

---

# SEGUIMIENTO DE OBRA

## REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO

### RUTA PROVINCIAL RP N°34

*CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES*

**CÓRDOBA**

---

**-INFORME TÉCNICO FINAL-**  
**PRÁCTICA SUPERVISADA**  
**DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL- UNC**

**ALUMNO:** LUGO, Noelia Laila

**TUTOR INTERNO:** Mgster ING. RICO, Miguel

**TUTOR EXTERNO:** ING. SARGIOTTO, Joaquín

**EMPRESA:** Boetto y Buttigliengo S.A

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,**  
**FÍSICAS Y NATURALES**



**RESUMEN:**

El presente informe, desarrollado en el marco de la Asignatura Práctica Supervisada, describe el seguimiento de la obra de Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial N° 34. Dicha obra fue adjudicada, mediante un proceso licitatorio realizado por la Dirección Provincial de Vialidad, a la empresa constructora Boetto y Buttigliengo S.A.

El informe presenta un cuerpo conformado por siete capítulos. En el primero se mencionan las características de la obra tales como su ubicación y los motivos que llevaron a la decisión de realizarle una rehabilitación estructural. En el segundo se hace una breve reseña de la empresa y se detallan las características del predio donde se ubica el obrador y sus los componentes. En el tercero se hace una definición de los distintos controles que se realizaron durante toda la ejecución de la obra, En el cuarto capítulo se describe la realización de un plan de avance donde se plasma un estimado del tiempo que pueda demorar la ejecución de la obra. En el quinto se explica el proceso para llevar a cabo el proyecto, lo que implicó un relevamiento y análisis de la información del tramo existente para generar los planos a plasmar en campo. El sexto capítulo detalla el proceso constructivo de las diferentes actividades que permiten construir paquete estructural del pavimento, tales como: el fresado, el reclamado o reciclado de la capa granular y la ejecución de la carpeta de rodamiento. Además se señalan la ejecución de tareas complementarias que aportan para la finalización de la obra, como son la señalización, la demarcación de la calzada, el perfilado de banquina y la construcción de drenes para contribuir al sistema de drenaje de la ruta.

## ÍNDICE

RESUMEN:.....	2
INTRODUCCIÓN.....	9
1. OBRA: Rehabilitación de RP N°34 .....	10
1.1 UBICACIÓN DE LA OBRA .....	10
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....	10
2. LA EMPRESA.....	17
2.1 INTRODUCCIÓN.....	17
2.2 OBRADOR .....	17
2.2.1 Planta de asfalto.....	18
2.2.2 Materiales:.....	19
2.2.3 Laboratorio de obra: .....	23
3. CONTROL DE OBRA .....	24
3.1 CONTROL INTERNO .....	24
3.2 CONTROL EXTERNO .....	24
4. ORGANIZACIÓN Y PLAN DE AVANCE: .....	25
5. PROYECTO .....	28
5.1.1 Relevamientos topográficos.....	28
5.1.2 Proyecto .....	29
6. EJECUCIÓN y CERTIFICACIÓN DE OBRA.....	33
6.1 TOPOGRAFÍA.....	33
6.1.1 Replanteos topográficos .....	33
6.1.2 Nivelaciones .....	33
6.1.3 Controles .....	35
6.2 FRESADO DE CARPETA:.....	37
6.2.1 Equipos: .....	37
6.2.2 Método Constructivo.....	37
6.2.3 Inspección: .....	38
6.2.4 Certificación:.....	38
6.3 RECICLADO DE CARPETA GRANULAR: .....	39
6.3.1 Condiciones a cumplir: .....	39
6.3.2 Equipos: .....	39
6.3.3 Método Constructivo:.....	42
6.3.4 Controles e Inspección: .....	48
6.3.5 Certificación:.....	53

6.4	CARPETA ASFÁLTICA: .....	54
6.4.1	Condiciones a cumplir .....	54
6.4.2	Mezcla asfáltica: .....	55
6.4.3	Equipos: .....	61
6.4.4	Método constructivo:.....	64
6.4.5	Controles e inspección: .....	67
6.4.6	Certificación.....	75
6.5	DEMARCACIÓN Y SEÑALIZACIÓN:.....	75
6.5.1	Señalización de obra en construcción:.....	76
6.5.2	Demarcación Horizontal .....	79
6.5.3	Señalización Vertical .....	79
6.6	OBRAS COMPLEMENTARIAS: .....	80
6.6.1	Ejecución de dren:.....	80
6.6.2	Distribución de Asfalto con Motoniveladora .....	86
6.6.3	Perfilado y calzado de Banquina.....	87
7.	CONCLUSIONES .....	88
7.1	CONCLUSIONES DE LAS TAREAS REALIZADAS .....	88
7.2	CONCLUSIONES DE PRÁCTICA SUPERVISADA .....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	90
	ANEXO .....	91
I.	PROYECTO .....	91
II.	PLANILLAS DE TOPOGRAFÍA.....	100
III.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	102
III. a	Suelo cemento .....	102
III. b	Asfalto.....	112
IV.	SEÑALIZACIÓN: .....	118
V.	NORMAS DE VIALIDAD NACIONAL- USADAS EN OBRA.....	125

## ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1.1: Imagen Satelital Ruta Provincial RP N° 34, Córdoba- Fuente: Google Maps.	10
Figura 1.2: Calicata N°2 a) Presencia de Fisuras en el Eje de la Calzada; b) Extracción de Carpeta de Rodamiento	12
Figura 1.3: a) Concreto Asfáltico de 6 cm de espesor; b) extracción de material de Muestra para laboratorio	12
Figura 1.4: a) Base Granular de 50 cm de espesor; b) Pasante Retenido Tamiz 1" ....	13
Figura 1.5: Esquema de lo Relevado Calicata N°2 - Progresiva 70+500	13
Figura 1.6: Perfil Transversal Existente en el Tramo	15
Figura 1.7: Perfil Transversal Propuesto por la Vialidad Provincial	16
Figura 1.8: Perfil transversal Ejecutado por la Empresa Constructora y aprobado por D.P.V.	16
Figura 2.1: Vista Satelital Planta de Asfalto Copina- Fuente: Google Maps.	17
Figura 2.2: Planta de Asfalto- Modelo Ciber	18
Figura 2.3: Componentes de la Planta de Asfalto - a) Tolvas b) Cinta Transportadora y quemador c) Tambor secador Mezclador d) Tolva de descarga	18
Figura 2.4: Arena de Trituración tipo 0-6	19
Figura 2.5: Piedra Tritura 6-19	19
Figura 2.6: Arena silícea (Arena de Rio)	20
Figura 2.7: Tanques de Asfalto a) 30.000 lts b) 50.000 lts	21
Figura 2.8: Tabla de Características Asfalto Modificado AM3 - Fuente: YPF	22
Figura 2.9: Base tipo 0-20	22
Figura 2.10: Piedra Triturada 6-25	22
Figura 2.11: Laboratorio de obra – a) Vista Exterior y b) Vista interior	23
Figura 4.1: Máquinaria Relevada	25
Figura 4.2: Cuadro de Estimación de Rendimientos	25
Figura 4.3: Plan de avance de construcción del Tramo desde la progresiva 71+400 a 62+200	26
Figura 4.4: Plan de avance de construcción de obra desde Progresiva 62+100 a 58+300 (Continuación Figura 23)	27
Figura 4.5: Avance de Obra Teórico	27
Figura 5.1: Procesamiento de puntos	29
Figura 5.2: Plano de la Superficie, Perfil Longitudinal	30
Figura 5.3: Plano Perfil Longitudinal, Elevación	30
Figura 5.4: Perfiles Transversales cada 25 mts	31
Figura 6.1: Replanteo Topografico- a) Abalazamiento, b) Punto Fijo	33
Figura 6.2: Distribución de las estacas cada 12,5 mts en los bordes, eje e intermedias	34
Figura 6.3: Nivelación, lectura de elevación del Terreno	34
Figura 6.4: Estaquero dándole la elevación adecuada a la Estaca	34
Figura 6.5: Fresadora en Frio WIRTGEN W100	37
Figura 6.6: Proceso de Fresado de Carpeta Existente - a) Franjas de Fresado, b) Fresadora, c) Espesor de Carpeta de Rodamiento, d) descarga de la Fresadora	38
Figura 6.7: Recicladora Caterpillar RR250	39
Figura 6.8: Motoniveladora Caterpillar 140K	40
Figura 6.9: Planex CVS 105-PT	40
Figura 6.10: Pata de Cabra Hamm 3410	41
Figura 6.11: Rodillo Liso Caterpillar CS533E	41
Figura 6.12: Rodillo Neumático DYNAPAC CP30	42
Figura 6.13: Extensión de la Carga con Motoniveladora	42

