría toda la zona de trabajo, permitiendo realizar las tareas necesarias sin interrupciones

y sin riesgos de accidentes. Pero como la cantidad de vehículos que circula por estas avenidas es muy alta, no existe la posibilidad de derivar todo el tránsito que afluye a este punto por otras vías alternativas, ya que éstas no poseen la capacidad para soportar este volumen vehicular.

Por ello se optó por realizar desvíos en distintas etapas, de manera tal que en cada se pueda liberar una cierta zona para trabajar sobre ella y, una vez finalizada la misma, utilizarla como parte de los desvíos, liberando otra zona sobre la que se trabajará, y así sucesivamente.

CAPÍTULO 4 – SOLUCION PROPUESTA.

4.1 – Introducción.

Las obras de desvío son imprescindibles en todo tipo de obra vial en la cual sea necesario generar una interrupción en el flujo vehicular, ya sea por mejoras, ejecución de una infraestructura nueva o alguna obra complementaria.

El desarrollo de un adecuado **plan de desvío** tiene la finalidad de reducir el riesgo de accidentes mientras la obra se ejecuta.

Además, con un adecuado plan, se logra reducir los costos de ejecución de los desvíos así como una disminución significativa en los costos de los

usuarios, ya que la interrupción en el flujo, lleva a un incremento en el tiempo de demora, lo cual se traduce en altos costos de usuarios.

Por esta razón, los desvíos deben ser diseñados y desarrollados para reducir estos costos y poder tener continuidad en la ejecución de la obra, dicho de otro modo se debe encontrar una relación entre el costo de usuarios y el costo de obra lo más bajo posible, manteniendo siempre la seguridad.

Minimizar esta relación no siempre es factible, en obras de montaña no resulta tarea fácil ya que los grandes movimientos de suelo que son necesario para emplazar el desvío hacen que este ítem adquiera un valor monetario mayor para su realización.

4.2 - Desvíos en tropezón – Etapas Generales.

El sistema de desvíos se puede dividir en 4 etapas básicas en las cuales la premisa adoptada fue la de derivar de manera segura el tránsito, sin reducir la capacidad para poder así liberar ciertas zonas y continuar con la ejecución de la obra. En los siguientes capítulos, se detallará cada una de estas etapas que conformar el ***plan de desvíos*** de la obra.

CAPÍTULO 5 – PRIMERA ETAPA DE DESVÍO.

5.1 – Descripción.

En esta primera etapa, se construyen como obra definitiva las Ramas Este-Norte (Gamma), Rama Norte-Oeste (Ferrocons) y Rama Oeste-Sur (Ejército Argentino), de modo que se permita cortar los accesos directos hacia el Tropezón y poder así desviar el tránsito por dichas ramas. Estas funcionarán como 3 carriles de circulación generados a partir de los 7.00 m de ancho de calzada de hormigón y 3.50 m de banquina pavimentada. Para ello se debe ejecutar una ampliación del ancho de banquina previsto.

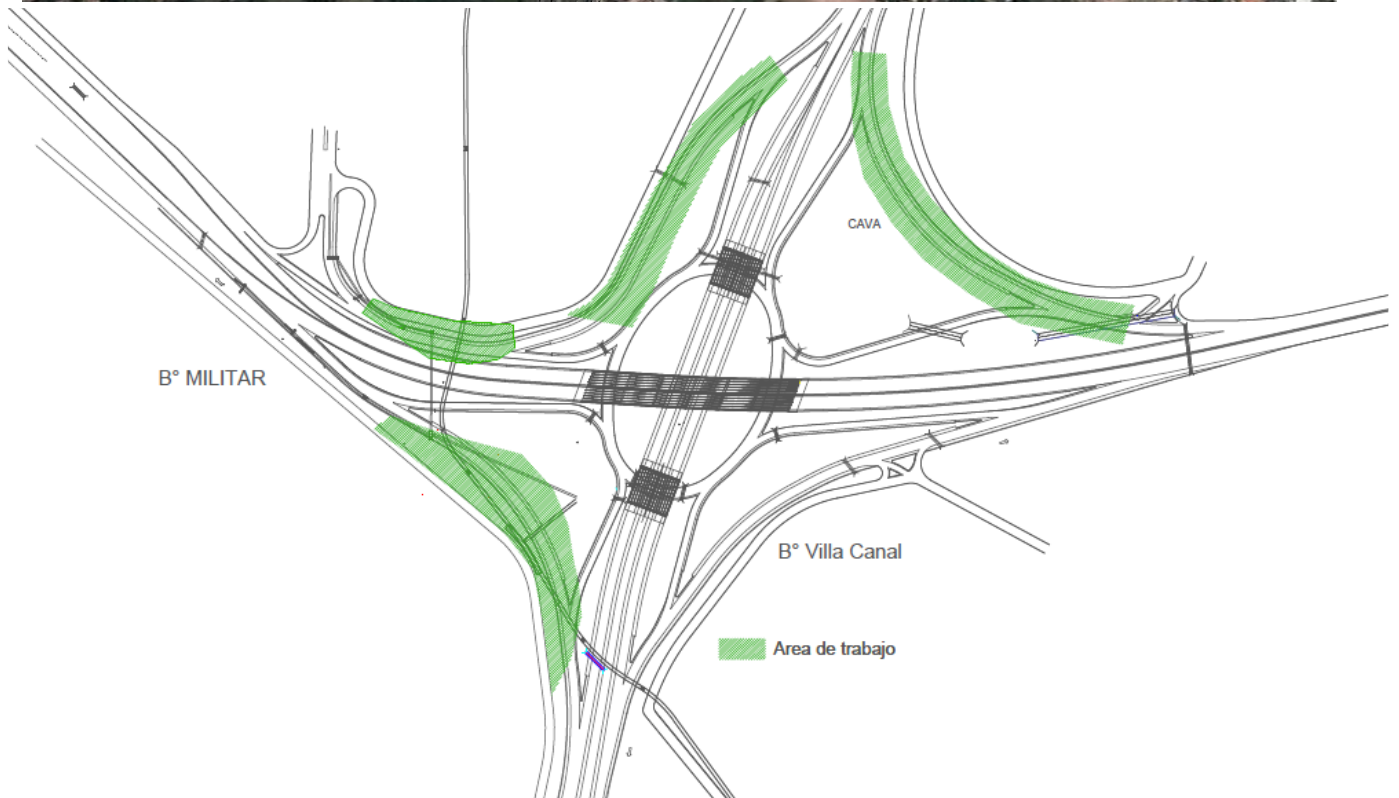
Como obra provisoria se construirán los empalmes:

- Rama Este-Norte (Gama) con Rama Norte-Oeste (Ferrocons)
- Rama Norte-Oeste con calzada principal de Av. Colón sentido Calera-Córdoba
- Av. Colón sentido Calera-Córdoba con Rama Este Norte (Gama)

Éstos se ejecutarán de 8.00 m de ancho (2 carriles) con un carril de aceleración de 40 m de longitud.

De esta forma, se podrá liberar la zona norte del proyecto (comprendida por la Avds. Colón y las Ramas Este-Norte y Oeste- Norte), pudiendo así empezar con la ejecución de la rotonda, ramas de accesos, puente de circunvalación Norte y las obras hidráulicas.

Debido a que en la Rama Oeste-Sur se necesitan construir obras hidráulicas de mayor envergadura (desagües, canal maestro) será necesario la habilitación de una primera etapa de desvío utilizando las ramas directas ya construidas. - Ver Fig. 5.1 –



5.1 – Zonas de trabajo de la primera etapa.

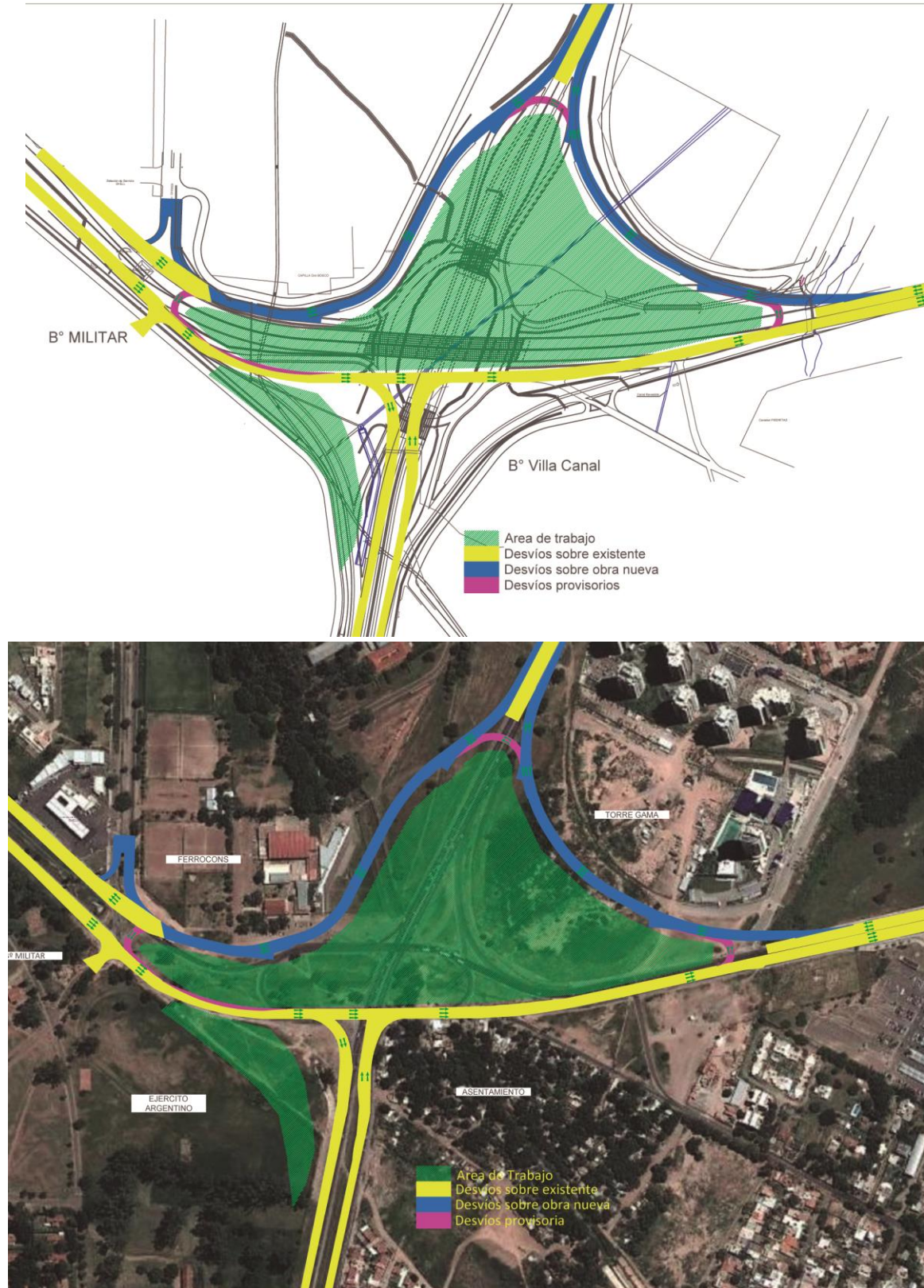


Fig.5.2 – Primera Etapa.

Una vez liberada la zona, se podrá comenzar a realizar los pilotes necesarios para las pilas del viaducto. Actualmente, mi tarea dentro de la obra es la ejecución de estos pilotes.

CAPÍTULO 6 - DESVIOS COMPLEMENTARIOS DE LA PRIMERA ETAPA.

6.1 - Desvió Colón.

Actualmente, la obra se encuentra en el octavo mes de ejecución y en cuanto a los desvíos, nos encontramos en realizando la primera etapa.

Una de las cuestiones a resolver son las obras hidráulicas, las cuales están compuestas por una serie de alcantarillas y canales. Una parte de estas consiste en una alcantarilla de 1 bocas de 1x1 metros (Alcantarilla 9 - ver plano de Desagües) que atraviesa la calle Colón para desembocar en un cuenco disipador, al cual también concurre una alcantarilla de 2 bocas de 2x2 metros (alcantarilla 17). Luego del cuenco estos excedentes son vertidos en el arroyo Infiernillos.

Una de las tareas que realice en relación a esto último fue la confección del cómputo métrico de hormigón y acero requerido para estas alcantarillas, como también las planillas de doblado y cortado de barras de las mismas.

A continuación, se ilustra una imagen donde pueden observarse claramente la ubicación de estas alcantarillas.

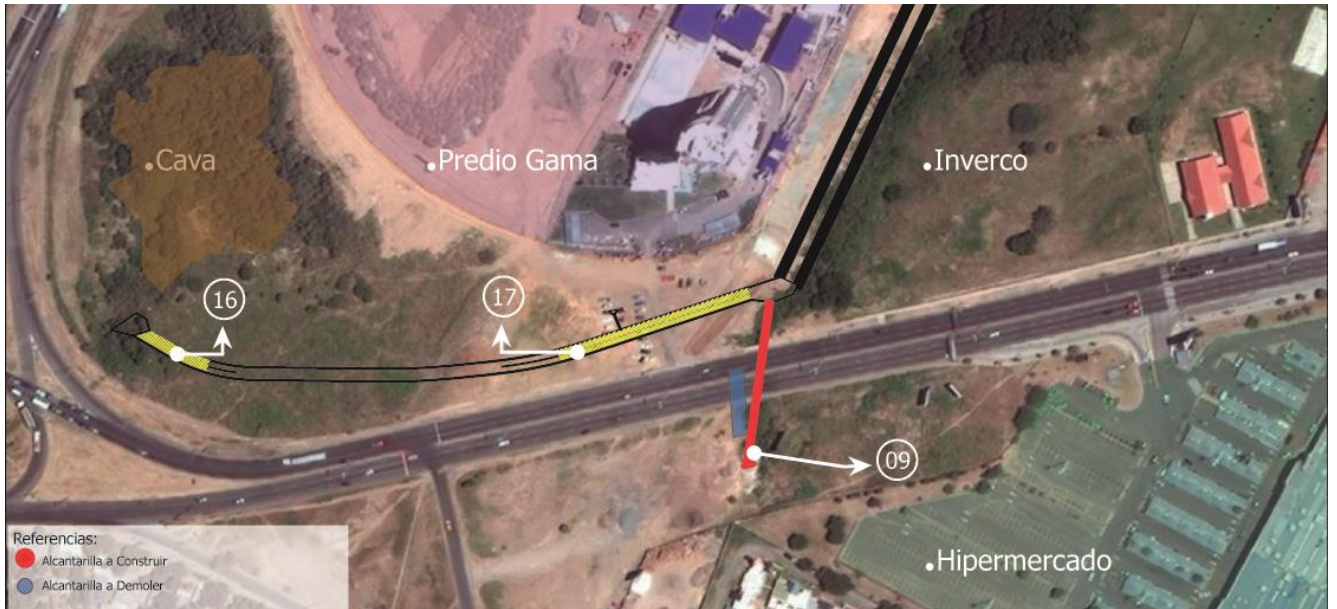


Fig.6.1 – Ubicación alcantarillas 17 y 9.

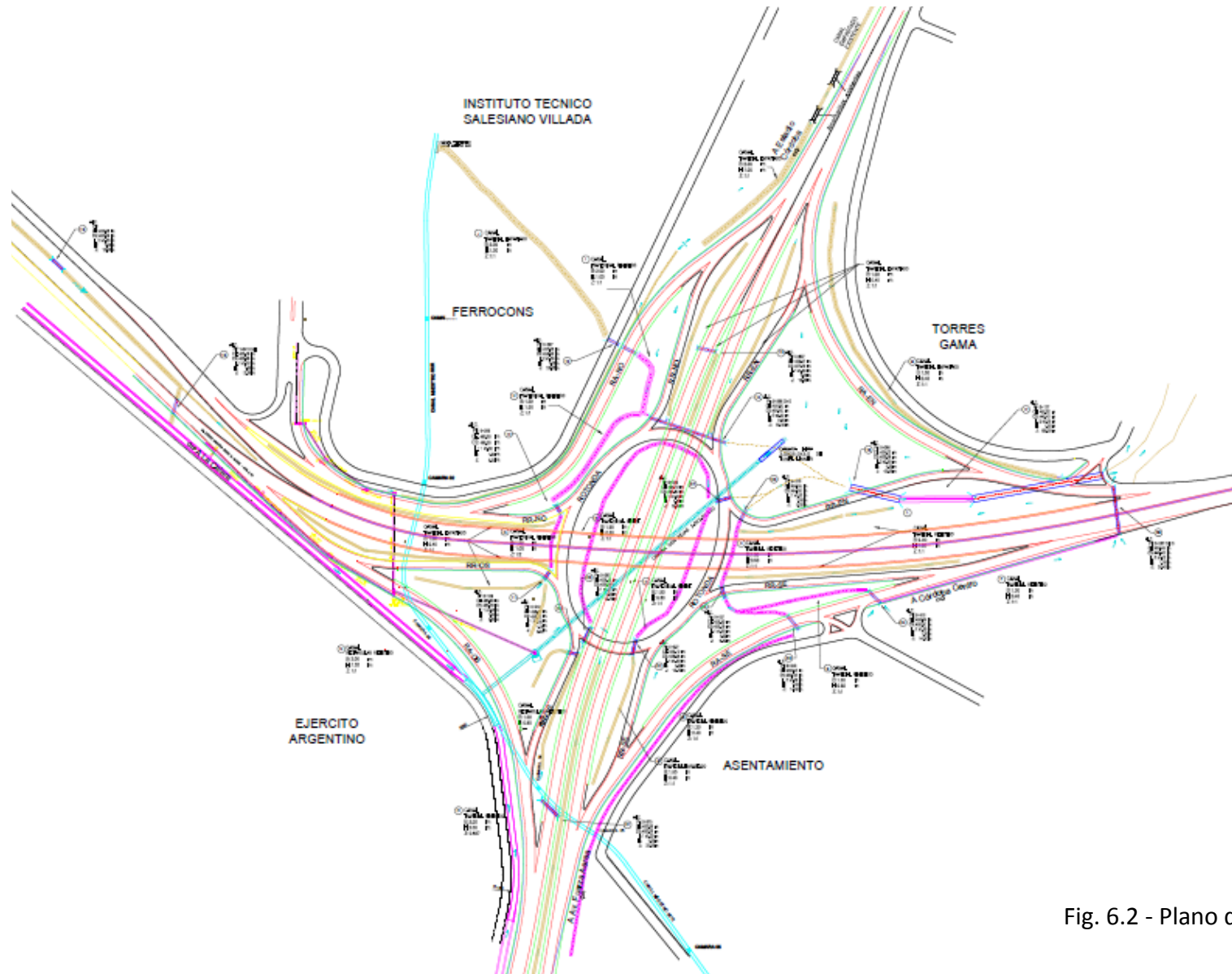


Fig. 6.2 - Plano de desagües.



