

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL  
SUPERVISADA**

**JEFE DE OBRA: GESTIÓN Y PRODUCCIÓN  
OBRA BASICA Y PAVIMENTACIÓN DE R.P. E-52  
TRAMO: LA TORDILLA –LA PARA (R.P. N° 17)**

**Autor:** Emmanuel Audano

**Tutor U.N.C:** Ing. Alejandro G. Baruzzi

**Supervisor Externo:** Ing. Daniel Bettolli

**Entidad Receptora:** THEBA SRL-ARC SRL-CORBE SRL-  
PABLO FEDERICO UTE

**Carrera:** Ingeniería Civil – Plan 2005.

**OCTUBRE 2019**

---

## RESUMEN

---

El desarrollo de la presente Práctica 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 la temática.

La tarea que se realizó durante esta Práctica supervisada fue la de “Jefe de Obra”, siendo el profesional que actúa directamente sobre los recursos de producción de la empresa constructora (materiales, mano de obra, equipos y subcontratos), según cada organigrama empresario, dependerá de la gerencia técnica o del conductor de obra. Su gestión se ejerce desde la obra misma, en la cual tendrá sus oficinas.

Es la máxima autoridad que representa a la empresa constructora en la obra, y es el responsable empresarial en todos sus aspectos: la organización del obrador, la provisión de materiales la disponibilidad de mano de obra suficiente y capaz; de los equipos en cuanto a cantidad, calidad y funcionamiento; cantidad y calidad de los trabajos realizados; del cumplimiento de los plazos parciales y totales, de consumir el plan de trabajos, de la relación con los subcontratistas, etcétera.

A dichas responsabilidades se agregan las siguientes:

- Controlar perfectamente la interpretación de los planos y de más documentación técnica.
- Confeccionar y revisar los certificados correspondientes a los pagos de la obra.
- Controlar la resistencia de las estructuras mediante la confección de probetas, extracción de testigos, densidades, etcétera, y su posterior ensayo a partir de la inspección constante de los trabajos correspondientes.
- Controlar el cumplimiento de las exigencias contractuales y técnicas de la obra.
- Dirigir la política laboral dentro de la obra y hacer cumplir todas las leyes laborales, medidas de seguridad y vigilancia.
- Solucionar las dificultades e inconvenientes que se presenten durante el desarrollo de la obra.
- Abastecer de los recursos de producción (materiales y elementos, manos de obra y equipos) en tiempo y forma a la obra, para no entorpecer su avance, cumpliendo debidamente con el correspondiente plan de trabajos.

Por su parte, será el responsable del estricto cumplimiento de las condiciones y medio ambiente de trabajo (CyMAT) en cada puesto, equipando al personal con los elementos de seguridad y protección necesarios, los cuales se encuentran reglamentados por las leyes vigentes.

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El presente proyecto contempla la Pavimentación de la Ruta Provincial N° E - 52 entre las localidades de La Tordilla y el Acceso a Toro Pujio, así también abarca la variante a la localidad de La Tordilla y el Acceso a Toro Pujio, todas estas obras comprenden la denominada 1ª Sección.

Esta obra permitirá asegurar el traslado de la producción de una extensa área dedicada a la explotación agrícola-ganadera, como así también a la industria láctea, hacia los principales centros de consumo.

El tramo de ruta de referencia se ubica en la zona Nor-este de la Provincia de Córdoba en los Departamentos Río Primero y San Justo. La ruta discurre con dirección Norte – Sur.

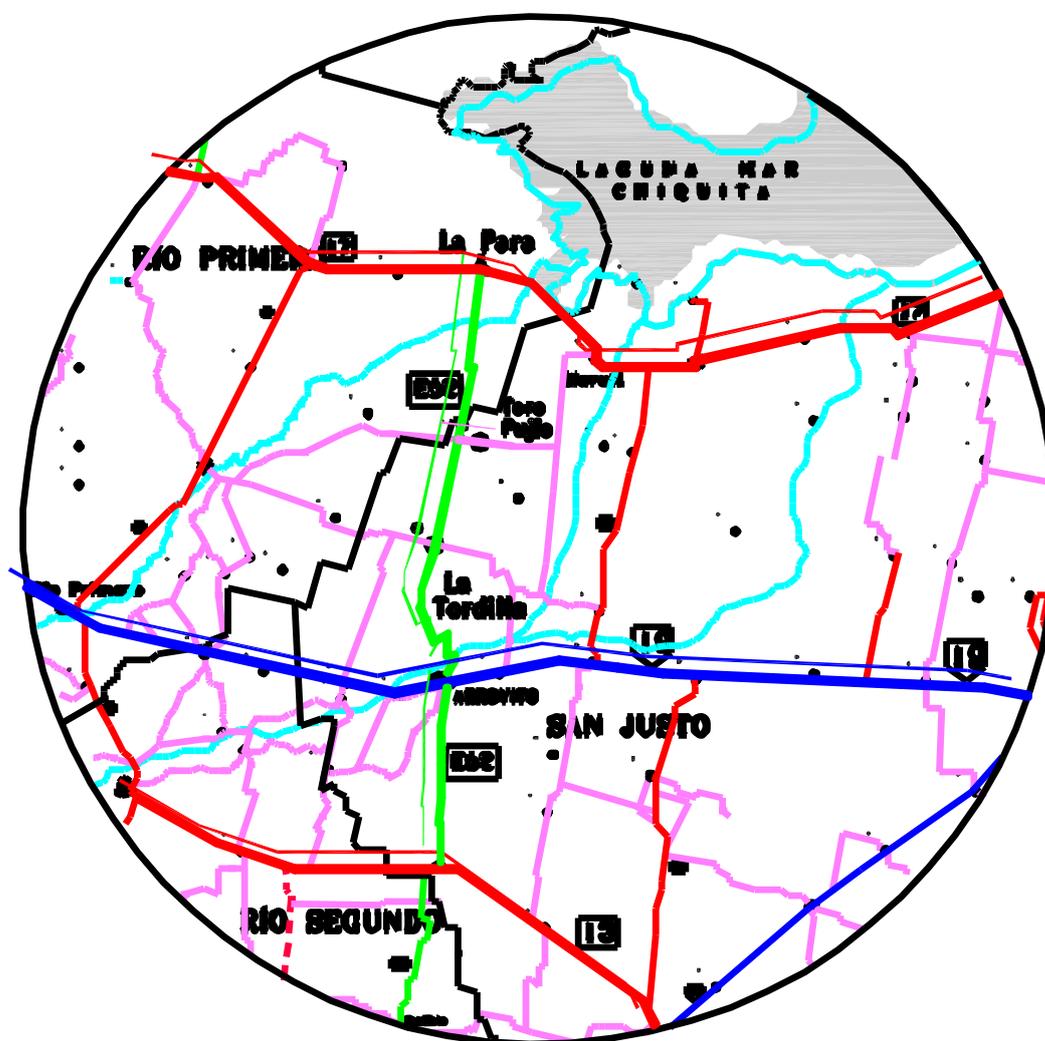


Figura 1-1: Croquis de Ubicación

Características del relieve: el tramo en estudio se desarrolla en zona eminentemente llana, en todo su recorrido.

## 1.1 DISEÑO GEOMETRICO

Para el presente proyecto se partió del fin del Pavimento de Hormigón existente en la localidad de La Tordilla manteniendo prácticamente el eje del mismo, lo cual es importante ya que se utiliza el terraplén existente, que se ensancha de acuerdo a los nuevos anchos necesarios de coronamiento.

Se prevé una calzada de 7,30 metros de ancho para todos los casos con banquetas de 3,00 m. de ancho cada una. El perfil tendrá una pendiente transversal para calzada del 2% y en banquetas del 4%; los taludes tendrán en general una pendiente de 1:3, acorde a un camino de categoría III de llanura, según Normas de Diseño Geométrico para caminos rurales de la D.N.V.

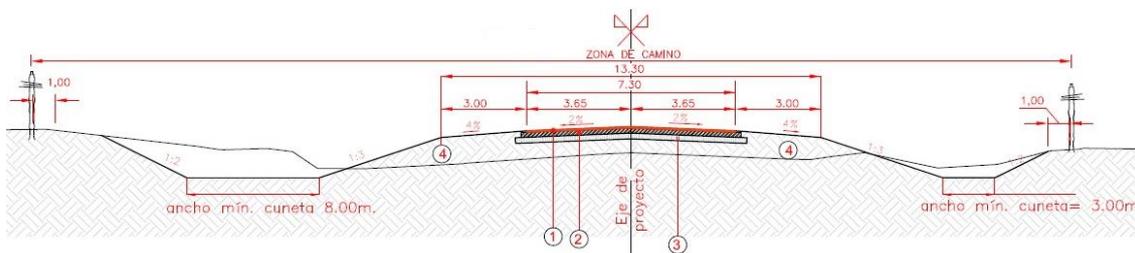


Figura 1-2: Perfil Transversal Tipo

La zona de camino será ampliada de 40,00 metros, promedio en todo el tramo, a 60,00 metros para el Tramo y la Variante, en el Acceso a Toro Pujio el ancho existente es de 50 metros, y es considerado suficiente ya que en su oportunidad se ejecutaron los alteos necesarios.

Está previsto, la ejecución de una Intersección en "T" canalizada en la intersección del tramo con el Acceso a Toro Pujio, para lo cual también se prevé el traslado de 310 metros de Línea de Media Tensión aproximadamente, en la zona de la intersección.

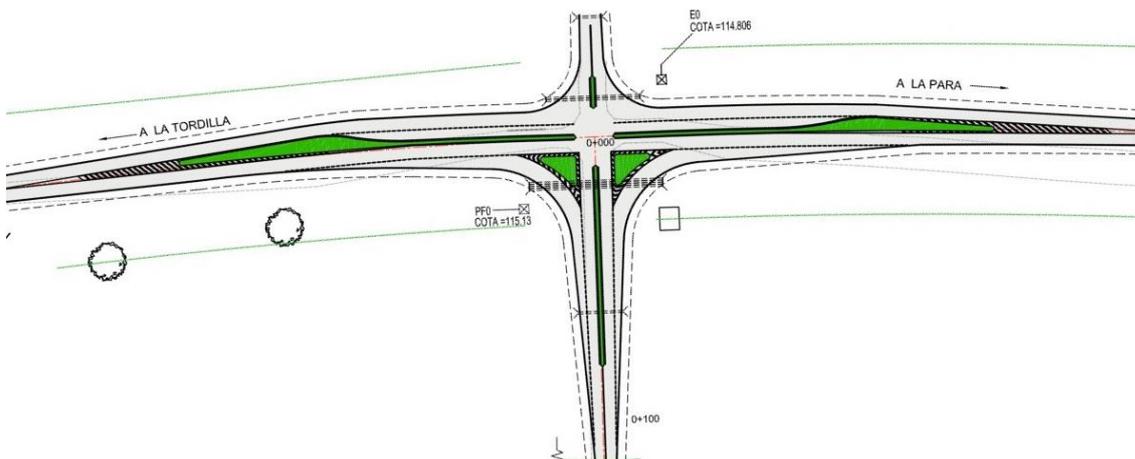


Figura 1-3: Intersección en "T"

Así también se adoptó ejecutar una Variante a la localidad de la Tordilla por el lado Este, lo que implica ir por campos con traza nueva en su totalidad, con una zona de camino de 60 metros y ancho de calzada de 7,30 metros. Esta Variante se conecta con el tramo, a través de dos Rotondas, Norte y Sur, cuyas superficies de rodadura serán de Hormigón Simple.

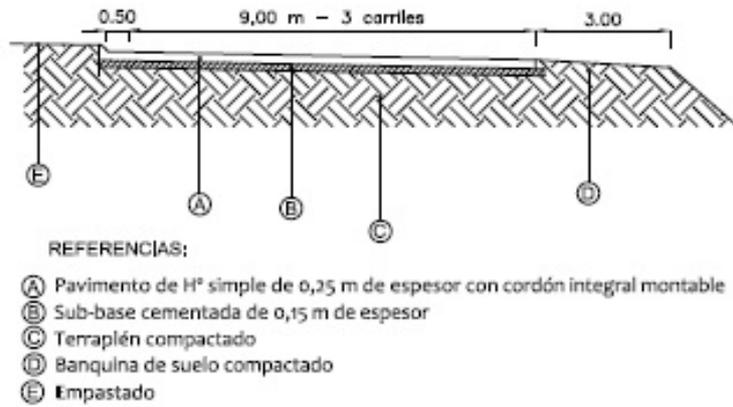


Figura 1-4: Perfil Tipo Calzada Redonda

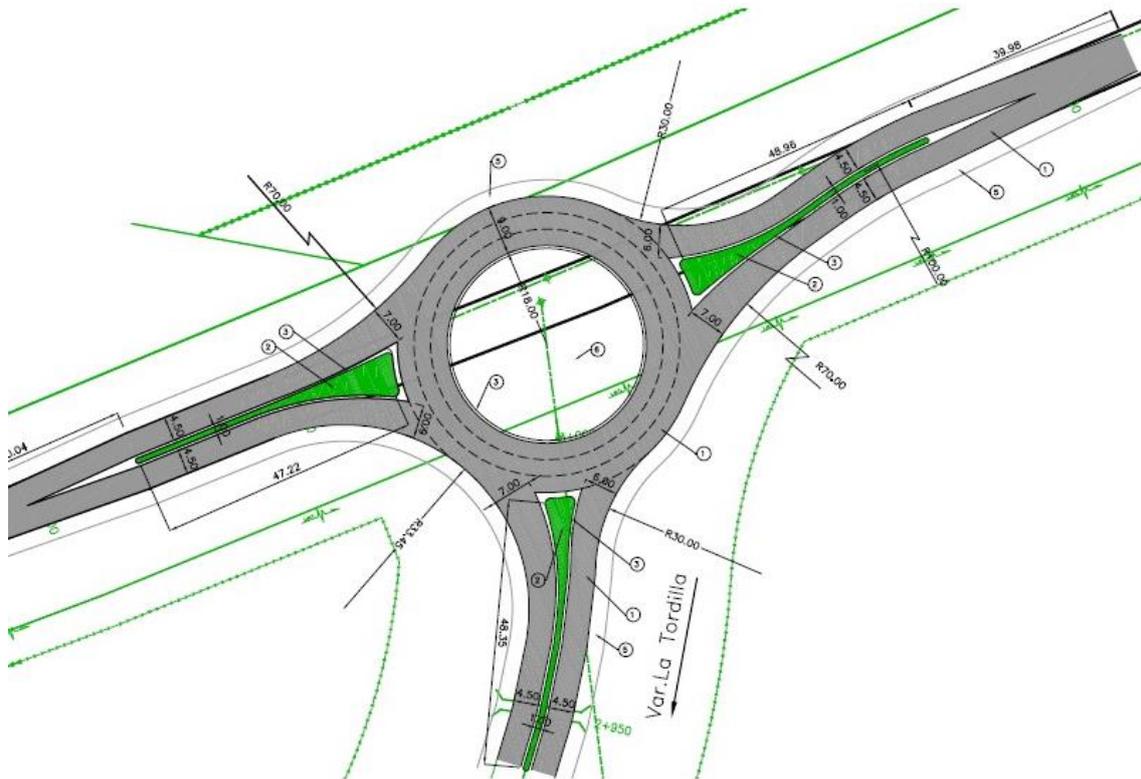


Figura 1-5: Rotonda Norte

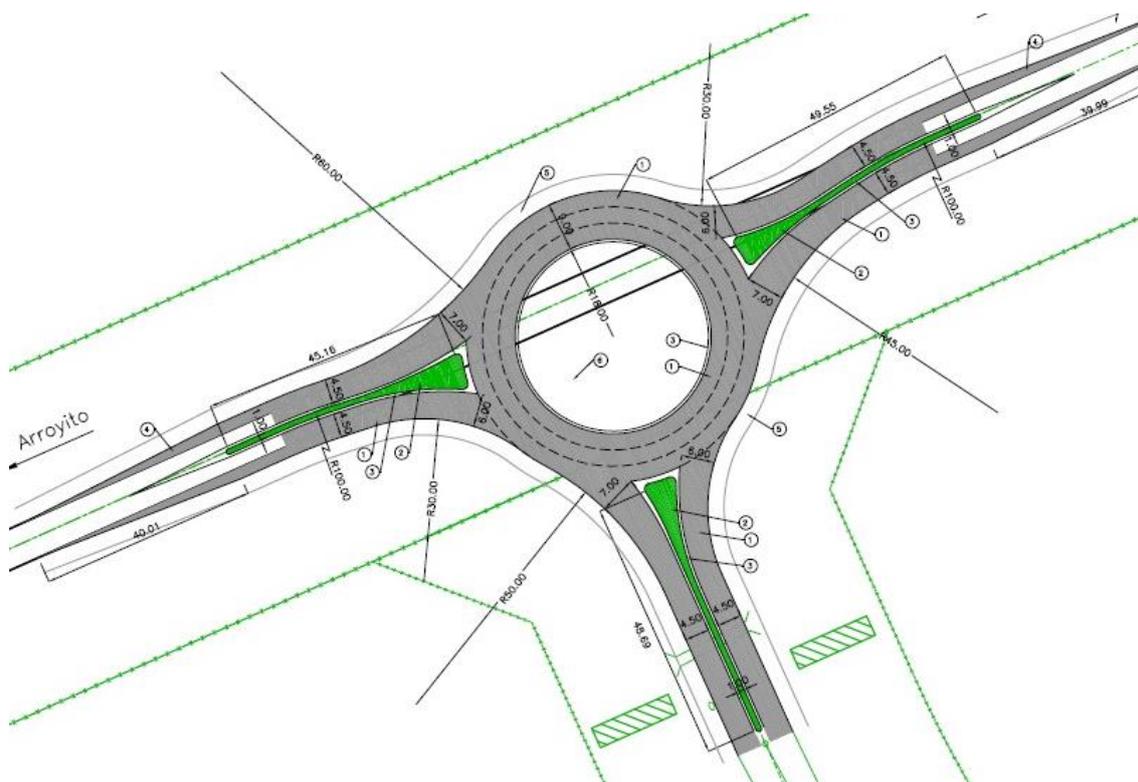


Figura 1-6: Rotonda Sur

En cuanto a los aspectos de seguridad vial se prevé la Señalización Vertical y Demarcación Horizontal en toda la longitud de la obra, de acuerdo a la Ley Provincial de Tránsito N° 8560 y sus modificatorias, como así también se prevé la Provisión y Colocación de Columnas de Alumbrado tanto en las Rotondas como en la Intersección en "T".

Desde el punto de vista ambiental, se incorpora en el Proyecto, el ítem específico de Forestación que indica las especies a colocar y su forma de implantación a lo largo del proyecto, en procura de mitigar los efectos de las obras.

## 1.2 ASPECTO HIDRÁULICO

Del análisis de las cartas del I.G.N. se observaron escasos cruces por la traza, habida cuenta de la configuración de las líneas de escurrimiento prácticamente paralelas al desarrollo del tramo, de manera tal que los excedentes pluviales se conducen por las cunetas razón por la cual se prevé, en sectores particulares, la ejecución de dichas cunetas con el criterio de que cumplan la función de lagunas de retención complementadas con la construcción de las alcantarillas laterales, de acceso a las propiedades o en los cruces con caminos vecinales, como dispositivos de control o aforo en el manejo de los caudales.



**Figura 1-7: Esguerrimiento Superficial Durante la Construcción**

En función del criterio mencionado, se prevé la construcción de alcantarillas transversales a los fines de aliviar o compensar el esguerrimiento por cunetas y efectuar la descarga en los puntos característicos con un sistema de partidores.



**Figura 1-8: Alcantarilla longitudinal para el acceso a propiedades o cruce de camino vecinales**

**Figura 1-9: Alcantarillas transversales**



Con respecto al sistema de drenaje en el acceso a la localidad de Toro Pujio, al no producirse variación alguna del eje geométrico, las estructuras transversales que componen el sistema se mantienen tanto en su emplazamiento como en las dimensiones y secciones de paso, efectuándose la prolongación de las mismas a los efectos de compatibilizar su longitud con el perfil transversal correspondiente.

En el caso de las alcantarillas laterales, se prevé la demolición de algunas de ellas y su reubicación planimétrica de manera tal que su emplazamiento resulte compatible con el eje hidráulico de las cunetas. Como criterio general, se prevé la prolongación de algunas de ellas a los efectos de adecuarlas a una longitud compatible con el ingreso

de las maquinarias agrícolas modernas.

Finalmente con respecto al sistema en la zona urbanizada de dicha localidad, se contempla la readecuación de las pequeñas rejillas de desagües, ampliándolas a cámaras receptoras de 0.80 x 0,80 m, con rejas, ubicadas en distintos puntos de manera tal que resulten integradas a los desagües subterráneos ya ejecutados.

Del mismo modo se ejecutaron todos los trabajos necesarios para la limpieza de todas las estructuras (conductos subterráneos, entradas, salidas y conductos de alcantarillas, conformación de cunetas etc.) que componen el sistema en dicha zona habida cuenta de que, en inicio de las actividades se encontraban obstruidos por maleza, basura etc.

### 1.3 DISEÑO ESTRUCTURAL

La estructura del Tramo consta de:

- Carpeta de Concreto Asfáltico de 0,05 m de espesor y 7,30 m de ancho.
- Base Granular de 0,18 m de espesor y 7,70 m de ancho.
- Sub Base Granular de 0,20 m de espesor y 8,10 m de ancho.

El paquete estructural para las Rotondas Norte y Sur será:

- Pavimento de Hormigón Simple de 0,25 m de espesor en calzada anular de 10,00 m de ancho.
- Sub Base Cementada de 0,15 m de espesor.

El paquete estructural para la Variante a La Tordilla será:

- Enarenado de 0,20 m de espesor de 8,10 m de ancho.
- Base Granular de 0,18 m de espesor y 7,70 m de ancho.
- Sub Base Granular de 0,20 m de espesor y 8,10 m de ancho.

## CAPÍTULO 2: TAREAS PRELIMINARES

### 2.1 LIMPIEZA DE TERRENO, DESTRONQUE Y OBRAS VARIAS

Esta tarea comprendió la totalidad de los trabajos necesarios para la limpieza de la zona de camino, así como la extracción de aquellos árboles que fueron imprescindible para la ejecución de las obras previstas, también se previó el mantenimiento de los que puedan conservarse y su cuidado, hasta la Recepción definitiva de la obra, de acuerdo al cómputo métrico y planos del proyecto. Se siguieron las siguientes especificaciones:

- a) Desbosque, destronque y limpieza: Remoción y retiro de toda vegetación existente en la zona de camino, incluyendo la extracción de árboles y arbustos con sus raíces hasta una profundidad de 0,60 m. bajo el terreno natural, y demás vegetación de tipo leñoso.
- b) Eliminación de plagas vegetales: Eliminación de malezas en todo el ancho de la zona de camino, perfilado de los préstamos una vez utilizados para extracción de material para banquetas. La capa superior de suelo vegetal se debe reservar para el posterior recubrimiento de taludes, banquetas y fondos de cuneta.
- c) Conservación de Árboles: Los árboles que se encuentren en la zona de camino y que se conserven, se le cortarán las ramas realizando la correspondiente poda de formación. Los árboles que se mantengan, se conservarán y cuidarán hasta la Recepción Definitiva.
- d) Demolición de Alcantarillas: Incluye la demolición de las alcantarillas existentes que serán reemplazadas según se indica en los planos de proyecto, y limpieza de las alcantarillas existentes que no se modifiquen en el tramo de acuerdo al cómputo métrico.



Figura 2-1: Limpieza de Zona de Camino y Conservación de Especies Arbóreas

Este tipo de tarea incluyó también, los traslados de postes, tapas y cámaras de servicios (agua, gas, luz, teléfono, etc.) que interfirieron en la traza y construcción del camino. Además, incluyeron todas las gestiones necesarias ante Reparticiones Públicas, Cooperativas, Entes Privados, etc. para efectuar los traslados citados.

Para este ítem rigen las prescripciones contenidas en el “Pliego de Especificaciones

Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998), en lo referido a “Desbosque, Destronque y Limpieza” (Sección B-I), en todo aquello que no se oponga a las presentes especificaciones.



Figura 2-2: Limpieza de Terreno

## 2.2 CONSTRUCCIÓN DE ALAMBRADOS

En esta obra se realizó la construcción de alambrados de siete (7) hilos de alambre liso, según lo indican los planos y cómputo métrico definitivos del proyecto, de acuerdo al plano tipo Z-219-2558 (modificado) de la DPV (ver Anexo II: Planos Tipo) y al “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998), Sección E-II en todo lo que no se oponga a las presentes especificaciones.

Se utilizaron medio postes reforzados distribuidos cada 12 metros entre sus ejes de 2,20 m de largo, teniendo en cuenta las siguientes dimensiones:

- En la sección medida a 86 cm de su base el perímetro mínimo debió ser 38 cm.
- En el extremo superior del poste el perímetro fue mayor de 32 cm.

Se colocaron 6 varillas entre los postes. El resto de los materiales se adecuaron de según a lo especificado en el plano tipo mencionado.

Además, dentro de estas tareas se incluyó el retiro de los alambrados indicados en los planos del proyecto y depósito de los materiales sobrantes, producto de esta remoción, al lugar que autorizó la inspección de conformidad a lo convenido con los propietarios frentistas. Sumado a esto se contempló la provisión (carga, transporte, descarga, etc.) de todos los materiales, el transporte hasta su lugar de colocación, herramientas, equipos, mano de obra y todo otro elemento o trabajo necesario para la correcta ejecución.



Figura 2-3: Ejecución de Nuevos Alambrados

### 2.3 PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE TRANQUERAS

Una vez realizados los alambrados, se continuó con la provisión y colocación de tranqueras. Las mismas cumplen con las exigencias previstas en el plano mencionado anteriormente Plano Tipo Z-219-2558 modificado de la DPV (ver Anexo II: Planos Tipo), donde se empleó madera de curupay.