Figura 6.14: Distribución de Cemento- a) Descarga de la bolsas de Cemento, b) Extracción de las bolsas, c) Cemento Distribuido, d) Esparcimiento de Cemento con Motoniveladora .....	43
Figura 6.15: Reciclado con Reclamadora, inicio de cancha y corrección de espesor..	44
Figura 6.16: Reciclado de base, Operario realizando Ensayo de Compresión Manual	44
Figura 6.17: Reciclado Con Motoniveladora- a) Humedecimiento del suelo, b) Primera Pasada Mezclado de Material.....	45
Figura 6.18: Movimiento de suelo con Motoniveladora- a) Primera Pasada Mezclado de Material, b) Escarificado de Suelo.....	45
Figura 6.19: Movimiento de Suelo con Motoniveladora - a) y b) Movimiento de borde a eje del suelo. ....	46
Figura 6.20: Primera Franja reciclada e ingreso del Primer Parta de Cabra.....	46
Figura 6.21: Compactación del Tramo- a) Compactación con Pata de Cabra, b) Compactación con Rodillo Liso .....	47
Figura 6.22: Nivelación de Base .....	47
Figura 6.23: Tamices en Laboratorio del Obrador .....	48
Figura 6.24: Ensayo Proctor, a) Pisón de Compactación de Suelo y b) Molde Normalizado .....	50
Figura 6.25: Ensayo de Cono de Arena- a) Instrumentos del ensayo, b) Extracción del Material Base.....	52
Figura 6.26: Ensayo de Cono de Arena - a) Medición del Volumen con Arena, b) Recuperación de la Arena Normalizada.....	53
Figura 6.27: Camión Imprimador IVECO.....	61
Figura 6.28: Extendedora Bitelli BB 650 .....	62
Figura 6.29: Rodillo Liso HAMM HD110.....	62
Figura 6.30: Rodillo Liso Tortone RN 7.23 .....	63
Figura 6.31: Rodillo Liso Hamm grw 280-10 .....	63
Figura 6.32: Riego de liga en calzada- a) Vista del riego, b) Finalización de la cancha aprobada para riego de liga .....	64
Figura 6.33: Camión Volcador - a) Batea, b) Tatú.....	65
Figura 6.34: Operación de Extendido de la Mezcla- a) Descarga de la mezcla en Extendedora, b) Tornillos Helicoidales de la Extendedora, c) Rastrillero realizando Juntas Transversales, d) Juntas Longitudinales.....	66
Figura 6.35: Compactación – a) y b) Rodillo liso y Rodillos Neumáticos, c) y d) Finalización de la compactación y de la cancha, ejecución de la rampa. ....	67
Figura 6.36: Avance de Obra Carpeta Terminada.....	67
Figura 6.37: Ensayo de Composición de la mezcla- a) Muestra extraída de planta, b) Centrifuga.....	68
Figura 6.38: Densidad Rice - Elementos de laboratorio en el obrador .....	71
Figura 6.39: Instrumentos probetas de Asfalto - a) Pisón de Compactación Probeta, b) Prensa con Aro dinamométrico, c) Extractor de Probetas.....	71
Figura 6.40: Ensayo de Estabilidad Residual - a) Probetas Sumergidas, b) Probeta sometida a Carga Diametral .....	72
Figura 6.41: Probetas de Asfalto a ensayar y Testigos de la Carpeta de Rodamiento	74
Figura 6.42: Zonas de Control Temporal del Tránsito- Fuente: Secretaria de Obras Públicas, Órgano de control de concesiones viales .....	76
Figura 6.43: Señalización Transitoria- a) y b) Carteles de aviso de trabajo en Carpeta, c) Señalización de obra con Demarcación del Pavimento Provisoria .....	77
Figura 6.44: Señalización Transitoria- a) Presencia de Banderillero, b) Obreros Trabajando .....	78
Figura 6.45: Colocación de las Señalizaciones Transitorias- Fuente: Manual de señalización Transitoria D.V.B.A.....	78
Figura 6.46: Perfil Transversal Calzada con Dren.....	81

Figura 6.47: Ejecución del Dren- a) Fisuras en el Pavimento, b) Aserrado de la Carpeta de Rodamiento .....	81
Figura 6.48: Ejecución del Dren- a) Limpieza de la superficie aserrada, b) extracción de testigos Base, c) testigos del pavimento, d) Testigo con fisuras en suelo cemento	82
Figura 6.49: Excavadora Volvo EC330B .....	83
Figura 6.50: Acopio Material 6-25 .....	84
Figura 6.51: Ejecución del Dren- a) Excavación del suelo y delimitación de la zona, b) excavación del suelo.....	84
Figura 6.52: Colocación de Materiales- a) Material granular 6-25, b) extension geotextil .....	85
Figura 6.53: Ejecución de Base Granular a) y b) Extensión de la base con motoniveladora .....	86
Figura 6.54: Ejecución de Acceso- a) Colocación directa del asfalto sobre riego de imprimación, b) extensión de Mezcla Asfáltica con Motoniveladora .....	87
Figura 6.55: Ejecución de Acceso- a) Perfilado de Concreto asfáltico con motoniveladora, b) Compactación con rodillo Neumático.....	87

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1.1: Granulometría de la Muestra extraída de la Base Granular.....	14
Tabla 2.1: Control de Granulometría de Arena de Trituración .....	19
Tabla 2.2: Control de Granulometría Piedra triturada 6-19.....	20
Tabla 2.3: Control Granulometría Arena Silícea .....	20
Tabla 5.1: Levantamiento Topográfico de Puntos .....	28
Tabla 5.2: Levantamiento topográfico de Puntos (Continuación) .....	29
Tabla 5.3: Tabla de Proyecto- Prog 71+400 a 71+175 (225 mts).....	32
Tabla 6.1: Planilla de Nivelacion, Tabla comparativa entre el Proyecto y Terreno .....	36
Tabla 6.2: Condiciones Granulométricas de la Base Suelo Cemento .....	39
Tabla 6.3: Composición Granulométrica Base Suelo Cemento - Prog 69+850 - 69+650 .....	49
Tabla 6.4: Ensayo Proctor - Prog 68+850 - 68+650 .....	51
Tabla 6.5: Densidad del Terreno - Método de Arena- Prog 68+850 - 68+650 .....	53
Tabla 6.6: Entorno Granulométrico Mezcla Asfáltica.....	54
Tabla 6.7: Formula de la Mezcla de Concreto Asfáltico .....	55
Tabla 6.8: Porcentaje de pasantes de los Agregados Componentes .....	56
Tabla 6.9: Fraccionamiento de los Componentes .....	57
Tabla 6.10: Tabla Resumen de Ensayo Marshall.....	57
Tabla 6.11: Dosificación de Concreto Asfáltico Grueso - Ensayo de laboratorio - Parámetros Volumétricos y Mecánicos de la Mezcla .....	60
Tabla 6.12: Resultado ensayo de Laboratorio- a) Densidad Rice, b) Contenido de Asfalto .....	69
Tabla 6.13: Granulometría del Pastón Blanco.....	70
Tabla 6.14: Ensayo Estabilidad Residual de la Mezcla .....	73
Tabla 6.15: Densidad de la Carpeta de Rodamiento.....	75
Tabla 6.16: Señalización Vertical a Colocar- Prog. 58+300 a 61+700.....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICOS:

Grafico 1.1: Curva Granulométrica muestra Base Granular existente .....	14
Grafico 4.1: Avance de Obra Teórico.....	27
Grafico 6.1: Composición Granulométrica Base Suelo Cemento - Prog 69+850 - 69+650 .....	49
Grafico 6.2: Curva de Compactación - Prog 68+650 - 68+650.....	51
Grafico 6.3: Entorno Granulométrico Mezcla Asfáltica .....	54
Grafico 6.4: Granulometría Resultante de la mezcla.....	57
Grafico 6.5: Ensayo Marshall, contenido de Asfalto optimo.....	58



## INTRODUCCIÓN

El presente informe fue desarrollado en el marco de la realización de la Asignatura Práctica Supervisada, perteneciente a la curricula de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El desarrollo de la actividad procura alcanzar como objetivo general la obtención de experiencia práctica para la inserción en el ejercicio profesional, así como también completar la formación académica con experiencia laboral asesorada y supervisada aplicando a un proyecto los conocimientos y habilidades aprendidas, comprendiendo las responsabilidades que se asumen en el desarrollo de la actividad profesional.

El informe describe las diferentes etapas y componentes que conforman la obra "Rehabilitación y Mantenimiento en la Ruta Provincial N° 34". La Ruta conecta la Localidad de Mina Clavero y el Empalme de la Ruta Provincial RP N° 96, en el presente se detalla la construcción del tramo comprendido entre las progresivas 71+400 y 58+300 (un total de 13,1 km), ejecutado entre los meses de junio y noviembre del año 2017.

El trabajo se desarrolló en 2 etapas: en la primera se participó del relevamiento de las características topográficas lo que permitió obtener información de lo existente, y con ello llevar a cabo el proyecto a ejecutar. En la segunda, una vez iniciada la construcción se intervino en las tres grandes actividades de la obra: el fresado de la carpeta de rodamiento existente, luego la ejecución de base reciclada de suelo cemento y por último la nueva carpeta de rodamiento realizada con una mezcla asfáltica compuesta de asfalto modificado.

Finalmente para lograr un resultado técnico satisfactorio de las diferentes capas de la estructura se debió hacer seguimientos y controles tanto en obra como en laboratorio: controles de calidad a los materiales y a la mezcla a proveer, ensayos y controles in situ de los tramos ejecutados.

## 1. OBRA: Rehabilitación de RP N°34

### 1.1 UBICACIÓN DE LA OBRA

La Ruta Provincial RP N°34 se emplaza en los departamentos de Punilla y San Alberto de la Provincia de Córdoba, esta surge como la unión de dos Rutas Provinciales RP N°14 la cual inicia en la ciudad de Villa Carlos Paz y la RP N° 96 proveniente de la localidad de Falda del Carmen (Camino del Observatorio de Córdoba) conectando el Valle de Punilla con el Valle de Traslasierras específicamente con la ciudad de Mina Clavero. La ruta se conoce como “El Camino de las Altas Cumbres” (Figura 1.1).