Fig.6.3 – Ejecución de Alcantarillas 17.

Sección Alcantarilla 17

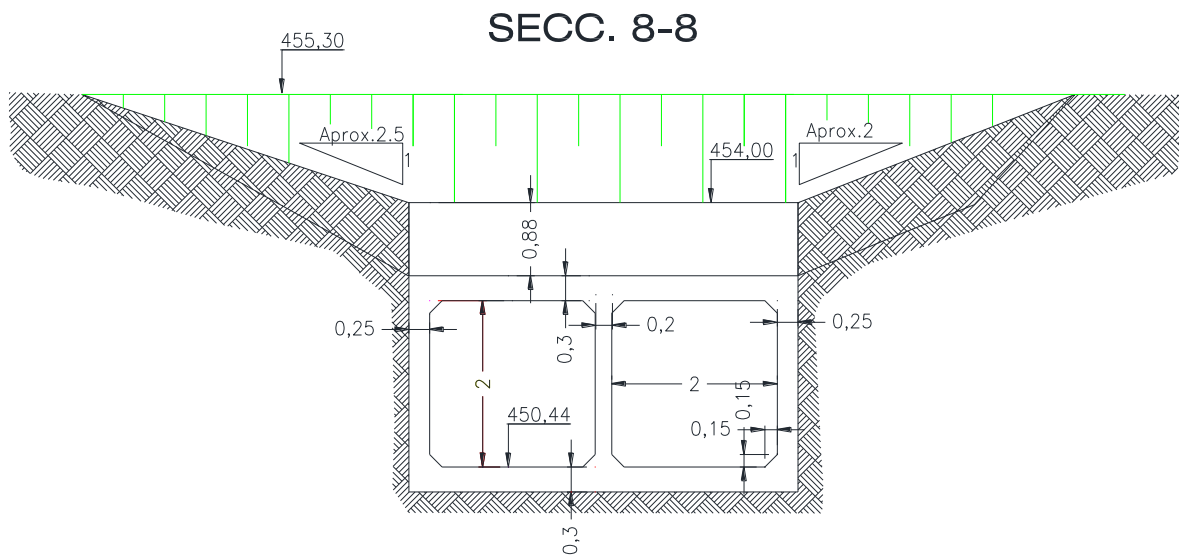


Fig.6.4 – Sección Alcantarilla 17.

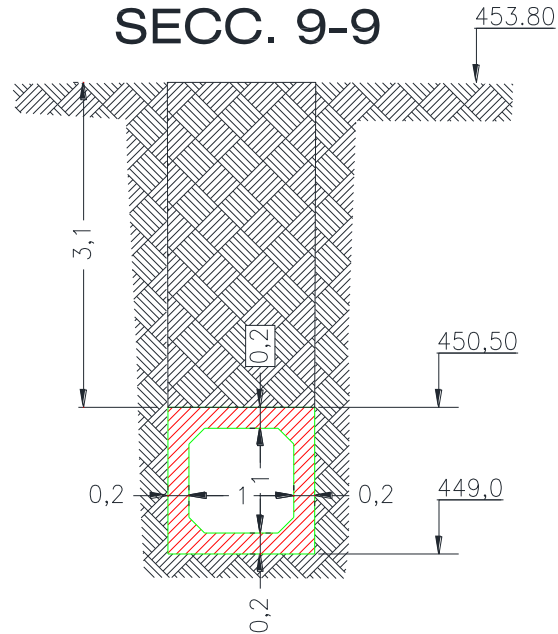
Sección Alcantarilla 9


Fig.6.5 – Sección Alcantarilla 9.

Para poder terminar la primera etapa es necesario la ejecución de estas alcantarillas; lo que conlleva el primer inconveniente a resolver, el cual refiere a la interrupción de la Avenida Colón para poder realizar la alcantarilla 9.

6.2 – Propuesta de Alternativas

Se propusieron 2 alternativas que se mencionarán a continuación.

La primera Consistía en desviar el tránsito con sentido de circulación Colón – Tropezón a través del predio de INVERCO (Fig. 6.6), realizando una

alcantarilla provisoria que cruce el Arroyo Infiernillo y permita entrar por la colectora de Gama, de esa forma se tendría liberada la calzada en dicho sentido, haciendo posible construir parte de la alcantarilla 9. Una vez terminado ese tramo, el tránsito circulante en la dirección Tropezón – Colón podrá ser desviado al carril contrario y de esa manera completar la ejecución de la alcantarilla.

El hecho de ingresar por el predio de INVERCO implicaba tener que realizar una expropiación transitoria sobre el terreno de la empresa, lo cual demora un cierto tiempo. Por otro lado, el desnivel entre el terreno y la calzada de la Av. Colon era bastante, lo que conllevaba a un gran movimiento de suelo, produciendo un incremento en los costos de ejecución. Además desplazar el tránsito por la colectora de Gama, implicaba tener que trabajar con tránsito pasante muy próximo al área de trabajo, y esto resulta bastante incómodo y hasta peligroso. Asimismo realizar el desvío de esa manera generaba molestias a la hora de emplazar la alcantarilla 17.

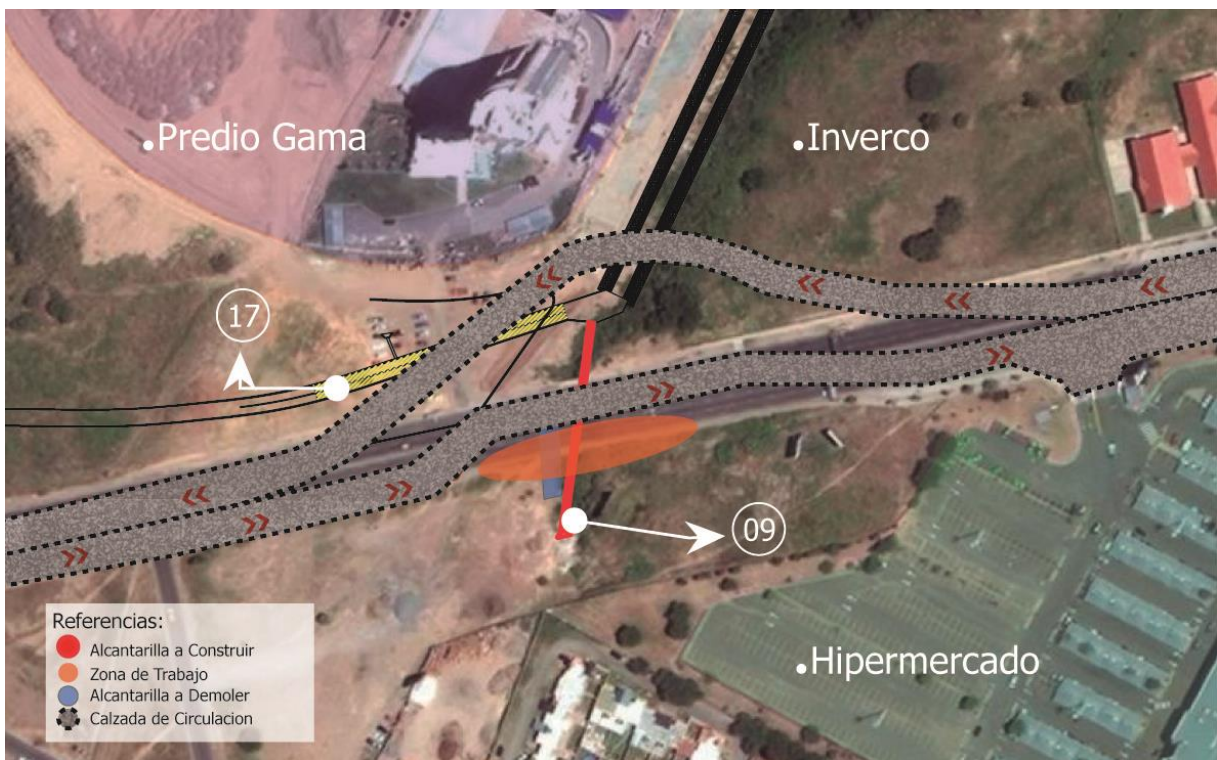
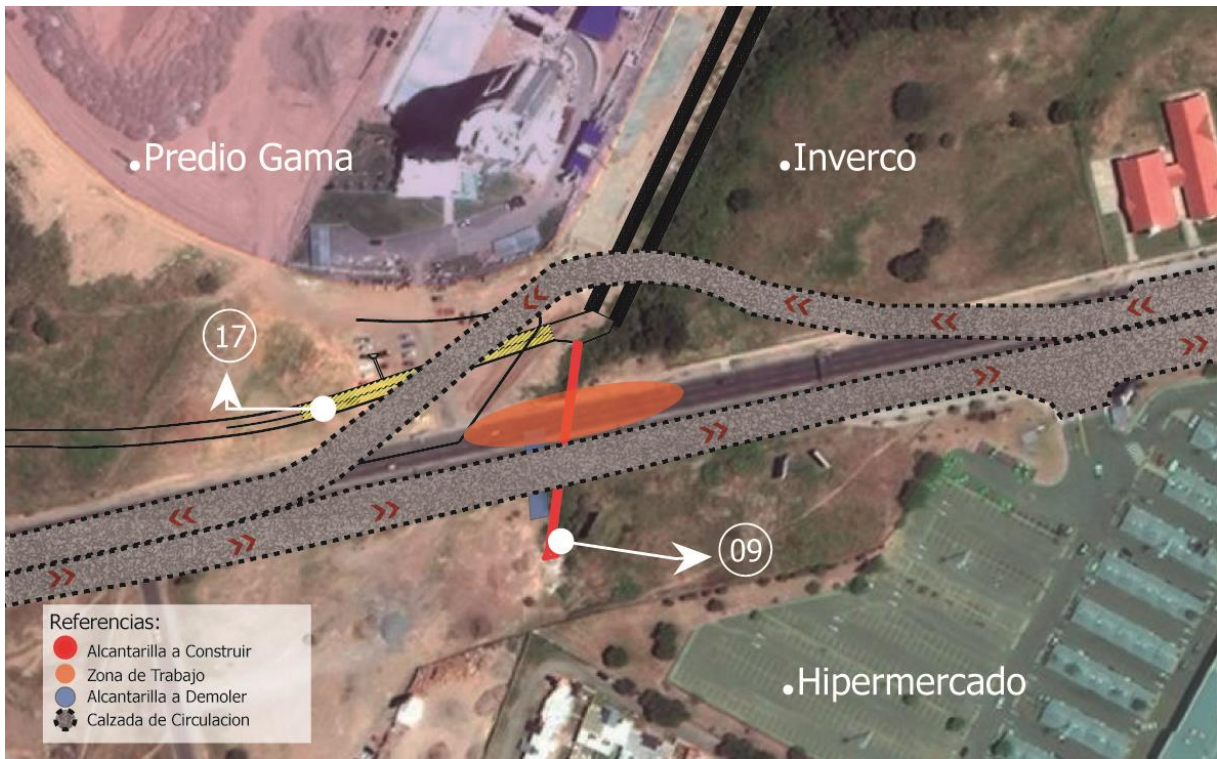


Fig.6.6 – Alternativas de desvío por predio INVERCO.

La segunda alternativa, y la definitiva, fue abrir una calzada provisoria sobre la mano sur de la Av. Colón y derivar, por ésta todo, el tránsito pasante en la dirección oeste-este (hacia el centro). Por otro lado, a los vehículos circulando en la otra dirección se los cruzara hacia el carril contrario, de esta manera se tendrá la calzada norte (hacia Tropezón) libre, lo cual permitirá ejecutar una porción de la alcantarilla 9. (Ver Fig. 2.9). Una vez terminada esta parte, se devuelve el tránsito a la circulación original, es decir este – oeste (hacia Tropezón); mientras que el sentido de circulación en la otra dirección (hacia el centro) se mantiene circulando sobre el desvío provisorio; a fin de terminar de realizar el resto de la alcantarilla.

Esta alternativa resulto más viable que la anterior por todas las desventajas antes mencionadas.

La calzada provisoria será de 10.50 m con una verdead de 2 m, con base granular de 0.15 m y carpeta asfáltica de 0.05 m. Estas disposiciones fueron dadas por la inspección de la obra que para nuestro caso es la Dirección Provincial de Vialidad (DPV).

Mi participación en esta instancia consistió en la integración y participación en plantel de profesionales que llevo a cabo la planificación y el análisis de las alternativas mencionadas, así como también la conformación del plano y memoria descriptiva presentada a la DPV para la aprobación de dicha propuesta.

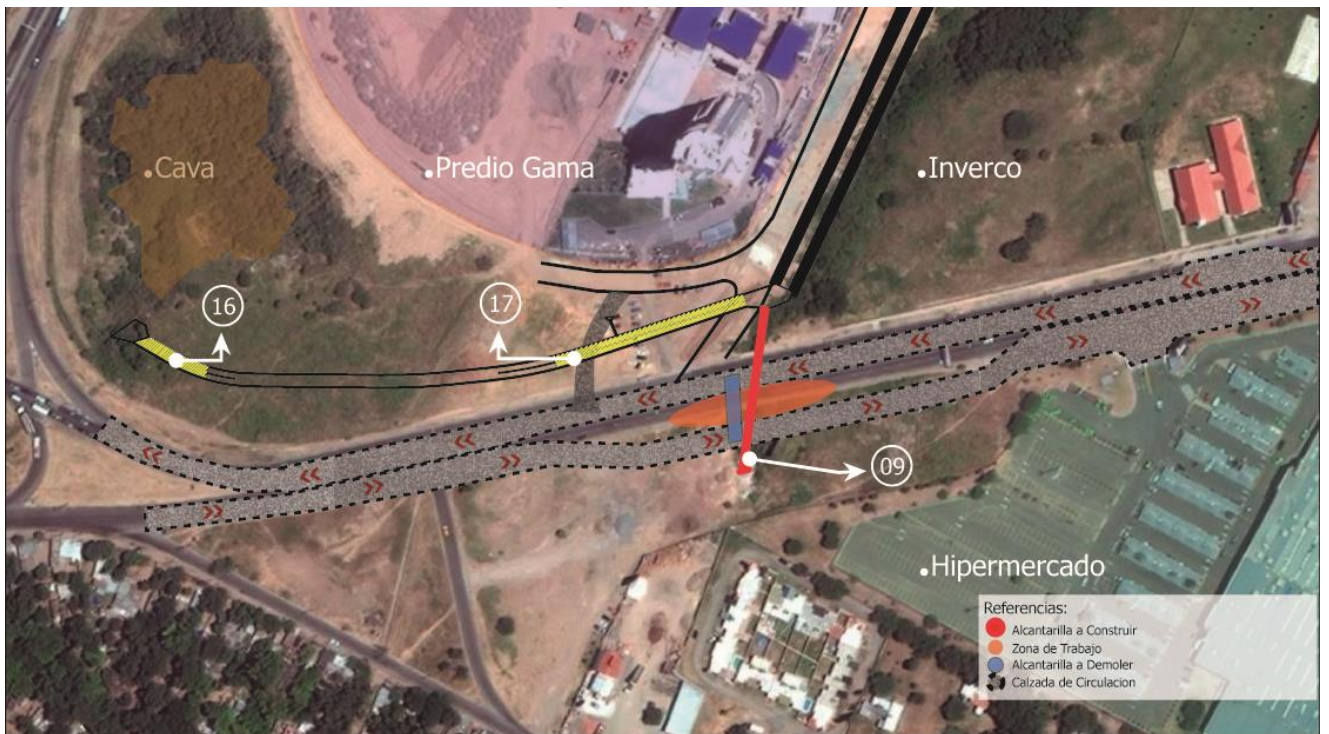
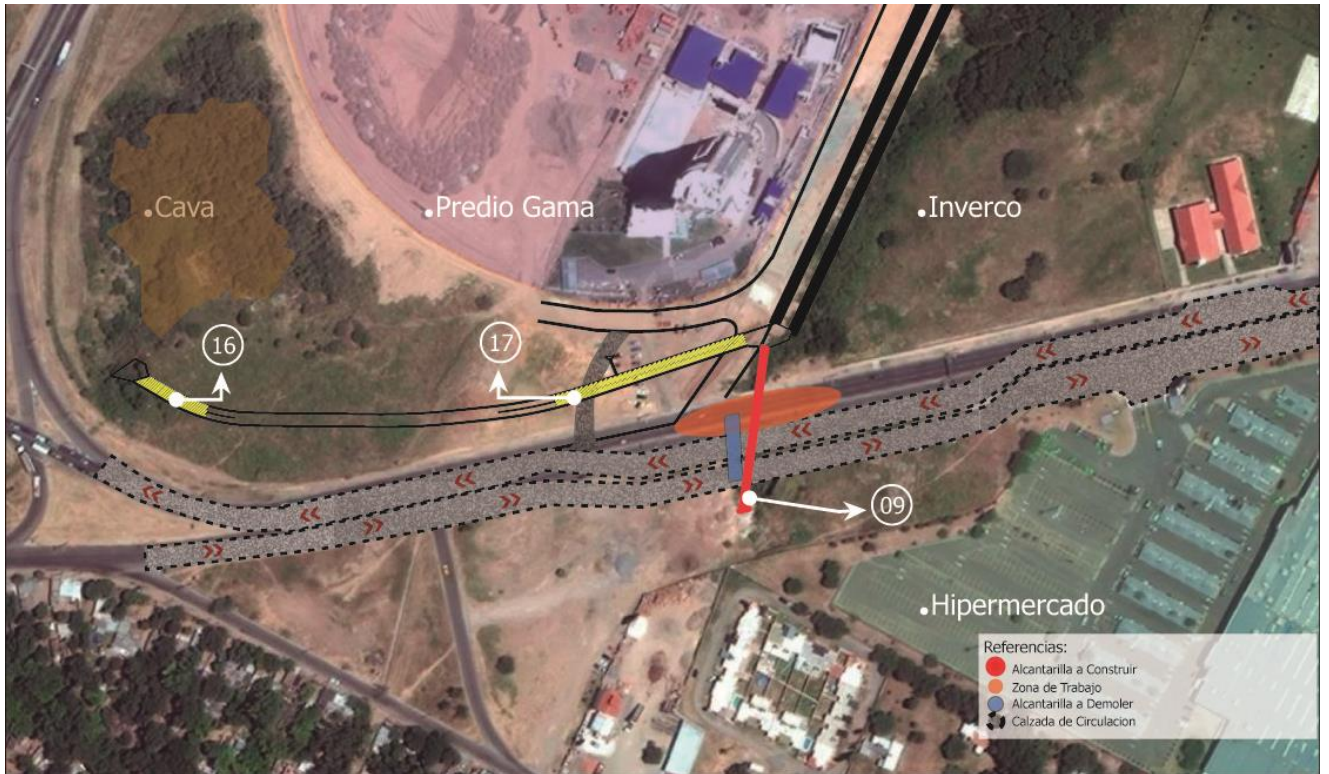


Fig. 6.7 – Segunda Alternativa de Desvío.