La ubicación de las tranqueras fueron previamente determinadas bajo la conformidad a lo convenido con los señores propietarios de los terrenos adyacentes al camino y a lo indicado en los planos del Proyecto Definitivo.



Figura 2-4: Tranquera Existente a Remover



Figura 2-5: Tranquera nueva instalada

## CAPÍTULO 3: TERRAPLEN COMPACTADO

A continuación se detallan las tareas de movimiento de suelo:

- Inicialmente se realizó el ensanche del núcleo del terraplén existente y el reacondicionamiento de las banquetas y taludes, necesarios para lograr el perfil proyectado.  
El ensanche del núcleo del terraplén existente se ejecutó antes que cualquier trabajo en la calzada, para materializar el mayor ancho de coronamiento y proveer las condiciones adecuadas para el mantenimiento del tránsito y medidas de seguridad. En muchas ocasiones se realizaron trabajos en media calzada, con lo cual se tuvo que asegurar el tránsito con buenas condiciones de seguridad y transitabilidad. Respecto a los dispositivos de regulación del tránsito y seguridad vial, se respetó en la medida de lo posible la Ley de Tránsito N° 8560 y sus Decretos Reglamentarios.



Figura 3-1: Ensanche Núcleo de Terraplén con Señalización de Obra

- Luego se continuó con la remoción de la capa superior de suelo vegetal, con su correspondiente transporte, reserva y acopio adecuado, para su posterior colocación en el recubrimiento de taludes.
- A continuación se realizó el escarificado y compactado de la base de asiento en un espesor de 0,20 m, creando así un apoyo estable del terraplén sobre el terreno natural.
- Después se inició la ejecución de terraplenes nuevos, la conformación de banquetas y accesos con suelos aptos, provenientes de desmontes o préstamos laterales, densificados de acuerdo a especificaciones detalladas más adelante. Para realizar estas tareas se debió tener en cuenta la carga, transporte y descarga que fuese necesaria efectuar con el material, para ejecutar los terraplenes.
- Se tuvo especial atención en el perfilado de cunetas en las embocaduras de las alcantarillas y a lo largo del tramo, para producir un correcto escurrimiento de las aguas durante la etapa de construcción.
- Se debieron realizar obras provisionales necesarias, para evitar la erosión de los préstamos debido al retiro de la cubierta vegetal en la zona de trabajo, durante la ejecución de la obra, como por ejemplo albardones, saltos hidráulicos, lechos amortiguadores, etc. Todo esto de acuerdo a las necesidades hidráulicas

reinantes, sobre todo en época de mayores precipitaciones. Las cunetas en el momento de la Recepción Provisional de la obra, se respetaron las cotas fijadas en el proyecto teniendo en cuenta que no se realizaran excavaciones por debajo de las cotas de desagüe indicadas en el mismo. En este caso se mantuvo el nivel de las mismas y solamente, en algunos casos, se hizo un ensanche según la necesidad de suelo.



**Figura 3-2: Obras Provisorias Para Esguerrimiento de Excedentes Pluviales**



**Figura 3-3: Conformación de Cunetas y Acopio de Suelos para Terraplén**

- La superficie tanto de contrataludes, préstamos, banquetas, base de asiento, núcleos de terraplenes, capas superiores de los mismos y sub-rasante se mantuvieron durante todo el período de ejecución de la obra, libres de todo tipo de malezas, erosiones y/o cualquier otra afectación y anomalía. En caso que se haya presentado algún tipo alteración o anomalía, se actuó de manera inmediata en la reparación o reconstrucción de la capa o sector que se tratara, donde se requirió una nueva aprobación de sus condiciones por parte de la inspección de la obra.
- Los trabajos se realizaron de acuerdo con lo proyectado, en concordancia con las disposiciones que imparta la inspección, y con todas las prescripciones del Capítulo B del “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998) y con las disposiciones correspondientes de las “Normas de Ensayos” de la DNV (Edición 1998).

### 3.1 MATERIALES A EMPLEAR

3.2.1. El suelo empleado en la construcción de los terraplenes, no tuvo en su composición ningún tipo de material orgánico tal como ramas, troncos, hierbas, raíces, etcétera, incompatibles con una adecuada compactación.

3.2.2. El contenido de sales y sulfatos solubles del terraplén ejecutado, incluidas las banquetas, no superó los siguientes límites:

Sales Solubles Totales: No mayor del 1,5 % en peso

Sulfatos Solubles: No mayor del 0,5% en peso

3.2.3. Las características de los suelos cumplieron con las siguientes exigencias de calidad:

Límite Líquido: No mayor de 35

Índice Plástico: No mayor de 25 para el núcleo del terraplén y banquetas

No mayor de 15 para la capa de los últimos 0,30 metros superiores del terraplén (sub-rasante).

CBR: Mayor o igual a 3 para el núcleo del terraplén y banquetas

Mayor o igual a 5 para la capa de los últimos 0,30 metros superiores del terraplén (sub-rasante)

Hinchamiento menor o igual a 2,5 (con sobrecarga de 4,5 kg)

### 3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Previamente, la primera tarea antes de la construcción de la fundación del terraplén, fue eliminar toda especie vegetal, árboles, arbustos, ramas, raíces, etc. existente, los mismos fueron

transportados y dispuestos en vertederos autorizados.



**Figura 3-4: Extracción y Acopio de Material Vegetal**

En el caso de esta obra donde la altura del terraplén entre el terreno natural y la superficie de asiento de la estructura es menor a 2.00 m., se ejecutó una base de asiento. Dicha base de asiento se elaboró mediante escarificado y compactación del terreno natural, en una capa de espesor terminado de 0.20 m. y en todo el ancho entre taludes. Al efectuarse, se dio a esta capa, una pendiente transversal adecuada para un correcto desagüe.

Luego cuando la diferencia entre la cota de la sub-rasante proyectada y la cota del terreno natural fue menor a 0,30 m. o en caso de desmonte, se ejecutó un terraplén con suelos aptos de 0,30 m. de espesor inmediatamente por debajo de la superficie de asiento de la sub-base, más un sobrancho de un (1) metro a cada lado de la misma, compactada a la densidad especificada más adelante.

Figura 3-5: Compactación de una Capa de Terraplén



El control de compactación del terraplén, se realizó por capas de hasta 0,20 metros de espesor, independientemente del espesor constructivo adoptado. En los 0,30 metros superiores del terraplén y en las banquetas, se controló la densidad por capas de 0,15 metros de espesor cada una.

La humedad de compactación a adoptar para los suelos tipo  $A_4$  en nuestro caso, deberá ser mayor o igual que la humedad óptima correspondiente disminuida en dos unidades.

En cuanto a la compactación de terraplenes en la parte adyacente a muros de las alcantarillas, alcantarillas de caño, muros de sostenimiento, gargantas estrechas y demás lugares donde no se pueda usar eficazmente los equipos de compactación masiva, se ejecutó en capas y con el empleo de equipos (mecánico o manual) adecuados de manera de cumplimentar con las densidades exigidas.

Antes de cualquier tipo de movimiento de suelos, se realizó el relevamiento planialtimétrico del terreno natural en las condiciones en que se encuentra inicialmente. Esta medición se realizó en simbiosis con la inspección y determinó el volumen de terraplén a ejecutar, sin contemplar vicios ocultos que no se pueden establecer sin una excavación previa.



Figura 3-6: Relevamiento Altimétrico con Estación Total, una vez efectuada la limpieza

A lo largo del tramo se realizaron cunetas de mayor ancho que los mínimos indicados en los planos, con el objeto de obtener el mayor volumen de préstamo transversal, disminuyendo así la distancia de transporte. En todo momento se respetó el perfil tipo, conformando y perfilando las cunetas, taludes y contrataludes con la pendiente mínima establecida en el mismo.

La particularidad de esta obra, es que no se tuvo que disponer de suelo de yacimientos. Con lo cual se evitaron todo tipo de gestiones necesarias para la utilización de los mismos, ya sea el pago de derechos de extracción y cualquier otro tipo de trabajo y erogación que fuese necesario efectuar para la explotación del yacimiento, obtención del material y acondicionamiento final del terreno, cumpliendo todas las normativas medioambientales y contractuales con el propietario del predio.

### 3.3 EXIGENCIA DE COMPACTACIÓN

Cada capa de suelo, colocada en la forma descripta anteriormente, se compactó hasta obtener el porcentaje de densidad que se indica a continuación con respecto a la máxima establecida por el ensayo que se especifica en la Norma de Ensayo VN-E-5-93 "Compactación de suelos".

En nuestro caso, la clasificación de los préstamos de suelos estuvo comprendida dentro del grupo A<sub>4</sub> de la clasificación HRB (Highway Reserarch Board), con lo cual el requerimiento de compactación en los 0,30 metros superiores, fue como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada de acuerdo al Ensayo II o V, descripto en la Norma VN-E-5-93 (Ensayo II:  $\varnothing$  del molde: 101,6 mm; peso del pisón: 4,53 kg; altura de caída: 45,7 cm; N° de capas: 5; N° de golpes por capa: 25 y Ensayo V:  $\varnothing$  del molde: 152,4 mm; peso del pisón: 4,53 kg; altura de caída: 45,7 cm; N° de capas: 5; N° de golpes por capa: 56).

Los suelos del núcleo, situados por debajo de los 0,30 metros superiores, se compactaron como mínimo al 90% de la densidad máxima de los ensayos antes especificados para el grupo A<sub>4</sub>.

Se efectuó el ensayo de hinchamiento, obteniendo después de 4 días de embebimiento de la probeta compactada, valores inferiores al 2%, con lo cual la compactación de los suelos no requirió ser realizada como si se tratara de suelos cohesivos, con el agregado del Ensayo IV para el caso de materiales granulares.

La exigencia de compactación de la capa de suelo de la base de asiento se siguió el siguiente procedimiento: se determinó la densidad [A] del suelo natural y la densidad máxima [B] obtenida en el ensayo de compactación según el tipo de suelo, la exigencia de compactación de esta capa tuvo que ser superior a la que resulte de aplicar la siguiente expresión:  $[A/B] \times 100 + 5$ .



Figura 3-7: Elementos de laboratorio para el estudio de compactación de suelos

### 3.4 APROBACIÓN Y MEDICIÓN

El terraplén realizado cumplió con todas las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en el Pliego General y Particular de Condiciones. Además de lo dispuesto en el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998) y las disposiciones de las “Norma de Ensayos” de la DNV (Edición 1998).

Mediante los ensayos especificados anteriormente se certificó la calidad tanto de los materiales, como de la capa ejecutada y de la efectividad del proceso constructivo y equipos utilizados. A tal fin se dispuso en tiempo y forma, las determinaciones respectivas, trabajando en conjunto con la inspección de obra adjuntando los protocolos de calidad con la firma del Representante Técnico y Laboratorista en todos ellos y todas sus fojas.

Los terraplenes que cumplieron con las condiciones de calidad exigidas, se midieron en metros cúbicos. A efectos de determinar el volumen ejecutado se levantaron perfiles transversales previos una vez ejecutada la base de asiento, los cuales sirvieron para reajustar el cómputo del presente ítem.

El volumen final del terraplén compactado computado, que certificó el total de los trabajos mencionados en el ítem, sumados aquellos que sin haberlo sido fueron necesarios para su correcta ejecución, es el comprendido entre el perfil previo tomado y el perfil tipo de proyecto, descontando la estructura proyectada.

Permanentemente se comparó la diferencia de cotas entre la rasante y el terreno natural con relación a lo previsto en el proyecto, en conjunto con la inspección de la obra, verificando el volumen de terraplén compactado requerido para cada sección, informando cuando tales valores se aparten de las previsiones contempladas y reflejen que la cantidad de ítem contratada puede ser superada.

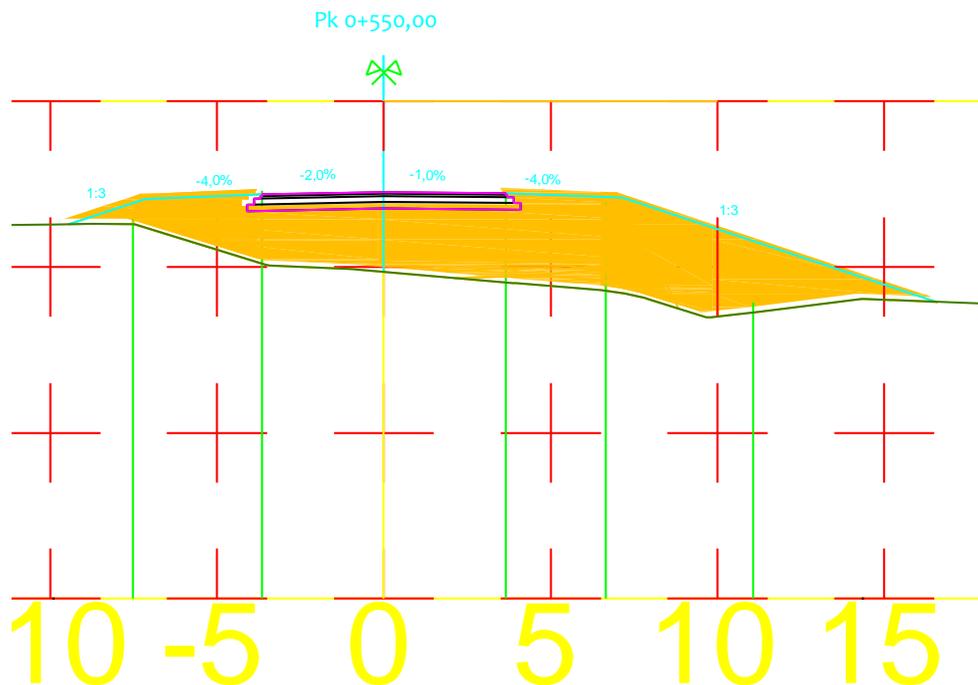


Figura 3-8: Perfil transversal para el cálculo de volúmenes de Terraplén compactado

Por último, cabe destacar que en distintos sectores de la traza se hicieron ajustes del proyecto, debido a alteraciones en el relevamiento topográfico, necesarias para el correcto desarrollo del proyecto.

## CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE GRANULAR

En el siguiente capítulo se detallan todos los trabajos necesarios realizados durante la ejecución de la Sub-Base Granular de la calzada a construir en el Tramo, de acuerdo al cómputo métrico analítico, cumpliendo con las dimensiones indicadas en los perfiles de proyecto y las especificaciones que se dan a continuación.

### 4.1 MATERIALES A EMPLEAR

#### 4.1.1 Material Granular

El material empleado fue arena silícea natural, la cual estuvo compuesta de granos duros y sin sustancias perjudiciales. El contenido de sales, las constantes físicas y la granulometría fueron tal que una vez mezclada con los demás materiales intervinientes en la mezcla de la Sub-Base se cumplieron las especificaciones dadas para la misma. De las canteras analizadas para la provisión de dicho material, se aprobaron tres (3) cercanas a la obra, siendo estas las canteras de Baigorria, de Passamonte y de Daniel Salas

#### 4.1.2 Suelo Seleccionado

Se tuvo especial cuidado que este material no contuvo suelo vegetal u orgánico ni sustancias perjudiciales.

El contenido de sales, las constantes físicas y su granulometría fueron tales que, mezclado con los demás materiales intervinientes en la mezcla se cumplieron las especificaciones de la misma al respecto. Se suministró el material de los préstamos laterales, teniendo en cuenta que el mismo cumplió con las exigencias anteriormente especificadas en el Capítulo N°3, ya que en la mezcla se utilizó el mismo suelo previamente aprobado por la inspección de la DPV.

#### 4.1.3 Agua

La misma cumplió con lo establecido en la Norma IRAM 1601. Fue extraída de diversos lugares, principalmente de perforaciones ubicadas en el pueblo de La Tordilla y en la comuna de Toro Pujio; cabe desatascar que también se utilizó el agua presente en las cunetas, permitiendo esto la depresión de las napas para ayudar la conformación de terraplenes y cunetas.

### 4.2 MEZCLA DE LOS MATERIALES

La mezcla para la Sub-Base estuvo compuesta por las fracciones de los materiales antes citados en proporciones adecuadas para lograr una mezcla uniforme, cuya curva granulométrica sea sensiblemente paralela a las curvas límites.

La Fórmula de Mezcla de Obra aprobada por la inspección de la DPV, cumplió las exigencias establecidas. En dicha fórmula se consignaron las granulometrías de cada uno de los materiales intervinientes y los porcentajes con que intervinieron en la mezcla.

La mezcla de Obra tuvo un porcentaje mínimo de material granular del 80%.

#### 4.2.1 GRANULOMETRÍA

TAMIZ	% QUE PASA
1½ ”	100
1”	80-100
¾”	70 - 100
Nº 10	45 - 70
Nº 40	20 - 45
Nº 200	5 - 20

La forma de la curva resultante de la mezcla se ajustó a las curvas límites del entorno granulométrico especificado, sin presentar quiebres ni inflexiones, ni diferir en forma marcada con las que puedan interpolarse teóricamente entre dichos límites.

#### 4.2.2 CONTENIDO DE SALES Y SULFATOS SOLUBLES

$$\left( \frac{\text{Peso de las sales o sulfatos solubles de la mezcla}}{\text{Peso del pasante tamiz Nº 200}} \times 100 \right)$$

- Sales totales: No mayor del 1,5 %
- Sulfatos solubles: No mayor del 0,5 %

#### 4.2.3 CONSTANTES FÍSICAS

- Límite Líquido: No mayor de 25
- Índice Plástico: Entre 2 y 6

#### 4.2.4 RELACIÓN DE FINOS

$$\frac{\text{P.T. Nº 200}}{\text{P.T. Nº 40}} = \text{menor de 0,66}$$

#### 4.2.5 VALOR SOPORTE

Cumplió que sea mayor a 40 % (Ensayo VNE – 6 – 84 – Método Dinámico Simplificado N° 1) alcanzado con una densidad igual o menor al 97% de la densidad máxima, correspondiente a 56 golpes por capa.

#### 4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

La mezcla de los materiales intervinientes en la capa de sub-base se realizó por medio de una reclamadora autopropulsada, directamente en el tramo sobre la sub-rasante y consistió en realizar el siguiente procedimiento aprobado por la DPV:



Figura 4-1: Reclamadora Autopropulsada

1. La capa de la sub-rasante se perfiló a 4 (cuatro) centímetros por arriba de las cotas del proyecto. Este material sobrante es el que va a formar parte de la mezcla de la sub-base como suelo seleccionado.
2. Por arriba de la cota anteriormente mencionada se conformaron las banquetas en un espesor de 18 (dieciocho) centímetros, la finalidad de las mismas es de generar un cajón que contenga el material granular que va a formar parte de la mezcla de la sub-base. Este cajón tiene 8,10 m de ancho, más 0,20 m (0,10 m a cada lado del eje) de sobrecanto para contener la estructura de sub-base especificada en los planos.

Figura 4-2: Cajón de para la colocación de arena



3. Dentro del cajón descrito anteriormente, se colocó sobre la sub rasante la arena aprobada por vialidad que va a formar parte de la mezcla. Anteriormente se habían clavado las estacas de carga a 0,18 m de altura, para nivelar el correcto contenido de arena en el perfil transversal. Una vez colocada y cortada la arena se pasó el compactador liso, sin vibrar para generar una superficie plana.
4. Se inició el proceso de mezclado con reclamadora. Primeramente se determinó las condiciones de humedad de la arena y la sub rasante. Luego se posicionó la reclamadora sobre el tramo, se conectó al tanque de agua y se comenzó el avance, mezclado y humedecido del material de sub-base. A medida que va avanzando la mezcladora, se verifica las características de la mezcla, tanto sea en su composición granulométrica, como en el contenido de humedad. La profundidad a la que se realizó el mezclado es de 0,22 m, los cuales se componen de 0,04 m de suelo seleccionado de la sub rasante y 0,18 m de arena, para llegar a un 80% de suelo granular.



Figura 4-3: Avance del mezclado, humectación y compactación de la sub base

5. Inmediato al avance de la reclamadora, y ya habiendo verificado la correcta composición de la mezcla, se realizó el compactado con rodillo vibratorio pata de cabra autopropulsado. La cantidad de pasadas del mismo fueron 4 en toda la superficie.
6. Luego se realizó un perfilado con motoniveladora para sacar los restos de suelo suelto. A continuación se compactó con rodillo vibratorio liso autopropulsado, completando con dos pasadas del mismo.
7. Por último se realizó la nivelación final de la capa de sub-base de acuerdo al proyecto ejecutivo, se perfiló con motoniveladora y se controló la altimetría resultante.

Si la capa se cortó de acuerdo a la altura de las cotas de proyecto, no se permitió que la capa de sub-base ejecutada sea librada al tránsito, excepto que se deje un sobreespesor mínimo de 0,02 m y su superficie se mantenga permanentemente húmeda y rodillada.

#### 4.4 EXIGENCIA DE COMPACTACIÓN

Se determinó en obra que la densidad no sea inferior a la máxima del Ensayo Proctor V.N.E-5-93 - Método V (Diámetro del molde: 152,4 mm; Peso del Pisón: 4,54 Kg; Altura de caída: 45,7 cm.; Número de capas: 5; Número de golpes por capa: 56)

La muestra para este ensayo se extrajo una vez finalizada la operación de mezclado.

El control de la densidad de obra se efectuará mediante el Método de la Arena (Norma V.N.E-8-66), una vez completada la compactación y perfilado de la capa.

Se computó y certificó por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de Sub-Base Granular ejecutada conforme con estas especificaciones y aprobada por la Inspección.

## CAPÍTULO 5: CONSTRUCCIÓN DE BASE GRANULAR

Se describen la totalidad de los trabajos necesarios para ejecutar en la obra la capa de Base Granular de la calzada construida en el Tamo, de acuerdo a los siguientes lineamientos y bajo la supervisión de la inspección de la DPV, siguiendo las dimensiones que se indican en los perfiles tipo del proyecto.

### 5.1 MATERIALES A EMPLEAR

La composición final de la mezcla empleada para esta estructura fue suministrada directamente de cantera, comprada al proveedor “Cantesur”, el cual se encargó que los materiales cumplan con las especificaciones particulares de cada uno y la mezcla final de los mismos se encuentre dentro de los márgenes establecidos por DPV. A continuación se describen cada uno de los componentes de la mezcla.

#### 5.1.1 Piedra Triturada (6 – 25 mm)

Se presentó el Protocolo de Cantera, demostrando la calidad del material provisto. Dicho Protocolo contiene los ensayos de Desgaste Los Ángeles (IRAM 1532), Lajosidad (VNE- 38-86) Durabilidad (1525) Cubicidad (VNE- 16-67 ó IRAM 1681) además de los ensayos VNE – 67-75 y VNE – 66- 82. La Frecuencia de ejecución para el control de los mismos fue cada 1.000 Toneladas o cuando hubo un cambio de frente de explotación. El Protocolo se firmó por el Profesional de la Cantera y presentado en original a la inspección.

El material cumplió las siguientes especificaciones:

- a) Procedencia de la trituración de rocas sanas y limpias.
- b) Presentó un desgaste (Ensayo “Los Ángeles” Norma IRAM 1532) no mayor del 35 %.
- c) se suministró las determinaciones de Absorción, Durabilidad (IRAM N° 1525), Cubicidad, Lajosidad de cada partida para verificar la calidad de la piedra triturada.
- d) La granulometría fue tal que junto con los demás componentes inertes cumplió el entorno granulométrico de la capa.

#### 5.1.2 Material Granular

El material que se utilizó fue arena silíceo natural, la cual contenía granos duros y sin sustancias perjudiciales. El contenido de sales, las constantes físicas y la granulometría fueron tal que mezclada con los demás materiales intervinientes en la mezcla de la Base Granular cumplieron con las especificaciones dadas para la misma.

#### 5.1.3 Suelo Seleccionado

Se tuvo especial atención que el material no contenga suelo vegetal ni sustancias perjudiciales. El contenido de sales, las constantes físicas y su granulometría fueron tales que mezclado con los demás materiales intervinientes en la mezcla cumplieron las especificaciones de la misma al respecto.

### 5.1.4 Agua

Se cumplió con lo establecido en la Norma IRAM 1601, esta fue analizada antes de su uso.

## 5.2 MEZCLA DE MATERIALES

La mezcla, como se dijo anteriormente, se realizó directamente en cantera y ésta estuvo compuesta por las fracciones de los materiales antes citados en proporciones adecuadas para lograr una mezcla uniforme, cuya curva granulométrica sea sensiblemente paralela a las curvas límites.

En conjunto con la inspección de la DPV se obtuvo la “Fórmula de Mezcla de Obra”, la cual cumplió con las exigencias establecidas. En dicha fórmula se consignaron las granulometrías de cada uno de los materiales intervinientes y los porcentajes con que intervendrán en la mezcla.

La mezcla de Obra antes mencionada cumplió con un porcentaje mínimo de piedra triturada del 40%.

### 5.2.1 GRANULOMETRÍA

TAMIZ	% QUE PASA
1 ½”	100
1”	85 – 100
¾”	70 - 95
⅜”	50 - 75
Nº 4	30 - 65
Nº 10	20 - 55
Nº 40	15 - 30
Nº 200	3 - 15

Las tolerancias admisibles con respecto a la granulometría aprobada por la “Fórmula” fueron las siguientes:

Bajo la criba 1½” y hasta ¾” inclusive:	+/- 7 %
Bajo la criba ¾” y hasta tamiz Nº 10 inclusive:	+/- 6 %
Bajo el tamiz Nº 10 y hasta el Nº 40 inclusive:	+/- 5 %
Bajo el tamiz Nº 40:	+/- 3 %

Estas tolerancias definieron los límites granulométricos a emplear en los trabajos, los cuales se hallaron a su vez entre los límites granulométricos que se fijaron en esta especificación.