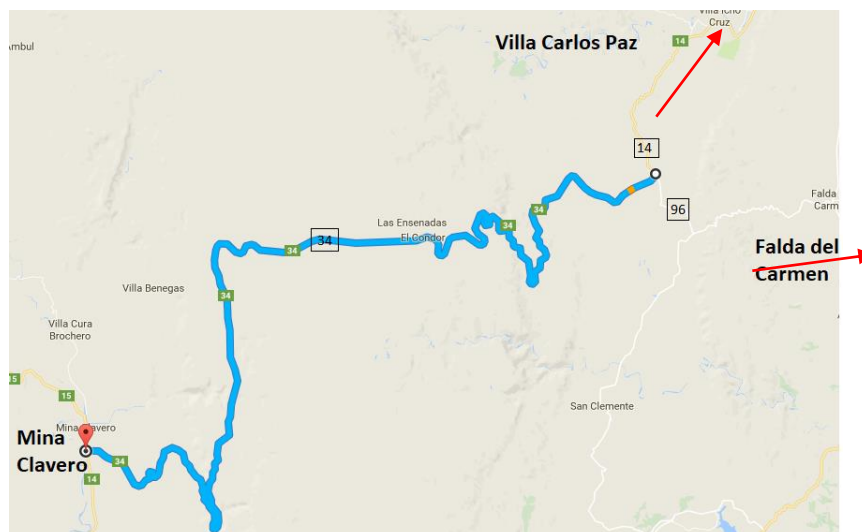


Figura 1.1: Imagen Satelital Ruta Provincial RP N° 34, Córdoba- Fuente: Google Maps.

Es un camino de montaña por lo que cuenta con características propias de este tipo como: curvas cerradas, curvas y contra curvas, peraltes elevados de 8 y 10% y pendientes longitudinales. La ruta es un corredor de carácter principalmente turístico contando con un caudal de tránsito importante en época de vacaciones en especial durante de verano. La cual tiene una longitud de 89,2 km.

### 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La Obra consiste en la Rehabilitación y el Mantenimiento de la ruta. Para ello se hizo un relevamiento de sus características. En una primera etapa se llevó a cabo una inspección visual y luego ensayos destructivos (calicatas). Éstos permitieron observar el estado de la estructura del pavimento, y realizar ensayos en los materiales mediante la toma de muestra en las capas que constituyen el pavimento (tipo de materiales y espesores). Los ensayos fueron llevados a cabo por el departamento de “Conservación de Pavimentos” el cual depende de la Dirección Provincial de Vialidad de Córdoba (D.P.V). Una vez realizada la inspección visual, se definen tramos de comportamiento homogéneos, en el caso de la ruta la D.P.V definió dichos tramos en función de las condiciones del pavimento, y a partir de ellos con los resultados de los ensayos, los encargados determinaron el estado de los diferentes tramos homogéneos y la necesidad de hacerle mejoras o una rehabilitación en cada uno. De tal manera se permitió establecer prioridades de mejoras, por lo que el mantenimiento de la ruta se fue haciendo en subtramos. En estos, según la condición del pavimento, se determinan las tareas a ejecutar.

Se pueden realizar dos tipos de rehabilitaciones: Rehabilitación Funcional y una Rehabilitación estructural. La rehabilitación funcional es aquella que restituyen alguna propiedad perdida en el pavimento, para ello se pueden aplicar un tratamiento simple para mejorar rugosidad o adherencia. Y la rehabilitación estructural es cuando se mejora el paquete estructural del pavimento como ser un refuerzo con cemento asfáltico sobre el pavimento existente, es decir realizar una carpeta asfáltica sobre la carpeta existente mejorando la superficie del mismo (agregado de espesor), o reconstrucción de las capas del subtramo, rehacer la base y carpeta de rodamiento.

En el presente trabajo nos enfocaremos en el tramo comprendido entre las progresivas 71+400 y 58+300, una obra con una longitud de 13,1km para realizar la rehabilitación estructural (Figura 1.2). Cabe mencionar que la progresiva 0+000 de la ruta se encuentra en la localidad de Mina Clavero, y la forma de trabajo y como frente de ataque es inverso al sentido de las progresivas. Por ello a medida que se avanza con las tareas, se va disminuyendo en las progresivas de referencia.

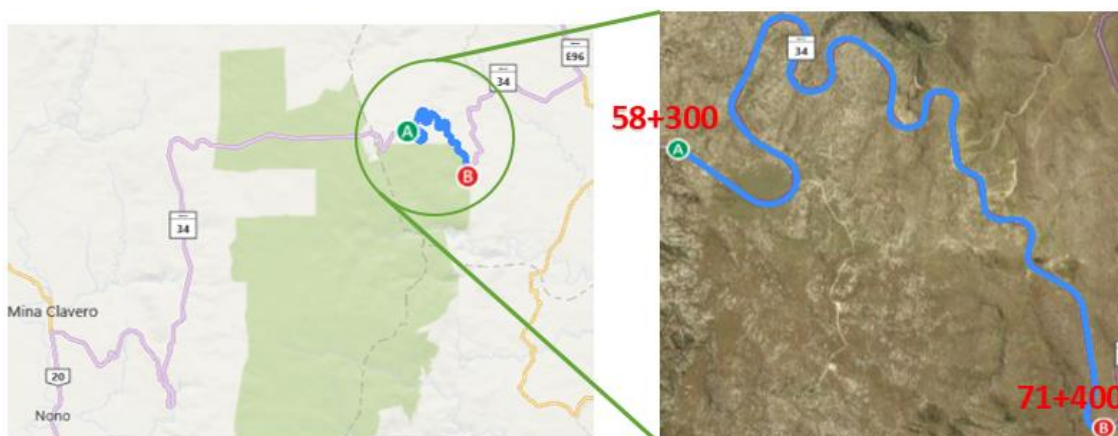


Figura 1.2: ubicación del tramo

Algunas de las características que presentaba la calzada eran: fisuraciones ramificadas con tendencia a formar una malla generalizada en sectores del pavimento acusando la fatiga de la carpeta en algunos tramos. En otros sectores se observaban fisuras en forma de malla que abarcan una superficie más amplia del pavimento con tendencia a formar piel de cocodrilo, falta de mantenimiento de las banquetas y problemas de drenaje, provenientes de la existencia de vertientes en el cordón montañoso. Esto último deriva en fisuras transversales por la rotura del paquete estructural, produciéndose reflexión de las mismas en la superficie del pavimento, lo que se podría haber evitado con la existencias de drenes o adecuados sistema de drenaje de las aguas superficiales. Otra de las fallas que presentaba la calzada es la de depresión, éstos son puntos localizados en la superficie del pavimento que se encuentra deprimida, lo que se podía haber generado por un asentamiento o por un falla en la construcción, esta depresión causa rugosidad longitudinal y en época de lluvia se puede dar la acumulación de agua y con ello provocar el hidropiano de los vehículos.

En el sub tramo explicado en el presente informe se realizaron un total de siete calicatas representativas, en donde se observaron las características físicas del paquete estructural (espesor y composición). A continuación se mostrará un ejemplo de los ensayos destructivos con calicatas y los resultados obtenidos. La progresiva y la ubicación dentro de la calzada (eje o bordes) donde se realiza el procedimiento se selecciona en función de la presencia de fisuras en el pavimento.



Figura 1.3: Calicata N°2 a) Presencia de Fisuras en el Eje de la Calzada; b) Extracción de Carpeta de Rodamiento



Figura 1.4: a) Concreto Asfáltico de 6 cm de espesor; b) extracción de material de Muestra para laboratorio



Figura 1.5: a) Base Granular de 50 cm de espesor; b) Pasante Retenido Tamiz 1"

Calicata n° 2: Progresiva 70+500 – Eje

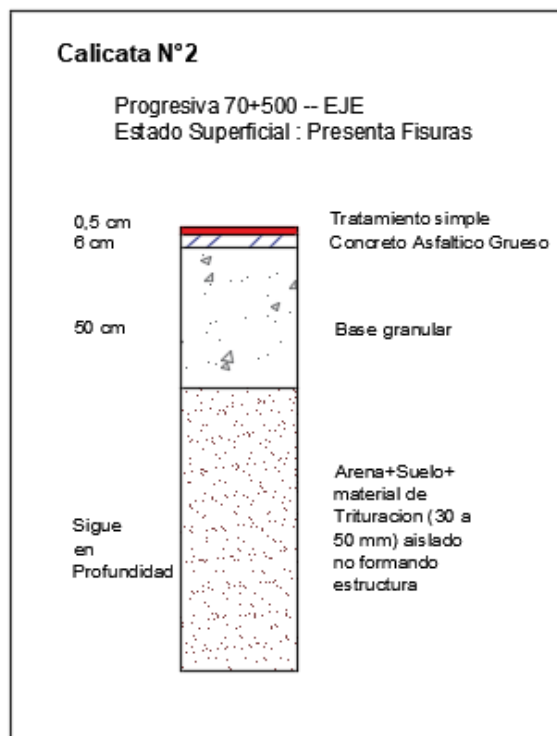


Figura 1.6: Esquema de lo Relevado Calicata N°2 - Progresiva 70+500

	Tamices N°	Tamaño mm	Corte	No: 2		Entorno Pliego	
				Pro 70+500		% pasante	
				Gramos: 29460	%	Min	Max
R	1 1/4	38.1		281	99.0%	100.0%	100.0%
P				29179			
R	1	25.4		260	98.2%	85.0%	100.0%
P				28919			
R	3/4	19.1		2170	90.8%	70.0%	85.0%
P				26749			
R	3/8	9.52		8278	62.7%	50.0%	75.0%
P				18471			
R	4	4.75		4573	47.2%	35.0%	60.0%
P				13898			
R	10	2	961	213	36.7%	25.0%	45.0%
P							
R	40	0.42		319	21.1%	15.0%	25.0%
P							
R	200	0.07		245	9.0%	3.0%	10.0%
P							