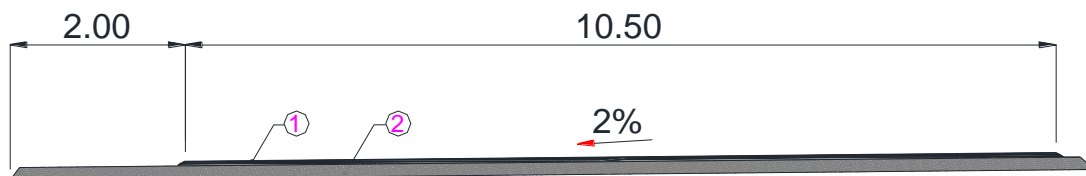
6.3 - Perfil Transversal de Calzada Provisoria.

El mismo surge como una recomendación y disposición de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV), ya que éste es de carácter provisorio y su composición y dimensionamiento se encuentran verificados empíricamente, luego de haberlo realizado innumerablemente.

El mismo está compuesto de una base granular de 15 cm de espesor y una carpeta de rodamiento de 5 cm.

El mismo tendrá un ancho de 10.50 m, conformando tres carriles y una vereda peatonal de 2 m.

Su ejecución está siendo realizada estando actualmente en a nivel de base granular faltando solo el colocado de la carpeta de rodamiento.



1. Carpeta Asfáltica $e = 0.05$ mts.
2. Base Granular $e = 0.15$ mts.

Fig. 6.8 – Perfil Transversal Tipo de Desvío Colón.

6.4- Realización del Desvío Colón.

6.4.1 Desmante y limpieza

La primera tarea realizada fue la limpieza y el desmante del predio donde se va a realizar el desvío.

Para ello, se contó con la siguiente maquinaria:

- Excavadora CASE CX210 B, la cual posee una capacidad de balde de 1.15 m^3 y un rendimiento de $75 \text{ m}^3/\text{hs}$. Esta máquina es una de las más versátiles en lo que se refiere a movimiento de suelo.



Fig. 6.9 – Excavadora CASE utilizada para la obra.

- Pala cargadora o Cargadora frontal LONKING, esta máquina es el mejor auxiliar donde se requiera grandes movimientos de suelo, se pueden ejecutar tareas como:
 - Excavación de zanjas, préstamos, fundaciones, etc.
 - Transporte de materiales a corta distancia.
 - Provisión de suelo para la ejecución de terraplenes
 - Carga de material sobre camiones u otro medio de transporte.
 - Tapado de árboles no muy robustos.



Fig. 6.10 – Cargadora Frontal utilizada en obra.

- Y una serie de camiones para trasportar el material.

Esta maquinaria es más que suficiente para realizar la limpieza y el desmonte. Mientras la excavadora retira material, la cargadora lo transporta a una zona de acopio o directamente lo coloca dentro de los camiones.



Fig. 6.11 – Predio del Desvío antes y durante la limpieza.

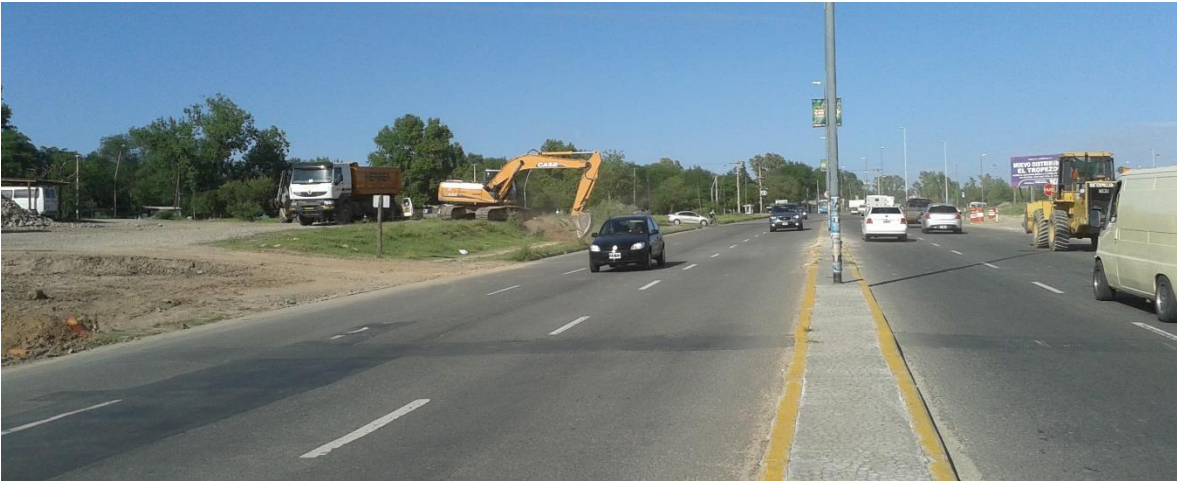


Fig. 6.12 – Excavadora realizando limpieza del predio.

Una de las Actividades que realice en base a la tarea antes mencionada y la siguiente fue llevar a cabo el control de movimiento de suelo, tanto para los desvíos como para cualquier otra actividad. En el capítulo 13 se esquematiza una tabla con los metros cúbicos movidas para realizar este desvío.

6.4.2 - Saneamiento

Llegado al nivel de subrasante, se encontró que por debajo de éste, en algunas zonas, había presencia de suelo vegetal, es decir, suelo no apto, por lo cual se tuvo que sanear unos 0.5 m y luego terraplenar para llegar nuevamente a cota.

Para esta tarea se utilizaron, además de la maquinaria antes mencionada una motoniveladora JOHN DEERE 670G, un rodillo pata de cabra y uno liso, ambos de la marca VOLVO, finalmente, un compactador neumático DYNAPAC.

La motoniveladora es una máquina provista de una cuchilla larga, con gran flexibilidad de movimiento con la que se puede excavar el terreno, trasportarlo y nivelar. La cuchilla presenta un perfil cóncavo, mediante mandos hidráulicos y mecánicos, éstas puede tomar diversas posiciones. El rendimiento promedio ronda los 160 m³/hs.

Sus principales aplicaciones son:

- Terminar el nivelado de la explanación, formación de cunetas, bombeo de perfil transversal, y refinado de taludes.
- Extensión y mezclas de materiales trasportados por otras maquinarias (de gran aplicación para sub-bases, bases y suelos tratados como arena cemento).
- Limpieza de terrenos y cunetas.
- Conservación de caminos y mantenimiento en buen estado de las pistas para trabajo de otras maquinarias en obra.
- Construcción de caminos en terrenos horizontales o de suave pendiente, aprovechando en compensación transversal de las tierras procedentes de las cunetas
- Ensanches de rutas, etc.



Fig. 6.13 – Motoniveladora utilizada.

Los rodillos compactadores son máquinas autopropulsadas, de gran peso, dotadas de uno o varios rodillos o ruedas cuya función consiste en planificar y dar la compacidad requerida al material sobre el cual se desplaza.

La mayoría de los compactadores son autopropulsados, tienen inversores del sentido de la marcha de acción suave y están dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos en caso necesario.

En general, el problema de la compactación va ligado al del material a compactar, y esta es la razón de la existencia de múltiples y diferentes equipos en el mercado, los cuales se diferencian más que en la energía de compactación que suministran, en la forma en que dicha energía es transmitida al terreno.

Al utilizar la maquinaria de compactación, las partículas de los materiales compactados se mueven y reorganizan de manera tal que eliminan el aire y el agua que se encuentra en su estructura. Una compactación de alta efectividad no sólo aumenta la densidad de los materiales compactados, sino que, adicionalmente, mejora su capacidad de carga, y reduce la filtración de

agua. Esto tiene su fundamento en la presencia combinada del peso estático y de una fuerza dinámica generadora de vibración. Utilizan una masa excéntrica que gira dentro de un rodillo liso, produciendo una fuerza centrífuga que se suma al peso de la máquina al producir la correspondiente presión sobre el suelo.

Las características principales de los diferentes equipos son:

Equipo	Peso (kg)	Potencia (CV)	Ancho tambor (mt)
	7.000 – 20.000	100 – 186	1,70 – 2,22
Vibratorio tándem	1.500 – 12.000	22 – 132	0,88 – 2,14
Neumático	9.000 – 35.000	100 – 130	1,90 – 2,00
Pata de cabra	5.500 – 32.700	60 – 400	1,37- 3,00

Tabla 1 – Características de equipos compactadores.

El rendimiento estimado de estas máquinas ronda los 200 m³/hs para el pata de cabra y 250 m³/hs el liso.





Fig. 6.14 – Maquinaria dispuesta en obra.

El procedimiento de saneamiento utilizado fue el siguiente:

Una vez terminada la tarea de desmonte y limpieza, con la motoniveladora se procedió a cortar 50 cm por debajo del terreno con el objetivo de retirar el suelo vegetal, luego con la cargadora frontal apartó dicho material y se lo llevó a una zona de acopio adyacente al desvío, ya que el material se reutilizaría como material de recubrimiento de taludes y otras tareas que lo requieren.

Posteriormente se procedió a realizar el terraplén y así llegar a la cota de subrasante, para el cual se utilizó suelo de la zona, el mismo es de tipo A4. El

procedimiento de terraplenado para este caso es similar al Sub-base que se explicará más adelante.



Fig. 6.15 – Predio Limpio y Saneado.

6.4.3 – SubBase Granular.

La maquinaria necesaria para esta tarea es la siguiente:

- Motoniveladora
- Camión Regador
- Rastra
- Compactador de Rodillo pata de Cabra
- Compactador de Rodillo liso
- Compactador neumático

El paquete de la calzada de desvío está compuesto por una capa de 0.15 m de subbase, la cual tiene las siguientes características:



 		Registro			
		Análisis mecánico de materiales granulares			
Gerencia Operaciones	Código	Rev.:	Pág.:	Fecha:	
Producción	PG-OPE-PD-006-RG005	2.0	1/1	11/07/2013	
OBRA:	Distribuidor vial Tropezón				
SUBBASE GRANULAR (SUELO - ARENA)					
mezcla : arena 70% suelo 30%					
CLASIFICACIÓN		Mezcla arena suelo:			
LÍMITE LÍQUIDO	no mayor del 25			21,9	
ÍNDICE PLÁSTICO	entre 2 y 6			5,2	
H.R.B.	A-1-b				
GRANULOMETRIA		Mezcla arena suelo: granulometria			
	Limites DNV				
11/2"	100				
1"	100				
3/8"	80	100	97,40%		
Nº4	50	85	84,20%		
Nº100	20	40			
Nº200	10	20	17,90%		
RELACION DE FINOS					
Exigencia pliego :	menor de 0.66		Mezcla arena suelo: 0.63		
DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
Densidad maxima :	2.118 kg/dm 3				
Humedad optima:	8.2%				
VALOR SOPORTE					
Exigencia pliego :	mayor de 40.0 %		Mezcla arena suelo: 47,00%		
CONTENIDO DE SALES Y SULFATOS SOLUBLES					
Exigencia pliego :					
Sales totales :	no mayor del 1.5 %		Mezcla arena suelo: menor a 0.1 %		
Sulfatos solubles :	no mayor del 0.5 %		(no floccua)		

Tabla 2 – Propiedades de Subbase

El procedimiento para la colocación de la sub-base es el siguiente:

Una vez terminado el saneamiento y lista la subrasante, se procede a llevar el material de sub-base al lugar para ser distribuido y, posteriormente, compactado.

La sub-base está conformada por 0.15 m de suelo arena, el cual se distribuye inicialmente a montones, uno seguido del otro como se ve en la Fig. 31, de tal manera que sea más fácil su distribución y no se derroche material.



Fig. 6.16 – Distribución de SubBase.

Luego se procede a distribuir el material con motos-niveladoras, las cuales lo distribuyen uniformemente.



Fig. 6.17 – Motoniveladora distribuyendo material.

Conocida la humedad del material puesto en la obra y la humedad óptima necesaria para llegar a la máxima compacidad (8,2 %), podemos saber qué cantidad de agua le está haciendo falta al material para alcanzar la densidad máxima. Por ello, luego de distribuir uniformemente el material de base, con un camión regador se riega el terreno colocándole la cantidad de agua necesaria para alcanzar esta humedad óptima.

Paso seguido se mezcla con una rastra el material para repartir uniformemente el agua en la masa de suelo arena.



Fig. 6.18 – Procedimiento de Humedecimiento.

La sub-base deberá constituirse por capas de espesor no superior a 0,30 m ni inferior a 0,10 m. Espesores superiores a 0,30 m se extenderán y compactarán en capas. El material extendido deberá ser de una granulometría uniforme, no debiendo presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos.

Compactación.

Una vez extendido el material, éste deberá compactarse mediante los rodillos preferentemente del tipo vibratorio. En nuestro caso se utilizó inicialmente pata de cabra para terminarse con rodillos lisos y neumáticos. El rodillo deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados hacia el centro de la vía en construcción, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo. Se deberá de realizar 6 a 8 pasadas por tramo, cabe notar que cada tramo de trabajo tiene una longitud de 150 m aproximadamente. La sub-base se hace en una sola capa y para esta obra es necesario un espesor de 15 cm, por este motivo es muy importante que, cuando se termine de compactar, el espesor sea un poco mayor a 15 cm y no menor.

El material se deberá compactar hasta que se halla asentado y estabilizado enteramente, y alcanzado un nivel de densificación mínimo del 95% de la resistencia obtenida por densímetro nuclear.



Fig. 6.19 – Rodillo Liso Compactando SubBase.

Para determinar la altura final de la misma, o sea los 15 cm, lo que se hace es lo siguiente: el topógrafo, a partir de sus puntos de referencia y los geo referenciados, establece la cota de la subbase, luego un operario coloca estacas en el terreno (3 por calzada alineadas) de modo que la cabeza de la estaca coincida con la cota superior de la subbase (verificada por el topógrafo) y en el extremo le coloca un bola de cal. De esta manera cuando la motoniveladora enraza la cabeza de la estaca deja una marca blanca, visible por el operario, la cual indica que llegó a la cota necesaria.



Fig. 6.20 – Nivelación y Estaqueado.

Terminación.

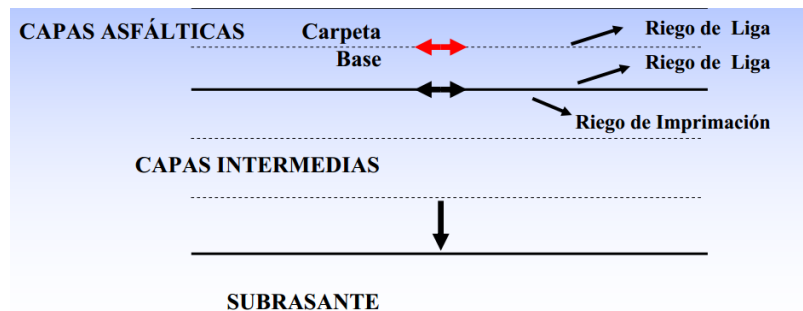
Una vez terminada la compactación y la perfiladura de la sub-base, ajustándose a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto, ésta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar; mayores que +0,0 cm o -2,5 cm. Además, se le efectúa un ensayo de densidad al suelo para saber si cumple con las especificaciones de compactación requeridas.



Fig. 6.21 – Predio Compactado y Nivelado.

En todas las tareas antes mencionadas, estuvo presente junto al capataz que las supervisa, pudiendo así estar contacto.

6.4.4 - Riego de Liga e Imprimación



Este consiste en la aplicación de un material asfáltico o ligante asfáltico sobre una superficie no asfáltica, con el objeto de prepararla para recibir cualquier

otro tratamiento asfáltico. La imprimación penetra y cierra los vacíos, endurece la superficie y genera una interface para que el riego de liga sea colocado sobre una superficie afín que asegure el anclaje con la capa siguiente.

Su objetivo es establecer una continuidad entre la superficie existente no tratada y la otra carpeta a ser colocada, de forma que el ligante penetre ligeramente por gravedad, impregne la superficie ennegreciéndola y la dote de una impermeabilidad uniforme, sin polvo, ni partículas minerales sueltas, haciendo posible la extensión de los tratamientos asfálticos superiores en condiciones adecuadas.

Las imprimaciones son, típicamente, aplicaciones de riego de asfalto de baja viscosidad sobre una base granular, en preparación para la colocación de una mezcla asfáltica. Producen los siguientes efectos:

- Recubre y liga las partículas minerales sueltas en la superficie de la base
- Endurece o refuerza la superficie de la base
- Impermeabiliza la superficie de la base y la mezcla asfáltica

Aunque esta tarea aún no se llevó a cabo a continuación se explicará cómo es el procedimiento para su colocado y las cuestiones a tener en cuenta.

Debemos saber que el riego de liga en ningún caso aporta resistencia estructural al paquete.

Limitaciones Meteorológicas

No se deberá efectuar imprimaciones si el tiempo se presenta neblinoso o lluvioso.

Las aplicaciones se efectuarán únicamente cuando la temperatura atmosférica sea de por lo menos 10°C y subiendo, y la temperatura de la superficie a tratar no sea inferior a 10°C.

Distribuidores de Asfalto

Los distribuidores de asfalto consistirán en depósitos o cisternas montados sobre camiones o unidades similares, aisladas y provistas de un sistema de calentamiento, que generalmente calienta el asfalto haciendo pasar gases a través de tuberías situadas en su interior. Se deberá disponer de un grupo de motobombas adecuadas para manejar productos con viscosidad entre 20 y 120 Centistokes.

En zonas singulares como cunetas, pasajes, etc., se podrá utilizar equipos distribuidores manuales, cuidando que la aplicación sea uniforme.

Antes de comenzar los trabajos de imprimación, se deberán revisar los equipos, los cuales para asegurar un riego uniforme deberán cumplir al menos con los siguientes requisitos:

- El equipo distribuidor mantendrá continua y uniformemente la presión requerida a lo largo de toda la longitud de la barra regadora.
 - Antes de comenzar el riego, la barra y las boquillas deberán ser calentadas a la temperatura requerida.
-

- La disposición de las boquillas será la adecuada; el ancho del abanico será igual en todas ellas y formará con la barra un ángulo apropiado, normalmente de 17° a 33°, en tanto que las extremas formarán un ángulo entre 67° y 90°.