La faja de variación así establecida se consideró como definitiva para la aceptación de los materiales a acopiar. A este fin se realizaron los ensayos de granulometría por

cada 200 m<sup>3</sup> de material acopiado. Todo material que no cumpla aquella condición debió ser corregido.

### 5.2.2 CONTENIDO DE SALES SOLUBLES

Se expresa como el contenido de sales totales y sulfatos solubles de la mezcla referido al pasante tamiz N° 200 de la misma (dentro de dicho contenido se incluyen también las sales solubles que aporte el agua de construcción) expresado como:

$$\left( \frac{\text{Peso de las sales totales o sulfatos solubles de la mezcla}}{\text{Peso del pasante tamiz N° 200}} \times 100 \right)$$

Cumpliendo lo siguiente:

- Sales totales solubles: No mayor del 1,5 %
- Sulfatos solubles: No mayor del 0,5 %

### 5.2.3 RELACIÓN DE FINOS

Se cumplió la siguiente relación:

$$\frac{\text{Pasa Tamiz N° 200}}{\text{Pasa Tamiz N° 40}} = \text{menor de 0,66}$$

### 5.2.4 VALOR SOPORTE

Este fue mayor al 80 % (Ensayo VNE – 6 – 84 – Método Dinámico Simplificado N° 1) alcanzado con una densidad igual o menor al 97% de la densidad máxima, correspondiente a 56 golpes por capa.

Se aplicó la Sección C-II del “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998).

## 5.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

Una vez que se tiene la sub-base granular nivelada según la altimetría del proyecto ejecutivo y aprobado su compactación, se procedió al conformado de la capa de base granular.

Como se mencionó anteriormente, la mezcla de los materiales intervinientes se realizó en la cantera de origen y su distribución sobre el tramo se hizo mediante el empleo de una motoniveladora, cumpliendo con el espesor determinado en el proyecto, contemplando la reducción del mismo al momento de la compactación.

El proceso de compactación se realizó con un rodillo vibratorio liso, completando 4 (cuatro) pasadas sobre el material granular. Luego se compactó con un rodillo neumático, llegando también a realizar 4 (cuatro) pasadas y verificando que no queden restos de material suelto sobre la superficie.



Figura 5-1: Compactación de Base Granular

Se verificó que la altimetría que de la capa cumpla el proyecto ejecutivo, luego se sacaron las densidades correspondientes para el control de compactación en conjunto con la inspección de obra, cumplimentando esto se consideró la aprobación de la misma.

La Base Granular aprobada fue imprimada dentro de las 24 hs. de haber logrado tal condición. Para la inmediata liberación al tránsito de la capa imprimada, se realizó un enarenado preventivo para reforzar la imprimación y evitar el desprendimiento de la misma. Si no se realizó este refuerzo, se protegió al tránsito por un período no inferior a 30 (treinta) días y no superó un lapso máximo de 120 (ciento veinte) días, a partir del cual la Base se cubrió con la carpeta asfáltica.



Figura 5-2: Base granular finalizada, lista para imprimación

## 5.4 EXIGENCIA DE COMPACTACIÓN

La densidad de obra llegó a valores correspondientes a la máxima del Ensayo Proctor proporcionado por la Norma V.N.E-5-93 – Método V (Diámetro del molde: 6"; Peso del Pisón: 4,5 Kg; Altura de caída: 45,7 cm.; Número de capas: 5; Número de golpes por

capa: 56) La muestra para este ensayo se extrajo una vez finalizada la operación de mezclado.



Figura 5-3: Control de Densidad de Obra y Espesores

El control de la densidad de obra se efectuó mediante el Método de la Arena correspondiente a la Norma de Ensayo V.N.E-8-66.

Las características de los agregados y de la mezcla se controlaron en conjunto con la inspección mediante la extracción de muestras una vez terminada la mezcla.

Además se garantizó que el ancho de la Base no sea menor que el proyectado, al igual que el espesor de la misma, que se considera mínimo absoluto, tomar todos los recaudos necesarios para garantizarlo en toda la capa. En algunos casos se tuvo que realizar un sobre-espesor que se debió dar para obtener el proyectado para la Base una vez compactada, del cual no se recibió pago directo alguno. En la ejecución de este ítem se contemplaron las siguientes operaciones: provisión y transporte del suelo seleccionado y agua a utilizar; mezclado de los materiales, carga, transporte y distribución de la mezcla; compactación, perfilado y toda otra tarea que sea necesario efectuar para la correcta ejecución de la capa.

Se computó y certificó por metro cuadrado ( $m^2$ ) de Base Granular ejecutada conforme a estas especificaciones y aprobada por la Inspección.

## CAPÍTULO 6: CONSTRUCCIÓN DE BASE CEMENTADA

Este capítulo aborda todos los trabajos necesarios para la ejecución de la capa antibombeo de la calzada de hormigón simple ejecutada en las rotondas norte y sur, conforme a los perfiles tipo del proyecto. Contempla, la provisión de todos los materiales (carga, transporte, descarga, acopio adecuado, etc.), equipos, mano de obra y demás tareas complementarias necesarios para su correcta materialización.

Para su aplicación se tuvo en cuenta el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la D.N.V. (Edición 1998) Sección C-IV.

### 6.1 MATERIALES A EMPLEAR

#### 6.1.1 Suelo Seleccionado

El suelo utilizado en esta capa es el mismo que se usó en el terraplén y la sub base granular, siendo este homogéneo, sin suelo vegetal u orgánico ni sustancias perjudiciales y cumpliendo, además, con las siguientes especificaciones:

- Sales Totales: Menor de 1,5 %
- Sulfatos Solubles: Menor de 0,5 %
- Límite Líquido: Menor de 30
- Índice Plástico: Menor de 10

#### 6.1.2 Material Granular

Al igual que la sub base granular, el material granular utilizado fue arena silíceo natural y esta estuvo compuesta de granos duros sin sustancias perjudiciales, teniendo en cuenta que para la mezcla, la arena cumplió con:

- Sales Totales: Menor de 1,5 %
- Sulfatos Solubles: Menor de 0,5 %

#### 6.1.3 Cemento Portland

El cemento Portland empleado fue Cemento Portland Normal que contempló con lo estipulado en la Sección A-I.3.2.3 del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la D.N.V. (Edición 1998).

#### 6.1.4 Agua

Los análisis realizados en el agua utilizada en toda la obra cumplió con lo establecido en el "Pliego de Especificaciones Técnicas Generales" de la D.N.V. (Edición 1998) Sección C-I.1.2.5.

## 6.2 MEZCLA DE MATERIALES

### 6.2.1 Ensayos de Aptitud de los materiales y de la mezcla

Antes del inicio de las tareas de construcción se elaboró y presentó al laboratorio de la DPV el informe del dosaje de la mezcla correspondiente, que contiene las valoraciones de durabilidad (humedecimiento-secado, congelamiento-deshielo) y resistencia a compresión simple sobre probetas.

Además se sumaron los ensayos de caracterización y calidad de todos los materiales utilizados en esta sub base cementada y los entornos para cada uno de los inertes. Se enviaron al laboratorio de la DPV muestras suficientes de cada uno de ellos para posibilitar los ensayos de aptitud correspondientes y la verificación de la mezcla. En este caso, no fue necesario que dicho Laboratorio reajuste los porcentajes establecidos para adecuarlos convenientemente.

Se incluyó en el informe el protocolo del Cemento Portland a emplear, que contiene las siguientes determinaciones:

- Tipo de cemento a emplear
- Análisis químico (Norma IRAM 1504) y composición porcentual
- Inicio y fin de fragüe (Norma IRAM 1619)
- Pasante Tamiz N° 200, vía húmeda (Norma IRAM 1621)
- Superficie específica (Norma IRAM 1623)

Se proveyó la totalidad de los materiales componentes ya que cualquier cambio en la provisión de los materiales o si los materiales han sufrido variaciones, hubiese sido objeto de la confección de un nuevo informe.

La cantidad mínima de arena a utilizar fue del 70 % referida al peso total de la mezcla, y la cantidad de cemento portland agregada a la misma un 6 % mínimo.

### 6.2.2 Granulometría

TAMIZ	% QUE PASA
1 ½"	100
1"	90 – 100
3/8"	80 - 100
Nº 4	70 - 95
Nº 10	50 - 80
Nº 40	20 - 40
Nº 200	10 - 25

### 6.2.3 Constantes Físicas de la mezcla arena – Suelo

- Límite líquido: Menor de 25
- Índice plástico: Entre 2 y 6

### 6.2.4 Contenido de sales del pasante tamiz N° 40

- Sales Totales: Menor de 1,2 %
- Sulfatos Solubles: Menor de 0,4 %

## 6.3 EXIGENCIA DE COMPACTACIÓN (SUELO-ARENA-CEMENTO)

Se logró el 100 % de la densidad máxima del ensayo de compactación según norma V.N.E-19-66 (Diámetro del molde: 4", Pisón: 2,5 Kg; Altura de caída: 30,5 cm.; N° de golpes por capa: 25).

## 6.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

### 6.4.1 Preparación de la superficie

Este trabajo se llevó a cabo durante la etapa de realización del terraplén compactado. Se tuvo especial atención en la conformación de la superficie de la sub rasante, la cual estuvo correctamente nivelada así colocar los espesores adecuados de las capas estructurales proporcionadas por el proyecto, además de contar con la aprobación de la inspección previa a la ejecución de la capa antibombeo suelo-arena-cemento.

### 6.4.2 Mezcla de los materiales

Esta operación se realizó por medio de una reclamadora autopropulsada, directamente en el tramo sobre la sub rasante, siendo estos trabajos similares a la conformación de la sub base granular, donde se realizó el siguiente procedimiento aprobado por la DPV:

1. La capa de la sub rasante se perfiló a 4 (cuatro) centímetros por arriba de las cotas del proyecto. Este material sobrante es el que va a formar parte de la mezcla de la capa antibombeo como suelo seleccionado.
2. En este caso, al trabajar sobre rotondas, no se conformaron las banquetas para generar el cajón que contenga el material granular que va a formar parte de la mezcla de la sub base, si no que se trabajó en un ancho mayor a 0,20 m del borde de calzada. Este sobreaño contribuyó a garantizar el espesor en el borde de la capa y además sirvió como base de apoyo de los moldes para las losas de hormigón. Antes de colocar la arena se clavaron las estacas de carga a 0,18 m de altura, para nivelar el correcto contenido de arena en el perfil transversal. Una vez colocada y cortada la arena se pasó el compactador liso, sin vibrar para generar una superficie plana.
3. Antes del inicio del proceso de mezclado con reclamadora se vertieron las bolsas de cemento sobre la arena, dispuestas en una cuadrícula que garantice el porcentaje de cemento detallado en la dosificación (6%). Esta cuadrícula abarcó el ancho de la reclamadora y un largo de 20 m. y a medida que la

mezcladora fue avanzando se fueron colocando las bolsas correspondiente en función del avance propiamente dicho. Cabe destacar que el cemento sólo podrá agregarse a la mezcla de inertes si la temperatura es de por lo menos 5°C y en ascenso.

4. Para iniciar el mezclado se determinaron las condiciones de humedad de la arena y la sub rasante. Se posicionó la reclamadora sobre el tramo, se conectó al tanque de agua y comenzó el avance, mezclado y humedecimiento del material de la capa antibombeo. A medida que va avanzando la mezcladora, se verifica las características de la mezcla, tanto sea en su homogeneidad, composición granulométrica, como en el contenido de humedad. La profundidad a la que se realizó el mezclado es de 0,22 m, los cuales se componen de 0,04 m de suelo seleccionado de la sub rasante, 0,18 m de arena y el cemento dispuesto sobre la superficie.
5. Por último se realizó la nivelación final de la capa de base cementada de acuerdo al proyecto ejecutivo, se perfiló con motoniveladora y se controló la altimetría resultante.

#### **6.4.3 Compactación de la mezcla**

Se tuvo como premisa que la compactación se finalice en un tiempo no mayor de cuatro (4) horas a partir de la incorporación del cemento Portland a la mezcla.

En nuestro caso, inmediato al avance de la reclamadora, y ya habiendo verificado la correcta composición de la mezcla, se realizó el compactado con rodillo vibratorio pata de cabra autopropulsado. La cantidad de pasadas del mismo fueron 4 en toda la superficie. A continuación se compactó con rodillo vibratorio liso autopropulsado, completando con dos pasadas del mismo.

La exigencia de compactación para la aprobación corresponde al máximo establecido en la Norma de Ensayo VN-E-19-66 "Compactación de mezclas de Suelo Cal y Suelo Cemento".

El control de la compactación de obra se efectuará mediante el método de la arena (Norma VN-E-8-66).

Después de efectuada la compactación la Base Cementada se presentó con un sobre-espesor conveniente para que una vez removido éste por el perfilado, el espesor resultante sea el especificado.

#### **6.4.4 Perfilado**

Se efectuó quitando el material en exceso mediante motoniveladora, debiendo retirarse el mismo totalmente de la calzada una vez efectuadas las operaciones. Se tuvo la precaución que el material removido no vuelva a incorporarse a la capa ni se utilice para reponer espesores. La superficie quedó totalmente libre de él, para lo cual se efectuó un barrido y soplado necesario para su total eliminación.

El perfilado final se concluyó con pasadas de rodillo neumático autorizado por la inspección, efectuando riegos de agua necesarios para lograr una correcta terminación.

La capa perfilada se encuadró dentro de las tolerancias mínimas que tanto ancho y espesores fueron iguales o mayores a los del perfil tipo de acuerdo al proyecto ejecutivo.

#### **6.4.5 Curado**

El curado de la capa se realizó con un permanente riego superficial, para que no pierda la humedad y el fraguado se realice sin falta de la falta de esta.

#### **6.4.6 Librado al tránsito**

No se permitió el tránsito general ni de obra por encima de los tramos concluidos de esta capa antibombeo. Solamente se admitió la circulación del equipo vial, en secciones cortas, necesario para seguir los trabajos en cuanto a las pasadas de rodillo neumático antes mencionadas y la del camión regador para el curado. Dicho equipo no podrá transitar antes de los catorce (14) días de concluida la capa.

Quedó expresamente prohibida la circulación de camiones o equipos pesados por encima de cualquiera de las capas construidas hasta tanto la capa superior de pavimento se encuentre terminada, en condiciones y aprobada por la inspección.

### **6.5 CONDICIONES DE RECEPCIÓN**

Para tal caso se cumplieron las condiciones citadas en la Sección C-IV del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la D.N.V. (Edición 1998). Los trabajos del presente ítem que cumplieron con estas condiciones de calidad exigidas, se midieron por metro cuadrado.

## CAPÍTULO 7: PROVISION Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS

### 7.1 PROYECTO EJECUTIVO

#### 7.1.1 Alcantarillas de caños de hormigón armado

LA TORDILLA – CRUCE A TORO PUJIO

PROGR.	UBICACION	DIMENSIONES	J (m)	OBSERVACIONES
15	L.I.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad. Demoler Existente.
131	L.D.	Diám. 0,80	12,00	Cruce con Camino Vecinal.
1187	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
1205	L.D.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
1715	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
2444	L.D.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
2967	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
3163	L.D.	Diám. 0,80	12,00	Cruce con Camino Vecinal.
3680	L.D.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
3848	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
4716	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
4765	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
5240	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
5371	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
5966	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
6265	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
6388	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
7353	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
7481	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
7615	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
8250	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.

8860	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
9556	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
9577	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
10552	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
11013	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
11015	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
11543	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
11564	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
12064	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
12550	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
13274	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
13380	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 12,00	Cruce con Camino Vecinal.
13730	L.I.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
15140	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
15900	L.D.	2 Diám. 0,80	2 x 8,00	Acceso a Propiedad.
<b>SUB TOTAL</b>			<b>624,00 m</b>	

VARIANTE A LA TORDILLA

PROGR.	UBICACION	DIMENSIONES	J (m)	OBSERVACIONES
400	L.I.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
400	L.D.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
850	L.I.	Diám. 0,80	12,00	Cruce con Camino Vecinal.
850	L.D.	Diám. 0,80	12,00	Cruce con Camino Vecinal.
1500	L.I.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
1500	L.D.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
2300	L.I.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
2300	L.D.	Diám. 0,80	8,00	Acceso a Propiedad.
2680	L.I.	Diám. 0,80	12,00	Cruce con Camino Vecinal.
2680	L.D.	Diám. 0,80	12,00	Cruce con Camino Vecinal.
<b>SUB TOTAL</b>			<b>96.00 m</b>	

**TOTAL 720.00 m**

TOTAL ALCANTARILLAS SIMPLES: 16 (DIECISEIS).

TOTAL ALCANTARILLAS DOBLES: 30 (TREINTA).

Nota 1: Se deberá demoler todas las alcantarillas laterales existentes.

**7.1.2 Alcantarillas longitudinales premoldeadas**

INTERSECCION CON ACCESO A TORO PUJIO

PROGR.	UBICACION	DIMENSIONES B x H (m)	J (m)	OBSERVACIONES
15353	L.D.	3 (1,50x1,00)	<b>2x3x13,00</b>	Intersección. <b>Rama a Toro Pujio.</b> Demoler Existente.
15353	L.I.	3 (1,50x1,00)	<b>3 x 17,00</b>	Intersección. <b>Rama a Santa Rosa de Río 1º.</b> Demoler Existente.
<b>SUB TOTAL</b>			<b>129,00 m</b>	

ACCESO A TORO PUJIO

PROGR.	UBICACION	DIMENSIONES B x H (m)	J (m)	OBSERVACIONES
522	L.D.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad.
1000	L.I.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad.
1019	L.I.	1,50 x 1,00	12,00	<b>A construir.</b> Cruce con Camino Vecinal. Demoler Existente.
1020	L.D.	1,50 x 1,00	10,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad. Demoler Existente.
1039	L.I.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad Traslado. Demoler Existente.
3110	L.I.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad.
3210	L.I.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad.
4010	L.I.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad.
4020	L.I.	1,50 x 1,00	8,00	<b>A Construir.</b> Acceso a Propiedad.
<b>SUB TOTAL</b>			<b>78,00 m</b>	

**7.1.3 Alcantarillas existentes de hormigón armado a prolongar**

ACCESO A TORO PUJIO

PROGR.	UBICACION	DIMENSIONES B x H (m)	J (m)	OBSERVACIONES
390	L.D.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
522	L.I.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
1275	L.D.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
1925	L.D.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
2048	L.D.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
2048	L.I.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
2400	L.I.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
2830	L.I.	-----	-----	<b>A Conservar. 1,50 x 1,00.</b> Existente J= 10,30 m.
2985	L.I.	-----	-----	Terraplén de Acceso.
3580	L.I.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
3590	L.D.	1,50 x 1,00	8,50	<b>A Prolongar J= 2,00m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 8,50 m.
3785	L.I.	1,50 x 1,00	10,00	<b>A Prolongar J= 3,50m.</b> Existente J= 6,50m. Jt = 10,00 m.

Nota: Si bien en la Planilla se detallan las progresivas de ubicación en función de los accesos existentes del relevamiento previo, estas resultaron aproximadas, por lo que la Inspección de Obra deberá acordar con los vecinos frentistas el emplazamiento definitivo de las mismas.

### 7.1.4 Alcantarillas transversales premoldeadas

LA TORDILLA – CRUCE A TORO PUJIO

PROGRESIVA	ALCANTARILLA EXISTENTE	ALCANTARILLA A CONSTRUIR			OBSERVACIONES
		B ( m )	H ( m )	J ( m )	
1690	-----	1,00	1,00	16,00	<b>A Construir.</b> Alcantarilla Premoldeada. CD= 132.50
3825	-----	1,00	1,00	16,00	<b>A Construir.</b> Alcantarilla Premoldeada. CD = 128.91
8225	-----	1,00	1,00	16,00	<b>A Construir.</b> Alcantarilla Premoldeada. CD= 121.81
11553	1,00 x 1,00	2 x 1,00	1,00	2 x 16,00	<b>A Construir.</b> Alcantarilla Premoldeada. Demoler existente. CD= 117.65
13375	1,00xEmbancada	-----	-----	-----	Alcantarilla tapada a demoler.
13383	2x1.50x Embancada	-----	-----	-----	Alcantarilla tapada a demoler.
13617	1,00x Embancada	1,00	1,00	16,00	<b>A Construir.</b> Alcantarilla Premoldeada. Alacant. Tapada a demoler. CD= 116.22
15340	1,50 x 1,00	-----	-----	-----	Alcantarilla Existente a demoler.
<b>SUB TOTAL</b>				<b>96,00 m</b>	

VARIANTE A LA TORDILLA.

PROGRESIVA	ALCANTARILLA EXISTENTE	ALCANTARILLA A CONSTRUIR			OBSERVACIONES
		B ( m )	H ( m )	J ( m )	
40	-----	2 x 1,00	0,80	2 x 20,00	<b>A Construir.</b> Inicio de la Variante. Ejecutar Albardones de cierre en ambas cunetas, según Plano de Drenaje.
2950	-----	1,00	0,80	22,00	<b>A Construir.</b> Fin de la Variante.
<b>SUB TOTAL</b>				<b>62,00 m</b>	

**7.1.5 Alcantarillas existentes de hormigón armado a prolongar**

ACCESO A TORO PUJIO

PROGRESIVA	ALCANTARILLA EXISTENTE	ALCANTARILLA A CONSTRUIR			OBSERVACIONES
		B ( m )	H ( m )	J ( m )	
2945	3 x (2.00 x 1.10) x 13,80	-----	-----	20,00	<b>A Prolongar J= 6,20 m.</b> Existente J= 13,80 m. Jt = 20,00 m.
3800	3 x (2.00 x 1.10) x 13,80	-----	-----	19,00	<b>A Prolongar J= 5,20 m.</b> Existente J= 13,80 m. Jt = 19,00 m.

## 7.2 ALCANTARILLAS LATERALES

Inicialmente se comenzaron con los trabajos de demolición, retiro y traslado, hasta el lugar de acopio, de los materiales de las alcantarillas existentes tales como caños, muros de ala y plateas de alcantarillas.

Luego se continuó con la excavación para alojar los nuevos caños de hormigón armado, donde se removieron los 0,15 m. superiores del fondo de la misma y en un ancho igual a la sección del caño más 0,25 m a cada lado del mismo. Posteriormente se compactó para obtener una base de asiento uniforme a una densidad superior al 97 % de la máxima del ensayo Proctor Norma VN-E-5-93 - Método I agregando, a continuación, una cama de arena fina en caja, en un espesor de 0,05 m.

En algunos casos donde se llegó a la cota de fondo de cuneta, el terreno se encontraba saturado, con lo cual se realizó una base de asiento de suelo cal al 3% de contenido de cal, así generar una barrera de vapor para evitar el ascenso capilar de la humedad y obtener una estructura estable, sobre la misma se colocó una cama de arena fina en caja, en un espesor de 0,05 m.

Una vez realizadas las tareas antes mencionadas, se precedió a la colocación de caños de hormigón armado extra reforzados prefabricados. Los mismos fueron proveídos por la empresa Juan Carlos Lenta e Hijos S.R.L., los cuales cumplen con las normas especificadas por la D.P.V. Las características resistentes de los materiales serán los correspondientes a un hormigón tipo H-21 según CIRSOC que tiene una resistencia característica a la rotura por compresión axial de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. El acero será del tipo ADM o ADN 42-50 según CIRSOC.



**Figura 7-1: Colocación de caños de Alcantarillas longitudinales sobre base compactada**

Las alcantarillas prefabricadas tendrán las medidas especificadas en el cómputo métrico. En cuanto a las alcantarillas de caños de hormigón extra reforzados de 0,80m de diámetro para la construcción de alcantarillas longitudinales se adecúan según los planos Tipo C-100 de la DPV, incluidos en el Anexo II.

En cuanto a las alcantarillas a prolongar, se realizaron de hormigón armado insitu, las cuales se detallan más adelante, que corresponden al tramo del Acceso a Toro Pujio y a la Intersección con el Acceso a Toro Pujio.

Todas las juntas fueron selladas con un mortero cementicio tipo 1:3 donde se garantizó la hermeticidad de las mismas. Una vez selladas las juntas la Inspección solicitó la correspondiente prueba hidráulica, donde se verificó que no hubo pérdidas.

Luego de verificar las juntas, se agregó suelo a los laterales de los caños en capas de 0,15 m. de espesor, compactándolas hasta lograr una densidad no inferior al 90 % de la densidad máxima del ensayo Proctor - Norma de Ensayo VN-E-5-93- Método I. El proceso de relleno y compactación se ejecutó simultáneamente a ambos lados de los caños, empleando equipos manuales o mecánicos aptos para lograr las densidades especificadas.

Cabe aclarar que los muros de ala y cabezales fueron ejecutados "in situ" con Hormigón Armado Tipo "B", según detalle de plano Tipo adjunto, detallándose más adelante.

### 7.3 ALCANTARILLAS TRANSVERSALES

Estas alcantarillas son las que cortan transversalmente el eje del camino, y su función es la de nivelar y trasvasar caudales entre ambas cunetas. Las progresivas en las que se ubican las mismas se detallan en las planillas anteriores

La ejecución de estas alcantarillas tuvo la particularidad que se construyeron luego de realizado el terraplén, y se implementó el siguiente procedimiento constructivo:

- Se ejecutó un ensanche de las banquetas en la zona de emplazamiento de la alcantarilla, rodeándola en toda su longitud, para garantizar la continuidad de la circulación del tránsito. En dicho lugar se realizó una densificación de la señalización de obra proporcionando una circulación segura de los vehículos



Figura 7-2: Ensanche de banquetas, señalización de obra, inicio de excavación

- Una vez replanteado el eje, se iniciaron los trabajos de excavación para alojar los módulos prefabricados de hormigón armado. Se cavó el ancho

equivalente al módulo prefabricado, más 0,15 m de cada lado, para facilitar el montaje y corregir desviaciones en el eje. En cuanto al fondo de dicha excavación se aproximó a la pendiente longitudinal de escurrimiento y se excavaron 0,10 m más, para la preparación de la base de asiento de los módulos.