Tabla 1.1: Granulometría de la Muestra extraída de la Base Granular

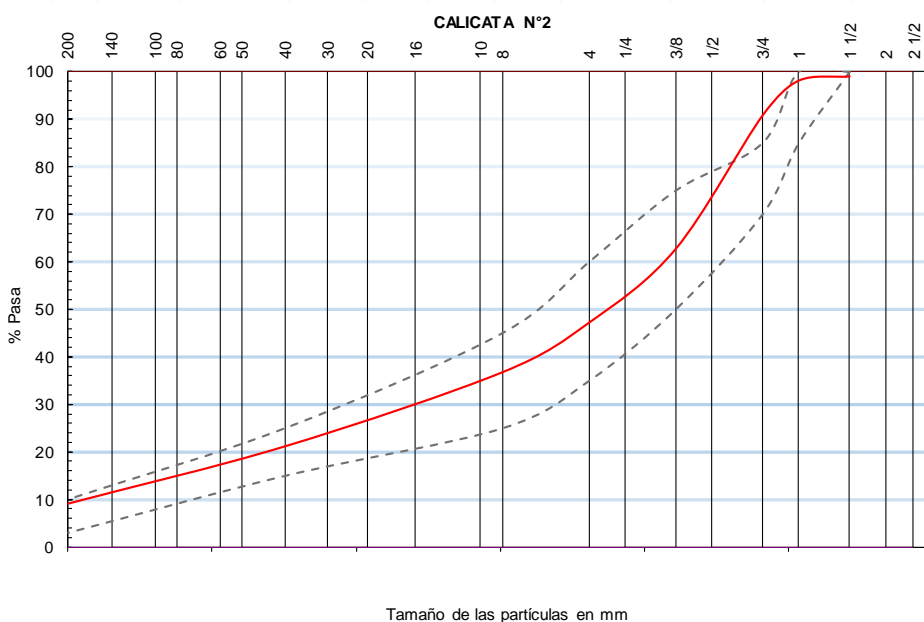


Gráfico 1.1: Curva Granulométrica muestra Base Granular existente

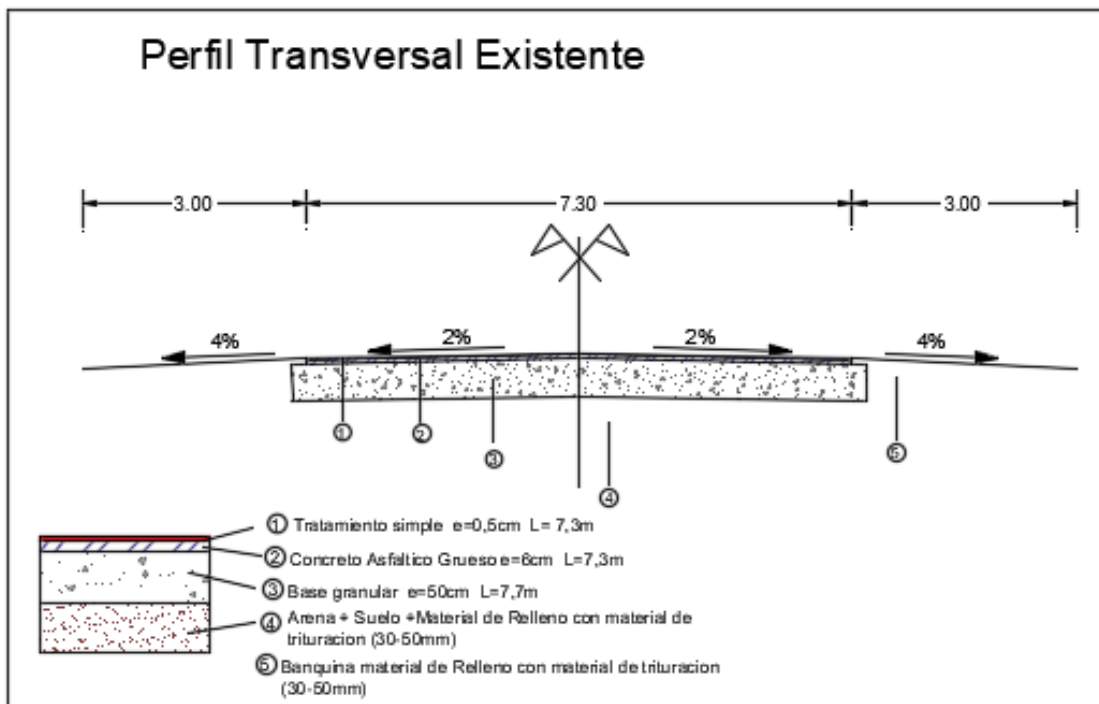


Figura 1.7: Perfil Transversal Existente en el Tramo

Para este tramo en particular la inspección decidió realizar la rehabilitación total del mismo, lo que implica fresar la carpeta de rodamiento existente, reciclar la base granular y distribuir mezcla asfáltica para la confección de la carpeta asfáltica (Figura 1.8).

El diseño estructural propuesto por Vialidad Provincial es el siguiente:

- Base reciclada de suelo cemento de 20 cm de espesor
- Base Negra de 6cm de espesor
- Carpeta de Rodamiento de 4 cm de espesor
- Banquina de 3 mts con material del fresado de carpeta y base negra existente

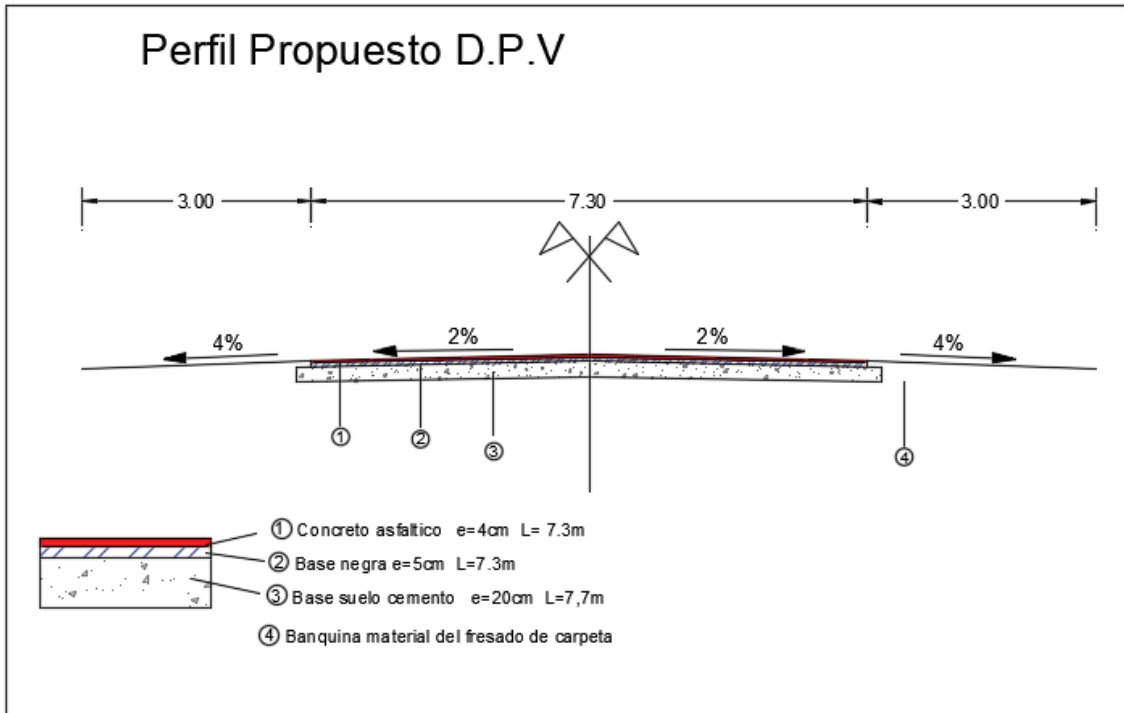


Figura 1.8: Perfil Transversal Propuesto por la Vialidad Provincial

La empresa constructora propuso modificar el diseño estructural, sustituyendo la base negra de 6 cm y la carpeta de rodamiento de 4 cm, con el uso de una única carpeta de rodamiento de 6 cm con concreto asfáltico compuesto de Asfalto Modificado. La propuesta, fue aceptada por Vialidad de la Provincia de Córdoba. (Figura 1.9)

El perfil estructural ejecutado es el siguiente:

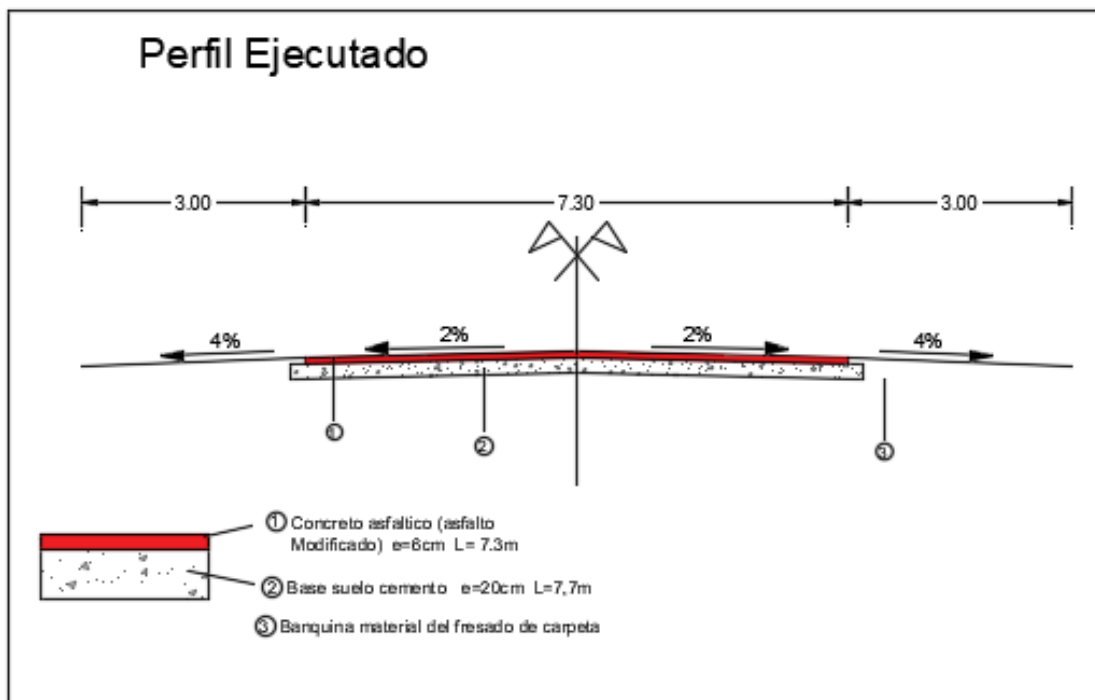


Figura 1.9: Perfil transversal Ejecutado por la Empresa Constructora y aprobado por D.P.V.