- El ángulo de incidencia del riego con la superficie del camino será de 90° ±5°.

- La altura de las boquillas deberá asegurar un adecuado traslape de los abanicos de distribución.

- El distribuidor se desplazará a una velocidad tal que mantenga un riego homogéneo. La velocidad del distribuidor y la bomba de asfalto se controlarán mediante dispositivos incorporados al equipo.

- La temperatura del asfalto en el estanque se controlará con termómetros que permitan medirla en forma rápida.

Altura de la barra de riego.

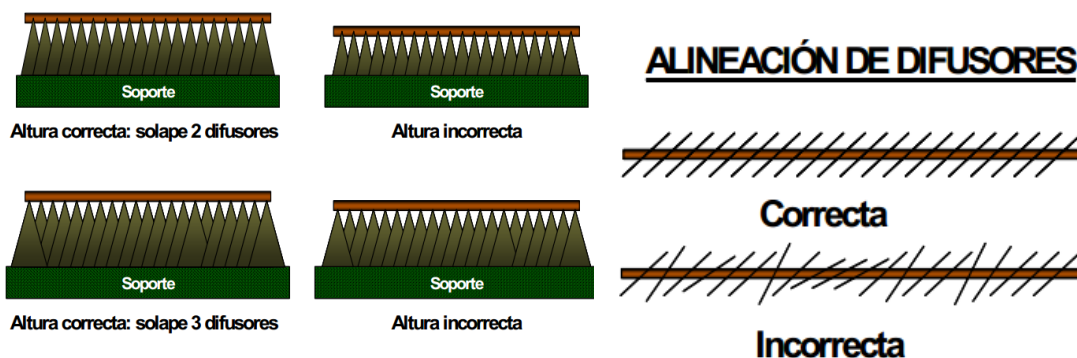


Fig. 6.22 – Altura y Alineación de los Difusores.

Preparación de la Superficie a Imprimir

Antes de imprimir, se debe retirar de la superficie todo material suelto, polvo, suciedad o cualquier otro material extraño. Cuando la superficie presente partículas finas sueltas, como consecuencia de una excesiva sequedad superficial, se podrá rociar ligeramente con agua, antes de imprimir, pero, en todo caso, no se deberá imprimir hasta que toda el agua de la superficie haya desaparecido.

Aplicación del Asfalto

El asfalto deberá aplicarse mediante distribuidores a presión.

Cuando sea necesario mantener el tránsito, la imprimación deberá efectuarse, primeramente, en la mitad del ancho de la calzada. En tales circunstancias, la imprimación de la segunda mitad deberá iniciarse sólo cuando la superficie de la primera mitad se encuentre cubierta con la capa superior y transitable, no permitiéndose el tránsito sobre superficies recién imprimadas.

Dependiendo de la textura de la superficie a imprimir la cantidad de asfalto a colocar se determinará en terreno, estableciendo la cantidad definitiva considerando obtener una penetración mínima de 5 mm después de un tiempo de absorción y secado de 6 a 12 horas en ambientes calurosos; de 12 a 24 horas en ambientes frescos y de 24 a 48 horas en ambientes fríos, frescos o húmedos. Si la imprimación seca antes de 6 horas, salvo en épocas muy calurosas y secas, se deberá verificar la dosis y las características del imprimante y de la superficie que se esté imprimando. El material asfáltico

deberá distribuirse uniformemente por toda la superficie, aplicando la dosis establecida con una tolerancia de $\pm 15\%$. Se deberá verificar la tasa de aplicación resultante cada 3.000 m² de imprimación o como mínimo, una vez por día.

Por otra parte, toda área que no haya quedado satisfactoriamente cubierta con la aplicación del riego, deberá tratarse en forma adicional mediante riego manual. Si estas reparaciones no resultan satisfactorias, se procederá a escarificar en 10 cm la superficie afectada, para volver a recompactar e imprimir.

Las superficies imprimadas deberán conservarse sin deformaciones, saltaduras, baches o suciedad, hasta el momento de colocar la capa siguiente; ésta sólo podrá colocarse, una vez que se verifique que el imprimante haya curado totalmente.

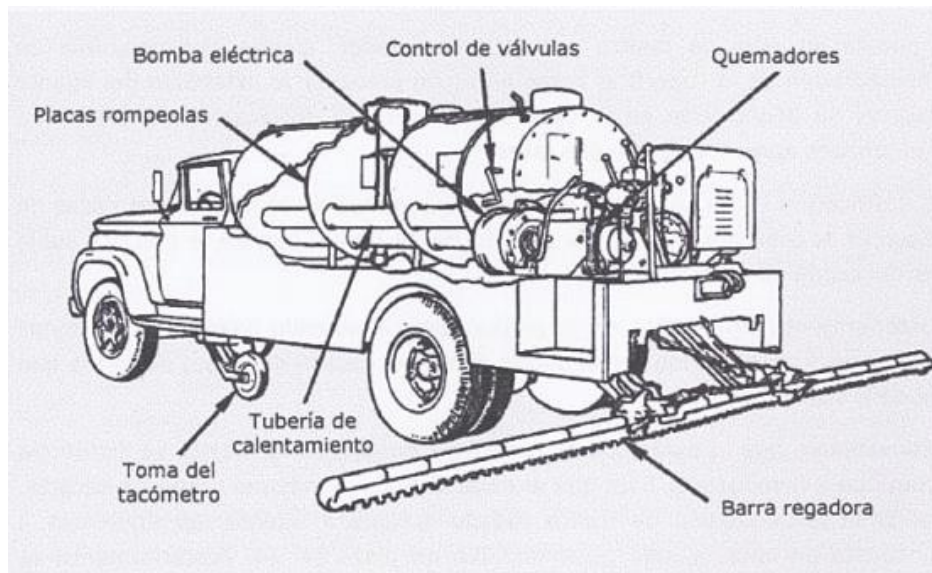


Fig. 6.23 – Cisterna regadora empleada para la aplicación del ligante.

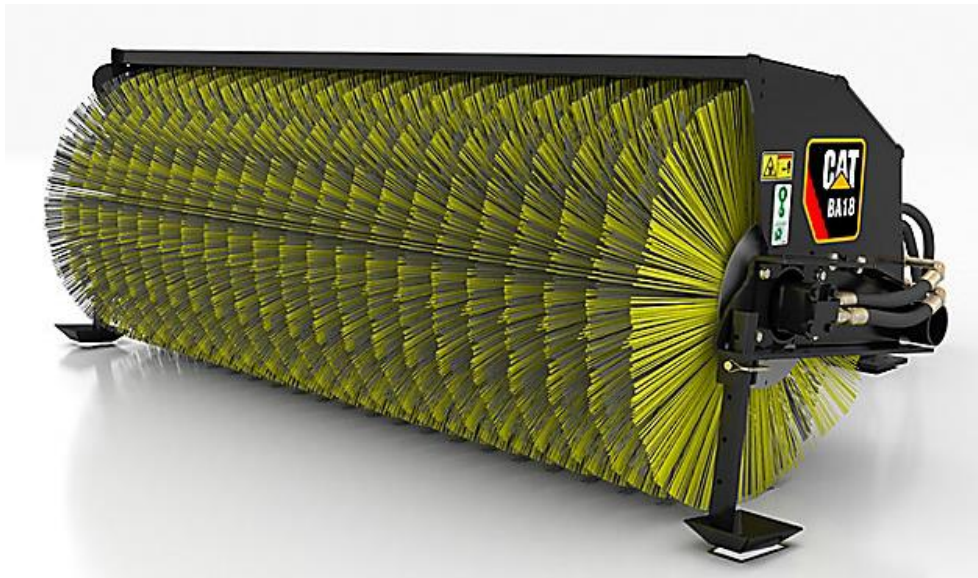


Fig. 6.24 – Cepillo Barredor CAT BAT 18.



Fig. 6.25 – Difusores distribuyendo ligante.

Riego de Liga

Es la aplicación de la emulsión asfáltica sobre una capa bituminosa o un pavimento ya existente y se utiliza para obtener una buena adherencia con la nueva capa asfáltica a construir.

El objetivo es lograr una capa fina y uniforme de emulsión la cual liberará el asfalto luego de romper.

Generalmente la nueva carpeta asfáltica se aplicará 30 minutos después de distribuida la emulsión.

Es importante determinar la cantidad de emulsión a aplicar de acuerdo al estado de la carpeta existente. Esta cantidad será la suficiente para lograr una adecuada adherencia entre las capas asfálticas evitando los excesos que podrían provocar exudación de asfalto.

El procedimiento de aplicación y los cuidados son los mismos que para el riego de imprimación.



Fig.6.26 – Cisterna distribuyendo ligante.

6.4.5 - Carpeta asfáltica o carpeta de rodamiento

La base asfáltica está compuesta por el siguiente dosaje:

DOSAJE MEZCLA		
MEZCLA DE ARIDOS		
REG.ARIDOS		PORCENTAJE
T 6-25		35.0%
T 0-6	2292	40.0%
ASIL	2337	15.0%
T 6-19	2273	10.0%

Tabla 3 – Composición de base asfáltica.

El cemento asfáltico es de YPF, asfalto llamado comercialmente asfalsol 30.

La carpeta asfáltica tiene en este caso un espesor de 5 cm.

Una vez terminado el riego de liga anteriormente explicado se procede a realizar esta capa asfáltica o también llamada carpeta de rodamiento. El equipo necesario para esta tarea abarca, la terminadora, los camiones con la mezcla asfáltica y las compactadoras, para este caso, se usarán 4 de estas últimas maquinas, 2 lisas y 2 neumáticas, ambas operando en el mismo momento.

La terminadora usada es una DYNAPAC F161W con un rendimiento de 170 tn/ hs.



Fig. 6.27 – Terminadora de Asfalto.

Las dimensiones son: ancho básico 2.60 metros, ancho de trabajo con regla hidráulica extensible 6.05 con una capacidad de tolva de 5.4 m³ (12 Tn) y, con una producción de 600 t/h o 54m/min.

En el cargado de la terminadora, el camión, que en este caso dispone de una batea en donde se almacena la mezcla, se debe de acercar muy despacio a la terminadora. Cuando esté bien cerca, la terminadora deberá de empujar al camión, ya que de esta manera se garantiza que no se produzca un borde en la calzada que se está ejecutando.



Fig. 6.28 – Cargado de la terminadora.

La terminadora deberá trabajar simultáneamente, con la menor cantidad de paradas posibles, por ello es muy importante que los camiones con la mezcla lleguen antes de que la terminadora se quede sin material.

A medida que la terminadora va distribuyendo el material y compactándolo, gracias al sistema de compactado y vibrado integrado que posee, por detrás de ésta, entran 2 rodillo liso en el sentido de avance sin vibrar y en retroceso vibrando. Luego, ingresan los 2 compactadores neumáticos.



Fig.6.29 – Rodillos compactando.

Como puede observarse en las fotografías, el rodillo liso es de la marca Hamm Mod. HD 110 de 13.3 toneladas. Se trata de una compactadora en tándem, de rodillos, autopropulsada con un rendimiento de 100m/1hs aproximadamente, dependiendo mucho de la planta asfáltica y el espesor de la carpeta.

En estas compactadoras la característica más importante es la presión que ejercen sobre el terreno. Se considera un área de contacto en función del diámetro de los rodillos, peso de la máquina y tipo de suelo, a través del cual se transmite la presión estática. Su utilización máxima la obtienen, hoy día, en las primeras pasadas de compactación de aglomerados asfálticos. Para que no se adhiera la mezcla asfáltica van provistas de depósitos de agua que mojan constantemente los rodillos. La experiencia del maquinista es muy importante, sobre todo, para borrar sus propias huellas.



Fig. 6.30 – Rodillo Liso Hamm.

Los compactadores neumáticos son también de la misma marca alemana HAMM GRW 18 de 14 Toneladas.

Estas máquinas trabajan principalmente por el efecto de la presión estática que producen debido a su peso.

Las superficies de contacto de un neumático dependen de la carga que soporte y de la presión a la que esté inflado, pero la presión que el neumático transmite al suelo a través de la superficie elíptica de contacto no es uniforme. Por lo tanto y para simplificar el problema se emplea el término presión media de contacto que se obtiene dividiendo la carga sobre cada rueda por la superficie de contacto. Estas superficies de contacto se obtienen para las diferentes presiones de inflado y cargas sobre rueda, marcando las huellas de contacto sobre una placa de acero con el neumático en posición estática. Es norma general esperar una presión del orden del 90 % de la presión en la superficie a profundidades de 70 cm. y actuando en un ancho de unos $2/3$ del ancho de la huella del neumático. Esto obliga a las máquinas compactadoras de este tipo a procurar un cierto solape entre las huellas de los neumáticos delanteros y traseros. Un compactador de neumáticos inflado a poca presión da unas superficies de contacto cóncavas y en los bordes del neumático, en los que la cubierta recibe el apoyo estructural de los laterales, aparecen unas presiones horizontales adicionales que ayudan al asentamiento de las partículas y a su mezclado. El efecto de compactación y amasado de los neumáticos produce excelentes resultados en el sellado de la superficie.



Fig.6.31 – Rodillo neumático compactando.

Finalmente, los operarios van distribuyendo material en la junta de manera manual con un rastrillo, para que los compactadores pasen por ahí y no queden marcas en la misma.



Fig.6.32 – Corrección de junta.

Terminadas estas tareas, el desvío de Colón quedará listo para su uso y para la ejecución de la alcantarilla 9.

6.5 – Ensanches y Empalmes - Descripción.

Para poder completar con la primera etapa mencionada en el capítulo 5, es necesario terminar con las Ramas directas Este-Norte (Gama), Rama Norte-Oeste (Ferrocons) y Rama Oeste-Sur (Ejército Argentino) y realizar mejoras sobre la rotonda actualmente construida.

Como se mencionó anteriormente estas ramas funcionarán como tres carriles de circulación generados a partir de los 7.00 mts de ancho de calzada de hormigón y 3.50 mts de banquina pavimentada.

Para ello, se deberá ejecutar una ampliación del ancho de banquina previsto sobre las ramas y ensanche en algunos sectores de la rotonda para mantener en todo momento los tres carriles de circulación.

6.6 – Ensanches

El ensanche designado 1 en la figura se debe a que la rama directa Oeste-Norte (Ferrocons) entre las progresivas 0+450 a 0+490 abarca unos 120 m² de lo que actualmente es la rotonda. Entonces para poder trabajar totalmente sobre la rama, se hace este ensanche que permitirá mantener siempre el ancho necesario para que circule el tránsito y generar un carril de desaceleración para todos aquellos usuarios que quieran girar en este punto.

Asimismo, el 2 se debe al mismo motivo que el 1, es decir, para mantener tres carriles de circulación, de esta manera la vía no reducirá su capacidad.

Finalmente, el 3 se realizó debido a que los vehículos provenientes por la Av. Ejército Argentino (de Calera a Tropezón) ingresan a la rotonda con altas velocidades, lo que puede provocar algún accidente con los vehículos que giran en el carril que está a la altura del ingreso al Barrio Militar, puesto que circulan a menor velocidad.

En conclusión, los ensanches antes mencionados permiten mantener siempre tres carriles de circulación, de esta forma la capacidad de la rotonda no se verá reducida por la obra propiamente dicha.

6.7 – Ejecución de ensanches

La ejecución de los ensanches se realizó de la siguiente forma:

Una vez definido el lugar y la dimensión del ensanche, un topógrafo marca en obra los puntos que abarcarán los mismos. Luego se procede al desmonte, limpieza y posterior demolición de los cordones.

Para esta tarea la maquinaria utilizada consistió en una Retroexcavadora CAT 416e, una cargadora frontal y varios camiones para transportar el material retirado.



Fig.6.33 – Retroexcavadora CAT 416e.

Terminado el desmonte y la limpieza se procedió a la apertura de caja, con lo que, conocido el paquete estructural que llevará el ensanche, sabemos cuánto habrá que profundizar la caja para realizar el paquete. En este caso unos 20 cm ya que el paquete adoptado es el mismo que se utilizó para el desvío Colón (apartado 6.3), por ser estos de carácter provisorios.

1 – Carpeta Asfáltica $e = 0.05$ m

2 – base Granular $e = 0.15$ m



Fig. 6.34 – Desmonte limpieza y apertura de caja.



Fig. 6.35 – Apertura de los ensanches.

Seguido a la apertura de caja, se procede al compactado, el cual se realiza de la misma manera que en el apartado 6.4.3 (Sub-base), y utilizándose los mismos equipos: rodillo pata de cabra, liso y compactador neumático.



Fig.6.36 – Compactado de los ensanches.

Con esto se logra tener lista la subrasante para el posterior colocado de la base granular, este se realiza de la misma manera que se explica en el apartado 6.4.3 (Subbase).

Finalmente se realiza el riego de liga e imprimación para terminar colocando la base asfáltica de 5 cm. (ver apartado 6.4.4 – Riego de liga e imprimación y apartado 6.4.5 - Carpeta de rodamiento)

6.8 – Empalmes.

Por otro lado para esta primera etapa es necesaria la construcción de los empalmes que permitan la continuidad entre las ramas directas. Estos empalmes serán provisorios y mantendrán vinculado lo siguiente:

A - Rama Este-Norte (Gama) con Rama Norte-Oeste (Ferrocons).

B - Rama Norte-Oeste (Ferrocons) con calzada principal de Av. Colón sentido Calera-Córdoba.

C - Av. Colón sentido Calera-Córdoba con Rama Este Norte (Gama).

Los empalmes se ejecutaran de 8.00 mts de ancho (2 carriles) con un carril de aceleración de 40 mts de longitud.