- Con respecto a dicha base de asiento, se realizó una propuesta superadora a la exigida y esta consistió en colocar 0,10 m de hormigón pobre H8 con la pendiente de escurrimiento determinada en el proyecto. El motivo de esta tarea fue acelerar los procesos de ejecución de la alcantarilla para disminuir los tiempos que permanecerá el desvío, generar una base sólida para el apoyo de los módulos y crear una barrera hidrófuga.



Figura 7-3: Preparación de la base de asiento de los módulos prefabricados con Hormigón H8

- Luego se continuó con la colocación de los módulos de hormigón armado, respetando la alineación del eje establecida en el proyecto ejecutivo, replanteándolo en el terreno.
- Una vez que se verificó la alineación de los módulos se procedió al llenado del espacio vacío entre el terraplén y el muro. En este caso, también se propuso hacerlo con hormigón pobre H8, con lo cual se garantizó un correcto tratamiento en la interface, hermeticidad y confinamiento del conducto y una rápida ejecución de los trabajos evitando prolongados tiempos de desvíos.

Figura 7-4: Colocación de módulos y relleno de interface



- Una vez que fraguó el hormigón de la interface, se procedió al relleno con terraplén compactado sobre la losa de los módulos y en forma siguiente la habilitación de la circulación del tránsito sobre dicha estructura.

#### 7.4 EXCAVACIÓN PARA FUNDACIÓN DE ALCANTARILLAS

En el caso de las alcantarillas longitudinales a prolongar en el tramo del Acceso a Toro Pujio, se debieron realizar excavaciones para alojar las fundaciones de las alcantarillas proyectadas, que contemplan las longitudes del conducto como así también sus muros de ala. Dicha excavación de cimientos de alcantarillas se hará de acuerdo al plano tipo Z-269-2657-A de la D.P.V., el cual está en el Anexo II de planos tipo.

En el cómputo métrico de dicha excavación, se consideró el volumen comprendido entre la cota de desagüe y la cota de fundación adoptada, por lo que excluyó la excavación desde la cota de terreno hasta la de desagüe. En este caso rigió el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la D.N.V. (Edición 1998) en lo referido a Excavación para Fundaciones de Obras de Arte (Sección H-I).

## CAPÍTULO 8: ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

### 8.1 MATERIALES A EMPLEAR

Para la ejecución de las distintas estructuras de hormigón, se utilizaron los materiales que se detallan a continuación, para los cuales rigieron las normas de ensayos del Instituto de Racionalización Argentinas de Materiales (IRAM), y en particular las siguientes observaciones:

#### 8.1.1 Cemento Portland

- 1) El cemento Portland a emplear fue Cemento Portland Normal que cumpla con el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la D.N.V. (Edición 1998).
- 2) Para juzgar la calidad del cemento Portland se cumplió con los requisitos físicos, químicos y mecánicos de las normas IRAM respectivas.
- 3) Además de las condiciones establecidas se cumplió lo siguiente:
  - El contenido total de álcalis, expresado en Óxido de Sodio fue menor del 0,6%.
  - Cada partida de cemento entregada, contó con un certificado de garantía del fabricante.
  - La prevención de álcalis menor del 0,6%, no se aplicó en el caso que se demuestre, por medio de ensayos realizados ó aprobados por la Dirección de Vialidad, que los agregados pétreos no fueron reactivos con el cemento, evaluado de acuerdo a norma IRAM 1674 (Método acelerado de la barra de mortero).
  - Los informes sobre el cemento incluyeron el tipo, la marca, el fabricante, la composición y el método de manejo (en este caso a granel en la empresa proveedora de hormigón elaborado).

#### 8.1.2 Agregado Grueso (Árido Grueso)

- 1) El material pétreo deberá cumplió con el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la D.N.V. (Edición 1998).
- 2) El árido grueso cumplió la norma IRAM 1531/96.
- 3) El tamaño máximo nominal del árido grueso en ningún caso excedió a 40 mm para permitir la perfecta colocación y compactación del hormigón.
- 4) Las mezclas de agregados de distintos tamaños nominales tuvieron curvas granulométricas continuas. Para determinar las proporciones en que deberán mezclarse los diferentes tamaños se tomó como criterio general el de obtener la curva que con la mayor cantidad de partículas gruesas haga mínimo el contenido de vacíos.
- 5) Los áridos se almacenaron y emplearon en forma de evitar la segregación de partículas, la contaminación con sustancias extrañas y el mezclado de áridos de distintos tamaños máximos y granulometrías.

- 6) El árido grueso estuvo constituido solamente por piedra partida. No contuvo cantidades excesivas de partículas que tengan formas de lascas o agujas, cumpliendo la norma IRAM 1687/1 (Índice de lajosidad fue menor o igual que 30%).
- 7) El Desgaste “Los Ángeles” (IRAM 1532) fue menor de 40%.
- 8) Los informes sobre agregados incluyeron origen, tipo, graduación, substancias deletéreas, examen petrográfico (IRAM 1649), consistencia, pérdidas por abrasión (agregado grueso), y los resultados de todas las pruebas requeridas para verificar que cumplieron con las Normas IRAM correspondientes. Se aceptaron Protocolos de Cantera, presentados en original y copia, que además de los datos anteriores, contengan Desgaste, Durabilidad (IRAM 1525 y 1526) y Lajosidad, firmados tanto por el Representante Técnico de la obra como por el Profesional de la cantera, los cuales serán solidariamente responsables de los detalles presentados.

#### **8.1.3 Agregado Fino (Árido Fino)**

- 1) La arena utilizada cumplió con el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la D.N.V. (Edición 1998).
- 2) El árido fino cumplió los requisitos establecidos en la norma IRAM 1512/96.
- 3) El árido fino yació exclusivamente de arenas naturales de origen silíceo, bien lavadas y podrá estar constituido por la mezcla de hasta dos fracciones. Los límites granulométricos están comprendidos entre las curvas A y B (IRAM 1627). El módulo de finura nunca fue inferior a 2,3.
- 4) No se utilizó arena de trituración.
- 5) El módulo de finura del árido fino nunca varió en más ó en menos 0,2 respecto del material empleado para determinadas proporciones del hormigón, si no el árido fino será rechazado, salvo el caso que se realicen con antelación los ajustes en las proporciones de la mezcla.
- 6) Los informes sobre agregados incluyeron origen, tipo, graduación, substancias deletéreas, consistencia y los resultados de todas las pruebas requeridas para verificar que cumplen con las Normas IRAM correspondientes.

#### **8.1.4 Agua para mezclado, lavado de áridos y curado:**

- 1) Cumplió con lo establecido en el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la D.N.V. (Edición 1998).
- 2) Fue de aplicación lo especificado en la Norma IRAM 1601, en lo referente a límites de requisitos físicos y químicos, muestreo y técnicas de ensayos.
- 3) El contenido de Cloruros, expresados en ión Cl, fue menor de un (1) gramo por litro.
- 4) La cantidad de Sulfatos, expresados en ión SO<sub>4</sub>, fue menor de 0,6 gramos por litro.

- 5) Si el agua que no cumplió alguna de las condiciones especificadas en los incisos anteriores, hubiese sido rechazada.
- 6) Los requisitos anteriores fueron verificados cuando el agua no proviene del abastecimiento público de agua potable.

#### **8.1.5 Aditivos para el Hormigón y Membrana de Curado**

- 1) En caso de necesidad se utilizaron aditivos en el hormigón previa aprobación de los mismos por la Inspección; los cuales fueron de marca sika y se aplicarán en las cantidades y forma indicadas por el fabricante, cumpliendo con el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la D.N.V. (Edición 1998).
- 2) Los aditivos cumplieron con los requisitos que establece la norma IRAM 1663.
- 3) En caso de requerirse el uso simultáneo de más de un aditivo, se deberá evaluar la compatibilidad entre los mismos y las dosis necesarias para obtener los resultados.
- 4) Los aditivos estuvieron perfectamente identificados en cuanto se refiere a: partida, fecha de elaboración, fecha de vencimiento, fabricante y demás datos de interés.
- 5) Cada aditivo tuvo características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra, en caso de constatarse variaciones en las características o propiedades de los contenidos de distintos envases se suspenderá su empleo
- 6) Todos los aditivos que se incorporaron a la masa del hormigón fueron productos de un mismo fabricante.
- 7) Como membrana de curado sólo se utilizaron membranas a base de resinas de base solvente, y fueron aplicadas en dos capas de acuerdo con las indicaciones de los proveedores, a las órdenes de la Inspección y las necesidades técnicas de la obra. En este caso se utilizó el producto de Sika, Antisol Normalizado, donde en el Anexo III se detallan sus cualidades.

#### **8.1.6 Acero para barras pasadores y barras de unión**

- 1) Las barras utilizadas en la construcción cumplieron los requisitos establecidos en las siguientes Normas IRAM:
  - IRAM 502: BARRAS DE ACERO DE SECCIÓN CIRCULAR, PARA HORMIGÓN ARMADO. LAMINADAS EN CALIENTE.
  - IRAM 528: BARRAS DE ACERO CONFORMADAS, DE DUREZA NATURAL PARA HORMIGÓN ARMADO.
  - IRAM 537: BARRAS DE ACERO CONFORMADAS PARA HORMIGÓN ARMADO. LAMINADAS EN CALIENTE Y ESTIRADAS EN FRÍO.
  - IRAM 671: BARRAS DE ACERO CONFORMADAS, PARA HORMIGÓN ARMADO. LAMINADAS EN CALIENTE Y TORSIONADAS EN FRÍO.

- 2) Toda armadura usada en la obra presentó un certificado de calidad expedido por el fabricante. Además estableciendo de cada partida entregada y aprobada, que sector de la obra ocupa.
- 3) Los pasadores estuvieron constituidos por barras lisas de acero tipo AL-220.
- 4) La barras de unión fueron de acero conformado, laminadas en caliente, Tipo ADN-420 y ADM-420.

### 8.1.7 Relleno de juntas

- 1) El relleno de juntas se realizó con mezclas plásticas de bajo módulo aplicables en frío, cumpliendo las siguientes condiciones:
  - Módulo de deformación menor de 30 Kg./cm<sup>2</sup>
  - Elongación de rotura mayor de 1200%
  - Recuperación elástica luego de la compresión mínimo 90%
- 2) Su colocación se hizo de acuerdo a las indicaciones del fabricante y órdenes impartidas por la Inspección.

Además se empleará un fondo de junta preformado de polietileno celular expandido y su aplicación se hará de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

De acuerdo a estas especificaciones se utilizó para esta actividad el producto Sikaflex 1A Plus. En el Anexo III se incluyen las propiedades de este material.

## 8.2 REQUISITOS DE LAS MEZCLAS

### 8.2.1 Fórmula de mezcla

La empresa contratista presentó a la inspección de obra, con cuarenta (40) días previos al hormigonado, la fórmula de dosificación del hormigón (fórmula de mezcla o de obra) y el informe de las mezclas propuestas, así como el material representativo extraído como lo especifican las normas IRAM de toma de muestras, y en cantidad suficiente para que se puedan hacer todos los ensayos de los distintos componentes y la verificación de dicha fórmula, en el Departamento I - Laboratorio de la Dirección Provincial de Vialidad.

Se tuvo en cuenta todas las posibles canteras proveedoras de materiales ya cualquier cambio en la fuente de provisión, granulometría o naturaleza de alguno de sus componentes daría lugar a un nuevo estudio y su correspondiente aprobación.

El informe de las mezclas de hormigón propuestas contiene la siguiente información:

- Asentamiento de diseño, el que no podrá ser nulo
- Total de agua por metro cúbico (“Relación agua-cemento”), resultante de dividir el número de litros de agua por el número de kilogramos de cemento Portland que integra un volumen dado de hormigón.

- Contenido de cemento ("Factor Cemento"), o sea la cantidad de cemento Portland, medida en Kg/m<sup>3</sup>, que interviene en la preparación de un metro cúbico de hormigón compactado.
- Granulometría total de los agregados pétreos, empleando las cribas y los tamices de la Norma IRAM 1501 – 63 mm (2 ½"); 51 mm (2"); 38 mm (1 ½"); 25 mm (1"); 19 mm (¾"); 9,5 mm (⅜); 4,8 mm (Nº 4); 2,4 mm (Nº 8); 1,2 mm (Nº 16); 590 µm (Nº 30); 297 µm (Nº 50); 149 µm (Nº 100).

Se entenderá como agregado grueso todo material retenido por el tamiz 4,8 mm (Nº 4) y agregado fino el que pase por dicho tamiz. El ensayo granulométrico se hará siguiendo la Norma IRAM 1505.

- Proporción de agregados finos totales
- Peso (saturado superficie seca) de cada agregado.
- Cantidad de aditivo, proporción, marca y forma de incorporación de los aditivos.
- Contenido de aire
- Resistencia a compresión, a siete (7) y veintiocho (28) días. Resistencia a la compresión (Norma IRAM 1546) de probetas cilíndricas de 15cm de diámetro por 30cm de altura (Norma IRAM 1534), y Resistencia a la Flexión (Norma IRAM 1547)

### 8.2.2 Requisitos de la Mezcla en Obra

La aceptabilidad del hormigón se juzgó de acuerdo con todos los requisitos especificados y no solamente por su resistencia. Los mismos incluyeron:

- Contenido mínimo de cemento
- Asentamiento
- Relación agua/cemento (máx. 0,45), con una tolerancia de  $\pm 0,01$ .
- Aditivos: Un plastificante se incluyó en todas las mezclas de hormigón.
- En caso donde se usó retardante de fragüe, la cantidad añadida a la mezcla se ajustó a las variaciones de temperatura, entre otras condiciones para proporcionar un tiempo de fraguado inicial máximo de 4 Horas de acuerdo a la norma IRAM correspondiente.
- Contenido total de aire: el contenido volumétrico total de aire del hormigón tuvo una tolerancia del 1% con respecto al hormigón aprobado.
- Temperatura del hormigón en el momento de la descarga y del aire.

Si durante la ejecución de la obra, se produjo un cambio de la fuente de provisión de uno o más de los materiales componentes se requirió a la empresa proveedora de hormigón elaborado la presentación de una nueva fórmula de mezcla.

Esta Contratista presentó un informe final en el que quedaron documentadas las distintas fórmulas de mezcla utilizadas en los distintos sectores, identificados por las correspondientes progresivas, como así también los distintos parámetros de calidad de los materiales y de las mezclas.

En algunos casos puntuales la Inspección realizó observaciones de la mezcla, que consideró necesarias y solicitó nuevas muestras de los materiales a utilizar.

### 8.3 CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DEL HORMIGÓN

Se tomó muestra de todos los materiales que intervinieron en la elaboración del hormigón, materiales de toma de juntas, materiales de curado, aceros, etc. y se efectuaron los ensayos correspondientes en el laboratorio central de la DPV, los que cuales cumplieron con las exigencias establecidas. Los resultados de los mismos se archivaron y se dejaron a disposición de la Inspección de obra cuando ésta lo requirió.

La inspección, cuando esta lo dispuso, pudo verificar los valores informados por el Contratista e independientemente realizó los ensayos que estimó conveniente para verificar la calidad de los materiales y del hormigón. Sin embargo, en esta obra en particular, hubo un trabajo mancomunado en cuanto al control de calidad entre contratista e inspección, donde se realizaron la mayoría de los ensayos en simbiosis entre ambos.

Los ensayos presentados por esta contratista, como se dijo anteriormente, se realizaron en conjunto con la inspección, con lo cual las estructuras que no dieron resultados satisfactorios, se procedió a la demolición y reconstrucción de las mismas.

### 8.4 PRUEBAS DE CONTROL DE CAMPO

Las pruebas de campo que se indican a continuación se llevaron a cabo en el lugar de elaboración y colocación. Se proporcionó para ello el equipo, suministros y el personal calificado necesario para llevar a cabo las pruebas. La frecuencia especificada es un mínimo, donde se realizaron pruebas adicionales cuando la Inspección lo requirió.

- Graduación de los agregados: cada quinientas (500) toneladas de árido fino, y mil (1000) toneladas de árido grueso se muestrearon y probaron de acuerdo a ésta Especificación.
- Asentamiento: se hizo una prueba de asentamiento para cada carga de hormigón que se entregó, de acuerdo a la norma IRAM correspondiente.



Figura 8-1: Determinación del asentamiento

- Pruebas de resistencia: Se extrajeron de un pastón elegido al azar, un juego de cuatro (4) probetas de prueba por cada veinte (20) metros cúbicos como mínimo para cada uno de los días que se colocó hormigón.

En cada juego, dos se probaron a siete días y dos a veintiocho días. Luego para la aceptación también se calaron testigos de acuerdo al pliego de especificaciones generales. Cada probeta fue marcada con la fecha de fabricación y número de identificación que se correlacionó con la ubicación donde se colocó el pastón, el número de camión de entrega, el asentamiento y el contenido de aire si lo hubiera.

### 8.5 ESTRUCTURAS DE HORMIÓN SIMPLE TIPO “D”

Las estructuras realizadas en este caso consistieron en la prolongación de los conductos de alcantarillas, como así también los cabezales de las mismas en cuanto a los plateas y muros de ala, de acuerdo al plano tipo Z-269-2657-A de la DPV detallado en el Anexo II de Planos Tipo y a las prescripciones contenidas en el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998), en lo referido a “Hormigones para Obras de Arte” (Sección H-II).

El hormigón que se utilizó fue el que corresponde a la denominación según CIRSOC H-13 con una resistencia característica a la rotura de 130 Kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo a la compresión simple, efectuada en probetas moldeadas y ensayadas a los 28 días.

Según el plano tipo Z-269-2657-A de la DPV, el hormigón simple tipo “E” que indicado para lograr la cota de fundación por debajo de 0,60 m. de la de desagüe, fue reemplazado por el hormigón simple tipo “D. Esta mayor cantidad fue contemplada en el cómputo métrico correspondiente especificado para el ítem.

### 8.6 ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO TIPO “B”

De acuerdo a la denominación de este tipo de hormigón, se contemplaron todos los trabajos necesarios que se ejecutaron para la construcción de los elementos estructurales, losas de las alcantarillas a prolongar, cabezales y muros de ala para las alcantarillas, tanto las de caños de hormigón armado como las alcantarillas premoldeadas, como así también para las cámaras de inspección que se ejecutaron en la isleta de la Rama a Toro Pujio en la intersección del tramo con el Acceso a la localidad de Toro Pujio, en coincidencia con las alcantarillas premoldeadas y la ampliación de las cámaras de inspección que se ejecutaron en la zona urbanizada de Toro Pujio.

Al igual que el hormigón tipo “D” las alcantarillas a prolongar se hicieron de conformidad al plano tipo Z-269-2657-A y los cabezales y muros de ala de las alcantarillas premoldeadas de acuerdo al plano tipo adjunto de esta DPV y a las prescripciones contenidas en el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998), en lo referido a “Hormigones para Obras de Arte” (Sección H-II).



**Figura 8-2:**  
**Alcantarilla a**  
**prolongar, en el**  
**cruce al acceso a**  
**Toro Pujio**

El hormigón que se empleó es el que corresponde a la denominación según CIRSOC H-21 con una resistencia característica a la rotura de 210 Kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo a la compresión simple, efectuada en probetas moldeadas y ensayadas a los 28 días.

El acero a utilizar será de una tensión de fluencia mayor o igual a 4.200 Kg/cm<sup>2</sup>, designación según CIRSOC ADN ó ADM 420/50.

**Figura 8-3: Prolongación**  
**de alcantarilla terminada**



En este caso se comenzó con la limpieza de todas las estructuras (conductos subterráneos, entradas, salidas y conductos de alcantarillas, conformación de cunetas, etc.) que componen el sistema de drenaje en la localidad de Toro Pujio habida cuenta de que, en la actualidad se encuentran obstruidos por maleza, basura, etc. Luego se continuó con demolición, carga, transporte y descarga, hasta el lugar autorizado, de los materiales producto de la demolición de las alcantarillas a prolongar, de las alcantarillas de acceso a demoler o de cualquier otra estructura u obstáculo que se pudiera advertir en los accesos indicados en el Plano de Drenaje. Una vez realizados estos trabajos previos se prosiguió con el armado de los encofrados y armaduras para las respectivas estructuras, verificando la estanqueidad de los mismos. Luego se realizó el colado del hormigón dentro de los respectivos encofrados y por último el curado del mismo.



**Figura 8-4: Hormigonado de cabezales de alcantarillas longitudinales**

**Figura 8-5: Desencofrado de cabezales de alcantarillas longitudinales**



## 8.7 CORDON MONTABLE PARA ISLETAS

Estos elementos estructurales consisten en los cordones, delineadores de los canchales, isletas y narices de convergencia y divergencia con Hormigón Simple Tipo B, de las intersecciones tipo rotonda a construir en la intersección de la RP N° E-52 con la Variante a La Tordilla (Norte y Sur) y entre la RP N° E-52 y RP N° S-152 (Acceso a Toro Pujio), según las dimensiones y ubicaciones indicadas en los planos y detalles de cordón montable, según las especificaciones del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales (Edición 1998) Sección H-II.

El hormigón empleado es el que corresponde a la denominación según CIRSOC H-21 con una resistencia característica a la rotura de 210 Kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo a la compresión simple, efectuada en probetas moldeadas y ensayadas a los 28 días.

Se efectuaron las juntas de contracción cada 4 metros, rellenas con mezclas plásticas aplicables en frío, tipo SIKA FLEX 1A.

## 8.8 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN SIMPLE TIPO “F” PARA ISLETAS

Una vez finalizados los cordones montables de las isletas se continuó con la ejecución del relleno de las mismas, según plano, en una capa de 7 cm de espesor.

El hormigón que se empleó es el que corresponde a la denominación según CIRSOC H-8 con una resistencia característica a la rotura de 80 Kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo a la compresión simple, efectuada en probetas moldeadas y ensayadas a los 28 días.

Inicialmente, se aplicó un herbicida para contrarrestar el crecimiento de malezas en la superficie destinada a las isletas, a continuación se rellenó con suelo seleccionado en los espacios entre cordones de forma tal, que el espesor de la capa del hormigón a colocar resulte de siete (7) centímetros. Luego se continuó con el colado de hormigón hasta enrasar y por último se realizó el pintado de la superficie con dos manos de pintura látex blanco.



Figura 8-6: Isleta de intersección, cordón montable y relleno

## 8.9 CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN

### 8.9.1 Condiciones generales de Equipos, Máquinas y Herramientas

En nuestro caso se optó por el empleo de moldes laterales fijos, donde se cumplieron las siguientes condiciones:

- La obra básica se ejecutó con los rendimientos y calidad que exige la pavimentación.
- En el plan de trabajos presentado se contempló el rendimiento de los equipos empleados, y su coordinación, de modo de cumplimentar el plazo de ejecución de las obras.
- El equipo seleccionado, se ajustó a la velocidad mínima de pavimentación, rendimientos de ejecución, diseño estructural, plazo de obra, exigencias de calidad final de cada ítem, logística de obra, etc.

### 8.9.2 Exigencias para Equipos

Todo el equipo de trabajo empleado para la realización de la obra se encontró en perfectas condiciones. Fueron probados y sometidos a la aprobación de la Inspección. Los mismos fueron mantenidos en condiciones satisfactorias, durante la construcción hasta la finalización de la Obra, cuidando la limpieza y engrase del equipo después de cada jornada de trabajo.

En la medida de lo posible se proveyeron equipos extras para remplazarlos al momento que estos fallen; ya que si durante la construcción se observase deficiencia o mal funcionamiento, la Inspección ordenó su retiro y reemplazo por otros similares en buenas condiciones.

El equipo utilizado quedó establecido al presentarse la propuesta y el mismo fue el mínimo necesario para ejecutar las obras dentro del plazo contractual, y con los rendimientos especificados; en ningún momento se realizó el retiro de aquellos elementos que fueron necesarios mientras duró la ejecución salvo aquellos deteriorados, que fueron reemplazados.

Se facilitó y prestó la ayuda necesaria a la Inspección para la verificación de las balanzas y equipos de pesaje de los materiales, aparatos de medida y de todos otros instrumentos de trabajo o ensayo que se utilizaron en obra.

### 8.9.3 Moldes Laterales Fijos

Los moldes laterales usados para las losas del pavimento son metálicos, de altura igual al espesor de la losa en los bordes, libres de toda ondulación ya que en su coronamiento no se admite ondulación alguna. El procedimiento de unión usado entre las distintas unidades que integran los moldes laterales, es a través de barras de hierro conformado de diámetro 12mm los cuales impidieron todo movimiento o juego entre los mismos.



Figura 8-7: Molde laterales machihembrados, con barras de unión de la junta longitudinal

Los moldes utilizados son de chapa de acero de 6 (seis) milímetros de espesor y tienen una base, una sección transversal con la suficiente resistencia que les permite

soportar sin deformaciones o asentamientos las presiones originadas por el hormigón al colocarse, el impacto y vibraciones causados por el equipo empleado en el proceso constructivo. Los moldes para cordones responden estrictamente al perfil tipo indicado en los planos del proyecto. La vinculación de éstos con los moldes laterales se realizó de manera tal que una vez colocados, el conjunto se comporte como una única pieza en lo que a rigidez y firmeza se refiere. La longitud de cada tramo de molde en los alineamiento rectos fueron de 3 (tres) metros y el ancho de su base de apoyo son de 20 centímetros.