## 2. LA EMPRESA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

La empresa que ganó la licitación de la Obra es Boetto y Buttigliengo S.A, en la cual se llevó a cabo la práctica Supervisada.

La empresa fue creada en 1978 cuya sede administrativa y operativa está emplazada en la ciudad de Córdoba, en la zona Sur-Este, y cuenta con un predio aprox. de 27.800m<sup>2</sup>.

Algunas de las obras viales en la que participó la empresa de similares características a la expuesta en la práctica supervisada son:

- Repavimentación RP N° 62 – Provincia de Santa Fe
- Repavimentación RP N° 1 – Provincia de La Pampa
- Puente RP N° 36 – Alto Fierro San Agustín – Provincia de Córdoba
- Nudo Vial 14 Cardeñosa – Cierre Circunvalación Córdoba - UTE con empresa ROGGIO

### 2.2 OBRADOR

El obrador se ubica en el km 85,5 de la ruta 34, registrado por la empresa como “Planta de asfalto de Copina”. (Figura 2.1)

Es un predio de Aprox. 28800 m<sup>2</sup>, en el que encontrábamos la planta de asfalto, los acopios de la obra (agregados pétreos y cemento), el laboratorio, las oficinas de administración de la obra y oficinas de la inspección técnica de Vialidad Provincial, junto con la balanza para los camiones.



Figura 2.1: Vista Satelital Planta de Asfalto Copina- Fuente: Google Maps.

### 2.2.1 Planta de asfalto

Se cuenta con una planta asfáltica del tipo continua modelo Ciber, de nacionalidad Brasileña (Figura 2.2). Consta de un tambor por el cual ingresan los áridos, que son secados, calentados y mezclados de manera uniforme (Figura 2.3.c). Una vez realizado esto se le inyecta el asfalto evitando su exposición directa a las llamas (quemador) (Figura 2.3.b), obteniéndose directamente la mezcla asfáltica la cual se descarga directo a los camiones. Es una planta de doble tambor, conocida como Tambor Secador Mezclador.

Esta planta particular cuenta con una calibración de Velocidad Constante de la Cinta y una variación de las aperturas de las compuertas de las tolvas, de manera que caiga la cantidad de árido necesario para composición de la mezcla. (Figura 2.3.a y Figura 2.3.b)



Figura 2.2: Planta de Asfalto- Modelo Ciber

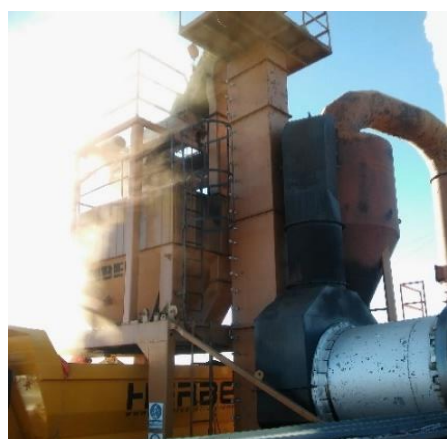


Figura 2.3: Componentes de la Planta de Asfalto - a) Tolvas b) Cinta Transportadora y quemador c) Tambor secador Mezclador d) Tolva de descarga

**2.2.2 Materiales:**

A continuación se detallan los materiales que se encontraban en el obrador acopiados y las especificaciones técnicas de Vialidad Provincial en función del destino de los mismos:

Mezcla Tipo Concreto asfáltico Grueso:

- *Arena de trituración* : material tipo 0-6mm (Figura 2.4) cuya procedencia debía ser de roca sanas con desgaste menor al 30% y además debían cumplir con el índice de plasticidad (s/pasante tamiz 200) IP<10 el cual se determina según Ensayo V.N. E 3-65



Figura 2.4: Arena de Trituración tipo 0-6

Control de granulometría:


CONTROL DE ARIDOS												
OBRA :REHABILITACION R.P.N° 34				TRAMO : CAMINO ALTAS CUMBRES								
												
Cantera:	Cantera Cantesur			Cantera Cantesur			Cantera Cantesur			Cantera Cantesur		
Material:	Triturado 0 - 6			Triturado 0 - 6			Triturado 0 - 6			Triturado 0 - 6		
Fecha	3/7/2017		%	12/7/2017		%	9/8/2017		%	10/8/2017		%
Peso Total	1456		100.0	1384		100.0	1511		100.0	1392		100.0
Tamiz	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.
4	67	1389	95.4	149	1235	89.2	195	1316	87.1	73	1319	94.8
8	400	989	67.9	487	768	55.5	421	895	59.2	422	897	64.4
40	485	504	34.6	378	392	28.3	488	407	26.9	473	424	30.5
100	216	288	19.8	183	229	16.5	205	202	13.4	187	257	18.5
200	87	201	13.8	73	158	11.3	44	158	10.5	63	194	13.9

Tabla 2.1: Control de Granulometría de Arena de Trituración

- *Piedra triturada*: material tipo ¼” a 3 ¾”, conocida como 6-19mm (Figura 2.5), D.P.V especificaba que este material no podía tener un desgaste superior al 30%, el cual se determina a través del Ensayo de los Ángeles, contemplado en la Norma IRAM 1532. Y según el ensayo V.N.-E.16-67 la cubicidad debía ser mayor de 0,50.



Figura 2.5: Piedra Tritura 6-19

Control de granulometría:


<b>CONTROL DE ARIDOS</b>												
OBRA :REHABILITACION R.P.N° 34						TRAMO : CAMINO ALTAS CUMBRES						
Cantera:	Cantera Cantesur			Cantera Cantesur			Cantera Cantesur			Cantera Cantesur		
Material:	Triturado 6 - 19			Triturado 6 - 19			Triturado 6 - 19			Triturado 6 - 19		
Fecha	7/7/2017		%	19/7/2017		%	3/8/2017		%	4/8/2017		%
Peso Total	14844		100.0	25429		100.0	9198		100.0	25017		100.0
Tamiz	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.
1 1/2												
1												
3/4	0	14844	100.0	0	25429	100.0	23	9175	99.7	0	25017	100.0
1/2	4708	10136	68.3	8150	17279	67.9	4865	4310	46.9	13063	11954	47.8
3/8	2557	7579	51.1	4039	13240	52.1	924	3386	36.8	1330	10624	42.5
4	6909	670	4.5	10592	2648	10.4	2957	429	4.7	8505	2119	8.5
8	375	295	2.0	1654	994	3.9	250	179	1.9	1065	1054	4.2

Tabla 2.2: Control de Granulometría Piedra triturada 6-19

- *Arena Silícea*: la arena tenía tres especificaciones, primero que su equivalente en arena EA>55% (V.N.-E.10-8), tenía que tener un porcentaje de sales totales menor al 1,5% (V.N.-E.18-89) y tener una cantidad de sulfatos menor al 0,5%.(Figura 2.6)



Figura 2.6: Arena silícea (Arena de Rio)

Control de granulometría:


<b>CONTROL DE ARIDOS</b>															
OBRA :REHABILITACION R.P.N° 34						TRAMO : CAMINO ALTAS CUMBRES									
Cantera:	Cantera El Diquecito			Cantera El Diquecito			Cantera El Diquecito			Cantera El Diquecito					
Material:	Arena Silícea			Arena Silícea			Arena Silícea			Arena Silícea					
Fecha	4/7/2017		%	11/7/2017		%	9/8/2017		%	11/8/2017		%	5/10/2016		%
Peso Total	1363		100.0	1066		100.0	1399		100.0	1376		100.0	1360		100.0
Tamiz	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.	Reten.	Pasante	% Pas.
4	0	1363	100.0	0	1066	100.0	0	1399	100.0	0	1376	100.0	0	1360	100.0
8	18	1345	98.7	5	1061	99.5	4	1395	99.7	27	1349	98.0	9	1351	99.3
15	114	1231	90.3	71	990	92.9	103	1292	92.4	101	1248	90.7	94	1257	92.4
30	938	293	21.5	729	281	24.5	968	326	23.3	897	351	25.5	931	326	24.0
60	267	28	1.9	246	15	1.4	304	22	1.6	315	36	2.6	294	32	2.4
120	5	21	1.5	4	11	1.0	6	16	1.1	2	34	2.5	7	25	1.8

Tabla 2.3: Control Granulometría Arena Silícea

- **Cemento asfáltico:** a diferencia de los anteriores materiales, el mismo se encontraba en dos tanques uno de 30.000lts y otro de 50.000lts (Figura 2.7.a y Figura 2.7.b), debido a que Vialidad Provincial según pliegos pedía un cemento asfáltico convencional la viscosidad a cumplir a 60°C tenía que ser como mínimo 800 y con un máximo de 1600 (IRAM 6836-37), pero con un acuerdo con la empresa constructora se modificó el material a un Cemento Asfáltico Modificado.