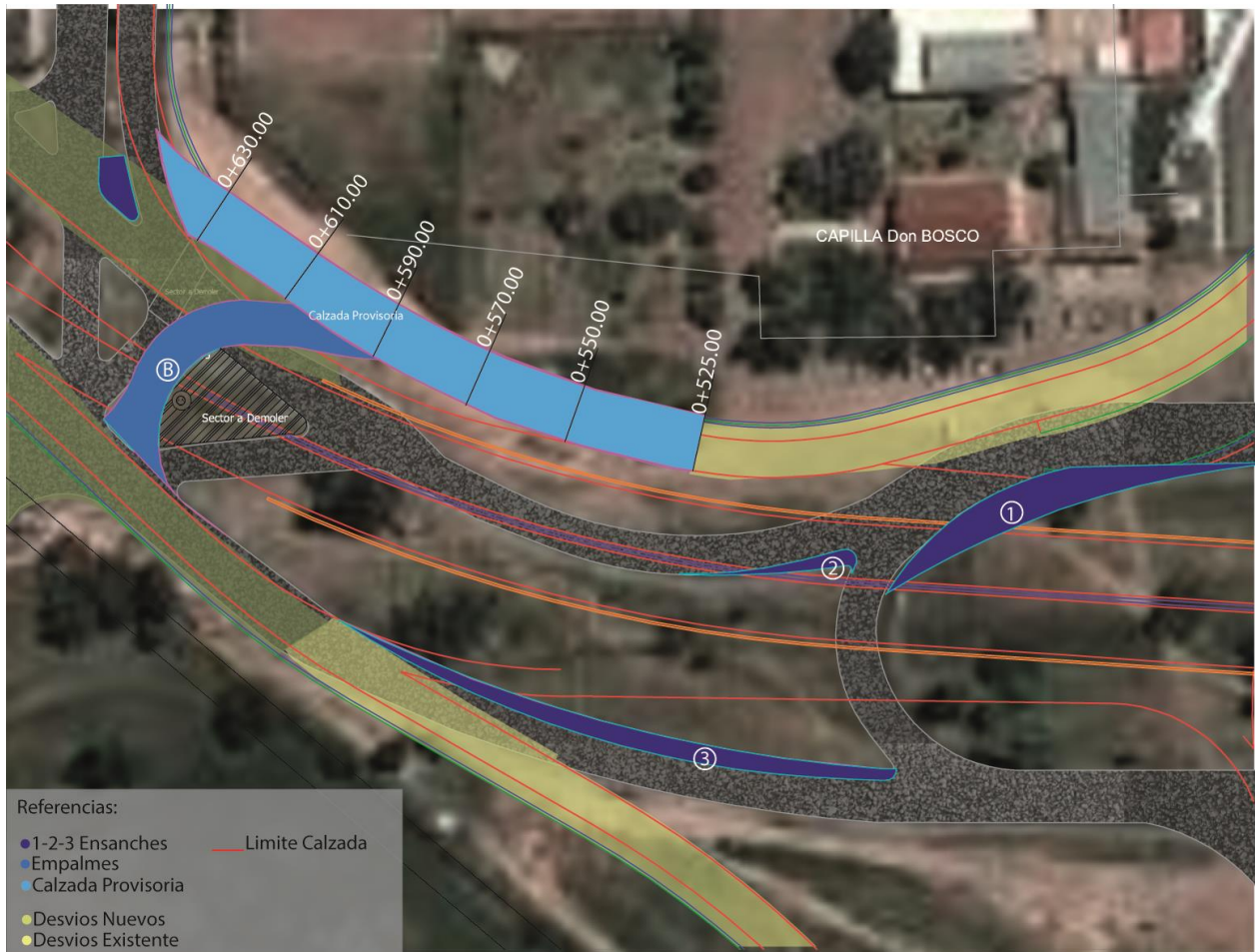


Fig.6.37– Rama Norte-Oeste (Ferrocons) con calzada principal de Av. Colón sentido Calera-Córdoba.



Fig. 6.38 – Rama Este-Norte (Gama) con Rama Norte-Oeste (Ferrocons).

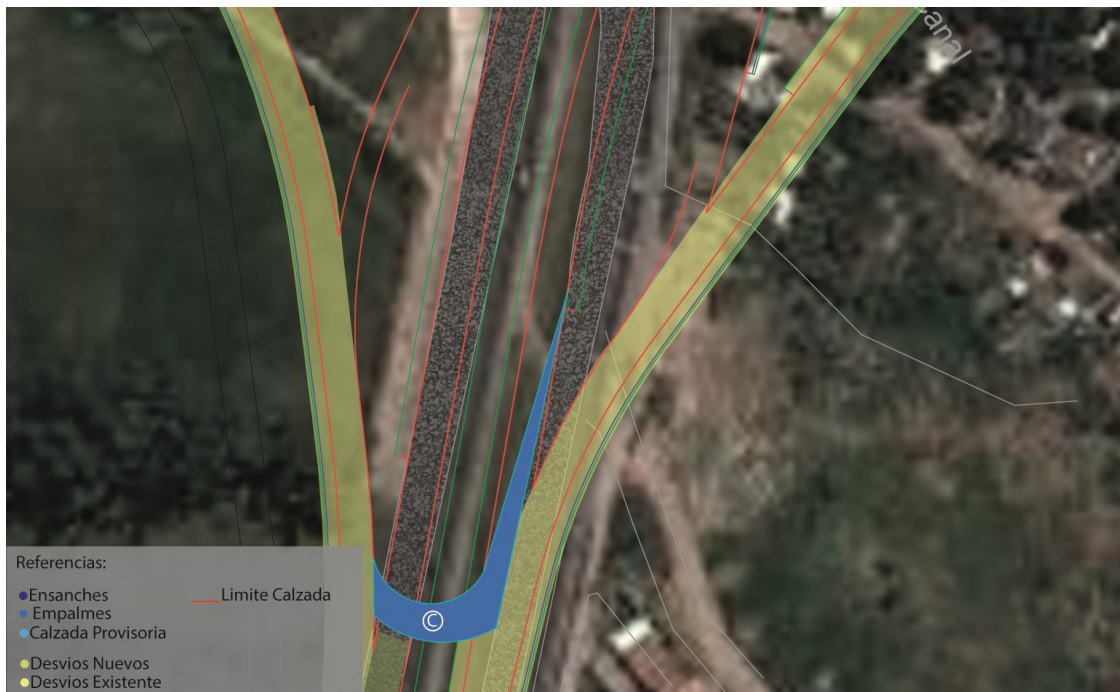


Fig. 6.39 – Av. Colón sentido Calera-Córdoba con Rama Este Norte (Gama).

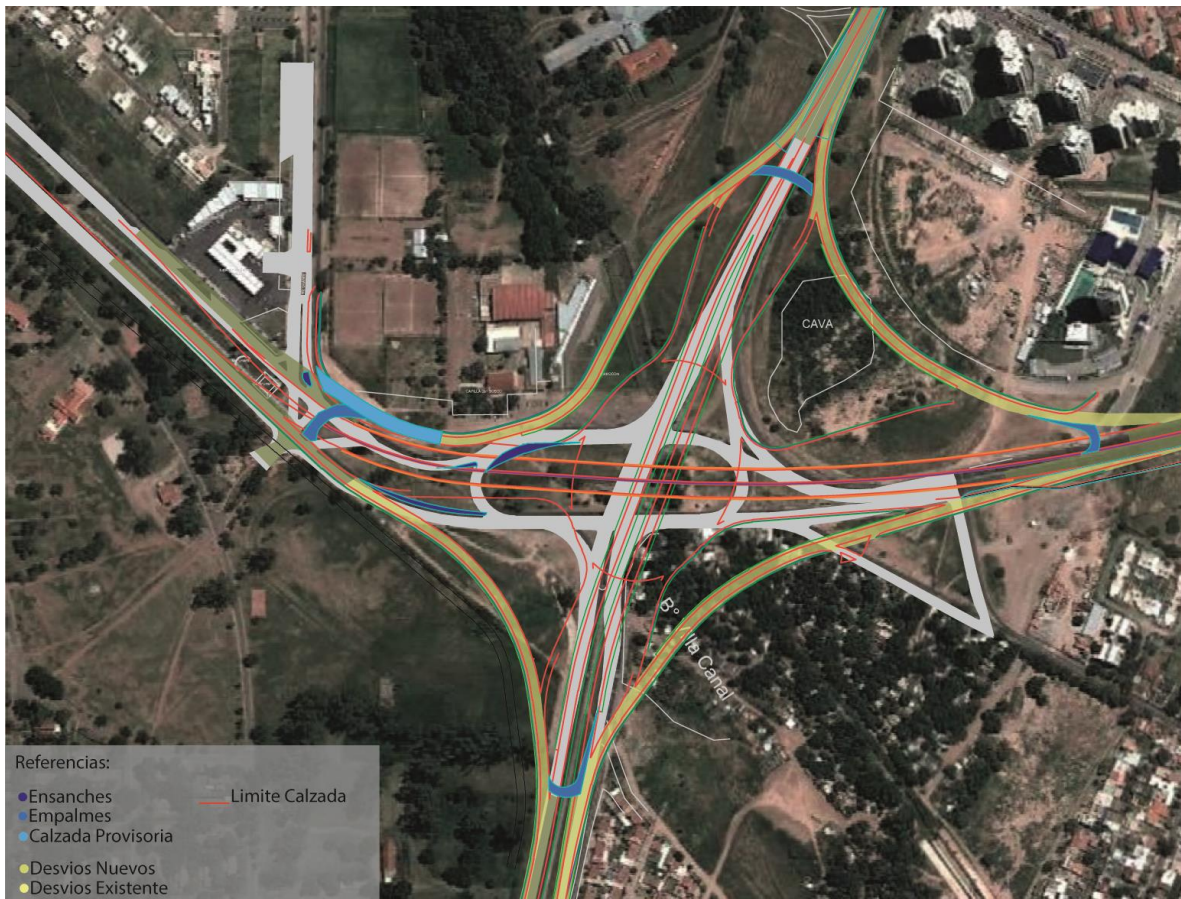


Fig. 6.40 –Plano general de Empalmes.

6.9 – Ejecución de empalmes

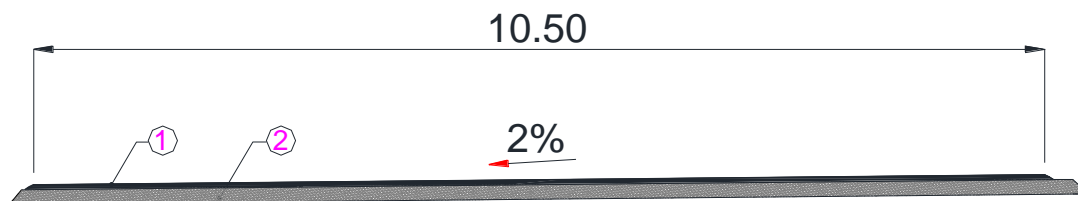
El procedimiento de ejecución consta, básicamente, de un marcado y una buena señalización de los mismos, ya que se realizará sobre la calzada existente, como puede apreciarse en la figura.

En cuanto a la ubicación de los empalmes, se consideró ubicarlos de manera tal que sean bien funcionales, es decir que el vehículo accediera fácil y directamente a ellos, sin tener que realizar demasiadas maniobras. Por otro lado, se tuvo en cuenta que no existiera ninguna interferencia que lo

interrumpa, como por ejemplo las luminarias, carteles, etc. Además, se tuvo en cuenta para su ubicación colocarlo de manera tal que no exigiera grandes desniveles entre la entrada y la salida al empalme.

6.10 – Rama Provisoria

Sin bien, como se mencionó en el capítulo 5 (primera etapa), se construyen como obras definitivas las Ramas Este-Norte (Gamma), Rama Norte-Oeste (Ferrocons) y Rama Oeste-Sur (Ejército Argentino) con el objetivo de poder desviar el tránsito por dichas ramas y liberar la zona de trabajo necesaria para la ejecución de la obra. La rama Norte-Oeste no se construirá en su totalidad como obra definitiva ya que entre la progresiva 0+525 a 0+640, es necesario la reubicación y remodelación de obras de servicio públicos como, cloacas, agua, gas, redes de telecomunicaciones y canal maestro, por lo tanto entre este progresivado se hará de forma provisoria con el siguiente paquete estructural:



1. Carpeta Asfáltica $e = 0.05$ mts.
2. Base Granular $e = 0.15$ mts.

Fig. 6.41 –Perfil Transversal de Ensanches.

CAPÍTULO 7 – SEGUNDA ETAPA.

Para la segunda etapa, se completa la ejecución definitiva de la Rama Oeste-Sur, (Militares) resolviendo los problemas hidráulicos antes mencionados.

Se construye como obra provisoria el empalme de la Rama Oeste-Sur (Ferrocons) con la calzada principal de la Av. Revolución Libertadora.

Por otro lado, sobre la Av. Revolución Libertadora, se generará un desvío provisorio en el carril con sentido Carlos Paz-Córdoba, donde el tránsito circulante por dicha calzada será trasladado al carril contrario para de esa manera liberar la zona y poder así completar con las obras hidráulicas necesarias sobre dicha avenida (Canal maestro). De esta manera el cuadrante Oeste-Sur quedará liberado para poder empezar con la ejecución de las ramas de acceso a la rotonda. - Ver Fig. 7.1 y Fig. 7.2 -.

La cartelería para este desvío se verá más adelante en capítulo correspondiente.

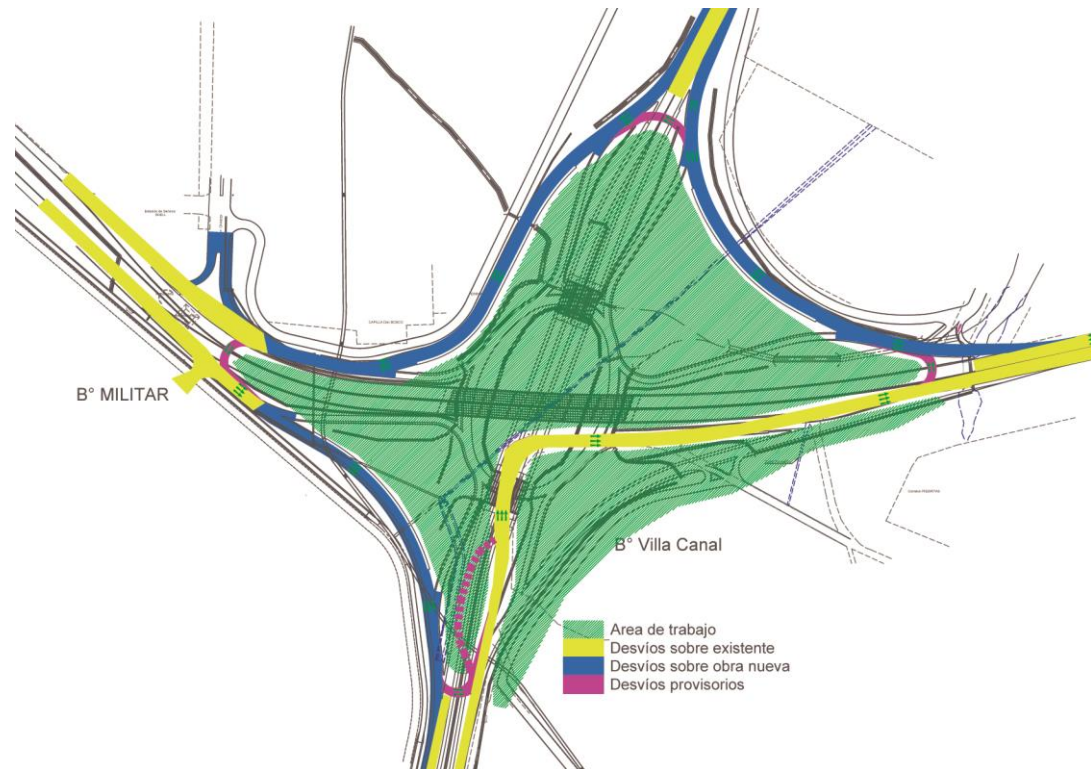


Fig. 7.1 –Segunda Etapa de Desvío.



Fig. 7.2 –Primera desvío de la segunda Etapa.



Fig. 7.3 – Segundo desvío de la segunda Etapa.

CAPÍTULO 8 – TERCERA ETAPA.

Para la siguiente etapa se construye como obra definitiva la Rama Este-Sur (Asentamiento), ello podrá lograrse una vez que se haya retirado y trasladado el asentamiento, para lo cual deberá ejecutarse 65 viviendas.

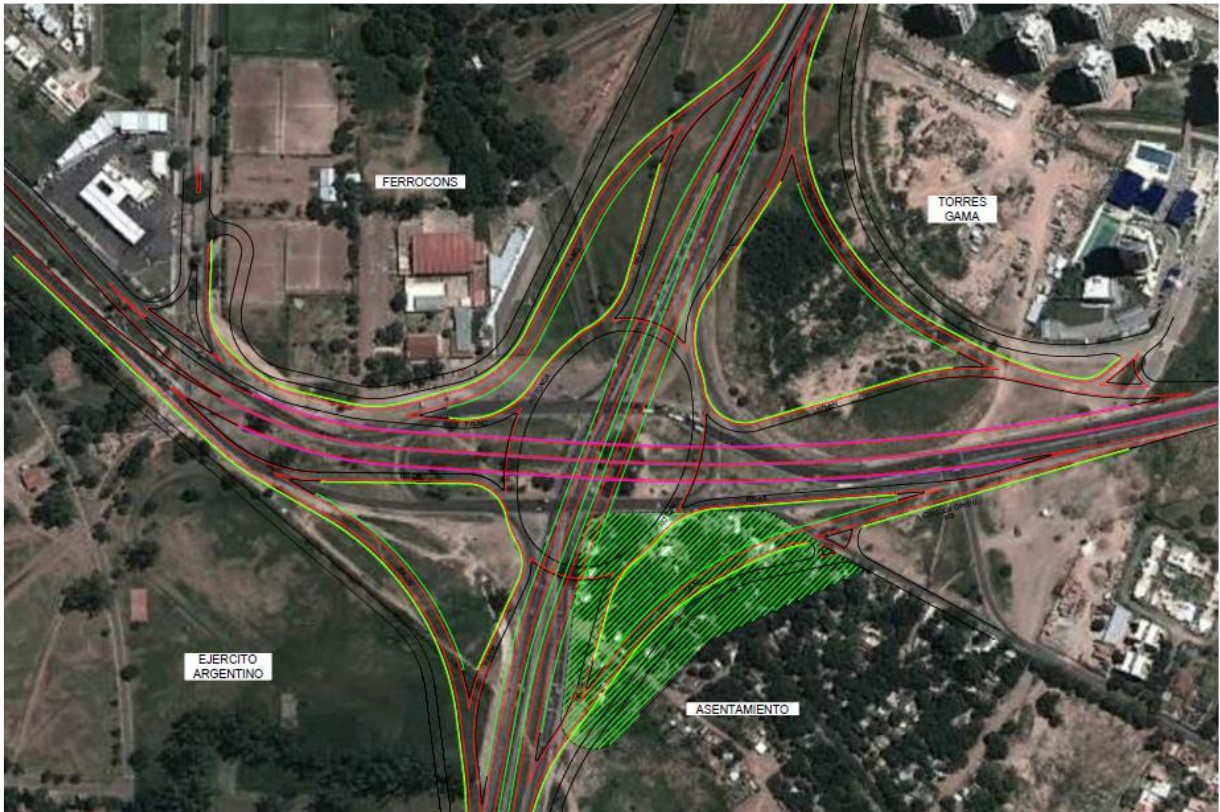


Fig. 8.1 – Asentamiento a reubicar.