En este caso la superficie de apoyo de los moldes se realizó del mismo material de la estructura que se encuentra inmediatamente por debajo de la losa de hormigón, siendo esta un suelo cemento con un sobreancho que contemple la base del molde, a fin de evitar el desplazamiento de los moldes una vez colocados, tanto en sentido vertical como horizontal. Las superficies interiores de los moldes se limpiaron convenientemente, y fueron pintadas con un producto antiadhesivo para encofrados.

Una vez colocados los moldes en su posición definitiva, la desviación máxima de tolerancia no fue mayor de 1 (un) milímetro entre las juntas de los mismos; la sub-base se encontró convenientemente perfilada y los niveles fueron controlados por la Inspección; la superficie de apoyo de la calzada tiene la compactación y niveles correspondientes al proyecto y está libre de todo material suelto y de materias extrañas.

**Figura 8-8: Disposición de moldes de encofrado de pavimento de hormigón sobre sub-base cementada**



Se tomaron todas las precauciones necesarias para que la cara vista del cordón sea perfectamente lisa, sin sopladuras, evitando aplicar revocos de mortero sobre los mismos.

La cantidad de moldes en obra fue suficiente como para permitir la permanencia de los mismos en su sitio por lo menos durante 12 (doce) horas después de la colocación y terminación del hormigón, este período fue incrementado cuando las condiciones climáticas o las bajas temperaturas lo requirieron, a juicio de la inspección.

#### 8.9.4 Transporte del Hormigón

La distancia de transporte desde la planta de hormigón elaborado es de veinticinco (25) kilómetros, donde el mismo es transportado mediante vehículos provistos de dispositivos agitadores tipo trompo, de ocho (8) metros cúbicos de capacidad, autopropulsado.



Figura 8-9: Camión con mixer para hormigón elaborado

#### 8.9.5 Equipo de aserrado

El equipo de aserrado para calzada completa está compuesto por dos (2) aserradoras equipadas con disco diamantado para efectuar estos trabajos a fin de no paralizar los trabajos por el desperfecto por una de estas. El aserrado fue ejecutado de acuerdo con lo establecido en el punto 8.10.4.3.

Figura 8-10: Aserradora de juntas de losas de hormigón



#### 8.9.6 Máquina extractora de testigos de hormigón

Esta máquina es del tipo "CALIX", montada sobre un bastidor con ruedas que permite su transporte. Permite extraer testigos cilíndricos rectos, de diámetros comprendidos entre 14 y 16 cm. La misma estuvo equipada con sus correspondientes brocas diamantadas.



Figura 8-11: Máquina extractora de testigos

### 8.9.7 Equipo Adicional

Además de las herramientas antes descritas, se contó en la obra con todas las herramientas menores y todo aquel trabajo necesario que le permita terminar el equipo de acuerdo con estas especificaciones, como por ejemplo mochilas aspersores del líquido para el curado superficial de las losas, herramientas de mano, regla vibradora, cinta para el alisado del hormigón, etc.

### 8.9.8 Elementos para Laboratorio de Ensayos

Se puso a disposición de la Inspección todo el equipo necesario para la instalación del laboratorio de campaña. El mismo fue utilizado con la Inspección en simbiosis con los laboratoristas de esta empresa, con lo cual no se produjeron dificultades o confusiones, con los ensayos oficiales.

## 8.10 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PAVIMENTO

El procedimiento constructivo de las losas del pavimento fue de acuerdo a las prácticas del buen construir siguiendo la técnica más perfeccionada y la cuales se ajustaron a las especificaciones establecidas por el comitente.

El personal afectado a estas tareas tuvo la suficiente experiencia como para que el trabajo se haya realizado satisfactoriamente, el equipo de trabajo se haya utilizado correctamente y la obra resulte en un todo de acuerdo a lo establecido.

### 8.10.1 Control de materiales, elaboración y transporte del hormigón

En este caso, se contrató a la empresa de HORMIMAX de la ciudad de Arroyito, para la provisión de hormigón elaborado. Esta empresa cuenta con una planta automatizada en cuanto a dosificación aprobada por DPV, cumpliendo los parámetros establecidos según el pliego.

Todos los materiales se pesaron en seco. La arena y cada una de la fracciones de agregado grueso, se pesaron separadamente, y en forma automática en la planta elaboradora. Para la medición del cemento a granel se dispuso de una balanza exclusivamente dedicada a pesar este material.

Diariamente, al momento de medirse los agregados coexistieron en el predio varias pilas de la misma graduación, pero los mismos pudieron tener distinto contenido de humedad superficial, con lo cual se empleó material proveniente de una pila o depósito hasta agotarlo. Recién entonces se empleó material de otra pila.

La instalación utilizada para medir los materiales fue ubicada en forma aislada tal que las vibraciones o movimientos de la planta provocada por su funcionamiento, por vehículos o por otra causa cualquiera, permitan realizar las mediciones operando la planta a plena marcha con las precisiones necesarias.

Los dispositivos de medición garantizaron entregar los valores con una precisión mínima del 0,5% (cinco por mil) para garantizar una correcta dosificación ya que no se percibe compensación alguna por las estructuras de hormigón que se deban deshacer por defecto o mal manejo del equipo, o por otras causas del mismo origen. Además de proporcionar una consistencia uniforme en toda carga de hormigón y cualquier porción de ella cuyo asentamiento esté fuera de los límites establecidos ya que la misma será rechazada.

### **8.10.2 Colocación del hormigón**

Sobre la superficie subyacente, sub base cementada, tal como se ha especificado anteriormente, se colocó el hormigón inmediatamente de preparado, en descargas sucesivas y se las distribuyó en todo el ancho, de acuerdo con las dimensiones de la sección transversal indicada en los planos.

La distribución del hormigón se hizo por medios mecánicos y manuales simultáneamente, donde el mixer hormigonero fue avanzando sobre la sub-base cementada, vertiendo el hormigón de forma que complete los moldes en todo su espesor ayudando a la distribución del mismo por medio de operarios con palas de mano; con este método empleado, no se produjo segregación de los materiales componentes.

La compactación del hormigón se hizo por medios vibratorios, para ello, se dispuso en obra una regla vibratoria y tres vibradores portátiles de inmersión, de los cuales dos eran a explosión y uno eléctrico. El sistema vibratorio descrito es tanto externo como interno capaz de vibrar con una frecuencia comprendida entre 3500 (tres mil quinientos) y 5000 (cinco mil) ciclos por minuto. La amplitud de vibrado resultó sensiblemente uniforme en todo el ancho de la calzada o la faja hormigonada, las mismas se ubicaron espaciadas entre sí, siendo su separación no mayor que el doble del radio del círculo dentro del cual la vibración de la unidad es visiblemente efectiva. En ningún momento se utilizaron pisonos o elementos no vibratorios para dicho fin. Durante el comienzo de las operaciones diarias de hormigonado se verificó en obra el correcto funcionamiento de la de regla vibratoria y los vibradores portátiles de inmersión.



**Figura 8-12: Colocación de Hormigón elaborado, vibrado con regla vibratoria y vibrador portátil de inmersión**

La terminación superficial se realizó mediante una cinta de polietileno la cual fue autorizada previamente por la Inspección. Esta fue embebida en agua y se realizaron dos pasadas de la misma: la primera pasada se avanzó con la cinta sobre la extensión en zigzag, para generar una superficie plana acomodando los agregados; la segunda pasada se realizó en forma continua e ininterrumpida produciendo así la rugosidad deseada en el pavimento. En ningún momento se agregó agua a la superficie del pavimento para facilitar las tareas de fratasado. Una vez concluida la operación de terminación, se procedió a confrontar la lisura superficial del afirmado. En el caso en que se haya observado alguna depresión en la superficie, se procedió al llenado inmediato con hormigón fresco el cual fue nuevamente enrasado, vibrado y alisado. La corrección de confrontación se continuó hasta que no se encontraron más irregularidades.

**Figura 8-13: Avance de la terminación superficial luego del vertido y vibrado del Hormigón**



Se extremaron los cuidados a fin de evitar que con las operaciones de hormigonado o vibrado se perturbe la correcta colocación de los pasadores o las barras de unión de las juntas.

### **8.10.3 Temperatura de Hormigonado**

#### 8.10.3.1 En tiempo caluroso

El hormigonado de la rotonda Sur se realizó durante los meses de enero y febrero con un clima caluroso, con lo cual este se efectuó de acuerdo con las recomendaciones del CIRSOC 201. Se añadió a la mezcla de hormigón un retardador de fragüe cuando la temperatura durante la colocación del hormigón sobrepase los 26 °C.

Cuando la temperatura del aire sobrepase los 35°C en ascenso, se determinó cancelar el vertido de hormigón bajo estas condiciones climáticas.

#### 8.10.3.2 En tiempo frío

Cuando se realizó el hormigonado de estructuras durante los meses más fríos de año se cumplió lo establecido en el CIRSOC 201, capítulo 11. Sólo se permitió la preparación de hormigones, cuando la temperatura ambiente, a la sombra y lejos de toda fuente artificial de calor sea mayor de dos (2) grados centígrados y con tendencia en ascenso.

No se permitió colocar hormigón cuando la temperatura ambiente a la sombra y lejos de toda fuente artificial de calor sea menor de cinco (5) grados centígrados y continúe en descenso.

### **8.10.4 Juntas**

Las juntas del pavimento fueron diseñadas en conjunto con la inspección siguiendo el "Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón", donde se cumplieron las especificaciones del capítulo 3, en cuanto a la tipología de junta adoptada, el espaciamiento, la distribución, el tamaño máximo de las losas, etc. Todo esto fue detallado en los planos correspondientes.

Siguiendo esto la premisa básica fue que las juntas longitudinales se construyeran sobre el eje del camino o paralelo a él y las juntas transversales formarán un ángulo recto con el eje del camino; ambas fueron perpendiculares a la superficie del pavimento.

#### 8.10.4.1 Juntas Transversales

Las juntas transversales se realizaron de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto, considerando una separación, en general, de 4.50 metros.

Además de los lugares indicados en los planos, se construyeron juntas de expansión contra toda estructura rígida.

En estas juntas se colocaron barras pasadores de acero liso, a la mitad del espesor de la losa ubicada sobre soportes a tal fin, de manera de asegurar la correcta posición de los mismos, debiendo quedar correctamente alineados entre sí y longitudinalmente paralelos al eje y a la cara superior de las losas (sin inclinaciones). Para asegurar esta posición de dichas barras se colocaron sobre una cama porta pasadores, las cuales se detalla su construcción en el Anexo II – Planos Tipo

En uno de los extremos del pasador se cubrió con grasa la mitad de la barra y se colocó un manguito de diámetro interior algo mayor que el del pasador, de una longitud de 8 cm a 10 cm., obturado en su extremo con polietileno expandido, permitiendo al pasador una carrera mínima de 2 cm.



**Figura 8-14: Pasadores de acero liso para juntas transversales, con cama porta pasadores para su correcta colocación**

Se dan a continuación las

características de los pasadores:

- Diámetro: 25 mm (Acero Tipo AL-220)
- Longitud: 0,50 m. (Juntas de contracción); de 0,50m. (Juntas de expansión).
- Separación máxima entre pasadores [cm]: 30 cm y 20 cm con los bordes

#### 8.10.4.2 Juntas longitudinales

En estas juntas se colocaron barras de unión en la mitad del espesor de la losa, de acero, con superficie conformada, perpendicular a la junta y no lubricado.

**Figura 8-15: Barras de unión de acero conformado en juntas longitudinales**



Estas barras tienen las siguientes características:

- Diámetro [mm]: 16 (Acero Tipo ADN-420 ó ADM-420)
- Longitud: 0,50 m.
- Separación máxima entre ellas [cm]: 50 cm y 25 cm. cuando intercepten una junta transversal.

#### 8.10.4.3 Aserrado de juntas

Apenas la resistencia del hormigón lo permitió, se inició el aserrado de juntas de control, antes que el hormigón se contraiga lo suficiente como para que las losas se agrieten. Se realizó en el momento en que el hormigón haya endurecido lo suficiente como para evitar que la superficie del pavimento resulte dañada por el peso de la máquina aserradora. Luego se completó el aserrado, de las juntas transversales, efectuándose una de por medio; a continuación se aserró la junta transversal intermedia y por último, el aserrado de la junta longitudinal. La profundidad del corte adecuado fue superior a  $\frac{1}{4}$  del espesor real de pavimento, en juntas transversales y de  $\frac{1}{3}$  en longitudinales.

La característica del aserrado obtenido fue nítida, sin roturas ni desprendimientos del hormigón adyacente al corte practicado. En el caso de que los bordes de la junta se encontraran dañados por astillamiento u otras causas se repararon mediante el empleo de mortero a base de resina epoxi y arena fina.

#### 8.10.4.4 Relleno de juntas

Se propuso un ancho de junta, de 5 mm de acuerdo a las características del sellado, las variaciones de temperatura y características de la losa, conforme a estas especificaciones y a las recomendaciones del fabricante del material de sellado.

Previo a la colocación del material de sellado, se colocó el fondo de junta preformado de polietileno celular expandido (respaldo). Su diámetro debe ser como mínimo 25% mayor que el ancho de la junta (medido en el centro del menisco), con lo cual el ancho utilizado fue de 8 mm y la marca comercial del producto es Sika Rod. Las características de este material se detallan en el Anexo IV de este informe.

La cavidad de la junta se limpió con aire comprimido para lograr que se encuentre seca y limpia de restos del aserrado u otras partículas. El respaldo se posicionó correctamente para controlar el espesor del sellado. El material de sellado se aplicó con la suficiente presión para alcanzar una adecuada adherencia con las paredes de la junta. Dicho material de sellado tiene las siguientes características:

- Mezclas plásticas de bajo módulo aplicables en frío, debiendo el material cumplir las siguientes condiciones:
  - Módulo de deformación menor de 30 Kg./cm<sup>2</sup>
  - Elongación de rotura mayor de 1200%
  - Recuperación elástica luego de la compresión mínimo 90%
- Su colocación se hará de acuerdo a las indicaciones del fabricante y órdenes impartidas por la Inspección. No se permitirá la colocación de material endurecido.

El material elegido para el sellado de juntas es el Sikaflex® 1A Plus, que cumple con las especificaciones establecidas, incluidas en el Anexo IV

### 8.10.5 Curado

El curado de la losa de hormigón fue inmediato a la terminación superficial de modo de asegurar que el hormigón tenga la resistencia especificada y para disminuir el riesgo de fisuración plástica.

Se usaron membranas a base de resinas de base solvente, y fueron aplicadas en dos capas de acuerdo con las indicaciones de los proveedores, a las órdenes de la Inspección y las necesidades técnicas de la obra. El producto utilizado es el Antisol de Sika, el cual está aprobado por organismos especializados y por la DPV. La aplicación se hizo por medio de un pulverizador mecánico en la cantidad de 100 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, garantizando la eficacia del curado. Las características provistas por el fabricante de este producto se encuentran en el Anexo III de este informe.

## 8.11 CONSTRUCCIÓN DE CORDONES

### 8.11.1 Cordones Rectos y Curvos

Los cordones rectos y curvos, se ejecutaron con las mismas características del hormigón empleado en la calzada y unificados con ellos, conjuntamente con el hormigón de las losas.

El perfil y dimensiones obedecen al indicado en los planos. El radio de los cordones curvos se midió en el borde externo del cordón.



Figura 8-16: Cordones montables en isletas

En correspondencia de la junta de dilatación de la calzada se construyó la del cordón, la cual tiene exactamente las mismas características en cuanto al ancho, profundidad y relleno de juntas.

Todos los cordones fueron armados, reforzados con estribos de Ø 6 mm colocados cada 30 cm. y 2 (dos) hierros longitudinales del mismo diámetro en la parte superior, los cuales fueron atados con alambre y cortados en coincidencia con las juntas de contracción. Se dejó un recubrimiento mínimo de 2 cm de la armadura superior y lateral y esta fue introducida en la losa como mínimo 2/3 del espesor de la misma.

### 8.11.2 Alineación de Cordones

En los moldes de los cordones se controló su alabeo y alineación mediante un regla recta de 3 (tres) metros de longitud. En dicha longitud la tolerancia máxima fueron desviaciones menores de 1 (un) centímetro. Si los errores de alineación superaban 1 (un) centímetro, se corregía, y así evitar demoliciones y reconstrucciones de los mismos sin pago adicional alguno por la zona afectada. En los casos de cordones de isletas o curvas se utilizó el mismo criterio, aplicando los radios y formas geométricas del proyecto.

### 8.11.3 Ejecución de Cordones Cuneta:

Se llevó a cabo la ejecución de cordones cuneta unificados en las zonas, áreas y dimensiones acordes a los planos tipo; las tareas se ejecutaron en base a lo especificado en la descripción de los rubros respectivos, en cuanto a la preparación de la base de apoyo de los mismos, remoción de materiales existentes, y provisión del hormigón en obra, rigiendo las mismas especificaciones y tolerancias antes descritas.

Como premisa fundamental se tuvo que no se admitieron deficiencias en cuanto al libre escurrimiento de las aguas, siendo obligación el correcto nivelado para evitar en todo sitio acumulación de las mismas, ya que en todo lugar en que se observaren deficiencias de este tipo, se deberá demoler y reconstruir adecuadamente el cordón cuneta.

Se tuvo especial cuidado en la terminación de los trabajos, no dejando zonas laterales descalzadas al sacar los moldes, a cuyo efecto procedió a su inmediato relleno y compactación manual.

## 8.12 CÓMPUTO MÉTRICO Y ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

Se efectuaron todos los ensayos y mediciones necesarias para la recepción de los trabajos especificados en simbiosis con la inspección. Se dispuso a tal fin todos los recursos materiales y de personal necesarios para efectuar estas tareas.

Antes del inicio de las operaciones de hormigonado se dispuso en obra el laboratorio correspondiente en perfectas condiciones de funcionamiento.

El control de calidad del pavimento se determinó a partir de la verificación del espesor y la resistencia del hormigón de la calzada. Ésta verificación se practicó independientemente, por "zonas normales" o "zonas reducidas", de acuerdo a lo que se especifica a continuación.

La superficie de la calzada se subdivide en la siguiente forma:

- Zonas normales: Se denomina a los tramos contiguos de pavimentos de superficie lo más aproximadamente posible igual a mil ochocientos metros cuadrados (1.800 m<sup>2</sup>).
- Zonas reducidas: Se denomina así a los tramos contiguos de pavimentos restantes después de haber subdividido el total de la calzada en "zonas normales". También se denomina "zona reducida" al tramo contiguo de pavimentos de superficie menor de mil ochocientos metros cuadrados.

Las verificaciones que se realizaron fue determinar el espesor y la resistencia del hormigón de la calzada, las cuales sirvieron de base para adoptar para cada zona, uno de los tres criterios que se indican a continuación, adoptado por la DPV:

- Aceptación del pavimento comprendido dentro de la zona.
- Aceptación del pavimento comprendido dentro de la zona mediante un descuento en el precio unitario de contrato.
- Rechazo del pavimento comprendido dentro de la zona.

De acuerdo a esto, la DPV realizó el pago de aquellas zonas en que ya se hayan extraído los testigos que permitieron determinar espesor, distancia y demás características del hormigón de la calzada.

Los pavimentos rechazados debieron ser demolidos y el producto de dichas demoliciones se trasladó a los lugares de disposición convenidos con el municipio e inspección. Una vez demolidas las estructuras se procedió a la reconstrucción de las mismas no recibiendo pago adicional alguno por estas tareas. Teniendo en cuenta esto, la única losa de 25 m<sup>2</sup> del pavimento de hormigón que se tuvo que demoler fue en la rotonda norte. El motivo no fue por falta de espesor y resistencia, sino por la presencia de una fisura transversal a causa de no realizar el aserrado de la losa en el tiempo y forma.

**Figura 8-17: Demolición de losa del pavimento por presencia de fisuras**



**Figura 8-18: Acopio de escombros producto de la demolición y colocación de moldes para reconstrucción de losa**



### 8.12.1 Extracción de testigos para la determinación del espesor

La ubicación de los testigos a extraer, se determinó en conjunto con la inspección de obra en base a los planos de proyecto. En el acto de extracción de los testigos, se encontraron presentes representantes de la DPV, un representante del Dpto. Laboratorio y un representante técnico de la empresa. Una vez extraído cada testigo, el mismo se identificó sobre la superficie cilíndrica con lápiz de escritura indeleble. Se rellenaron los agujeros producidos, con hormigón de las mismas características que el empleado para construir las losas. El diámetro de la broca sacatestigos es de quince (15) centímetros.

**Figura 8-19: Extracción de testigos en losas de hormigón**



Finalizada la jornada se labró un acta por triplicado donde constató: fecha de extracción, nombre de la obra, número especial de cada testigo, número de la losa, distancia al borde del pavimento para facilitar su identificación. Estas actas fueron firmadas por los representantes de las tres partes citadas anteriormente.

De acuerdo a lo especificado el hormigón endurecido no presentó oquedades. Si al extraerse un testigo hubiera habido vestigios de estas, se debería haber procedido a determinar la zona defectuosa del pavimento a ser rechazada, para lo cual se deben

realizar extracciones suplementarias a ambos lados del testigo extraído, en la misma línea de este y en dirección paralela al eje del camino hasta encontrar testigos que no presenten deficiencias. En nuestro caso los testigos extraídos no presentaron estas características, con lo cual se ensayaron para determinar la resistencia y el espesor de la calzada.

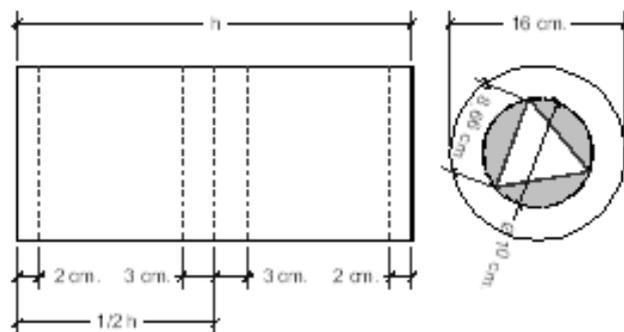


Figura 8-20: Testigo extraído del pavimento con su respectiva identificación

El espesor de cada testigo, se determinó como promedio de cuatro mediciones. Dichas mediciones se efectuaron al milímetro (mm) y el promedio se redondeó al milímetro entero más próximo. Una de las mediciones se tomará según el eje del testigo cilíndrico y los restantes según vértices de un triángulo equilátero inscrito en una circunferencia de diez (10) cm. de diámetro.

El diámetro de cada testigo será calculado en base a cuatro mediciones de circunferencia. Dichas mediciones se efectuarán al milímetro (mm). La media aritmética de las cuatro mediciones, redondeada al milímetro entero más próximo, permitirá obtener la circunferencia media, y éste, el diámetro medio, que se redondeará al milímetro entero más próximo. Las mediciones de circunferencia se harán uno a dos centímetros de cada una de las dos bases del testigo, total dos, y las otras dos, una a tres (3) centímetros hacia arriba y otra a tres (3) centímetros hacia abajo, contados a partir de la mitad de la altura del testigo conforme lo indica la figura.

Figura 8-21: Medición del espesor y diámetro del testigo



La resistencia de rotura a compresión de cada testigo se determinó después de haber preparado las bases de este, las cuales deben ser esencialmente planas. El plano de cada base debe formar un ángulo menor de cinco (5) grados con una recta perpendicular al eje del testigo en el punto considerado.

A su vez, los resultados fueron corregidos de acuerdo a su esbeltez (relación entre la altura y diámetro), siendo esta igual a dos (2) de acuerdo a los factores de reducción de la NORMA IRAM-1551.

Los testigos se ensayaron a la compresión con la edad de veintiocho (28) días y en ningún caso se ensayaron con edades superiores a cincuenta (50) días. En caso de que los testigos se hubiesen ensayados a una edad superior a los 28 días, la resistencia obtenida debería haber sido corregida para obtener la resistencia a edades de (28) veintiocho días. A tal efecto se considera que entre las edades de (28) veintiocho días y (50) cincuenta días, existe una diferencia del ocho por ciento (8%) superior en el testigo de (50) días. La resistencia específica de rotura a compresión de cada testigo se redondeó al kilogramo por centímetro cuadrado más próximo y se expresará en kg/cm<sup>2</sup>.

### 8.12.2 Confección de probetas cilíndricas

Para la realización de los ensayos de compresión se emplearon probetas cilíndricas confeccionadas en moldes metálicos de 15 cm. de diámetro y de altura igual al doble del diámetro, las que fueron usadas para la evaluación de la resistencia. Para la preparación, curado, ensayo de rotura a compresión se siguieron los procedimientos establecidos en las normas IRAM respectivas.



Figura 8-22: Confección de probetas

De acuerdo a esto no se permitió la liberación al tránsito cuando la resistencia del hormigón, evaluada a través de los testigos, arrojó un valor inferior al 70% de la resistencia  $\sigma'_{bk}$  especificada.

La máquina empleada para realizar el ensayo de rotura a compresión cuenta un cabezal móvil previsto del correspondiente dispositivo de calota esférica. Las cargas indicadas por esta prensa podrán estar afectadas de un error máximo admisible del uno por ciento (1%), de acuerdo a la calibración realizada por el laboratorio de estructuras de la UNC, incluida en el Anexo III de este informe.