Figura 2.7: Tanques de Asfalto a) 30.000 lts b) 50.000 lts

El cemento asfáltico modificado, es un ligante asfáltico que surge de incorporar a los asfaltos polímeros sintéticos de alta calidad. Algunas características del asfalto Modificado con Polímeros Sintéticos son:

- Aumento de la cohesión interna
- Mejor comportamiento frente a fatiga
- Resistencia al envejecimiento
- Elevada resistencia a sollicitaciones de carga pesada y altas frecuencia de tránsito
- Mayor adherencia
- Comportamiento elástico
- Estos Asfaltos cuentan con una temperatura más elevada que los convencionales, la temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de la planta es de 190°C

Ensayos Asfalto Original	Unidad	Norma IRAM	ASFASOL AM3 Mín. Máx.	
Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	0,1 mm	6576	50	80
Punto de Ablandamiento (A y B)	°C	6841	65	-----
Punto de Ruptura fraass	°C	6831	-----	-12
Recuperación Elástica p / Torsión (25 °C)	%	6830	70	-----
Punto de Inflamación v / a	°C	IAPA 6555	230	-----
Estabilidad al Almacenamiento	-----	6840	Debe cumplir	
- diferencia Punto Reblandecimiento	°C	6841	-----	5
- diferencia Penetración (25 °C)	0,1 mm	6576	-----	10
Residuo luego de película delgada				
Variación de masa (85 min, 163 °C)	%	6839	-----	1
Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	% p.o	6576	65	-----
Variación del Punto de Ablandamiento	°C	6841	-5	10

Figura 2.8: Tabla de Características Asfalto Modificado AM3 - Fuente: YPF

**Capa Granular:**

- *Mezcla granular conformada en cantera:* tipo 0-20 (Figura 2.9), el suelo seleccionado para poder ser estabilizado con cemento tuvo que contar con las siguientes especificaciones, limite liquido menor de 30 , su Índice de plasticidad debía estar comprendido en el intervalo 5 a 9 y tenía que tener un porcentaje de sales totales menor a 1,5% y una cantidad de sulfatos menor al 0,5%



Figura 2.9: Base tipo 0-20

- *Agregado Grueso Piedra Triturada:* según pliego de especificaciones técnicas debio ser piedra triturada tipo 6-25, con un desgaste según ensayo de los ángeles inferior al 35% (Norma IRAM 1532) y un índice de plasticidad según Norma V.N. E 3-65 IP < 6. (Figura 2.10)



Figura 2.10: Piedra Triturada 6-25

- Cemento Portland: el cemento que se utilizó debía ser de tipo “Cemento artificial Normal” de marca aprobada por Obras Sanitarias de la Nación. En el caso de la empresa el cemento se adquiría en bolsa marca Holcim, lo que facilitaba el almacenamiento y distribución del material en el tramo.

### 2.2.3 Laboratorio de obra:

La inspección exige al contratista la colocación de un laboratorio de obra, el cual debía estar totalmente instalado, equipado, calibrado y en funcionamiento. El cual estaba provisto con todos los equipos, instrumentos, insumos y elementos necesarios para la toma de muestra y ejecución de ensayos. (Figura 2.11.a y Figura 2.11.b)

Los ensayos que se ejecutaban son aquellos con contaban una frecuencia diaria, por tramo de ejecución. Aquellos ensayos más específicos con periodos mayores se aceptaba que se hagan en el laboratorio central de la empresa ubicado en la Ciudad de Córdoba.



Figura 2.11: Laboratorio de obra – a) Vista Exterior y b) Vista interior



### **3. CONTROL DE OBRA**

La obra contaba con dos tipos de controles, el primero control (Control Interno) lo realizaba la empresa constructora y el otro control (Control Externo), estaba a cargo de la Dirección Provincial de Vialidad garantizando la obtención de un buen resultado de las distintas etapas de la construcción.

#### **3.1 CONTROL INTERNO**

La empresa realizaba un autocontrol de calidad. Para ello se llevaban a cabo ensayos a los productos primarios los cuales ingresaban al obrador proveniente de las diferentes canteras de abastecimiento y controles a los productos procesados además de los procesos propios de la obra.

Los ensayos permitieron a la empresa llevar un registro de calidad y advertir errores que, mediante sus análisis, posibilitaban la realización de las correcciones necesarias evitando así inconvenientes y pérdidas, ya sea para la obra como para la empresa.

#### **3.2 CONTROL EXTERNO**

La Dirección Provincial de Vialidad era la encargada de hacer el control de calidad de la obra. La misma verificaba que los ensayos realizados se ejecutaran de manera correcta así como también que los resultados cumplan con lo establecido en pliego.

El control fue efectuado mediante controles de rutina en el laboratorio y en campo, a través de personal asignado a esta obra de forma permanente. El personal de la inspección se dividió en tres áreas, los cuales se encargaban de verificar la topografía, el laboratorio y la metodología constructiva. Finalmente se cuenta con un coordinador, el cual interactuaba con el jefe de obra para poder llevar a cabo los certificados correspondientes de cada mes.



#### 4. ORGANIZACIÓN Y PLAN DE AVANCE:

Como se mencionó anteriormente el informe se encuentra enfocado en la ejecución de la rehabilitación del tramo comprendido entre las progresivas 71+400 a la 58+300 el cual inicio en junio del 2017.

Antes del mes de junio, la empresa se encontraba ejecutando la rehabilitación de la misma ruta entre las progresivas 30+300 y 21+000, tareas que finalizarían para dicho mes. Por lo que se participó en el relevamiento de la maquinaria y programación el movimiento de la misma como también se llevó a cabo un estimado del tiempo de ejecución del nuevo tramo a rehabilitar (Figura 4.1).

LISTADO DE EQUIPOS PROPIOS			LISTADO DE EQUIPOS PROPIOS		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CUADRILLA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CUADRILLA
C66	Camión cisterna	general	TER-12	Terminadora de Asfalto	Asfalto
C-60	Camión con batea	general	RV 24	Rodillo liso vibrante	Asfalto
C-61	Camión con batea	general	RV 27	Rodillo liso vibrante	Asfalto
C-64	Camión con batea	general	BAR-03	Barredora	Asfalto
	Camión regador	general	COMP	Compresor	Asfalto
				Tractor	Asfalto
FR-5	Fresadora de pavimento	suelo	RNA-15	Rodillo Neumático autop.	Asfalto
REC-1	Recicladora	suelo	RNA-16	Rodillo Neumático autop.	Asfalto
RV 8	Rodillo liso vibrante	suelo	C-71	Regador de asfalto	Asfalto
RV 16	Rodillo liso vibrante	suelo			
MN 24	Motoniveladora	suelo			
MN 22	Motoniveladora	suelo			
PF-21	Pala frontal	suelo			
RNA-8	Rodillo Neumático autop.	suelo			
RP-2	Retro Pala	suelo			
RV-27	Pata de Cabra	suelo			
RV-23	Pata de Cabra	suelo			
CAR	Carretón	suelo			

LISTADO DE EQUIPOS PROPIOS		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CUADRILLA
Reg 1	Camión regador	suelo
Reg 2	Camión regador	suelo
Reg 3	Camión regador	suelo

Figura 4.1: Maquinaria Relevada

Se determinó que el equipo de suelo debía trasladarse en una cantidad aproximada de 3 días, dejando las motoniveladoras en el tramo superior, para poder realizar las banquetas de las últimas progresivas tras culminar la carpeta asfáltica faltante. Finalizado la carpeta asfáltica se trasladaron los equipos de la cuadrilla de asfalto y motoniveladoras en un tiempo estimado de 3 días. Mientras se realizaba el transporte de maquinaria, se procedió a realizar el relevamiento planialtimétrico de la calzada existente junto con el equipo de topografía, para poder analizarla y realizar el proyecto del mismo.

En función del clima y experiencias anteriores se determinó el plan de actividades en función de la siguiente tabla de “rendimientos” (Figura 4.2).

Trabajos a realizar:	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
movimiento de maquinaria (aprox)	7 días				
relevamiento planialtimétrico (aprox)	800 mts/día				
fresado (aprox)	200 mts/día	150 mts/día	150-200mts/día	200-250mts/día	250mts/día
suelo cemento (aprox)	200 mts/día	150 mts/día	150-200mts/día	200-250mts/día	250mts/día
Carpeta (Aprox)	200mts/día	100mts/día	150-200mts/día	200-250 mts/día	300mts/día
pintura y señalización (aprox)	tercero				

Figura 4.2: Cuadro de Estimación de Rendimientos

Con lo que se estimó el siguiente plan de actividades (Figura 4.3 a Figura 4.5). A modo de simplificación se asumió que las carpetas del lado izquierdo y derecho van a la par en días y progresivas. Esto no sucede en la realidad ya que para evitar gran cantidad de juntas estructurales se elige hacer una mano como mínimo de 200 mts y después la otra mano.