Como obras provisionarias en esta etapa se realizan los siguientes empalmes:

Rama Este-Sur (Asentamiento) con la Rama Este-Norte (Gamma)

Rama Oeste-Sur (Ejército Argentino) con la Rama Este- Sur (Asentamiento).

Obteniendo el cuadrante Este-Sur liberado. - Ver Fig. 8.2 -

Así quedarán vinculadas las 4 vías que confluyen en el tropezón sin tener que acceder a él, con lo que quedara liberada casi por completo la zona de trabajo permitiendo la realización definitiva de la rotonda, sus ramas de acceso y el puente circunvalación Sur.

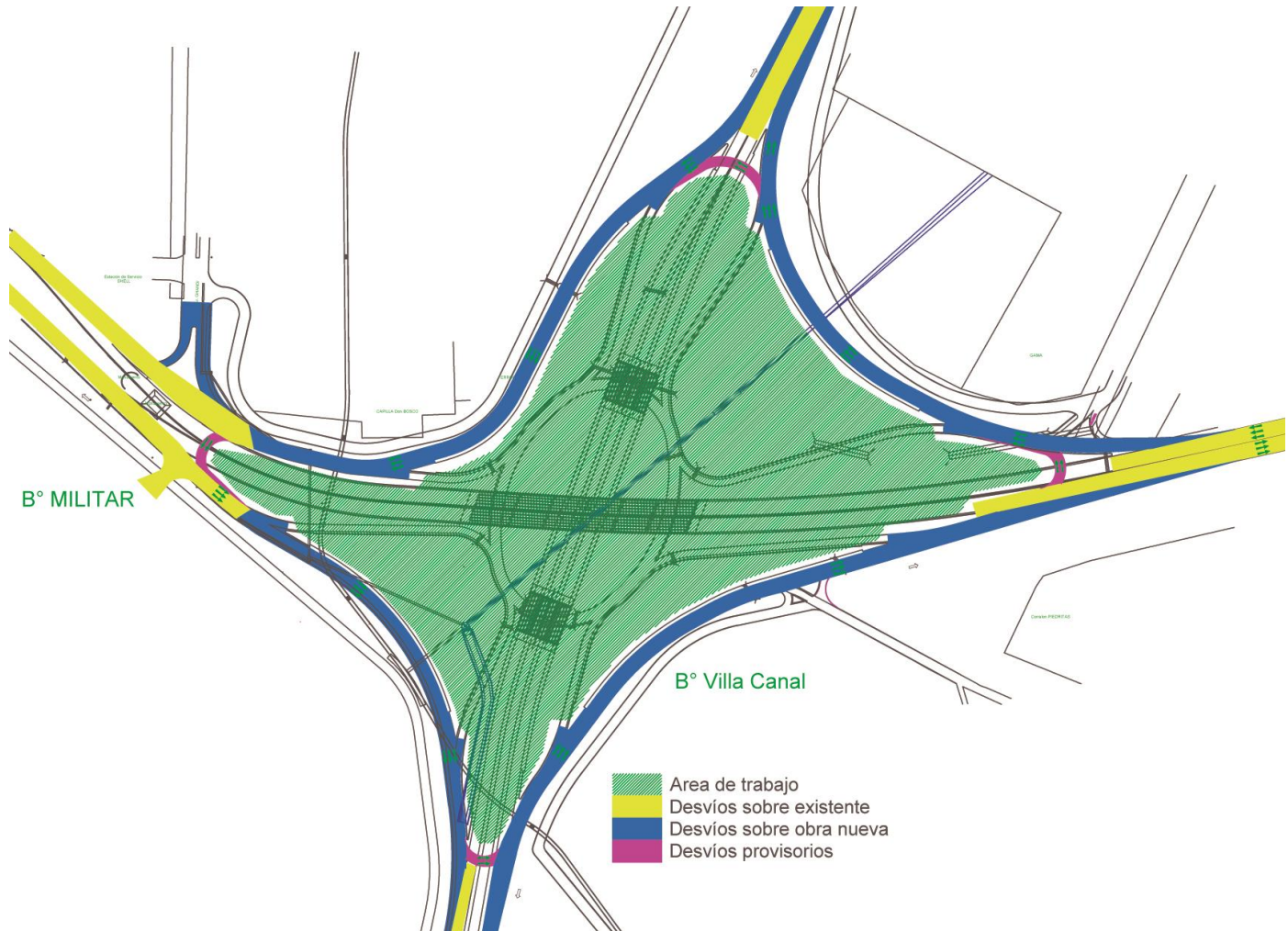


Fig.8.2 – Tercera Etapa.

CAPÍTULO 9 – CUARTA ETAPA.

Finalmente en la última etapa, teniendo la rotonda con sus ramas de accesos construidas definitivamente se quitaran los empalmes provisionarios mencionados en las etapas anteriores y se habilitara la circulación del tránsito sobre la rotonda y sus respectivas ramas, lo que permitirá obtener liberada por completo el área de trabajo y a partir de ello empezar con la ejecución de los terraplenes para el viaducto. -Ver Fig. 9.1 y 9.2-

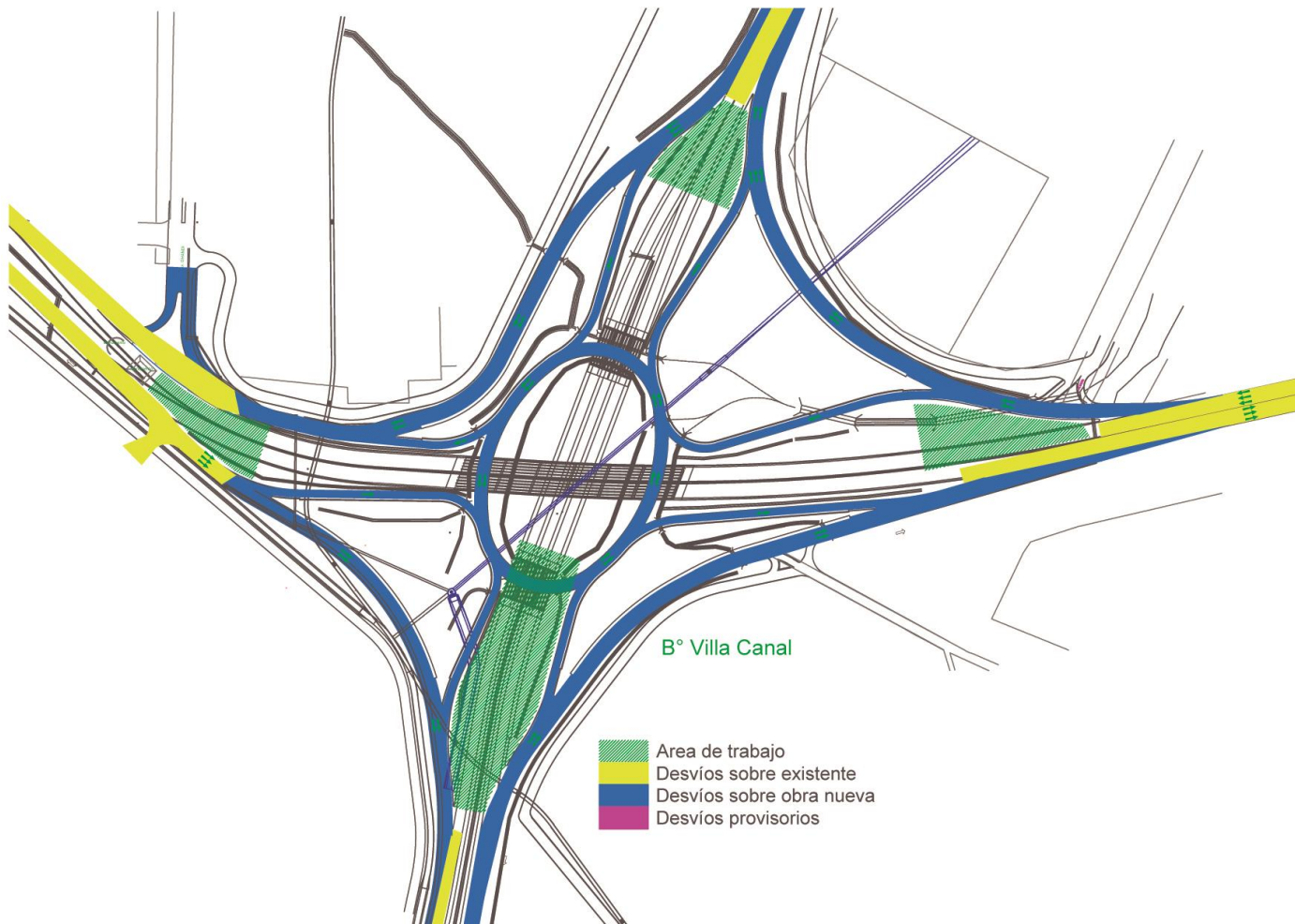


Fig. 9.1 – Cuarta Etapa.

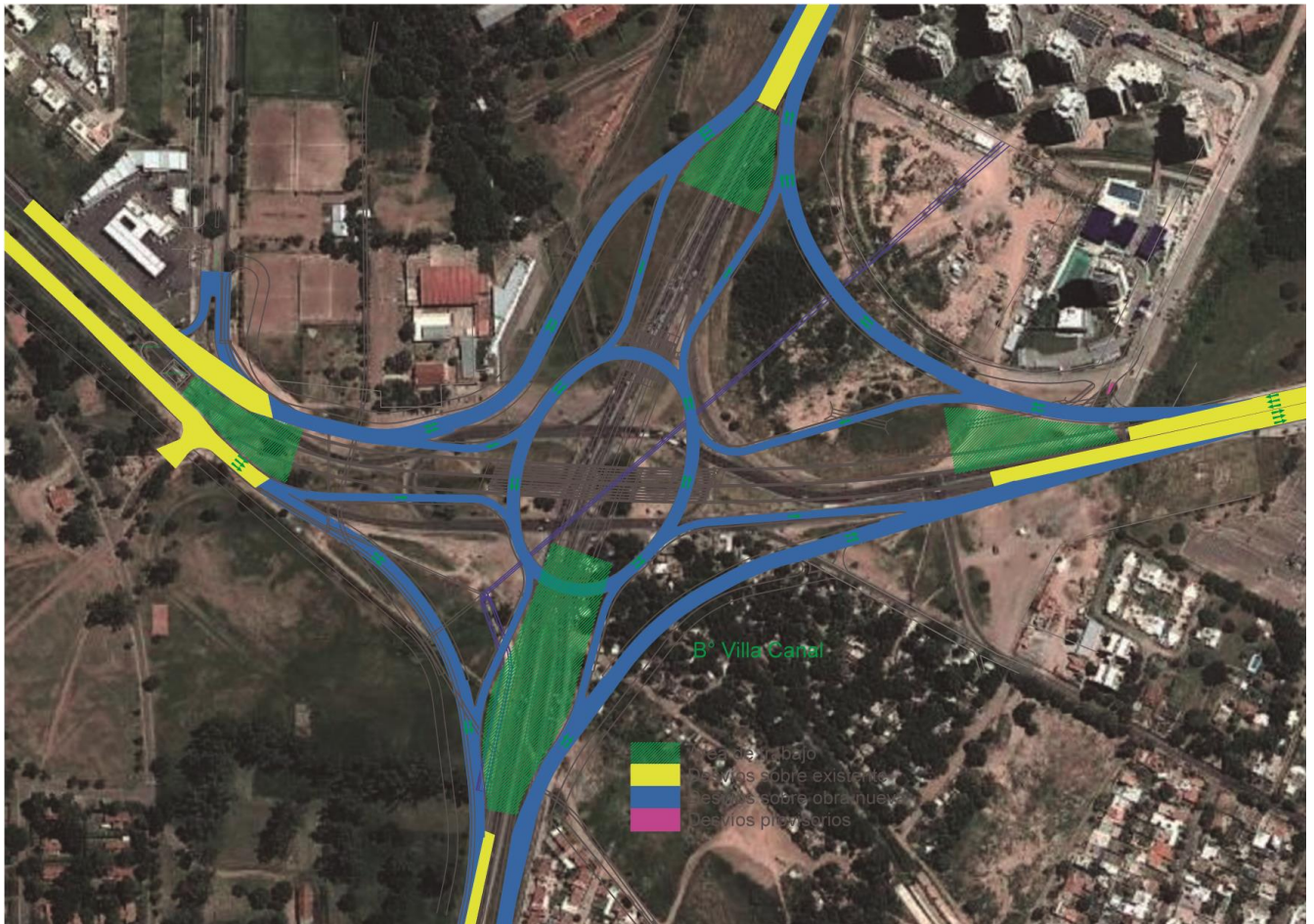


Fig. 9.2 – Cuarta Etapa.

CAPÍTULO 10 – ALTERNATIVAS DE CIRCULACIÓN.

A los efectos de disminuir el volumen de vehículos que circulan por la zona de obra se propone incentivar a los conductores a tomar los siguientes caminos alternativos:

Desde La Calera al Centro: dirigirse por Av. República de China (ingreso a Valle Escondido) y tomar en la primera rotonda a la derecha por la nueva conexión Barrios del oeste-Cárcano para luego continuar por Av. Costanera. También es factible esta alternativa para los automovilistas que se dirigen a zona norte.

Desde Estadio Kempes a La Calera: ídem al recorrido anterior en sentido inverso.

Desde Centro a Estadio Kempes: 900 mts antes de Tropezón girar a la derecha por Av. Río Bamba, luego, en la rotonda, girar hacia Av. Del Piamonte hasta Av. Cárcano.

Desde Autopista Carlos Paz a Centro: ingresar por Av. Santa Ana 1900 mts antes de Tropezón y continuar hasta calle Juan García Martínez, luego por esta última hasta Av. Colón.

Desde Centro a Autopista Carlos Paz: ídem al recorrido anterior en sentido inverso.

Finalmente se realizara una campaña informativa, donde se distribuirán por todo la ciudad inclusive en los peajes, folletos donde se indican las vías

alternativas que los usuarios pueden tomar para evitar el tropezón y así poder llegar su destino sin mayores demoras.

A continuación se muestra el diseño de este folleto informativo el cual se me encomendó que realizara:



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

PROYECTO NUDO VIAL EL TROPEZÓN

El futuro Nudo El Tropezón que construye el Gobierno de Córdoba en la intersección de las avenidas Cárcano y Colón, tendrá tres niveles y se constituirá en una obra emblemática por el impacto positivo que tendrá en la zona y por la complejidad ingenieril. Actualmente, un promedio de 30 mil vehículos diarios transitan por Cárcano y unos 20 mil por Colón.

El proyecto definitivo prevé en un primer nivel o inferior la rotonda de distribución de movimientos a la que confluirán cuatro ramas de ingreso y cuatro ramas de egreso de los movimientos de Av. de Circunvalación hacia Av. Colón – Ejército Argentino y viceversa.

En un segundo a nivel sobre la rotonda se desarrollará la nueva calzada de la Av. Circunvalación, la cual cruzará con dos puentes, de aproximadamente 25 metros de longitud cada uno, la rotonda inferior de distribución de movimientos, ubicada en el primer nivel. Para los puentes correspondientes a la Av. de Circunvalación se ha previsto un ancho de tres carriles.

Finalmente, el tercer nivel o superior corresponde a las rampas de acceso y viaducto de 160 m de longitud compuesto por seis tramos de 30 metros de luz, mediante el cual la Av. Colón-Ejército Argentino cruza sobre la Av. de Circunvalación. Y cuatro ramas de salida directa: dos de Av. de Circunvalación hacia Av. Colón – Ejército Argentino y las dos restantes de Av. Colón – Ejército Argentino hacia Av. de Circunvalación.

NUEVO NUDO VIAL EL TROPEZÓN

OBRA EN CONSTRUCCIÓN EVITA DEMORAS TE MOSTRAMOS LOS DESVÍOS

Electroingeniería S.A. **ROGGIO BENITO BOGGIO E HIJOS S.A.**

Fig. 10.1 – Esquema de Folleto.





CAPÍTULO 11 – ACLARACIONES.

Para los empalmes de las obras nuevas con calzadas existentes se necesitarán ejecutar desvíos menores o trabajos en $\frac{1}{2}$ calzada que se confeccionaran a medida que avance la obra.

También podrán sufrir variaciones si no se cuenta con la traza liberada al momento en que sea necesario ejecutar el desvío para dar continuidad a los trabajos según el plan de avance previsto.

CAPÍTULO 12 – COMPUTO Y COSTO DE LOS DESVIOS.

Actualmente el costo de ejecución de los desvíos ronda los tres millones ochocientos mil treientos cincuenta y tres mil pesos (\$ 3.800.353,68), lo cual no es una cifra menor, de allí la importancia de una buena planificación de los mismos, con ello no solo se logra un tránsito ordenado y sin riesgos de accidentes, sino que además los costos de estos no se vean incrementados por imprevistos.

A continuación se detalla el cómputo de materiales de las ramas y desvíos.