Figura 8-23: Ensayo a la compresión de probetas de hormigón

En cuanto a resistencia y trabajabilidad que cumplieron los hormigones, se establecen los siguientes valores:

Hormigón Clase s/ CIRSOC	Resistencia Característica a la edad de 28 días	Resistencia Media de c/ serie de 3 ensayos consecutivos	Resistencia mínima a la compresión a la edad de 7 días	Resistencia mínima a la compresión a la edad de 28 días	Máxima relación agua / cemento	Asentamiento máximo
	[Kg./cm <sup>2</sup> ]	[Kg./cm <sup>2</sup> ]	[Kg./cm <sup>2</sup> ] [MPa]	[Kg./cm <sup>2</sup> ] [MPa]	En peso	[cm.]
<b>H-30</b>	<b><math>\sigma'_{bk} &gt; 300</math></b>	<b><math>\sigma'_b &gt; 350</math></b>	<b>218</b> <b>(22)</b>	<b>285</b> <b>(29)</b>	<b>0,45</b>	<b>5 ± 2</b>

NOTA: Los valores de resistencia se refieren a ensayos sobre probetas.

De acuerdo a los ensayos realizados se consideró como espesor y resistencia del hormigón de la zona en estudio al promedio de los espesores, y al promedio de las resistencias de las probetas de la misma de acuerdo a lo especificado en los párrafos anteriores.

### 8.12.3 Condiciones de aceptación, descuento y rechazo de una zona

La aceptación de las distintas estructuras de hormigón fue realizada por parte de la inspección de la DPV considerando, el espesor promedio ( $e_m$ ) de la calzada, y la resistencia promedio ( $R_m$ ) del hormigón. Con estos datos se obtuvo el número:

$$C = e_m^2 \times R_m$$

Producto del cuadrado del espesor medio por la resistencia media, que se denomina Capacidad de Carga de la calzada. El espesor medio se expresará en centímetros y la resistencia media en kilogramos por centímetros cuadrados. La capacidad de carga resultará expresada en kilogramos.

Si el número C correspondiente a la zona considerada es igual o mayor que el producto del noventa y cinco por ciento de la resistencia teórica por el cuadrado de la diferencia entre el espesor teórico y seis milímetros es decir:

$$0,95 R_t (e_t - 0,6)^2$$

El pavimento será aceptado y no se aplicará descuento alguno.

Si el número C está comprendido entre el valor de C dado en el párrafo anterior y el valor que resulta al efectuarse el producto del ochenta y uno por ciento (81%) de la resistencia teórica por el cuadrado de la diferencia entre el espesor teórico y doce milímetros, es decir:

$$0,81 R_t (e_t - 1,2)^2,$$

La zona será aceptada y se aplicará un descuento, sobre la cantidad ejecutada de la zona, igual a:

$$\left( 1 - \frac{e_m^2 \times R_m}{e_t^2 \times R_t} \right)$$

### 8.12.4 Rechazo por falta de espesor

Si el espesor promedio ( $e_m$ ) de la zona es menor que:

$$(e_t - 1,2 \text{ cm})$$

Siendo ( $e_t$ ) el espesor del proyecto calculado sobre el perfil correspondiente en los puntos donde se extrajeron los testigos, la zona será rechazada por falta de espesor.

### 8.12.5 Rechazo por falta de resistencia

Si la resistencia promedio ( $R_m$ ) de la zona es menor que el ochenta y uno por ciento de la resistencia teórica ( $R_t$ ) siendo  $R_t$  la resistencia establecida en estas especificaciones, la zona será rechazada por falta de resistencia.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, según la medición y ensayo de los testigos de hormigón, sumados a las probetas moldeadas con el hormigón utilizado en las losas, en ningún caso se obtuvieron resultados por debajo de lo planteado. Los espesores siempre estuvieron por del espesor planteado en el proyecto y la tensión característica obtenida de rotura de las probetas fue mayor a la tensión característica del hormigón utilizado.

### 8.13 CÓMPUTO MÉTRICO Y CERTIFICACIÓN

Una vez aceptadas las condiciones de calidad de las estructuras de hormigón, se precedió a la medición, siendo la unidad utilizada el metro cúbico ( $m^3$ ), en las condiciones de espesores y anchos establecidos en los perfiles de proyecto, cómputos métricos y demás documentación que forma parte del legajo de obra. Cuando la calzada tuvo espesores, anchos o resistencia mayores que los establecidos en los planos, perfiles de proyecto, cómputos métricos y estas especificaciones, no se reconoció pago adicional alguno; siempre y cuando inspección de la DPV ordene a realizar algún cambio de esta índole, en este caso si se tuvo en cuenta el pago adicional.

Al momento de realizar las certificaciones parciales de los trabajos, los volúmenes medidos en las condiciones precedentemente establecidas fueron pagados al precio unitario de contrato que incluye la provisión y transporte de todos los materiales, elaboración del hormigón, colocación de pasadores y barras de acero, armado y colocación de barras de acero para armaduras de cordones, ejecución de la superficie de rodamiento en hormigón, en el espesor y ancho indicado en los perfiles tipo, planos de obra y cómputos métricos, curado de pavimento, aserrado de las juntas, relleno de las mismas con la correspondiente provisión de materiales, equipos y herramientas, mano de obra y todo lo necesario para la correcta y completa ejecución y conservación hasta la recepción definitiva de la obra.

## CAPÍTULO 9: EJECUCIÓN DE RIEGOS ASFÁLTICOS

Los trabajos aquí abordados fueron los necesarios para la ejecución de la imprimación de la base granular, siendo de aplicación para esta tarea la Sección D-I y D-II del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la DNV. (Edición 1998). En el Anexo III de este presente informe se incluye el protocolo de la Emulsión de Imprimación.

Antes de ejecutar los riegos de imprimación, se cercioró que la superficie estuvo perfectamente limpia para lo cual se efectuaron los barridos y las operaciones que sean necesarias para asegurar dicha condición. A tales efectos se proveyó de una barredora, una sopladora, además de las operaciones manuales que a tal propósito hayan sido necesarias realizar.

Entre la finalización de la compactación y el inicio del riego de imprimación la superficie se mantuvo húmeda, ya que el riego asfáltico debe efectuarse sobre una superficie con estas condiciones pero cuidando que no quede agua libre en la misma. En algunos casos, por contratiempos técnicos y razones imprevisibles, donde el riego asfáltico se demoró, las capas se mantuvieron a suelo húmedo en forma continua hasta que el mismo se efectúe.

Antes de la iniciación del primer riego se controló el equipo a través del Ensayo VN-E-29-68 “Control de uniformidad de riegos de materiales bituminosos” y se verificó el buen funcionamiento de los picos de la barra de distribución.



Figura 9-1: Medición de la cantidad de emulsión en el tanque del camión regador con varilla graduada

Figura 9-2: Tabla que determina la correlación entre la varilla graduada y el volumen medido, propio del tanque de emulsión

30	1089	43	1839	56	2810	69
30.5	1110	43.5	1869	56.5	2842	69.
31	1131	44	1902	57	2870	70
31.5	1152	44.5	1941	57.5	2901	70.
32	1172	45	1980	58	2945	71
		45.5	2019	58.5	2990	71.5
		46	2055	59	3026	72
		46.5	2094	59.5	3075	72.5

Una vez controlada la superficie a imprimir y verificado el buen funcionamiento de los equipos se procedió al inicio del riego bituminoso bajo autorización previa de la inspección de la DPV. Previamente se midió el volumen inicial (VI) de material asfáltico contenido en el tanque a través de una varilla graduada apropiada al mismo. Al final del riego se midió el volumen final (VF), una vez concluidos los trabajos programados. Durante este proceso se hizo un seguimiento del avance del camión regador verificando que no se obstruyan los picos, y que tampoco se sature la superficie con el riego asfáltico.

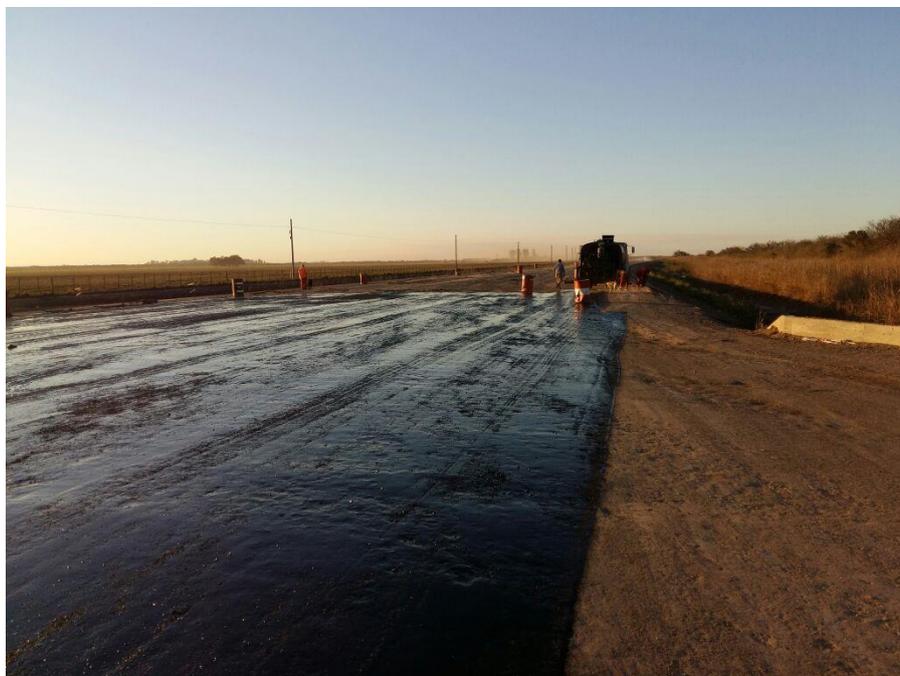


Figura 9-3: Superficie de base granular recientemente imprimada

La cantidad correcta de riego por unidad de superficie acordada con la inspección es de 1 L/m<sup>2</sup>, la cual fue determinada con la diferencia entre el VF-VI dividido por la superficie cubierta por el riego. Durante cada jornada, se hizo una inspección ocular

del tramo regado y en caso que fuera necesario se corrigió el riego bituminoso con el fusor de mano para garantizar cubrir la totalidad de la superficie.

Un aspecto a destacar es que el lugar donde se realizó el mantenimiento del equipo de riego, fue un sector identificado dentro del obrador y los residuos de purgas, limpieza de filtros y restos de asfalto se acopiaron en los lugares indicados en plan de manejo de residuos peligrosos y fueron retirados por una empresa especializada a tal fin.

Una vez realizados los trabajos de riego bituminoso y bajo la aprobación de la inspección de obra se realizó la medición del material incorporado en la superficie para los diversos riegos, conforme con estas especificaciones, midiéndose este en tonelada (Tn).

## CAPÍTULO 10: CONSTRUCCION DE CARPETA ASFÁLTICA

Aquí se detallan los trabajos para la ejecución de la carpeta de rodamiento de concreto asfáltico en caliente en los espesores y anchos indicados en los planos del proyecto, además de contemplar los sobreanchos y peraltes de las curvas, con la provisión, carga, transporte y descarga de los materiales contemplados a tal fin.

La fórmula de mezcla del concreto asfáltico fue diseñada considerando las especificaciones determinadas por la DPV y luego presentada la Inspección antes de los treinta (30) días del inicio de la aplicación, junto con los materiales que se prevé utilizar y los entornos granulométricos que se hayan considerado para la mezcla de los inertes y para cada uno de ellos.

Simultáneamente con la presentación se envió al laboratorio de la repartición muestras representativas de todos los materiales a los efectos de que en los mismos se efectúen los ensayos y verificaciones que correspondan. En este caso la DPV aprobó tanto los materiales individualmente, como así también la fórmula de mezcla, evitando efectuar una nueva presentación con los correspondientes ensayos que la avalen y demoras que se originen por problemas de esta naturaleza, ya que esto no justifica motivo de ampliaciones de plazo.

La explotación comercial o yacimiento del cual se proveyó el material, cumplió con las exigencias especificadas y además de que previamente fue aprobado por la inspección de obra, tratándose de canteras que se encuentran en plena actividad y abastecen de material a diversas obras de la provincia. Con lo cual, en las mismas, ya se realizaron previamente las gestiones pertinentes y abonándose los correspondientes derechos de extracción.

Con esta mezcla de concreto asfáltico se efectuó:

- a) La Capa de Rodamiento proyectada a lo largo del tramo.
- b) Sobreanchos y Peraltes de las curvas.

### 10.1 MATERIALES A EMPLEAR

#### 10.1.1 Piedra Triturada (6-19 mm)

Para toda provisión de piedra, se presentó el Protocolo de Cantera, siendo solidariamente responsable, de la calidad del material provisto. Dicho protocolo contiene los ensayos de Desgaste Los Ángeles (IRAM 1532), de Lajosidad (VN-E-38-86), de Durabilidad (IRAM 1525), de Cubicidad (VN-E-16-67 ó IRAM 1681) además de los ensayos VN-E-67-75 y VN-E-66-82. La frecuencia de ejecución de los mismos para el control previsto fue cada 1.000 toneladas o cuando haya un cambio de frente de explotación informado por la cantera. El Protocolo se firmó por el profesional de la cantera, presentándose el original.

Las cualidades del material fueron las siguientes:

- a) Provenir de la trituración de rocas sanas y limpias.
- b) Presentar un desgaste (ensayo Los Ángeles, IRAM 1532) menor de 30 % y que será efectuada sobre pastón seco, a la salida del horno de secado.
- c) Cubicidad superior a 0,5 (VN-E -16-67 y IRAM 1681).
- d) Ser de granulometría tal que junto con los demás componentes inertes haga cumplir el entorno granulométrico de la capa.
- e) La inspección solicitó las determinaciones de Absorción, Durabilidad (IRAM N° 1525), Cubicidad y Lajosidad de cada partida para verificar la calidad de la piedra triturada.

#### **10.1.2 Arena de Trituración 0-6 mm**

El material cumplió con las siguientes exigencias:

- a) Provenir de la trituración de rocas sanas, con desgaste menor a 30 % (IRAM 1532), ensayo que se efectuó sobre muestras previamente pasadas por el horno de secado de la planta asfáltica en su régimen habitual de funcionamiento.
- b) Con una granulometría tal que junto con los otros componentes inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico establecido para la capa.
- c) La plasticidad de la fracción pasante tamiz 200 y por vía húmeda no superar el 10 % y la fracción pasante tamiz 40 no superar el 4 %.

#### **10.1.3 Arena Silícea**

La arena silícea cumplió las siguientes especificaciones, siendo esta la misma que se utilizó para la realización de la sub-base granular:

- a) Sales Totales: menor a 1,5 %
- b) Sulfatos Solubles: menor a 0,5 % (Referidos al contenido de la mezcla en el pasante tamiz N° 200).
- c) La granulometría fue tal que compuesta con los demás elementos inertes de la mezcla cumplió con el entorno granulométrico especificado para la capa.
- d) Ser de granos duros y sin sustancias perjudiciales.

#### **10.1.4 Cemento Asfáltico**

El utilizado fue del tipo asfalto para uso vial (IRAM 6575), clasificado por viscosidad como de Clase CA 30 según NORMA IRAM 6835. Con una viscosidad a 60°C comprendida entre 2400 y 3600 d Pa s determinada según Norma IRAM 6837; homogéneo, libre de agua, sin la formación espuma al ser calentado a 175° C, y cumpliendo además con todos los requisitos de la tabla 1 de la Norma IRAM 6835 para su clase. El muestreo se hizo según Norma IRAM 6599.

Se presentó debidamente precintado el contenedor de transporte, acompañado previa a la descarga del producto en obra, el protocolo de calidad y clasificación con el resultado de los ensayos en origen, fecha de facturación y de carga del producto,

original de factura con los datos de identificación del equipo de transporte, además de una contramuestra del producto sellada en origen. Sin estos requisitos no se permitió su descarga en obra, además y previo a su descarga se constató en el laboratorio de obra los requisitos antes especificados.

## 10.2 MEZCLA DE MATERIALES

### 10.2.1 Granulometría

Los límites granulométricos dentro de los cuales se encuadró la mezcla de los agregados minerales de la “fórmula de obra” fueron los siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA
1	100
3/4"	95 - 100
1/2"	75 - 95
3/8"	60 - 85
Nº 4	50 - 70
Nº 8	40 - 60
Nº 40	8 - 20
Nº 100	4 - 12
Nº 200	2 - 10

La curva correspondiente a la mezcla de los agregados tuvo una forma cóncava y no presentó quiebres ni inflexiones.

En los áridos correspondientes a la piedra triturada (6-19 mm) se observó una cobertura de polvo en los agregados, con lo cual se hicieron los análisis correspondientes y su reacción con la mezcla final, arrojando valores satisfactorios en la misma ya que no presentaron plasticidad, materia orgánica o impurezas, con lo cual no fue necesario prever su lavado.

Debido a que la granulometría de los áridos pueden variar en cada viaje, se realizaron acopios menores para mezclar y homogenizar el material que se proveyó así disminuir la distorsión granulométrica de cada componente de la mezcla, a los fines de cumplir las especificaciones establecidas.

En la Fórmula de Obra, la Arena Silíceas no interviene en más del 25 %.

### 10.2.2 Relación filler-betún

$$\frac{C}{C_s} = \text{menor o igual a } 1$$

Siendo:

C: Concentración en volumen del filler en el sistema “filler-betún” (considerándose filler a la fracción de la mezcla de áridos que pasa el tamiz N° 200).

Cs: Concentración crítica de filler.

### 10.2.3 Valores Marshall

Los límites que se dan a continuación fueron de cumplimiento para la mezcla asfáltica estando referidos al Ensayo Marshall Norma de Ensayo V.N.E-9-86 - 75 golpes.

- Estabilidad mínima: 800 Kg.
- Fluencia: entre 2 y 4,5 mm.
- Vacíos totales: entre 3 y 5 %
- Relación betún-vacíos: entre 70 y 85 %
- Relación Estabilidad - Fluencia: mínimo 2.100 Kg./cm.  
máximo 4.000 Kg./cm.
- Estabilidad Residual: mayor o igual que 75 %.

### 10.2.4 Estabilidad Remanente

La mezcla bituminosa responde a la exigencia del ensayo establecido en la Norma VN-E-32-67 (Pérdida de la Estabilidad Marshall debido al efecto del agua). Durante la construcción de la carpeta de rodamiento en ningún caso la estabilidad remanente dio por debajo del 80%, sin embargo se planteó de antemano como proceder en caso de que la misma arroje un resultado por debajo del 75%, con lo cual la mezcla no cumpliera con las exigencias de dicho ensayo:

10.2.4.1 Caso que la Estabilidad Remanente arroje valores comprendidos entre 75 y 65 %.

Las cantidades ejecutadas se certificarán con las siguientes penalidades consistentes en disminuciones que afectan el precio unitario del ítem:

Estabilidad Remanente	Porcentaje a descontar del Precio Unitario
75 o más	0%
74,9 - 73	5%
72,9 - 71	10%
70,9 – 69	15%
68,9 - 67	20%
66,9 - 65	25%

10.2.4.2 Caso que la Estabilidad Remanente arroje valores inferiores al 65 %

- a) La inspección procederá a rechazar el tramo ejecutado, el que deberá ser removido y reconstruido.
- b) En caso de reiteración de los resultados, la inspección deberá parar la producción de la mezcla asfáltica hasta tanto se encuentre una solución al problema.

## 10.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

### 10.3.1 Provisión de insumos y acopio

Se debió realizar el pedido de los componentes necesarios para la mezcla asfáltica comentados anteriormente, tales como piedra triturada (6-19 mm), arena de trituración (0-6 mm), arena silíceo y cemento asfáltico. Se tuvo en cuenta que el acopio de dichos materiales sean los suficientes para trabajar en forma ininterrumpida, con la calidad especificada.



Figura 10-1: Acopio de piedra triturada (6-19 mm)

Figura 10-2: Acopio de arena de trituración (0-6 mm)





Figura 10-3: Acopio de arena sílicea

Los acopios se realizaron de material granular en forma de pilas, ubicados estratégicamente para facilitar luego su operación de los equipos que cargarán las tolvas alimentadoras. El terreno donde se ubican los acopios, deberá ser nivelado previamente para facilitar el drenaje.

La cisterna donde se almacena el cemento asfáltico posee un sistema de calentamiento para proveerlo a la mezcla con la temperatura adecuada a la mezcla.

También se tuvieron en cuenta todos los insumos para la puesta en marcha de la planta elaboradora del concreto asfáltico ya sea el fueloil para el quemador del horno y la caldera, gasoil para el combustible de la maquinaria y lubricantes en general.



Figura 10-4: Tanque de almacenamiento de fueloil, cemento asfáltico, gasoil y emulsión para imprimación

### 10.3.2 Puesta en marcha de planta de asfalto

La puesta en marcha incluyó la calibración de todos los componentes de la misma, tanto sea cintas transportadoras, balanzas, quemador del horno mezclador, mecanismos, colector de polvos, etcétera. Para producir mezclas asfálticas de buena calidad con el mejor rendimiento es esencial que exista uniformidad y equilibrio en el conjunto del funcionamiento de la instalación.

Figura 10-5: Tolvas de almacenamiento de áridos



### 10.3.3 Provisión y colocación de carpeta asfáltica

Finalizada la puesta en régimen la planta y obteniendo una mezcla final que cumplió con los parámetros establecidos, se comenzó con la provisión del concreto asfáltico a través de bateas volcadoras propulsadas por medio de camiones tractores. Para evitar una pérdida significativa de temperatura de los pastones durante el viaje y la espera hasta el inicio de la descarga, se cubrieron las bateas con lonas. Para evitar la adherencia de la mezcla a la caja, estas se rociaron con gasoil.



Figura 10-6: Batea transportadora de mezcla asfáltica y avance de terminadora

La extensión de la mezcla se realizó a través de una terminadora, siendo esta la encargada de garantizar el ancho y espesor de la carpeta de rodamiento. En la parte delantera de la misma se encuentra la tolva receptora de la mezcla desde las bateas, que cuenta con un sistema de acarreo del material desde la tolva a la parte trasera. A medida que se fue avanzando, la terminadora fue empujando a la batea para que no se produzca una separación entre ambos y un vertido de material fuera de la tolva

En la parte trasera el material es distribuido horizontalmente en todo su ancho a través de distribuidores tipo sinfín. La plancha está acoplada en dos brazos sujetos en dos articulaciones y es accionada en sentido vertical por un sistema hidráulico. Mientras trabaja todo el peso es soportado por la mezcla asfáltica. Las partes fundamentales son la plancha enrasadora, los pisones y los tornillos para graduar el espesor e inclinación de la carpeta. La plancha posee un sistema de calentamiento a gas envasado para evitar la adherencia del material y tener una correcta terminación.

### 10.3.4 Compactación

Inicialmente se comenzó el proceso de compactación con una aplanadora autopropulsada de 10 Tn con rodillos vibratorios, la cual completó 4 pasadas superpuestas. Los rodillos fueron constantemente humedecidos con aspersores para evitar la adherencia a la carpeta colocada.



Figura 10-7: Aplanadora de rodillo vibrante

Inmediatamente después se siguió la compactación con un rodillo liso neumático de 23 Tn; este posee siete neumáticos, tres adelante y cuatro atrás superpuestos, donde cada pasada produce una compactación por amasado con el acomodamiento de las partículas. El avance y retroceso se realizó sobre la misma trocha, sin cambiar de dirección en forma brusca para evitar desplazamientos de la mezcla.

Figura 10-8: Compactador neumático



## 10.4 CONTROL DE LA “FORMULA DE OBRA”

### 10.4.1 Tolerancias Granulométricas y del contenido de asfalto

La “fórmula de obra” aprobada fue controlada durante el proceso constructivo a los efectos de constatar si cumple con las especificaciones precedentes y con las tolerancias que se detallan a continuación:

#### 10.4.1.1 Tolerancias granulométricas de los agregados minerales:

- Desde el tamiz de mayor abertura al 3/8” (9 mm.) inclusive: +/- 5 %
- Desde el tamiz N° 4 al N° 10 inclusive: +/- 4 %
- Desde el tamiz N° 40 al N° 100 inclusive: +/- 3 %
- Tamiz N° 200: +/- 2 %

#### 10.4.1.2 Tolerancia en el contenido de asfalto:

- Tolerancia porcentual: +/- 0,20 %

## 10.5 EXIGENCIA DE COMPACTACIÓN

La densidad a obtener en obra no deberá ser inferior a 98 % de la correspondiente al ensayo descrito en la Norma “Ensayo Marshall” VN-E-9-86.



Figura 10-9: Confección de probetas de concreto asfáltico

## 10.6 TOLERANCIA EN EL ESPESOR DE LA CAPA

El espesor de la carpeta de rodamiento (teórico 0,05 m) tuvo una tolerancia en menos o en más de 0,004 m. es decir, deberá situarse entre 0,054 m y 0,046 m. Estos últimos valores podrán ser excedidos pero se consideraron tope a los efectos del pago de los materiales y de la ejecución y adoptándose a esos fines para todos aquellos valores individuales que lo excedan.

Las secciones donde el espesor de la capa fue inferior a 0,046 m, (es decir, menor al espesor proyectado menos la tolerancia) no fueron aprobadas y en consecuencia no intervinieron en el cálculo.

Se tuvo en cuenta para estas tareas, la Sección D-VIII del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la DNV (Edición 1998).

**Figura 10-10: Extracción de testigos para la determinación del espeso y densidad de carpeta**



## 10.7 CÓMPUTO Y CERTIFICACIÓN

El cómputo métrico para la Capa de Rodamiento, a los fines de la certificación se efectuó, previa aprobación del tramo del cual se trate, considerando lo siguiente:

- a. La densidad media obtenida en el tramo
- b. La longitud del mismo
- c. El ancho proyectado
- d. El espesor de la capa calculado en base a los espesores medidos pero adoptando en el cálculo el valor del espesor proyectado más una tolerancia (0,004 m.) para todos aquellos valores individuales superiores a dicho tope.

Los espesores individuales menores al espesor proyectado menos la tolerancia no intervendrán en el cálculo puesto que las secciones correspondientes fueron rechazadas.

En el caso de los Sobreanchos y Peraltes se computó en tonelada (Tn) incorporada a la obra y aprobada por la inspección.