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

PLAN DE AVANCE PROGRESIVA 71,400-58,300

Progresiva Tarea		71+400	71+300	71+200	71+100	71+000	70+900	70+800	70+700	70+600	70+500	70+400	70+300	70+200	70+100	70+000	69+900	69+800	69+700	69+600	69+500	69+400	69+300	69+200	69+100	69+000	68+900	68+800	68+700	68+600	68+500	68+400
		Fresado	Total	05/06-09/06						12/06-16/06						19/06-23/06						26/06-30/06										
Base Suelo cemento	Total	05/06-09/06						12/06-16/06						19/06-23/06						26/06-30/06												
Carpeta Asfáltica	LI	05/06-09/06						12/06-16/06						19/06-23/07						26/06-30/06						03/07-07/07						
	LD	05/06-09/06						12/06-16/06						19/06-23/07						26/06-30/06						03/07-07/07						

Progresiva Tarea		68+300	68+200	68+100	68+000	67+900	67+800	67+700	67+600	67+500	67+400	67+300	67+200	67+100	67+000	66+900	66+800	66+700	66+600	66+500	66+400	66+300	66+200	66+100	66+000	65+900	65+800	65+700	65+600	65+500	65+400	65+300
		Fresado	Total	06-30	3/07-7/07				10/07-14/07				17/07-21/07				24/07-28/07				31/08-4/08											
Base Suelo cemento	Total	06-30	3/07-7/07				10/07-14/07				17/07-21/07				24/07-28/07				31/08-4/08				0									
Carpeta Asfáltica	LI		10/07-14/07				17/07-21/07				24/07-28/07				31/07-04/08				07/08-11/08				14/08-18/08									
	LD		10/07-14/07				17/07-21/07				24/07-28/07				31/07-04/08				07/08-11/08				14/08-18/08									

Progresiva Tarea		65+200	65+100	65+000	64+900	64+800	64+700	64+600	64+500	64+400	64+300	64+200	64+100	64+000	63+900	63+800	63+700	63+600	63+500	63+400	63+300	63+200	63+100	63+000	62+900	62+800	62+700	62+600	62+500	62+400	62+300	62+200
		Fresado	Total	07/08-11/08				14/08-18/08				21/08-25/08				28/08-01/09																
Base Suelo cemento	Total	07/08-11/08				14/08-18/08				21/08-25/08				28/08-01/09				4														
Carpeta Asfáltica	LI	21/08-25/08				28/08-01/09				04/09-08/09				11/09-15/09																		
	LD	21/08-25/08				28/08-01/09				04/09-08/09				11/09-15/09																		

Figura 4.3: Plan de avance de construcción del Tramo desde la progresiva 71+400 a 62+200

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

Progresiva Tarea	Total	62+100	62+000	61+900	61+800	61+700	61+600	61+500	61+400	61+300	61+200	61+100	61+000	60+900	60+800	60+700	60+600	60+500	60+400	60+300	60+200	60+100	60+000	59+900	59+800	59+700	59+600	59+500	59+400	59+300	59+200	59+100
		Fresado	Total	4/09-08/09							11/09-15/09							18/09-25/09							25/09-29/09							
Base Suelo cemento	Total	4/09-08/09							11/09-15/09							18/09-25/09							25/09-29/09									
Carpeta Asfáltica	LI	09-11	18/09-25/09														25/09-29/09							02/10-06/10								
	LD																															

Progresiva Tarea	Total	59+000	58+900	58+800	58+700	58+600	58+500	58+400	58+300
		Fresado	Total	02/10-06/10					
Base Suelo cemento	Total	05/09-29/09	02/10-06/10						
Carpeta Asfáltica	LI	09/10-16/11							
	LD								

Figura 4.4: Plan de avance de construcción de obra desde Progresiva 62+100 a 58+300 (Continuación Figura 23)

	Teórica				
	junio	julio	agosto	septiembre	octubre
Fresado	23.7%	42.0%	69.5%	96.9%	100.0%
Base Suelo Cemento	22.1%	40.5%	67.9%	95.4%	100.0%
Carpeta Asfáltica	20.6%	32.8%	58.8%	86.3%	100.0%
<b>Total</b>	<b>22.1%</b>	<b>38.4%</b>	<b>65.4%</b>	<b>92.9%</b>	<b>100.0%</b>

Figura 4.5: Avance de Obra Teórico



Grafico 4.1: Avance de Obra Teórico

## 5. PROYECTO

### 5.1.1 Relevamientos topográficos

La primera tarea que se realizó en obra es el relevamiento topográfico de donde se encuentra emplazada la misma. Como las tareas eran de Mantenimiento y Rehabilitación de la Traza existente, el objetivo de esta actividad fue la de efectuar controles a la traza y reconocimiento, dicha tarea se efectuó acompañando el desarrollo de la obra mediante la utilización de estación total.

Se efectuó un levantamiento de los perfiles transversales existentes, con una separación de 25 metros donde se relevó el Eje, Borde izquierdo y Borde derecho como puntos principales de la calzada. Además se tomaron una serie de puntos en ambas banquetas, cuya cantidad dependió de las condiciones de la banquina y puntos de interés importantes para el perfil transversal (Figura 5.1).

NOMBRE	NORTE	ESTE	ELEV.	REFER.	NOMBRE	NORTE	ESTE	ELEV.	REFER.
A	50000	20000	3002.411	PF	41	49958.831	19972.781	2999.987	IZQ
PF71300	40000	10000	3000	PF	42	49976.289	19990.162	3001.128	IZQ
1	49947.038	19947.024	2999.99	PF	43	49991.652	20009.284	3002.231	IZQ
2	49848.236	19921.163	2994.557	eje71400	44	50004.471	20030.153	3003.358	IZQ
3	49872.995	19925.369	2995.662	eje	45	50014.182	20052.664	3004.504	IZQ
4	49896.746	19932.656	2996.762	eje	46	50021.227	20076.408	3005.645	IZQ
5	49919.684	19942.668	2997.867	eje	47	50025.484	20100.427	3006.837	IZQ
6	49941.444	19955.014	2998.971	eje71300	48	50027.217	20125.1	3008.014	IZQ
7	49961.27	19970.215	3000.114	eje	49	50028.352	20150.461	3009.302	IZQ
8	49978.926	19987.875	3001.244	eje	50	50029.002	20175.031	3010.461	IZQ
9	49994.61	20007.23	3002.347	eje	51	50029.626	20200.267	3011.585	IZQ
10	50007.573	20028.508	3003.523	eje71200	52	50029.966	20224.971	3012.577	IZQ
11	50017.537	20051.513	3004.74	eje	53	50020.563	20216.434	3012.301	pf71000
12	50024.67	20075.419	3005.794	eje	54	50045.075	20122.046	3009.326	pf71100
13	50028.972	20100.034	3006.97	eje	55	50016.657	20025.026	3004.578	pf71200
14	50030.767	20125.009	3008.15	eje71100	56	49849.753	19911.67	2994.624	TN
15	50031.808	20150.013	3009.337	eje	57	49849.71	19914.063	2994.682	TN
16	50032.527	20174.926	3010.548	eje	58	49849.382	19917.563	2994.752	TN
17	50033.082	20199.953	3011.715	eje	59	49848.704	19924.953	2994.3	TN
18	50033.405	20224.887	3012.708	EJE71000	60	49847.86	19927.039	2994.085	TN
19	50036.961	20224.775	3012.638	DER	61	49870.667	19933.146	2994.906	TN
20	50036.654	20199.969	3011.599	DER	62	49871.063	19930.743	2995.194	TN
21	50035.985	20174.912	3010.529	DER	63	49871.598	19928.899	2995.361	TN
22	50035.186	20149.829	3009.385	DER	64	49873.882	19921.814	2995.842	TN
23	50034.145	20124.898	3008.24	DER	65	49874.578	19919.325	2995.867	TN
24	50032.296	20099.475	3007.103	DER	66	49875.165	19917.336	2995.816	TN
25	50027.88	20074.753	3006.003	DER	67	49899.779	19924.033	2996.89	TN
26	50020.755	20050.299	3004.873	DER	68	49899.116	19926.758	2996.954	TN
27	50010.666	20027.122	3003.713	DER	69	49898.268	19929.395	2996.981	TN
28	49997.364	20005.362	3002.532	DER	70	49895.22	19936.144	2996.497	TN
29	49981.511	19985.578	3001.403	DER	71	49894.298	19938.609	2996.229	TN
30	49963.327	19967.436	3000.301	DER	72	49893.575	19940.349	2995.929	TN
31	49943.308	19952.202	2999.179	DER	73	49916.191	19950.492	2997.021	TN
32	49921.136	19939.636	2998.056	DER	74	49917.439	19948.051	2997.359	TN
33	49897.91	19929.476	2996.988	DER	75	49918.252	19946.159	2997.635	TN
34	49873.843	19922.078	2995.869	DER	76	49921.426	19939.524	2998.042	TN
35	49848.457	19917.807	2994.734	DER	77	49922.611	19937.118	2998.06	TN
36	49847.828	19924.593	2994.335	IZQ	78	49923.807	19935.271	2998.05	TN
37	49872.053	19928.696	2995.455	IZQ	79	49849.635	19909.483	2994.449	PF71400
38	49895.413	19935.92	2996.6	IZQ	80	49946.211	19947.983	2999.21	TN
39	49918.108	19945.804	2997.692	IZQ	81	49944.756	19949.94	2999.17	TN
40	49939.533	19957.994	2998.87	IZQ	82	49944.874	19949.824	2999.175	TN

Tabla 5.1: Levantamiento Topográfico de Puntos

Las tablas 5.1 y 5.2 representan los datos obtenidos durante el relevamiento de la calzada en un primer tramo, ubicando los puntos con las coordenadas Norte y Este, y sus respectivas elevaciones, lo que nos permitió generar la superficie de estudio.

En las referencias de las tablas 5.1 y 5.2 se caracterizaron dichos puntos, indicándose con EJE al punto que se encontraba ubicado en la línea de eje de la calzada, DER e IZQ son los puntos que se ubicaban en los bordes de la misma y finalmente TN (Terreno Natural) a los puntos se localizaban en las banquetas.