TRAMO II		Prog. Inicial	Prog. Final	Largo	Carpeta de concreto asfáltico p/calzada e=0,05m		Carpeta de concreto asfáltico p/banq. e=0,05m		Base de concreto asfáltico e=0,12m	
Sector	Rama	(m)	(m)	(m)	Ancho (m)	Superficie (m ²)	Ancho (m)	Superficie (m ²)	Ancho (m)	Superficie (m ²)
1	Desvio Colon					2845,39				
2	Retorno Ejercito Argentino					519,16				
3	Continuacion Rama Directa Ferrocons hasta Gandhi					1226,86				
4	Ensanche Ejercito Argentino 1					46,74				
5	Ensanche Ejercito Argentino 2					301,00				
6	Ensanche Ejercito Argentino 3					346,19				
7	Retorno Carcano Norte					400,71				
7	Retorno Colon 1º Etapa					267,73				
9	Retorno Carcano Sur 2º Etapa					415,44				
10	Desvio para Construccion de Puente					2190,00				
12	Desvios Ejercito Argentino para Contruccion Canal Maestro					2190,00				
14	Desvios Carcano Sur para construccion Alcantarilla					4380,00				
	Av. Carcano - DERECHA DEFINITIVO	0+000,00	0+140,29	140,29						
IT	Empalme Rama Dir Gama con Carcano	0+000,00	0+140,29	140,29			1,00	118,29	0,09	12,63
	Av. Carcano - IZQUIERDA DEFINITIVO	0+000,00	0+109,50	109,50						
IT	Empalme Carcano con Rama Dir Ferrocons	0+000,00	0+109,50	109,50			1,00	87,50	0,09	9,86
	RAMA DIRECTA GAMA									
IT	carril acceso rama directa	0+065,40	0+160,00	94,6			1,00	94,60		
	carril acceso rama directa	0+160,00	0+212,25	52,25			1,00	52,25		
	carril acceso rama directa	0+212,25	0+378,05	165,80			1,00	165,80		
IT	carril acceso rama directa	0+378,05	0+467,12	89,07			1,00	89,07		
IT	RAMA DIRECTA FERROCONS	0+136,00	0+636,94	500,94						
IT	carril acceso rama directa	0+136,00	0+229,06	93,06			1,00	93,06		
IT	carril acceso rama directa	0+229,06	0+400,00	170,94			1,00	170,94		
IT	carril acceso rama directa	0+400,00	0+461,74	61,74			1,00	61,74		
IT	carril acceso rama directa	0+461,74	0+636,94	175,20			1,00	175,20		
TOTAL DESVIOS						15129,22		1108,45		22,48

TOTAL

Sup.	15129,22 m ²	1108,45 m ²	22,48 m ²
Espesor.	0,05 m	0,05 m	0,12 m
P.E	2,40 Tn/m ³	2,40 Tn/m ³	2,40 Tn/m ³
	1815,51 Tn	133,01 Tn	6,47 Tn
	CA	CA	BCA

TRAMO II		Base granular para carpeta de CA e=0.18m			Base granular para banquina de CA e=0.20m			Subbase granular para banquina de CA e=0.20m			Terraplen			
Sector	Rama	Superficie (m2)	Espesor (m)	Volumen (m3)	Ancho (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	Ancho (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	Ancho (m)	Espesor (m)	Superficie (m2)	Volumen (m3)
1	Desvio Colon	2948,72	0,20	589,74										
2	Retorno Ejercito Argentino	616,08	0,15	92,41								0,30	616,08	184,82
3	Continuacion Rama Directa Ferrocons hasta Gandhi	1226,86	0,15	184,03										
4	Ensanche Ejercito Argentino 1	58,78	0,20	11,76										
5	Ensanche Ejercito Argentino 2	346,63	0,20	69,33										
6	Ensanche Ejercito Argentino 3	397,70	0,20	79,54										
7	Retorno Carcano Norte	417,34	0,15	62,60								0,30	417,34	125,20
7	Retorno Colon 1ª Etapa	297,27	0,20	59,45								0,30	297,27	89,18
9	Retorno Carcano Sur 2ª Etapa	447,34	0,20	89,47								0,30	447,34	134,20
10	Desvio para Construccion de Puente	1140,00	0,20	228,00								0,30	1140,00	342,00
12	Desvios Ejercito Argentino para Contruccion Canal Maestro	2280,00	0,20	456,00								0,30	2280,00	684,00
14	Desvios Carcano Sur para construccion Alcantarilla	4560,00	0,20	912,00								0,30	4560,00	1368,00
	Av. Carcano - DERECHA DEFINITIVO													
IT	Empalme Rama Dir Gama con Carcano		0,18	0,00	1,00	0,2	23,66	1,00	0,2	23,66	1,00	0,30		42,09
	Av. Carcano - IZQUIERDA DEFINITIVO													
IT	Empalme Carcano con Rama Dir Ferrocons		0,18	0,00	1,00	0,2	17,50	1,00	0,2	17,50	1,00	0,30		32,85
	RAMA DIRECTA GAMA													
IT	carril acceso rama directa				1,00	0,2	18,92	1,00	0,20	18,92				
	carril acceso rama directa				1,00	0,2	10,45	1,00	0,20	10,45				
	carril acceso rama directa				1,00	0,2	33,16	1,00	0,20	33,16				
IT	carril acceso rama directa				1,00	0,2	17,81	1,00	0,2	17,81				
IT	RAMA DIRECTA FERROCONS													
IT	carril acceso rama directa				1,00	0,2	18,61	1,00	0,2	18,61				
IT	carril acceso rama directa				1,00	0,2	34,19	1,00	0,2	34,19				
IT	carril acceso rama directa				1,00	0,2	12,35	1,00	0,2	12,35				
IT	carril acceso rama directa				1,00	0,2	35,04	1,00	0,2	35,04				
TOTAL DESVIOS		2834,33			221,69			221,69			3002,35			

TOTAL

2834,33 m3

221,69 m3

221,69 m3

70%

2,20 Tn/m3

2,20 Tn/m3

6235,52 Tn
487,72 Tn
155,18 m3
3002,35 m3

BASE GRAN

BASE GRAN

Arena

CAPÍTULO 13 – SEÑALIZACION

13.1 – Aspectos Generales de la Señalización.

Para un correcto funcionamiento y eficiencia de los sistemas de desvíos es fundamental y prescindible la señalización tanto vertical como horizontal.

En este capítulo se abordan las señales, dispositivos, medidas de seguridad y esquemas de señalización que se deben utilizar cuando se realicen trabajos en la vía, entendiendo como tales cualquier trabajo o restricción temporal que cause la obstrucción parcial o total de ésta.

Las **señales transitorias** son las señales de tráfico que tienen como función principal controlar el tránsito en aquellas zonas en las que se construyen o se realiza un mantenimiento de la vía. En otras palabras podemos decir que las señales y medidas de seguridad para trabajos en la vía tienen como objetivo fundamental que el tránsito a través o en los bordes de la zona donde se realizan las obras sea seguro y expedito, alterando lo menos posible las condiciones normales de circulación, garantizando a su vez la seguridad de los trabajadores.

Ello requiere que las señales regulen la circulación, adviertan de peligros y guíen adecuadamente a los conductores a través de la zona de trabajo, y que las medidas de seguridad protejan tanto a éstos como a los trabajadores.

Los dispositivos visuales suelen orientarse a definir las variables que se relacionan con:

- Formas geométricas.
- Colores y contrastes.
- Dimensiones físicas del dispositivo y sus componentes.
- Seguridad del elemento con respecto a los usuarios y entorno.

En cuanto a las dimensiones físicas de las señales están en función de *la velocidad de diseño (velocidad directriz), la capacidad fisiológica de lectura del receptor, la posición y localización del elemento y el horario y condiciones climáticas prevalecientes.*

El conjunto de actores necesarios para transmitir una información de una fuente que actúa como emisora hacia un destino, receptor, individual o colectivo, es lo que se denomina el ***Sistema de Comunicación Vial.***

Para esta tarea estuve a cargo de diseñar los planos con la disposición y distribución de las señales provisionales para las diferentes etapas de desvío. Dicho plano se realizaron con la normativa establecida por Camino de las Sierras ya que la obra se encuentra dentro de su jurisdicción.

13.2 – Zona de Trabajo en la Vía.

Una zona de trabajos en la vía está compuesta por las siguientes áreas o sectores:

Área de Advertencia.

En esta área se debe advertir a los usuarios la situación que la vía presenta más adelante, proporcionando suficiente tiempo a los conductores para modificar su patrón de conducción (velocidad, atención, maniobras ,etc.) antes de entrar a la zona de transición.

Área de Transición.

Es el área donde los vehículos deben abandonar la o las pistas ocupadas por los trabajos. Esto se consigue generalmente con canalizaciones o angostamientos suaves, delimitados por conos, tambores, balizas luminosas, etc.

Área de Trabajos.

Es aquella zona cerrada al tránsito donde se realizan las actividades requeridas por los trabajos; en su interior operan los trabajadores, equipos y se almacenan los materiales.

Área de Tránsito

Es la parte de la vía a través de la cual es conducido el tránsito.

Área de Seguridad.

Es el espacio que separa el área de trabajos de los flujos vehiculares. Su objetivo principal es proporcionar al conductor, que por error traspasa las canalizaciones del área de transición o de tránsito, un sector despejado en el que recupere el control total o parcial del vehículo antes que éste ingrese al

área de trabajo. Por ello no deben ubicarse en ella materiales, vehículos, excavaciones, señales u otros elementos.

Fin Zona de Trabajos.

Es el área utilizada para que el tránsito retorne a las condiciones de circulación que presentaba antes de la zona de trabajos.

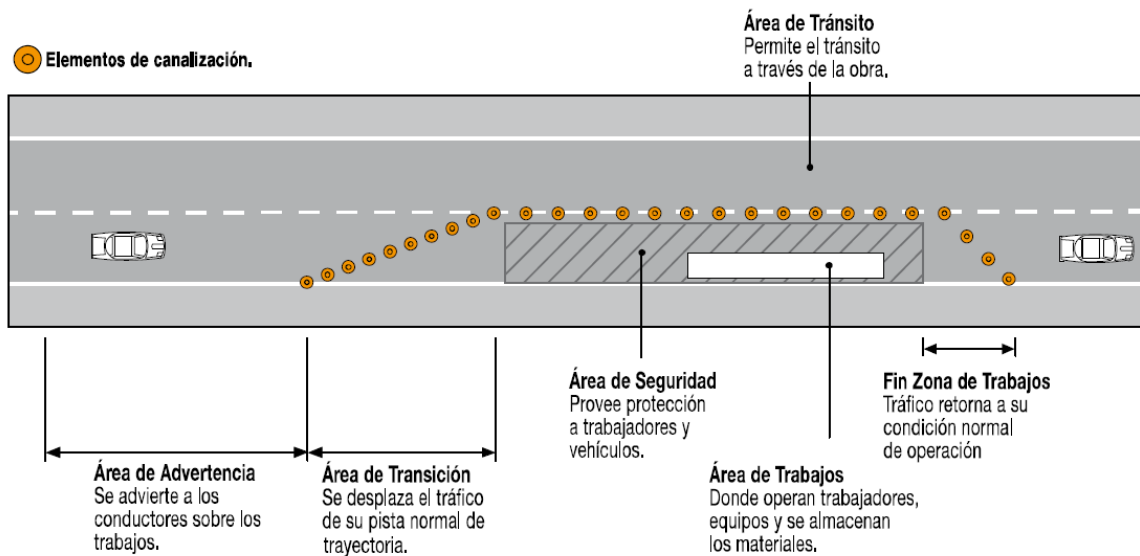


Fig. 13.1 – Zonas de Trabajo en la vía.

14.3 – Señales y Dispositivos de Seguridad.

La habilitación de toda zona de trabajos en la vía debe contemplar los siguientes tipos de señales y elementos:

Señales Verticales

Como se mencionó anteriormente las señales tienen como propósito regular la circulación, advertir acerca de peligros y entregar información de utilidad

para los usuarios de las vías, por lo que su adecuada utilización cuando se realizan trabajos en la vía es fundamental.

Elementos de Canalización

Su propósito es delimitar las superficies disponibles para el tránsito, guiando a los conductores y peatones a través de la zona de trabajo, y aislar las áreas destinadas a la obra propiamente tal. También permiten definir las variaciones en el perfil transversal, garantizándose de esta forma un nivel de seguridad adecuado a los usuarios de la vía.

Demarcaciones

Se utilizan para regular la circulación, advertir, guiar y encauzar a los usuarios que transitan por la zona de trabajos.

Sistemas de Control de Tránsito

Permiten regular el paso de vehículos y peatones en la zona de trabajos en aquellos puntos o tramos donde dos o más flujos deben compartir la vía.

Elementos para Aumentar la Visibilidad de Trabajadores y Vehículos

Se utilizan para asegurar que los trabajadores y vehículos de la obra sean distinguidos y percibidos apropiadamente por los conductores en cualquier condición.

13.4 – Características Básicas de las Señales y Elementos de Canalización.

En general, las señales de tránsito - de advertencia de peligro e informativas - y los elementos de canalización utilizados cuando se realizan trabajos en la

vía son de color naranja, lo que indica a los usuarios de ésta la transitoriedad de los mismos. Tanto las señales como los elementos canalizadores deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática. Por ello, deben ser de o contener material retrorreflectante que aseguren su visibilidad nocturna. Se debe recalcar que la retrorreflexión de las señales y dispositivos se ve muy afectada por el polvo y cualquier suciedad que se adhiere a ellos, por lo que la mantención de los niveles especificados que se señalan más adelante requiere de un programa de limpieza acorde a las características climáticas y medioambientales de cada zona en particular. Algunas de las señales utilizadas se muestran a continuación:



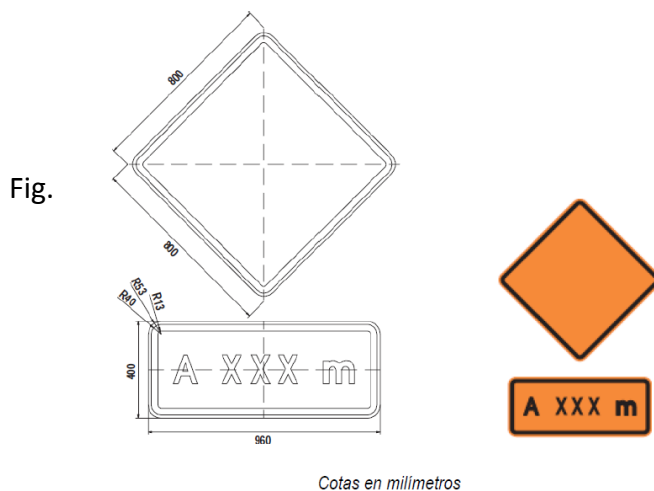
Fig. 13.2 – Señales preventivas.

13.5 –Emplazamiento de las Señales de Advertencia.

La distancia requerida entre la señal y la situación que advierte queda determinada por la velocidad máxima permitida en la vía y el tiempo

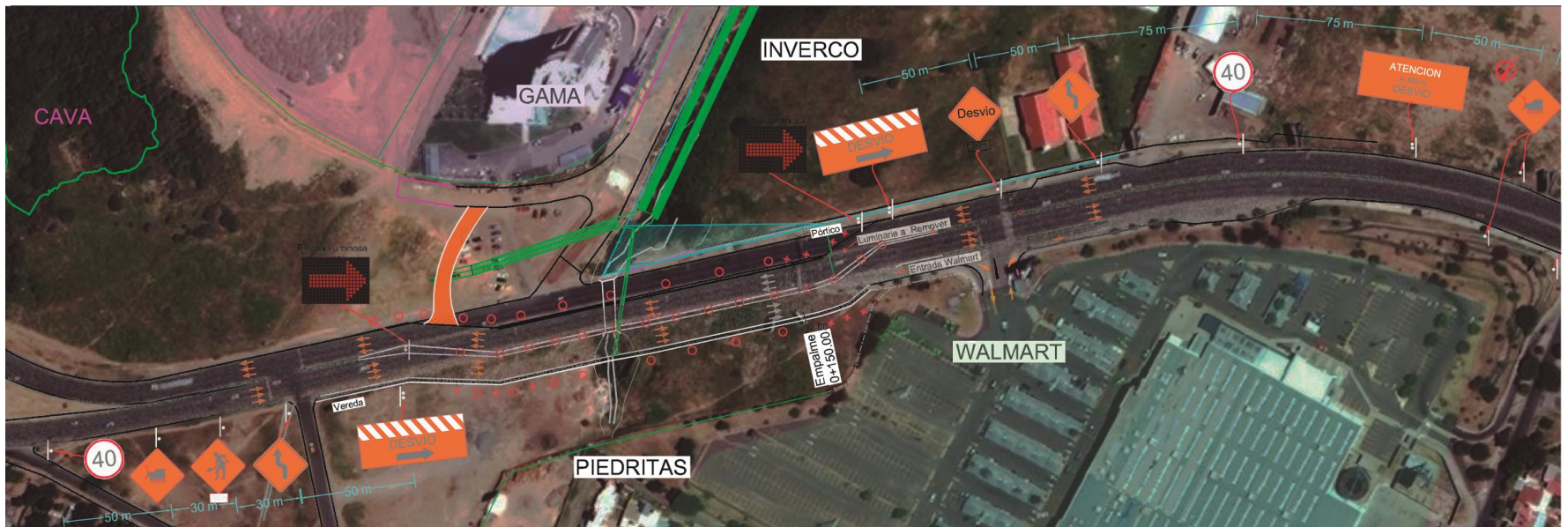
requerido por el conductor para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra necesaria. Este puede variar de 3 segundos, en el caso de las señales de advertencia más sencillas, hasta 10 segundos en el caso de señales sobre situaciones complejas. Dicha distancia puede ser ajustada, dependiendo de factores tales como, geometría de la vía, accesos y calles de servicio, visibilidad, tránsito y otros, pero en ningún caso podrá ser menor a 30 m, sin perjuicio de las distancias mínimas establecidas más adelante para casos específicos.

Cuando la distancia entre la señal de advertencia y el inicio de la condición peligrosa es superior a 300 m, se debe agregar a la señal una placa adicional que indique tal distancia, como lo muestra la Figura 14.3. Si dicha distancia es menor a un kilómetro la indicación se da en múltiplos de 100 m y si es mayor, se redondea a kilómetros enteros. Cuando los trabajos se lleven a cabo en vías urbanas donde la velocidad máxima permitida sea igual o superior a 70 km/h, todas las señales de advertencia deberán contener placas que indiquen la distancia al riesgo en metros o kilómetros.



13.3 – Señal con distancia a la condición.

A modo de ejemplo se muestran a continuación el plano de la cartelería correspondiente al desvío Colón mencionado en el apartado 6.1 y de una de las ramas directas de la primera etapa. Fig. 13.4 – Cartelería desvío Colón.