## CAPÍTULO 11: SEÑALIZACIÓN VERTICAL

La ejecución de la Señalización Vertical de la obra, comprende la provisión de todos los materiales (provisión, carga, transporte, descarga, etc.) la mano de obra, equipo y todo otro trabajo o elemento que sea necesario para la correcta terminación del mismo de acuerdo a las planillas de señalización, al cómputo métrico y las necesidades de tránsito. Consistió en la provisión de las señales verticales, con sus soportes y fijaciones, que figuran en las Planillas de “Señalización Vertical” y su conservación hasta la Recepción Definitiva, de acuerdo a las instrucciones del catálogo “Normas e Instrucciones de Señalización Vertical” de la Dirección Provincial de Vialidad.

### 11.1 COMPONENTES DE UNA SEÑAL VERTICAL

Una señal está compuesta por:

- a) Símbolos o leyendas.
- b) La superficie en que están inscriptos.
- c) Dispositivos específicos de sustentación.

Los símbolos o leyendas se ajustarán a lo establecido en el “**Anexo A-1: Catálogo y Significado de las Señales**”, el “**Anexo A-2: Norma de Señales Verticales**”, el “**Anexo A-3: Instrucción sobre Señalización Vertical**” y el “**Sub-Anexo A-3a: Letras**” según el catálogo de Normas antes citado.

### 11.2 TRABAJOS

Los trabajos de señalización vertical consistieron en la provisión de las placas (con sus respectivos elementos de sustentación y anclaje), transporte y colocación, y su conservación hasta la Recepción Definitiva.

La realización de las señales se ajustó a los tipos de diseños y ubicación indicados en las planillas y planos correspondientes y al catálogo de Normas anteriormente mencionado.

Toda señal debe llevar inscripta en su parte posterior y en forma estampada, los siguientes datos:

- a) Nombre del Titular de la vía.
- b) Nombre del área responsable de la conservación o, del concesionario, en su caso.
- c) Nombre y Ruta de emplazamiento.
- d) Tramo y Ruta de emplazamiento.
- e) Fecha de emplazamiento.
- f) Ubicación relativa.
- g) En el borde inferior derecho, o borde más saliente, un círculo de color rojo del mismo material reflectante que el utilizado en el frente y con iguales exigencias de calidad, resistencia y vida útil.

Sin estos requisitos la señal se considerará ilegalmente instalada.

## 11.3 MATERIALES A EMPLEAR

Las señales fueron confeccionadas en placas de chapa de hierro, fijadas (abulonadas) sobre parantes, cumpliendo las siguientes especificaciones técnicas:

### 11.3.1 Placas

De acuerdo al tipo y tamaño de señalización, las placas estuvieron conformadas por chapas monolíticas, por chapas unidas o por lamas yuxtapuestas. Se entiende por lama el elemento metálico unitario formado por una sola pieza y destinado a la composición, mediante la yuxtaposición de varios elementos, de los carteles empleados en la señalización vertical.

Se emplearon chapas de hierro de 2.11 mm de espesor, y de las dimensiones reglamentarias que corresponde a cada tipo de señal. Los bordes fueron despuntados con radios variables que oscilan entre 4 a 6 cm según las dimensiones de las placas, además se contemplaron los orificios o agujeros cuadrados de 11 mm de lado para permitir el paso del cuello cuadrado de los bulones de sujeción.

Las placas de hierro fueron sometidas a un tratamiento anticorrosivo, consistente en un galvanizado electrolítico, según Norma ASTM – A – 164 - 55 Tipo L X con un espesor mínimo de cincado de 13 micrones en cada cara.

Tales placas respondieron satisfactoriamente al ensayo magnético y al ensayo por el método de goteo especificado en la ASTM – A -219.

Todas las chapas, deberán ser sometidas al ensayo de la niebla salina durante 96 horas.

#### 11.3.1.1 Calidad superficial

Se controló que las placas presentaran en las caras vistas un buen acabado superficial, debiendo comprobarse a simple vista que:

- Carecen de rayado o estrías acentuadas procedentes de la extrusión.
- No presentar rayados transversales o roces acentuados a causa de la manipulación.
- No presentar desgarros, golpes o pegados.

#### 11.3.1.2 Métodos de ensayo

Los ensayos para la comprobación de las características especificadas fueron destructivos, efectuándose siempre sobre placas en el estado en que se encuentren a la salida de la fábrica, con lo cual los datos de los mismos fueron provistos por el fabricante.

- Ensayos Mecánicos: La determinación de las características mecánicas, se llevaron a cabo mediante las normas IRAM. (Resistencia mecánica, límite elástico y alargamiento). (Dureza Brinell).

### 11.3.1.3 Resultados de los ensayos. Certificado de calidad

El fabricante indicó mediante un “Certificado de Calidad” expedido por un organismo competente, el cumplimiento de las exigencias establecidas en la presente especificación, adjuntando un informe de los ensayos realizados, donde se indicó:

- Tipo de ensayos y norma aplicada.
- Número de muestras ensayadas y forma de elección.
- Localización con esquema si es preciso, del punto/s donde se ha tomado la muestra/s o realizado el/los ensayo/s.
- Resultados de los ensayos y análisis fundado de los mismos.
- Identificación del lote o partida ensayada.

Para el empleo de todo material distinto a los indicados, fue necesaria la autorización expresa de la inspección siempre y cuando estos materiales tengan, al menos, las mismas cualidades que la chapa de hierro, en cuanto a aspecto, duración y resistencia a la acción de los agentes externos.

### 11.3.2 Postes de madera para fijación de señales laterales

Los postes fueron de madera dura (lapacho o urunday) cepillada, libre de curvatura, nudos, rajaduras y otros defectos similares con sus bordes canteados. Las escuadrías a utilizar fueron de 3” x 3” (nominales) para señales de tipo poste simple o doble poste. El largo mínimo establecido de 2,50 m. y el máximo según requerimientos con uno de sus extremos cortado en bisel a 60°. En las señales de tipo doble poste se colocó en la parte trasera de la placa y uniendo los dos postes sostén, largueros transversales de 3” x 1,5” con el objeto de rigidizar y evitar el pandeo de la chapa.

### 11.3.3 Material reflectante

El material reflectante utilizado en la confección de las señales fue de los colores correspondientes a cada tipo de señal, y los tonos de los colores correspondieron a los adoptados por los organismos nacionales e internacionales a los cuales el comitente ha adherido para la señalización vertical establecidos más adelante.

Los Niveles de exigencia para las láminas de las Señales Verticales se determinaron en función de la clase de vía donde se emplace y el tipo de señal, de acuerdo a lo establecido en el **Anexo A-2 – Norma de Señales Verticales.**

Estas láminas reflectantes están constituidas por una base metálica del color necesario que contendrá las esferas de vidrio perfectamente distribuidas y recubiertas por un plástico transparente, incoloro, que forme superficie completamente lisa, suave, flexible y resistente a los agentes climáticos.

El proveedor presentó muestras de todos los colores en tamaño no inferior a 0.20 m por 0.20 m. conjuntamente con las especificaciones de calidad, ensayos y aplicaciones del fabricante para cada tipo de lámina. En conjunto con la inspección de la DPV se interpretó el resultado de los ensayos y se realizó la aceptación del material, para materiales reflectantes, como así también se inspeccionaron las

plantas de producción a fin de comprobar las posibilidades de cumplimiento en los plazos contractuales.

Se indicó la procedencia del material, el nombre del fabricante, la ubicación de la planta que lo elabora y la fecha de fabricación e importación.

#### 11.3.3.1 Adhesivo

La cara posterior de la lámina reflectiva contiene una capa de adhesivo reactivable por calor o presión, lo suficientemente uniforme de manera que al reactivarlo no presente arrugas, ampollas o manchas una vez aplicada la lámina sobre la chapa.

Este adhesivo estuvo protegido por un papel fácilmente removible por pelado sin mojar en agua u otro solvente, debiendo formar un vínculo durable con la lámina en sí, resistente a la corrosión y a la intemperie y adhiriéndose a la temperatura y/o presión que fije las especificaciones del fabricante.

Luego de 48 horas de aplicada la lámina, el adhesivo fue lo suficientemente duro para resistir el desgaste y/o daño durante el manipuleo, suficientemente elástico a baja temperatura y suficientemente fuerte para resistir el arrancado de la lámina de la superficie a la que está aplicado, cuando se aplica una fuerza de 2.250 kg. cada 2.5 cm. de ancho, de acuerdo a la Norma ASTM -D-903-49, o lo especificado en la Norma IRAM 10033 para Láminas Reflectoras Adhesivas o Norma IRAM 3952 para Láminas Retrorreflectoras de Alta Intensidad. El adhesivo no tuvo efectos de enmohecimiento sobre la lámina reflectiva y siendo resistente a hongos y bacterias.

#### 11.3.3.2 Generalidades

Las láminas reflectivas fueron suficientemente flexibles como para admitir ser cortadas en cualquier forma y permitiendo su aplicación, conformándose moderadamente a relieves poco profundos.

El poder reflectivo se mantuvo hasta el 90% de su total, en condiciones de lluvia y niebla, permitiendo una total y rápida limpieza, así como su mantenimiento luego de un eventual contacto con aceites, grasas y polvos.

La superficie de las láminas reflectivas es resistente a los solventes, pudiendo ser limpiada con nafta, aguarrás mineral, trementina, metanol, xilol y/o aguas jabonosas.

Todos los materiales utilizados además de satisfacer las especificaciones precedentemente fueron ensayados con resultado satisfactorio por el Contratista bajo el control de la inspección, cumpliendo la Norma IRAM 10033 para Láminas Reflectoras Adhesivas o Norma IRAM 3952 para Láminas Retrorreflectoras de Alta Intensidad.

#### 11.3.4 Bulones

Para fijar las chapas de hierro (señales) a los parantes, se emplearon bulones cincados A-38 según Normas IRAM 512, con cabeza redonda o gota de sebo, cuello cuadrado de 9.5 mm. de lado, vástago de 9 mm de diámetro y en largo acorde al

soporte, y un roscado para tuerca no menor de 3 cm. La correspondiente tuerca cincada fue la correspondiente al roscado citado. La arandela, también cincada, fue plana de 2 mm, adecuada para el bulón de diámetro (vástago) 9 mm.

Una vez colocadas las tuercas fueron soldadas al bulón, siempre y cuando que ésta operación no dañe la señal.

### 11.3.5 Detalles de colocación

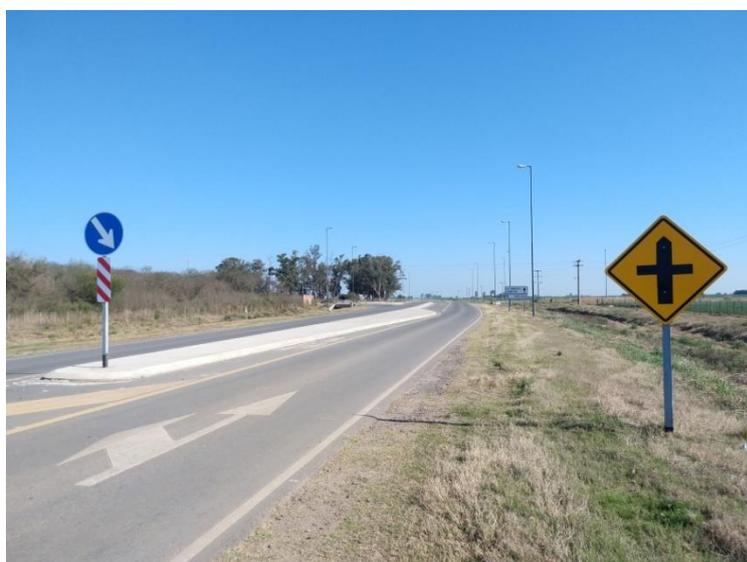
Las señales se ubicaron en los lugares indicados en las planillas y planos, de conformidad con las distancias a borde de calzada y a la altura de borde inferior de la señal indicada en las Normas.

Las ubicaciones previstas en el presente proyecto, en algunos casos, fueron modificadas en común acuerdo con la inspección, para mejorar su eficiencia cuando objetos o hechos físicos no previstos alteraron la eficiencia y/o el objeto de la funcionalidad de la señalización.



Figura 11-1: Señalización vertical de advertencia de finalización de camino

Figura 11-2: Señal vertical de reglamentación y de advertencia



El sector bajo tierra de los postes sostén nunca fue inferior a 0.80 m, debiendo destacarse que las señales de un solo poste llevaron en su base una cruceta de hierro de construcción de 16 mm de diámetro, separados 10 cm como mínimo.

Se tuvo especial cuidado en cuanto a la verticalidad de las señales, según lo establecido en las normas de instrucción de la DPV. En cuanto al relleno de la excavación para la colocación de los postes y compactación del suelo, se efectuó en capas sucesivas de no más de 0.15 m, utilizando una mezcla de suelo con 20% de Cemento y 4% de agua.

Coincidente con la perforación que se realizó en los postes para el paso de los bulones y por la cara contraria en la que se adosó la señal se hizo una perforación a modo de nicho de diámetro y profundidad suficiente para que en él se aloje totalmente la arandela y tuerca del bulón con el objeto de dificultar su extracción.

### 11.3.6 Conservación

Una vez realizado el emplazamiento de las señales verticales se mantuvieron en buen estado de conservación, debiendo reponer aquellas que resulten defectuosas o sufrieren alteraciones. El período de conservación será de 12 meses a partir de la fecha de recepción provisoria de las obras.

### 11.3.7 Calidad

Las señales conservaron permanentemente buenas condiciones de visibilidad diurna y reflectancia nocturna de acuerdo al coeficiente de retrorreflectancia mínimo exigido para cada "nivel" de lámina, según lo establecido en el **Anexo A-2 - Norma de Señalización Vertical**, siendo los colores de las mismas los que corresponden al entorno límite definido por sus correspondientes coordenadas de cromaticidad CIE.

El cumplimiento de los requisitos de color debe determinarse por método instrumental de acuerdo a la Norma ASTM -E- 1164 en lámina aplicada a paneles de prueba. Los valores se deben determinar con un espectrocolorímetro Hunterlab Labscan 6000 0/45 con opción CMR 559. Los cálculos se deben hacer de acuerdo a la Norma ASTM -E- 308 para el observador a 2°.

Las mediciones de retrorreflectancia se efectuarán de acuerdo a la Norma ASTM - 810 "Método Norma de Prueba para el Coeficiente de Retrorreflexión de Lámina Retrorreflectante".

#### 11.3.7.1 Certificado de Calidad

Todas las exigencias especificadas fueron expedidas por certificados de calidad de fabricación, donde se indicaron los alcances de la calidad y sus respectivos ensayos. La aceptación de los mismos se realizó por la inspección de obra.

### 11.3.8 Reflectancia y retrorreflectancia exigida

Para estos Parámetros las Láminas se ajustaron a lo siguiente:

- Las de Nivel I a lo exigido en la Norma IRAM 10033.- Láminas Reflectoras Adhesivas-
- Las de Nivel II a lo exigido en la Norma IRAM 3952.- Láminas Retrorreflectoras de Alta Intensidad.-
- Las de Nivel III a lo exigido en la especificación para láminas Retrorreflectivas de Nivel III que se incorpora en el Anexo F, Dispositivos Identificatorios para Vehículos de Carga y de Pasajeros.

#### **11.3.9 Cromaticidad exigida**

Se adoptaron los valores establecido para cada Nivel de Lámina, en el Anexo A-2 – Norma de Señales Verticales.

Dichos valores corresponden a las coordenadas cromáticas CIE que definen el entorno dentro del cual deben encontrarse cada color.

#### **11.3.10 Medición**

Se midió en metros cuadrados ( $m^2$ ) de señales colocadas y aprobadas por la inspección. No se consideraron dentro de la medición aquellas dimensiones que sobrepasen a las teóricas o las indicadas en los planos, a menos aquellas que se ordenaron realizar que no estaban contempladas en el proyecto.

## CAPÍTULO 12: DEMARCACION HORIZONTAL

Este trabajo consistió en la aplicación de una capa de pintura termoplástica reflectante con sembrado de esferillas, aplicado por pulverización o extrusión, según corresponda, de acuerdo al Catálogo de Demarcación Horizontal de la Dirección Provincial de Vialidad. Además de tener en cuenta, la provisión (carga, transporte, descarga) de todos los materiales, incluso las tachas retrorreflectantes, mano de obra y equipos necesarios para la correcta terminación del trabajo.

Se presentó un Ajuste de Proyecto de Demarcación Horizontal del tramo, conforme a lo realmente ejecutado en obra, en un todo de acuerdo a la Ley Provincial de Tránsito N° 8560 y sus modificatorias. El mismo se envió al Departamento I – Estudios y Proyectos, con la debida antelación, previo a la ejecución del ítem, para su aprobación.

### 12.1 TRABAJOS

Como se dijo anteriormente, los trabajos de este ítem consistieron en la aplicación de una capa de pintura termoplástica, en el ancho y extensión que se indica en las planillas y cómputo métrico del presente proyecto, sobre la superficie del pavimento.

Para la realización de estos trabajos, se subcontrató a una empresa especializada en ellos, la cual cuenta con la maquinaria y mano de obra para la materialización de los mismos, sumado a que posee una larga trayectoria en la demarcación horizontal para obras de Vialidad Provincial.

### 12.2 MATERIALES A EMPLEAR

Los materiales fueron provistos por el subcontratista, el cual garantizó la calidad de los mismos y en la cantidad necesaria para la ejecución del ítem, siendo responsable del acopio y cuidado de los mismos, hasta la Recepción Definitiva de la obra.

El material termoplástico se proveyó listo para ser aplicado, donde el fabricante indicó en el protocolo la temperatura de aplicación. Al ser colocado sobre pavimentos asfálticos con varios días de realizado, la superficie de éstos fue tratada previamente con un imprimador adecuado que asegure la adherencia del material y el adecuado contraste.

El material termoplástico y las esferas de vidrio a “sembrar” cumplieron con los siguientes requisitos:

### 12.2.1 Material termoplástico

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método Ensayo IRAM 1022	de Norma
Material ligante	%	18	35	A-1	
Dióxido de Titanio (*)	%	10	--	A-2	
Esferas de vidrio					
Contenido	%	20	30	---	
Granulometría					
Pasante tamiz N° 20 (IRAM 840 micr.)	%	100	---	---	
Pasante tamiz N° 30 (IRAM 590 micr.)	%	95	100	---	
Pasante tamiz N° 140 (IRAM 105 micr.)	%	---	10	---	
Índice de refracción - 25° C		1,50	---	---	
Esferas perfectas					
Redondas e incoloras	%	70	---	---	
Granulometría del material libre del ligante				A-1	
Pasa tamiz N° 16 (IRAM 1,2 mm.)	%	100	---		
Pasa tamiz N° 50 (IRAM 297 micr.)	%	40	70		
Pasa tamiz N° 200 (IRAM 74 micr.)	%	15	55		
Absorción de agua					
Luego de 96 horas de inmersión no presentará cuarteado y/o ampollado y/o agrietado	%	---	0,5	A-5	
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	1,6	2,1	A-6	
Estabilidad térmica					

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método Ensayo IRAM 1022	de Norma
No se observará desprendimiento de humos agresivos ni cambios acentuados de color	---	---	---	A-7	
<b>Color y Aspecto</b>					
Será de color similar al de la muestra convenida y tendrá un aspecto homogéneo y uniforme	---	---	---	A-8	
<b>Adherencia</b>					
No se producirá desprendimiento al intentar separar el material termoplástico con espátula y aplicado sobre probeta asfáltica si es de color blanco o sobre probeta de hormigón previamente imprimada si es de color amarillo.	---	---	---	A-9	
<b>Resistencia a la baja temperatura (a -5°C durante 24 horas)</b>					
No se observará cuarteado de la superficie	---	---	---	A-10	

(\*) Este requisito se exigió únicamente al termoplástico de color blanco.

### Aplicabilidad

- 1) El material se calentó a la temperatura de trabajo permitiendo en esas condiciones su fácil aplicación en forma de una capa, de un espesor de 1,5 mm.
- 2) La superficie obtenida como se indicó anteriormente se presentó uniforme, libre de burbujas y de grietas sin alteraciones de color.
- 3) El producto una vez aplicado se liberó al tránsito en un tiempo no mayor de 15 minutos.

### 12.2.2 Esferas de vidrios a “sembrar”

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método Ensayo IRAM 1022	de Norma
Índice de refracción -25°C		1,50	---	---	
Granulometría del material libre del ligante					
Pasante tamiz N° 20 (IRAM 840 micr.)	%	100	---	---	
Pasante tamiz N° 30 (IRAM 590 micr.)	%	90	100	---	
Pasante tamiz N° 80 (IRAM 177 micr.)	%	---	10	---	
<u>Esferas perfectas</u>					
Redondas e incoloras	%	70	---	---	
Cantidad a sembrar	gr/m <sup>2</sup>	400	---	---	

#### NOTA:

La Dirección Provincial de Vialidad se reserva el derecho de interpretar el resultado de los ensayos y fundamentar la aceptación o rechazo del material termoplástico en base a los mismos o a resultados de ensayos no previstos en estas especificaciones.

## 12.3 TOMA DE MUESTRAS

3.1 Al iniciar los trabajos, el laboratorio de la DPV, tomó muestras según Norma IRAM 1022 del material termoplástico, del imprimador y de esferas de vidrio a “sembrar”, para efectuar los ensayos correspondientes. Cada muestra tuvo un peso no menor de 20 Kg., un litro y 500 gr. respectivamente.

En el transcurso de estos trabajos, se utilizaron siempre los mismos materiales, ya que desde la DPV no hubiese pagado las secciones en donde se haya empleado material termoplástico y/o esferas de vidrio que no respondan a las exigencias establecidas en el punto 12.2 Materiales.

## 12.4 GARANTÍAS

Luego de realizados los trabajos de señalización horizontal del pavimento, se exigió al subcontratista una garantía contra fallas debidas a una adhesión deficiente u otras

causas atribuidas, tanto a defectos de los materiales en sí, como el método de aplicación o de calentamiento.

El plazo de garantía no fue inferior a los lapsos indicados en los incisos a) y b).

En caso de existir fallas se repusieron los materiales, así como toda tarea necesaria para su aplicación, en las partes deficientes. Se consideraron como partes deficientes aquellas en que las fallas mencionadas en el párrafo anteriores que superen los siguientes límites:

a) “Líneas longitudinales”: Línea central, líneas laterales, etc.

La evaluación del porcentaje de fallas se efectuó por secciones de 500 metros de longitud, para cada línea longitudinal independiente.

10 % de la longitud de cada sección al cabo de seis (6) meses.

15 % de la longitud de cada sección al cabo de un (1) año.

b) “Líneas transversales”: Leyendas señalización horizontal.

10 % de la superficie total de cada línea, leyenda o señalización al cabo de seis (6) meses.

20 % de la superficie total de cada línea, leyenda o señalización al cabo de un (1) año.

## 12.5 EQUIPO

El equipamiento fue el siguiente:

- Equipo para fusión del material por calentamiento indirecto provisto de un agitador y un indicador de temperatura.
- Equipo para limpieza, barrido y soplado del pavimento.
- Equipo para secado.
- Equipo propulsado mecánicamente con sistema de calentamiento indirecto para la aplicación del material termoplástico, provisto de agitador mecánico y sembrador de esferillas de vidrio. Este equipo tiene un indicador de temperatura de la masa termoplástica.
- Elementos de señalización y todos aquellos elementos accesorios sobre los equipos y la calzada necesarios para la ejecución de los trabajos.

## 12.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### 12.6.1 Replanteo

En el replanteo del señalamiento horizontal se indicó con pintura en aerosol al principio y al final de las zonas a demarcar con material termoplástico reflectante.

### 12.6.2 Preparación de la superficie

La superficie sobre la cual se efectuó la demarcación, fue raspada, cepillada, soplada y secada a efectos de lograr la eliminación de toda materia extraña de la calzada y con lo cual no se autorizó la colocación de los materiales en aquellas zonas donde la superficie no se encuentre convenientemente preparada.

### 12.6.3 Riego de liga

Debido al tiempo que transcurrió entre la aplicación de la carpeta asfáltica y el inicio de los trabajos de demarcación se consideró necesario efectuar un sellado previo, en un ancho que será de 0,05m mayor que el de la demarcación quedando este excedente repartido por partes iguales a ambos lados de la franja demarcada. El material utilizado garantizó una perfecta adherencia del material termoplástico con el pavimento, cumpliendo con los términos de garantía establecidas anteriormente.

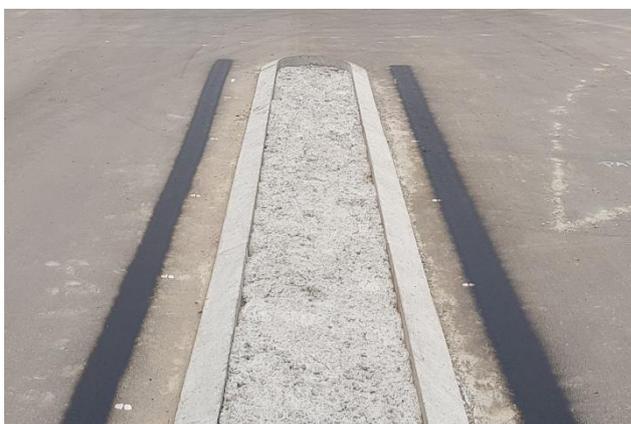


Figura 12-1: Riego de liga para la demarcación horizontal

### 12.6.4 Aplicación de la pintura termoplástica

La pintura termoplástica se aplicó de dos formas:

- Por pulverizado o spray: para las marcas longitudinales continuas y discontinuas de eje y borde cuyo espesor mínimo es de 1,5 mm.
- Por extrusión: para las marcas de las intersecciones que representen leyendas, símbolos, marcas transversales, flechas, inscripciones, cebreados y otras marcas especiales cuyo espesor mínimo es de 3 mm.



Figura 12-2: Cebreado por extrusión

### **12.6.5 Distribución de esferas de vidrio**

La distribución de las esferillas de vidrio realizó de manera uniforme de modo que la superficie de la franja quedó cubierta totalmente. Se tuvo en cuenta que durante la distribución de las esferas, la cantidad estuvo regulada de tal manera que se logre una buena adherencia con el material termoplástico.

### **12.6.6 Espesores**

Para las marcas longitudinales continuas y discontinuas, la capa de material termoplástico tuvo un espesor mínimo de 1,5 mm. y el ancho realizado fue determinado el Manual de Demarcación mencionado. Para las marcas que representen leyendas, símbolos, marcas transversales, flechas, inscripciones, cebreados y otras marcas especiales, tuvieron un mínimo de 3 mm de espesor.

### **12.6.7 Tolerancias:**

La demarcación se llevó a cabo en forma de obtener secciones de ancho uniforme, bordes perfectamente definidos y sin presentar ondulaciones visibles por un observador que recorra el tramo en automóvil a una velocidad de 50 Km/h.

- a) Se admitieron en las partes rectas una tolerancia de desviación de 3 cm. del eje de la calzada en una longitud de 100 m. pero nunca presentar cambio brusco.
- b) En lo que respecta al ancho de la demarcación no se admitió tolerancia alguna en menos del ancho estipulado y en más se permitió hasta el 2% pero de este sobreancho no se recibió pago alguno.
- c) En lo que respecta a las longitudes por secciones de trazos, pintados con espacios entre los mismos, se admitió una tolerancia del 2% en más o en menos.

Toda sección de demarcación que no haya cumplido con las tolerancias establecidas, fue rechazada por inspección debiendo la misma ser nuevamente demarcada por cuenta exclusiva del subcontratista encargado de dicha tarea.

### **12.6.8 Señalización de Obra:**

Durante la realización de estas tareas, el subcontratista señaló debidamente la zona de trabajo, de acuerdo a la Norma de Señalización de Obras de la Dirección de Vialidad de Córdoba, Anexo A-6, tomando las medidas necesarias para impedir que los vehículos circularan sobre la línea o señal demarcada dentro del plazo fijado, en función del tiempo que el material termoplástico reflectante permita el tránsito sin deformaciones.

En ningún momento se interrumpió el tránsito, ni aun en forma momentánea, en consecuencia se presentó a la inspección para su aprobación, la forma en que se desarrollaran los trabajos de cada sección a demarcar cuya longitud no superó los 3 Km.

## 12.7 BALIZAMIENTO DE LA ZONA DE DEMARCACIÓN

La zona de demarcación se protegió por medio de un sistema de señalización de obra que consistió en:

### 12.7.1 Balizamiento durante el premarcado y/o imprimación

Se colocó una serie de señales removibles, tales como conos de goma o tetraedros contemplados en el Catálogo, los cuales fueron claramente visibles e imponga al conductor la precaución que deberá tomar, de acuerdo a la Norma de Señalización de Obra de la D.P.V. de Córdoba.

### 12.7.2 Balizamiento durante el pintado y/o aplicación del material termoplástico

Se protegió el equipo que efectuó los trabajos con un obrero ubicado en forma adelantada al mismo y otro en el tramo posterior con los elementos de señalización establecidos en la Norma de Señalización de Obra de la D.P.V., a una distancia lo suficientemente amplia para que existan las condiciones mínimas de seguridad con respecto al tránsito de la ruta, ya que en ningún momento pudo ser interrumpido. Para el caso de la superficie una vez pintada, se protegió la zona con los mismos dispositivos removibles explicados en el apartado anterior, hasta que la pintura pudo liberarse al tránsito.

En cuanto a la demarcación con material termoplástico no resultó necesario el uso de los conos pero sí la presencia del obrero que se ubicó detrás del equipo, a una distancia tal que permitió la solidificación del material termoplástico y evitando que se marque por efecto del tránsito. En cada extremo del tramo en construcción se proveyeron, sobre la banquina y del lado de la trocha a demarcar, 2 letreros, colocado uno a 300 m y el otro a 150 m antes del inicio de la zona de obra en construcción.

La leyenda de los mencionados letreros adoptada varió según la índole del obstáculo, o de los trabajos que afecten el tránsito normal de la ruta, pero siempre dentro de lo especificado en el Anexo A-6 sobre Señalización de Obra.

## 12.8 VISIBILIDAD NOCTURNA

La reflectancia exigida fue superior a 220 mcd/luxm<sup>2</sup>, medidos dentro de los quince (15) días posteriores a la aplicación de la demarcación, debiendo mantenerse sobre los 160 mcd/luxm<sup>2</sup> (para el color blanco) durante el período de conservación. El aparato de medición, que deberá aportar para tal fin el subcontratista, fue un retrorreflectómetro MIROLUX 12, perfectamente calibrado.

## 12.9 VISIBILIDAD DIURNA

La reflectancia luminosa aparente, fue medida mediante un colorímetro portátil dotado de un iluminante DGS y un ángulo de medida de 8°.

Las medidas en porcentaje (Y%) de la reflectancia luminosa fueron directas, previo tarado del aparato. El aparato fue provisto por el subcontratista en el momento requerido.

El valor mínimo exigido dentro de los quince (15) días siguientes a la aplicación de la pintura deberá ser superior al 50%. Este valor no podrá tener un valor inferior al 27% durante todo el período de conservación.

El entorno de coordenadas cromáticas correspondiente al color blanco (color generalmente usado en las marcas viales) será:

	1	2	3	4
X	0,327	0,407	0,377	0,297
Y	0,287	0,367	0,397	0,317

El entorno de coordenadas cromáticas correspondiente al color amarillo será:

	1	2	3	4
X	0,545	0,487	0,427	0,465
Y	0,454	0,423	0,483	0,534

### 12.10 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

El coeficiente de resistencia al deslizamiento, medido sobre las marcas viales, en particular las flechas, sendas peatonales, letras o símbolos, mediante el péndulo RRL o de acuerdo al método de ensayo NTL-175/73, deberá ser superior a 0,45 en todo momento.

### 12.11 TACHAS RETRORREFLECTANTES

Dentro de las tareas necesarias para completar el ítem se incluye la provisión, carga, transporte, descarga y colocación de las tachas retrorreflectantes doble faz o dispositivos de alineamiento horizontal de la calzada, cuyos aspectos constructivos, de reflexión y de adhesividad están contemplados en la Norma IRAM N° 3536, actualizada en 1995, con el objeto de complementar obligatoriamente la demarcación horizontal en curvas, intersecciones y accesos a puentes, permitiendo la

visualización de tales lugares durante las horas de oscuridad nocturna o ante condiciones meteorológicas desfavorables.

Deben reunir los siguientes requisitos generales:

- 1) Consistirán en un cuerpo exterior de plástico lleno de un producto adecuado para darle resistencia mecánica.
- 2) Serán de forma de pirámide truncada con dos caras retrorreflectantes opuestas a 180° (bidireccionales: ambas caras reflejarán la luz).
- 3) La superficie exterior de la tacha y de las caras retrorreflectoras serán lisas, sin cantos o bordes filosos.
- 4) Las medidas máximas se encuadrarán dentro de los siguientes valores: 110 mm x 130 mm de longitud y ancho respectivamente, con una altura de 20 mm. y una tolerancia de más o menos 2 mm en cualquiera de sus dimensiones.
- 5) Se fijarán firmemente sobre el pavimento, mediante una mezcla de dos componentes de resinas epoxi, adhesivo de tipo bituminoso o con pernos no metálicos y una previa limpieza exhaustiva del pavimento.
- 6) No sobresaldrán más de 30 mm de la superficie del pavimento.
- 7) Se deben instalar en curvas, intersecciones y accesos a puentes de acuerdo a la siguiente pauta:
  - Sectores de recta: cada 24 metros
  - Sectores de curva: cada 12 metros
  - En sectores singulares del camino (puentes, curvas y otros): a 150 metros antes y después de estos.
- 8) Serán de color blanco las ubicadas en el borde de la calzada y amarillas las ubicadas en el eje en los sectores donde haya prohibición de sobrepaso y su ubicación en planta se hará según lo especificado en los planos del proyecto definitivo.

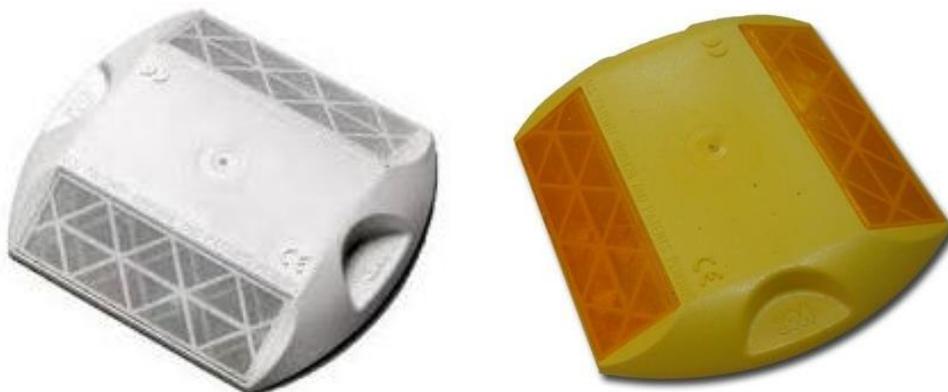


Figura 12-3: Tachas retrorreflectantes

## CAPÍTULO 13: FORESTACIÓN

La forestación consistió en el suministro, provisión y transporte de las especies arbóreas que conforman las hileras, la mano de obra y el equipo necesario para la ejecución de la plantación y la conservación de la misma.

### 13.1 TIPO DE ÁRBOL A IMPLANTAR

Los ejemplares autorizados fueron el *Prosopis alba Griseb* (algarrobo blanco) y *Prosopis nigra Griseb* (algarrobo negro) en los sitios indicados por la unidad ambiental de la DPV.

La cantidad total de ejemplares de *Prosopis alba Griseb* (algarrobo blanco) a implantar fue de 110 (ciento diez) y la de *Prosopis nigra Griseb* (algarrobo negro) fue de 70 (setenta).



Figura 13-1: Ejemplares de algarrobo blanco

Figura 13-2: Ejemplares de algarrobo negro



### 13.2 PLANTACIÓN

Inicialmente se preparó la superficie del terreno en los sitios indicados donde se implantaron los ejemplares arbóreos. Para tal fin se procedió al control de plagas y malezas mediante métodos mecánicos, evitando el uso de métodos químicos, en los sitios en donde se situaron los ejemplares y después de ello, se realizó el hoyado y

plantado correspondiente. El hoyado tuvo una profundidad mínima de 40 cm y un diámetro mínimo, también, de 40 cm.

Los ejemplares a trasplantar tuvieron un mínimo de 2 años de edad, un Ø del tallo mayor a 2,5 cm a 1 m del cuello y una altura de 1,50-1,80 m desde su cuello hasta el ápice.

La plantación se realizó desde fines del invierno hasta fines de la primavera. Los hoyos se regaron previamente al plantado y una vez ubicados los ejemplares y rellenado el pozo, se regó nuevamente cada individuo. Se colocó un tutor de 1" x 1" a cada individuo de una longitud mínima de 2 m.



Figura 13-3: Hileras de especies implantadas

Se colocó la planta con su pan, eliminando su contenedor y se cubrió con tierra dejando 10 cm de profundidad libre de tierra. Se garantizó el mantenimiento posterior al plantado, hasta lograr que la planta crezca sin necesidad de mantenerlas. Dicho mantenimiento consistió en regar frecuentemente, y según la necesidad de la planta, se hizo control de malezas y hormigas.

Las unidades se emplazaron en la zona de préstamo, entre la cuneta y el alambrado en hileras con una longitud de 100 (cien) metros. La distancia entre ejemplares fue de 10 (diez) metros.

### 13.3 UBICACIÓN DE HILERAS

- Tramo: LA TORDILLA – ACCESO A TORO PUJIO

Se implantaron ejemplares de *Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) en las progresivas 1.700, 2.000, 2.300, 2.600, 2.900, 6.000, 12.700, del lado izquierdo.

Se implantaron ejemplares de *Prosopis nigra* Griseb (algarrobo negro) en las progresivas 4.050, 10.700 del lado izquierdo.

Se implantaron ejemplares de *Prosopis nigra Griseb* (algarrobo negro) en la progresiva 14.400, del lado derecho.

- Tramo: VARIANTE A LA TORDILLA

Se implantaron ejemplares de *Prosopis nigra Griseb* (algarrobo negro) en las progresivas 350, 1.300, del lado derecho.

Se implantaron ejemplares de *Prosopis alba Griseb* (algarrobo blanco) en la progresiva 900, del lado izquierdo.

Se implantaron ejemplares de *Prosopis alba Griseb* (algarrobo blanco) en la progresiva 2.250, del lado derecho.

- Tramo: ACCESO A TORO PUJIO

Se implantaron ejemplares de *Prosopis nigra Griseb* (algarrobo negro) en las progresivas 600, 2.500, del lado izquierdo.

Se implantaron ejemplares de *Prosopis alba Griseb* (algarrobo blanco) en las progresivas 1.800, 3.500, del lado derecho.

### 13.4 CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESPECIES

Consistió en la ejecución de todas aquellas tareas de sanidad vegetal destinadas a preservar en óptimas condiciones los ejemplares plantados.

Se verificó la plantación lograda a los 6 meses de concluida la forestación, para acordar la reposición que fuera necesaria. Se regaron los ejemplares con la periodicidad necesaria, según las condiciones climáticas existentes.

Además, como se dijo anteriormente, se efectuó el corte de malezas en los alrededores de los individuos plantados y la limpieza general del entorno, como así también la poda de las plantas, cuando corresponda. Bajo ningún concepto se contempló el uso del fuego como elemento de control de plagas y malezas. Además se deberá respetar lo prescripto por la legislación provincial referida a agroquímicos.

Al momento del cómputo y certificación, esto se realizó en forma global (GI.) una vez terminada la tarea y aprobada por la inspección. Si al verificarse la plantación lograda resultare necesario reponer ejemplares esto se considerará como un defecto y, por lo tanto, su corrección deberá llevarse a cabo dentro del período de garantía.

## CAPÍTULO 14: CONSERVACIÓN PERMANENTE

En este apartado se mencionan los trabajos a realizar para la conservación del camino durante la ejecución de la obra y el período de garantía que se establece en doce (12) meses a contar de la fecha de Recepción Provisional.

Estos se realizarán en todo el ancho de la zona de camino y comprenden la provisión de materiales, equipos, mano de obra y toda operación necesaria para mantener la calzada, banquetas, taludes con su forma, integridad y lisura original. Incluye también, la limpieza de cunetas, préstamos y alcantarillas, la eliminación embanques y reparación de erosiones y socavaciones, la extracción total de vegetación perjudicial y el corte de pasturas y la recolección de basura de cualquier tipo.

Se encuentran comprendidos los trabajos de recompactación y enrasado de banquetas, ya que no se admitirá que éstas se sobreeleven con relación al borde de la calzada. En el caso que las banquetas se descalcen o erosionen, deberán ser reconstruidas con aporte de material que deberá ser humectado, compactado, rodillado y conformado adecuadamente.

Luego de la recepción provisional, la obra será conservada en la condición en que fue entregada, asegurando mediante cortes mecanizados, una altura máxima de malezas de 5 centímetros en banquetas y taludes, en el resto del perfil no se admitirá que la vegetación supere en ningún momento los 10 centímetros de altura. La conservación se realizará en forma periódica y después de cada lluvia, no debiendo transcurrir más de 30 días entre una y otra intervención, de manera tal de asegurar al momento de la Recepción Definitiva, que el estado general de la obra, sea el óptimo.

En los sectores donde se viese dificultada la operación de equipos autopropulsados por el estado de saturación de humedad del suelo, los cortes indicados serán efectuados con equipos manuales, respetando la exigencia para el resto de la obra.

Los trabajos de conservación de la calzada contemplan también el sellado total de fisuras con productos asfálticos modificados con polímeros, debiendo efectuarse una limpieza previa de la zona a sellar mediante un adecuado sopleteado.

Si durante este período se detecta la presencia de baches abiertos, se realizarán las reparaciones correspondientes en un plazo máximo de 24 horas de haber sido detectados, repitiendo las operaciones íntegras del proceso constructivo. Si el deterioro de la superficie de rodamiento afectara la base, capas intermedias de sub-base y/o sub-rasante, se efectuará la reconstrucción de esa parte dañada mediante el empleo de fresadoras, garantizando la lisura original. Todos los materiales a emplear y su colocación se ajustarán a las especificaciones de los ítem de ejecución de cada capa del proyecto de la obra.



**Figura 14-1: Reemplazo de carpeta de rodamiento durante el período de conservación**

Se recibirá pago por estos trabajos durante el plazo de garantía y por (10) meses a partir del tercer mes desde la Recepción Provisional de la obra, siempre y cuando se dé cumplimiento a los trabajos especificados.

En cuanto a la certificación se dividirá la obra, a partir de la progresiva de inicio, en secciones de un (1) kilómetro y fracción final, cada sección se afectará con el porcentaje de cumplimiento de cada concepto especificado más abajo. En la zona de las intersecciones la longitud a certificar surgirá de dividir la superficie total pavimentada por el ancho de calzada de 7.30 m.

Se considerará a tal efecto que el desmalezamiento representa el 60%, la adecuación altimétrica de banquetas y mantenimiento de préstamos el 20 % y que el 20% restante se asignará a todas las otras tareas ya descritas a realizar, como por ejemplo, mantenimiento de calzada, desbanques de alcantarillas, limpieza de señales verticales, etc.

Se computará y certificará por kilómetro-mes (km-mes) de obra conservada y aprobada por la Inspección. La longitud total a certificar en el mes analizado surge de la sumatoria de los productos de las longitudes de cada sección en que se subdivide la obra y los grados de cumplimiento logrados, de acuerdo a la distribución porcentual asignada a las distintas tareas a realizar.

## CAPÍTULO 15: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El profesional de la construcción se nos presenta como un creador que realiza y ejecuta mediante la aplicación de una técnica. Debe asimismo, considerar sus realizaciones dentro de las necesidades o servicios económicos que debe sustentar la obra, a los efectos que esta resulte posible, útil y retributiva a la sociedad.

En consecuencia del crecimiento de la industria de la construcción es requerimiento de las empresas constructoras contar con profesionales calificados. Calificación profesional que supone continuar la formación recibida en marcos formales (escuelas y universidades), enriquecidas por la práctica y el ejercicio profesional, en un espiral de sistematización teórico-práctica. No se trata solamente de adquirir conocimientos nuevos, sino de resignificar esquemas, estructuras y comportamientos a la luz de la propia experiencia de otros.

### 15.1 PLANIFICACIÓN

Se trató de definir el proceso productivo a partir de desarrollar un “listado de tareas” y su secuencia de ejecución o “listado de las precedencias”. En esta instancia no se asignaron los tiempos y los recursos, sino el de analizar su ejecución y el proceso de la misma.

El “Planeamiento” conforma el proceso de decidir qué hacer, cuándo hacerlo, con quién y cómo hacerlo antes de que las actividades se lleven a cabo. Constituye una racionalización del futuro paso a paso. El planeamiento determina que caminos debemos seguir para llegar al punto al que queremos arribar. Sin planear, la posibilidad de que las cosas sucedan como queremos es prácticamente nula. Uno de los conceptos importantes dentro de la calidad total es el de organizar la información para facilitar su análisis. El concepto de desglose de la estructura de trabajo es recomendable para organizar la información de un proyecto. Cabe separar las partes de un todo y estudiarlas independientemente, ya que ello nos permite comprender y controlar al todo con mayor facilidad.

### 15.2 PROGRAMACIÓN

A partir de las secuencias definidas por la planificación, el jefe de obra programó el cumplimiento de los objetivos planteados en ella. Además se ocupó de distribuir, balanceando para ello el manejo de la mano de obra (su incremento o disminución), indicando el ritmo del ingreso de los materiales y provisión de equipos y herramientas. El ajuste incluye el análisis o reformulación de los estándares de producción e índices de rendimiento de materiales.

La asignación de recursos conforma una de las principales herramientas que poseen los profesionales de la construcción para el logro de las metas definidas, en ellas se basa su rol de dirigente de este proceso.

Por lo tanto una sabia y ordenada distribución reviste una fundamental importancia ante dicho desarrollo.

### 15.3 MATERIALIZACIÓN Y CONTROL

A partir de las pautas fijadas por la programación y la planificación de las metas, el jefe de obra deberá enfrentar la fase final de su camino. La materialización y control se basa en tres elementos fundamentales:

#### 15.3.1 Estructura funcional

Como todo hecho productivo, una obra requiere de una organización funcional que marque las jerarquías, dependencias funcionales, métodos y autoridades para su producción. Dicha estructura permanece fuertemente instalada en una pirámide de mando que va desde el director de obra, pasando por el jefe de obra, capataces, oficiales, medio oficiales, ayudantes y administrativos, la cual debe ser reflejada por un organigrama consistente y equilibrado. La organización de la estructura funcional es una de las variables a las que acceden los profesionales de la construcción para lograr una óptima asignación de recursos.

#### 15.3.2 Control de gestión

El cumplimiento de las pautas fijadas en las fases de planificación y programación, acompaña continuamente la ejecución.

La revisión de los diagramas de barra, redes o histogramas (o sea, los recursos asignados), resultan de fundamental importancia en este momento. Las inversiones, ingresos y egresos de los recursos económicos, se instalan en el eje de la gestión económica.

La formulación de curvas de inversiones, permiten plantear el manejo de los recursos financieros y su posterior control.

#### 15.3.3 Control de calidad

Toda obra es legalmente un contrato de locación, en el cual las partes han pactado la construcción de un edificio, para un uso determinado y en condiciones técnicas definidas.

El cumplimiento de las determinadas condiciones técnicas establecidas, es responsabilidad de los profesionales en los diferentes roles.

El inspector, debe defender los intereses del comitente y el cumplimiento del contrato. El jefe de obra, en este caso, la responsabilidad es satisfacer lo pactado y la protección de los intereses de la empresa constructora, a efectos de no superar los recursos asignados para la ejecución de las tareas.

## 15.4 LA PRODUCTIVIDAD

Podemos considerar a la “Productividad”, en una aproximación al tema, como el índice que mide las variaciones de la producción en relación a los recursos empleados. Toda mejora en la productividad supone una disminución en el precio del producto, ya que representa un mejor aprovechamiento de los recursos empleados.

Científicamente, entendemos a la productividad como la relación entre los bienes y servicios producidos con respecto a los insumos empleados.

Usualmente se tiene la idea equivocada que la productividad se refiere tan solo a la eficacia de la mano de obra, principalmente por la difusión que poseen las estadísticas sobre esta materia. En adelante, considerará el aumento de la productividad como un problema consistente en obtener el máximo partido de todos los recursos disponible. Los logros más significativos se consiguen con la aplicación de tecnologías que aumentan la intervención de la máquina y disminuyen la de la mano de obra.

## 15.5 CERTIFICACIÓN

“Se entiende por certificado, a todo crédito documentado que expida la inspección de Obra al Contratista con motivo de obra pública o privada”. El certificado refleja una obligación de brindar una suma de dinero por parte del comitente, en pago de una obligación de hacer a cargo del contratista. Para que una obra pueda ser certificada deberá previamente verificarse, comprobando su existencia y su ajuste a lo contratado.

Certificar significa instrumentar la verificación, dándola por cierta. El certificado no es un medio u orden de pago, sino un instrumento fehaciente con el cual se acredita que el contratista ha realizado un determinado monto de obra, que referido al presupuesto de la misma, constituye una constancia de crédito a su favor.

El tipo de certificado que se emitió en esta obra, de acuerdo al Pliego de Condiciones, es el Certificado parciales mensuales según el avance de obra.

La medición de los trabajos ejecutados por parte de la empresa constructora en el período que corresponde a la certificación, permanece naturalmente asociada al control de calidad de los mismos. Es importante que al realizar la medición, base de la liquidación origen de la certificación, se computen los trabajos que cumplan con las condiciones de calidad requerida en los pliegos.

La forma de medición de cada uno de los rubros se rige por las mismas normas que se utilizan para el cómputo métrico. Los ítems a volcar en la foja de mediciones, deben coincidir con el listado de rubros, subrubros y tareas del presupuesto y del plan de trabajos. La medición de los trabajos la realizan un representante de la empresa constructora (Jefe de Obra) y un representante del comitente (inspector de obra).

## 15.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Al final como al principio, ya que un proyecto es sólo la culminación de un ciclo, el precepto de calidad total de “hacer las cosas bien la primera vez” se repite una vez más. El término de un proyecto significa el inicio de un ciclo de producción, por lo tanto, para obtener el éxito en la producción debe partirse de un proyecto bien implementado.

## 15.7 GESTIÓN DE LAS OBRAS

Si al momento de gerenciar el gran proceso que significa la construcción de una obra, no se cuentan con mecanismos de gestión que nos permitan asegurar el dominio de la gestión sobre el producto desde el “nacimiento”, difícilmente se obtendrá un producto de calidad al final del proceso.

Las posibilidades de mejoría dentro de un proceso constructivo, son infinitas, con lo cual comprendemos la necesidad de la divisibilidad de los procesos y las posibilidades que nos brinda para actuar correctivamente sobre las causas de las fallas tempranamente en cada uno de los pequeños procesos que hayamos definido. La calidad se logrará cuando cada uno de los procesos (clientes) estén satisfechos con el producto que se les entrega del proceso anterior (proveedor) y el cliente externo (usuario en el fin de la línea) esté plenamente satisfecho con el producto que le entregamos.