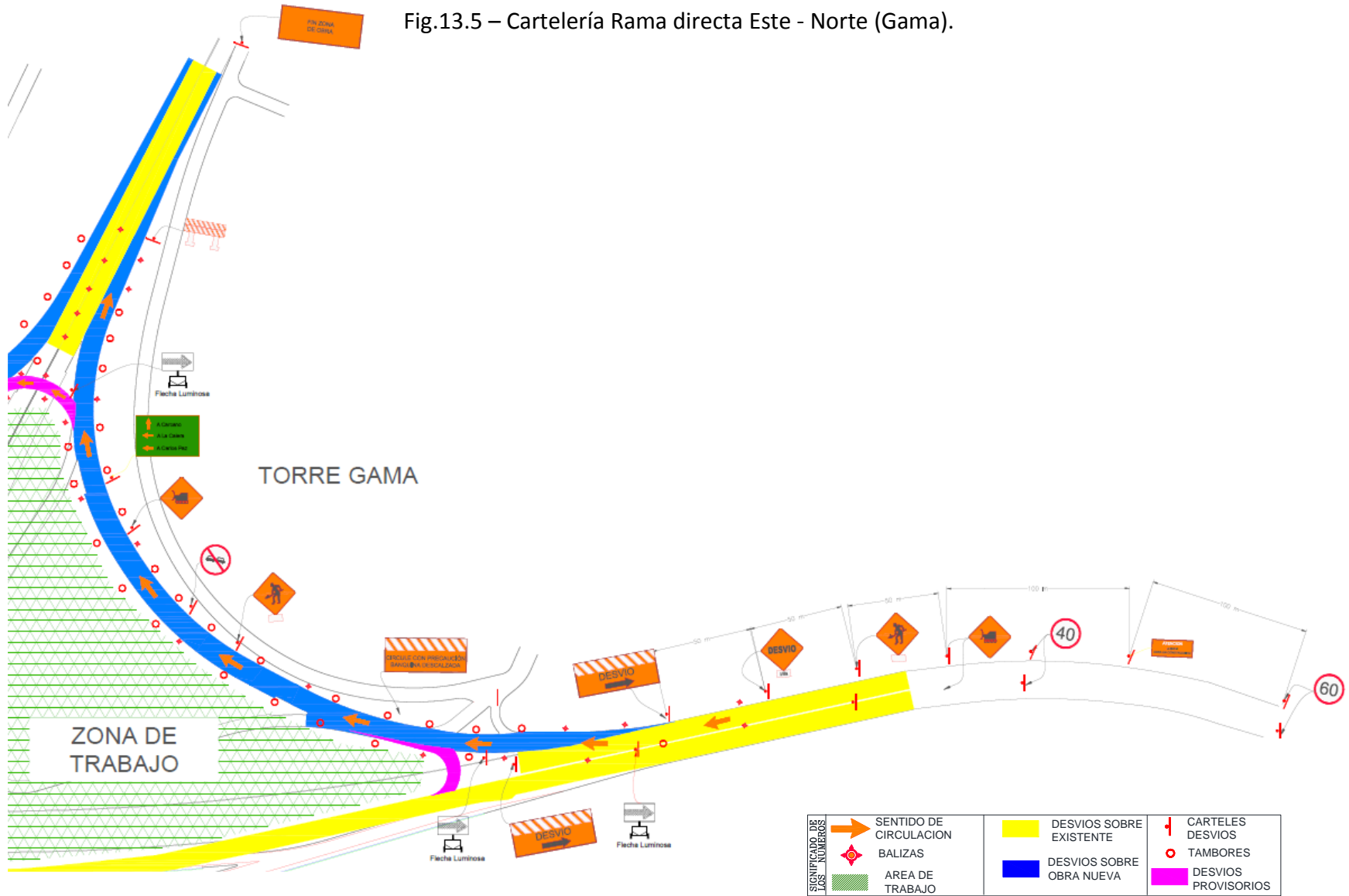
Referencias			
	SENTIDO DE CIRCULACION		CARTELES DESVIOS
	BALIZAS		TAMBORES

Fig.13.5 – Cartelería Rama directa Este - Norte (Gama).



13.6 - Instrucciones

Dentro de las señales transitorias encontramos aquellas que utilizan los trabajadores para informar de determinadas circunstancias en las **construcciones de las vías**. Las que observamos en la imagen indican:

- Presencia de personal autorizado para indicar sobre un desvío del camino o alertar que es necesario disminuir la velocidad.
- Presencia de obreros trabajando en la vía.
- Presencia de maquinaria pesada de construcción en la vía.
- Informa que se están realizando trabajos de banquina en la vía.



Fig.13.6 – Cartelería de Trabajos.

Otras señales transitorias que podemos encontrarnos son las que vemos en esta imagen que se utilizan para informar de la existencia de una **zona de riesgo** en la vía como es el cartel de Zona de explosivos.

Las otras dos señales informan a los conductores de la **existencia de una vía en construcción** así como de su distancia y tramo final.



Fig.13.7 – Cartelería de Zonas de Riesgo.

Las **barricadas**, los **paneles verticales**, **barriles** y **conos** son las señales transitorias más utilizadas para advertir a los conductores sobre las condiciones peligrosas en las zonas de trabajo de las vías. Por la noche, pueden estar acompañadas por luces de advertencia. Es muy importante estar atento a este tipo de señales para evitar accidentes.

Por último, en la vía también podemos encontrarnos con personas que hagan la misma función que las señales transitorias. A menudo, en las áreas de trabajo se disponen **abanderados** para indicar a los conductores que deben **reducir la velocidad o detener el vehículo**. Cuando se encuentre con ello es importante que modere la velocidad y avance con cuidado siguiendo sus instrucciones.

Aprende el significado de otras señales de tránsito visitando nuestros artículos sobre las señales de reglamentación, prevención e información.

Si deseas leer más artículos parecidos a **cuáles son las señales de tráfico transitorias**, te recomendamos que entres en nuestra categoría de Aprender las leyes de circulación.

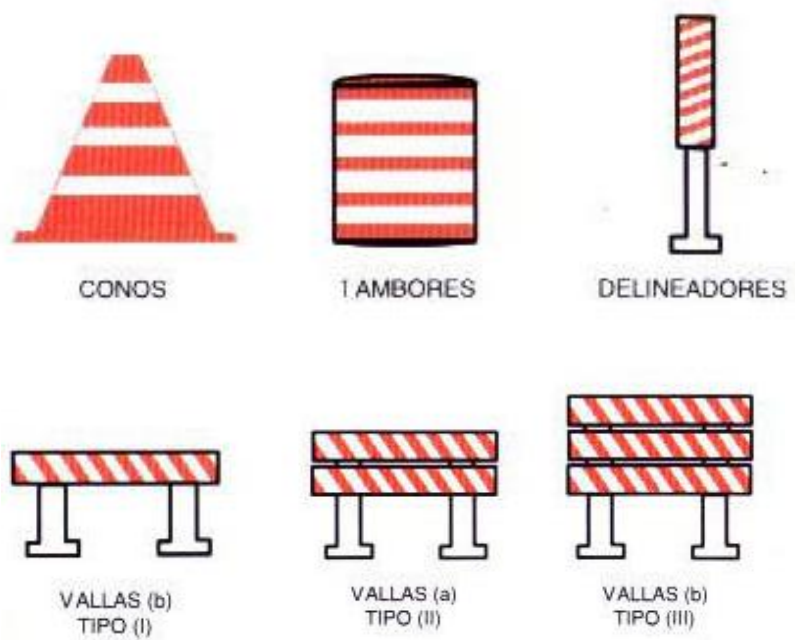


Fig.13.8 – Barricadas, paneles verticales, barriles y conos.

A continuación se muestran una serie de imágenes donde se puede observar en la obra las señalizaciones realizadas.







Fig.13.9 – Señalización de la Obra.

13.7 - Control del tránsito por medio de banderilleros.

Cuando se realicen trabajos de construcción o mantenimiento en las calles de tramos de longitud menor de CIENTO CINCUENTA METROS (150 m.) la circulación vehicular podrá ser controlada por medio de banderilleros ubicados en cada extremo del tramo.

Uno de esos banderilleros deberá ser designado como **banderillero principal** con la misión de coordinar los movimientos del tránsito y será responsable de la operación general.

También se emplearán banderilleros en las obras de construcción o mantenimiento cuando en la zona de trabajo sea necesario detener el tránsito debido a la entrada o salida de camiones o maquinaria vial que puedan originar situaciones de peligro.

Los banderilleros deben estar instruidos a fondo sobre la importancia del trabajo que realizarán, antes de permitírseles tomar la completa responsabilidad de las funciones que se le asignan.



Fig.13.10 – Banderilleros.

El banderillero usará ropa reglamentaria de alta visibilidad.

Las dimensiones de las banderas que se empleen como señal serán como mínimo de 0.60 m x 0.60 m y estarán confeccionadas en tela de buena calidad, de color rojo y fijadas a un asta de 0,90 m de largo, pintada de color blanco.

Señal de “BANDERILLERO”. Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción. Llevará la leyenda simbólica de un banderillero y se indicará la distancia a que se encuentra en una placa adicional ubicada debajo de la señal (mínimo 100 m del banderillero). Se podrá usar en forma repetida variando la distancia o en conjunto con otras señales de construcción. Esta señal deberá ser removida, cubierta o virada, tan pronto como el banderillero deje de estar presente.

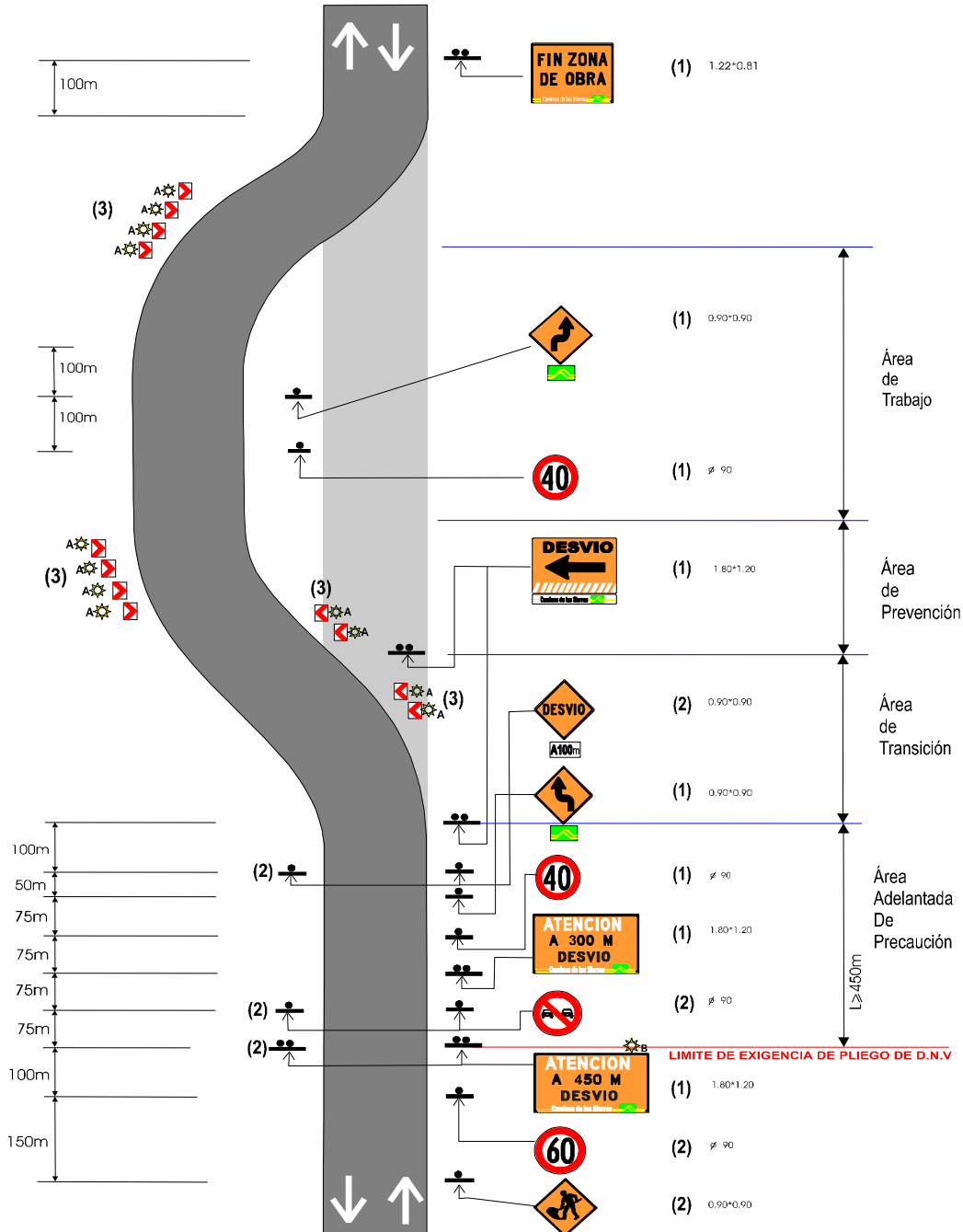


13.8 – Esquemas tipos de Cartelería.

A continuación se muestran 2 ejemplos típicos de señalización que se dan frecuentemente.

SEÑALIZACIÓN DE DESVÍOS

En ruta convencional, V.max 80 Km/h
Nº1: DESVIO DE CALZADA



REFERENCIAS:

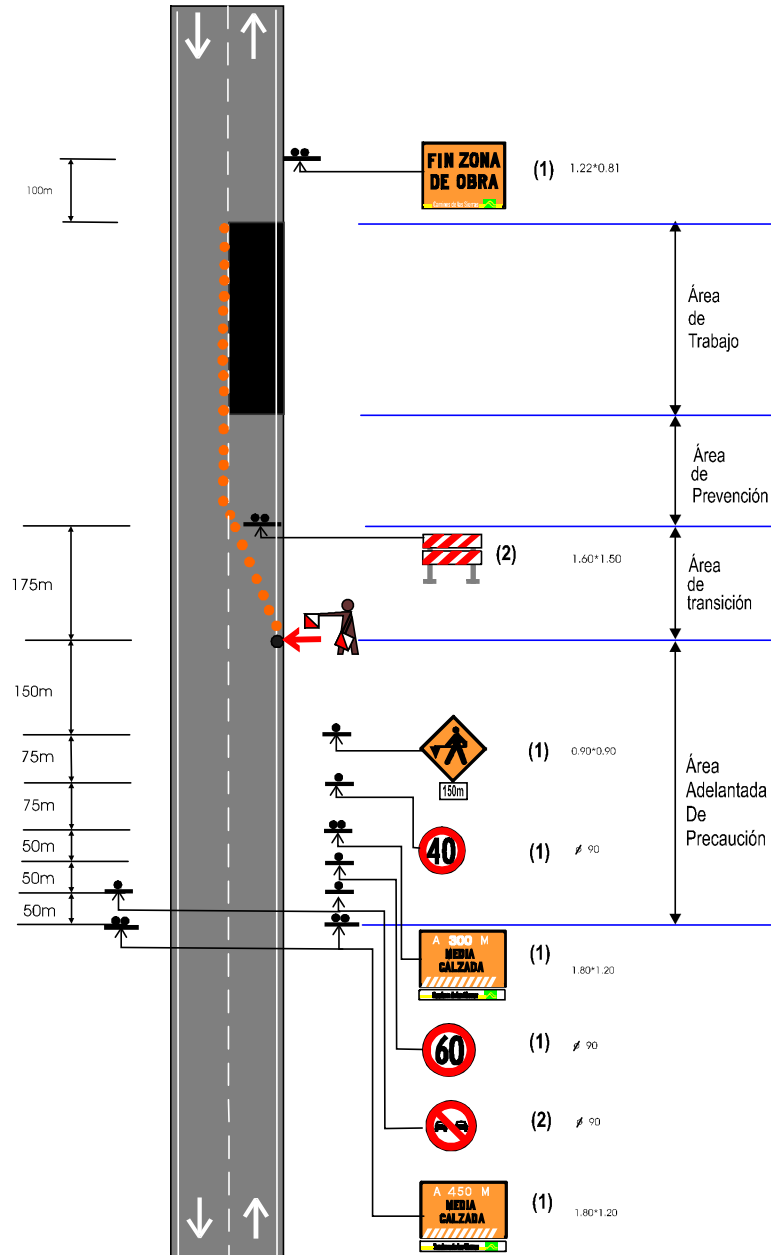
- (1) Señales según pliego D.N.V. 1994 y/o Ley 24449.
- (2) Señales adicionales CA.SI.SA.
- (3) Delineadores o barreras según necesidad de cada caso.
- ⚡A: Balizas 40 candelas, de noche (pliego D.N.V.)
- ⚡B: Balizas 35 candelas, 24 hs/día (pliego D.N.V.)

- NOTAS:**
- I) Se Repetirán estas señales para el sentido de circulación contrario
 - II) Las señales sobre banquina del lado opuesto se colocaran cuando la intensidad del tránsito lo justifique



SEÑALIZACIÓN DE DESVÍOS

En ruta convencional, V.max 80 Km/h
 N°4: INVASIÓN MEDIA CALZADA
 (solo diurna, con banderillero)



REFERENCIAS:

- (1) Señales según pliego D.N.V. 1994 y/o Ley 24449.
- (2) Señales adicionales CA.SI.SA.
- (3) Conos

NOTAS:

- I) Se repetirán estas señales y el banderillero, para el entido de circulación contrario
- II) Las señales gemelas sobre banquina, del lado opuesto se colocarán cuando la intensidad del tránsito lo justifique

CAPÍTULO 14 – CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo es dar a conocer el sistema de desvío planteado para la ejecución del distribuidor “El Tropezón”, así como también la importancia de los mismos y las tareas necesarias para generarlos.

Al llegar a la etapa final se pudo concluir lo siguiente:

Referido a la solución propuesta:

Aunque se pudieron haber planteado otras soluciones, la adoptada resulto la más conveniente, la misma surge de un arduo análisis tratando de contemplar la mayor cantidad de variables intervinientes.

Por otro lado, si bien la premisa planteada en el diseño de estos desvíos fue no reducir la capacidad de las vías, (en este caso mantener 3 carriles de circulación), se debería de haber realizado un análisis de tránsito, ya que con él se podría de haber determinado que ramas serán las más transitadas. De forma tal de atender más a las mismas y revisar si el sistema planteado es conveniente y efectivo.

El gran problema para plantear los desvíos no solo fue el tránsito, sino que además todos los servicios públicos e interferencias que hay que reubicar o identificar (redes de agua, cloacas, gas, fibra óptica, canal maestro, telefonía, etc), que de cierta forma entorpecen la obra.

Cabe destacar, que la tarea de proyectar y planificar los desvíos de una obra no es tarea sencilla si se los quiere realizar de manera adecuada, tratando de reducir los peligros, y costos.

Referido a la Señalización:

En este apartado lo que se pudo observar que se confeccionaron y ubicaron correctamente toda la cartelería, las señalizaciones y elementos necesarias para la seguridad de la obra cumpliendo así con todas las reglamentaciones exigidas.

BIBLIOGRAFIA

ANEXO “L” de la Ley Nacional 24.449, “Capítulo VII b SEÑALAMIENTO TRANSITORIO”.

LEY NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL Y TRANSITO, “Ley N° 18.191”.

BERARDO- BARUZZI- VANOLI- FREIRE- TARTABINI- DAPÁS (2009), “Principios de Diseño Geométrico Vial- Tomo I y II”

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD, “Edición 1998”.

ESPECIFICACIONES DE SEÑALIZACIÓN; “Manual de Explotación de CAMINOS DE LAS SIERRAS”.

MANUAL DE CALIDAD DE CAMINOS DE LAS SIERRAS; “MAN.C.01”.

CÁTEDRA DE TRANSPORTE III (2013) – “APUNTES DE CLASES CÁTEDRA DE TRANSPORTE III - UNC”.