NOMBRE	NORTE	ESTE	ELEV.	REFER.	NOMBRE	NORTE	ESTE	ELEV.	REFER.
83	49943.409	19952.015	2999.185	TN	98	49972.678	19993.656	3000.572	TN
84	49939.479	19958.189	2998.817	TN	99	49988.482	20011.668	3001.691	TN
85	49938.038	19960.145	2998.551	TN	100	49990.176	20010.417	3002.004	TN
86	49936.816	19961.605	2998.222	TN	101	49991.536	20009.489	3002.171	TN
87	49958.764	19973.024	2999.938	TN	102	49997.444	20004.994	3002.524	TN
88	49956.96	19975.237	2999.673	TN	103	49999.669	20003.19	3002.513	TN
89	49955.24	19976.953	2999.418	TN	104	50001.571	20001.639	3002.502	TN
90	49963.676	19967.395	3000.306	TN	105	50015.406	20024.899	3003.741	TN
91	49965.66	19965.305	3000.368	TN	106	50013.021	20026.204	3003.765	TN
92	49967.28	19963.688	3000.372	TN	107	50011.112	20027.265	3003.743	TN
93	49981.619	19985.399	3001.376	TN	108	50004.26	20030.293	3003.33	TN
94	49983.736	19983.772	3001.446	TN	109	50002.186	20031.343	3003.127	TN
95	49985.659	19982.245	3001.469	TN	110	50000.511	20032.1	3002.862	TN
96	49976.112	19990.402	3001.068	TN	111	49903.303	19926.052	2997.149	B
97	49974.225	19992.162	3000.823	TN	112	50041.272	20170.654	3010.058	C

Tabla 5.2: Levantamiento topográfico de Puntos (Continuación)

### 5.1.2 Proyecto

Una vez analizados los puntos, se ingresaron en la plataforma de CivilCad lo que permitió realizar un modelo digital de la superficie y con ello el proyecto del tramo con las especificaciones planteadas.

Con esto se procedió a realizar los planos de perfiles transversales que son los que se usaron para llevarlos a la práctica, los planos de superficie planimétrica y altimétrica se utilizaban para posicionar la obra de manera de conocer los radios de las curvas y las elevaciones longitudinales que actualmente presentan. (Figura 5.1 a Figura 5.4)

Con el uso de los perfiles transversales desarrollados se conformó una planilla Excel para poder interpretar en campo de manera rápida las elevaciones y peraltes que debían presentar cada perfil. (Tabla 5.3)

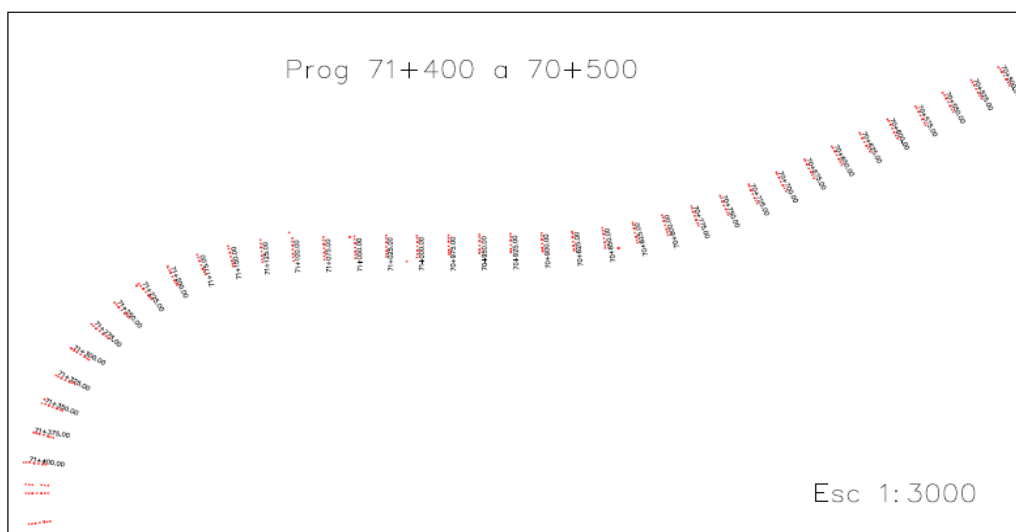


Figura 5.1: Procesamiento de puntos

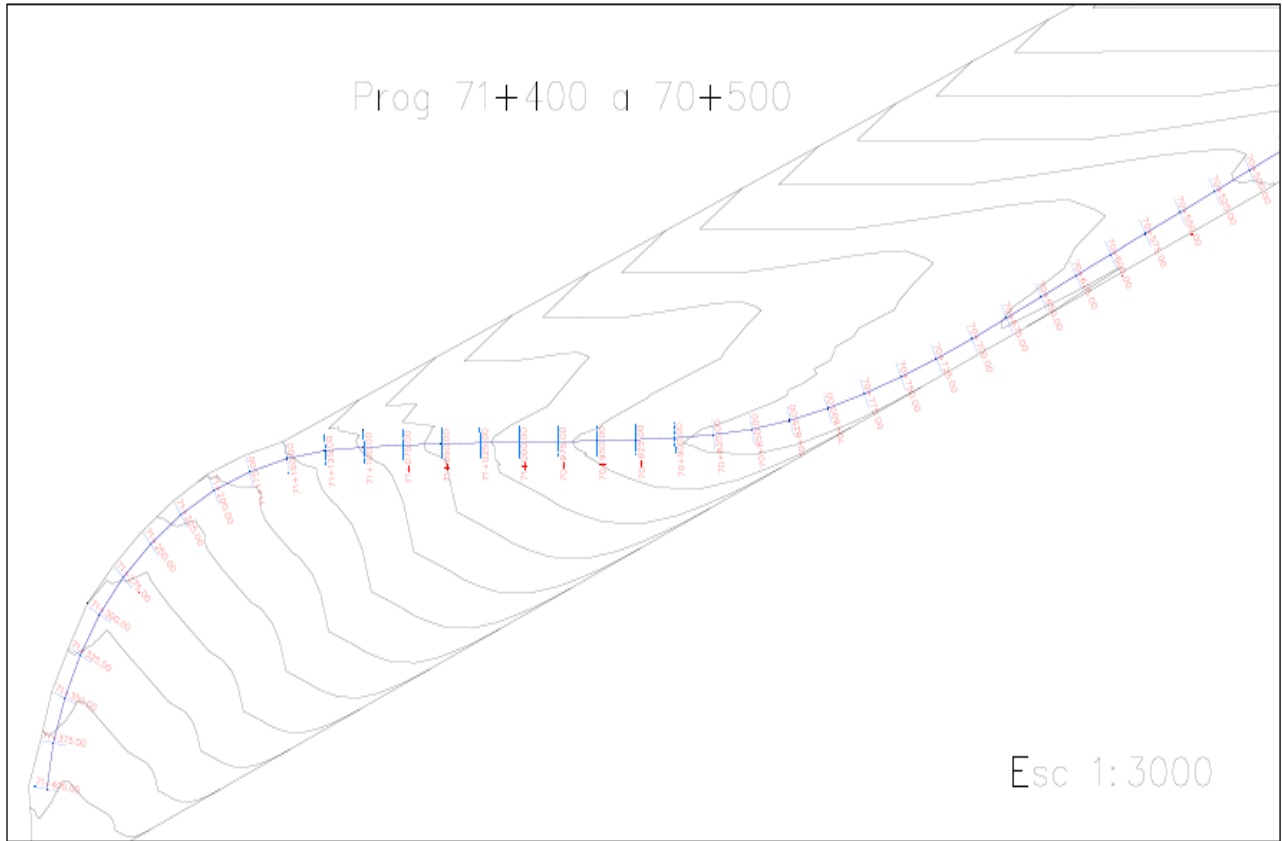


Figura 5.2: Plano de la Superficie, Perfil Longitudinal

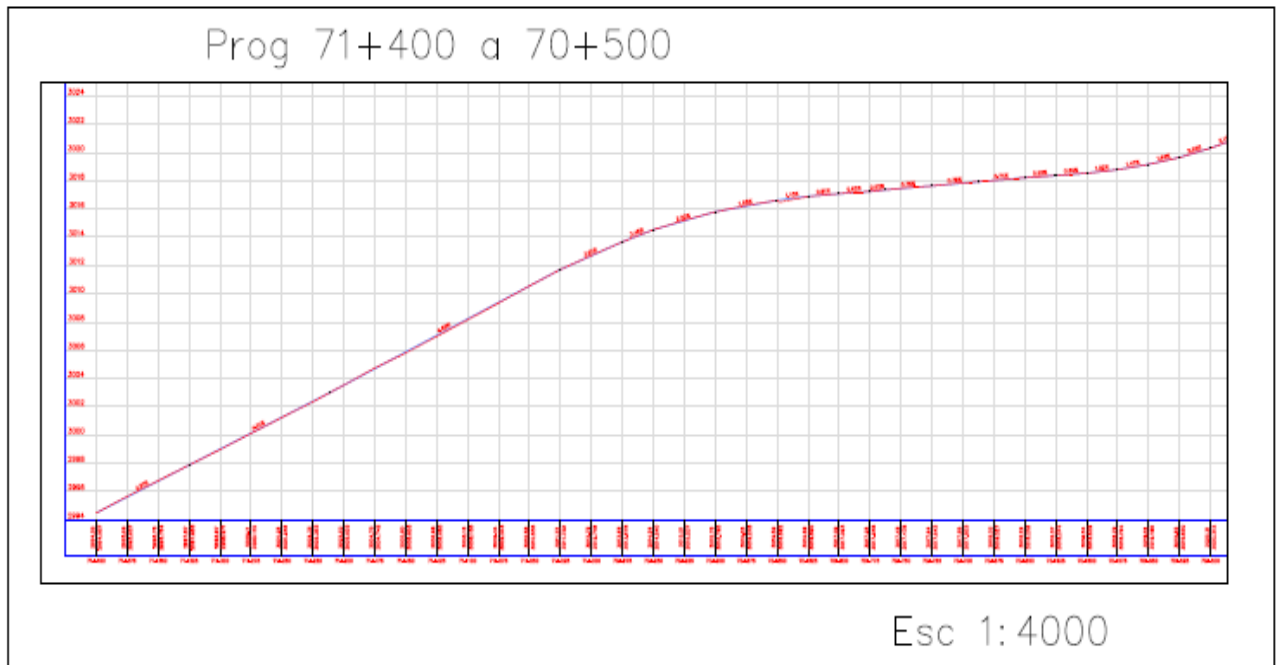


Figura 5.3: Plano Perfil Longitudinal, Elevación

INFORME TÉCNICO FINAL  
*Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34*

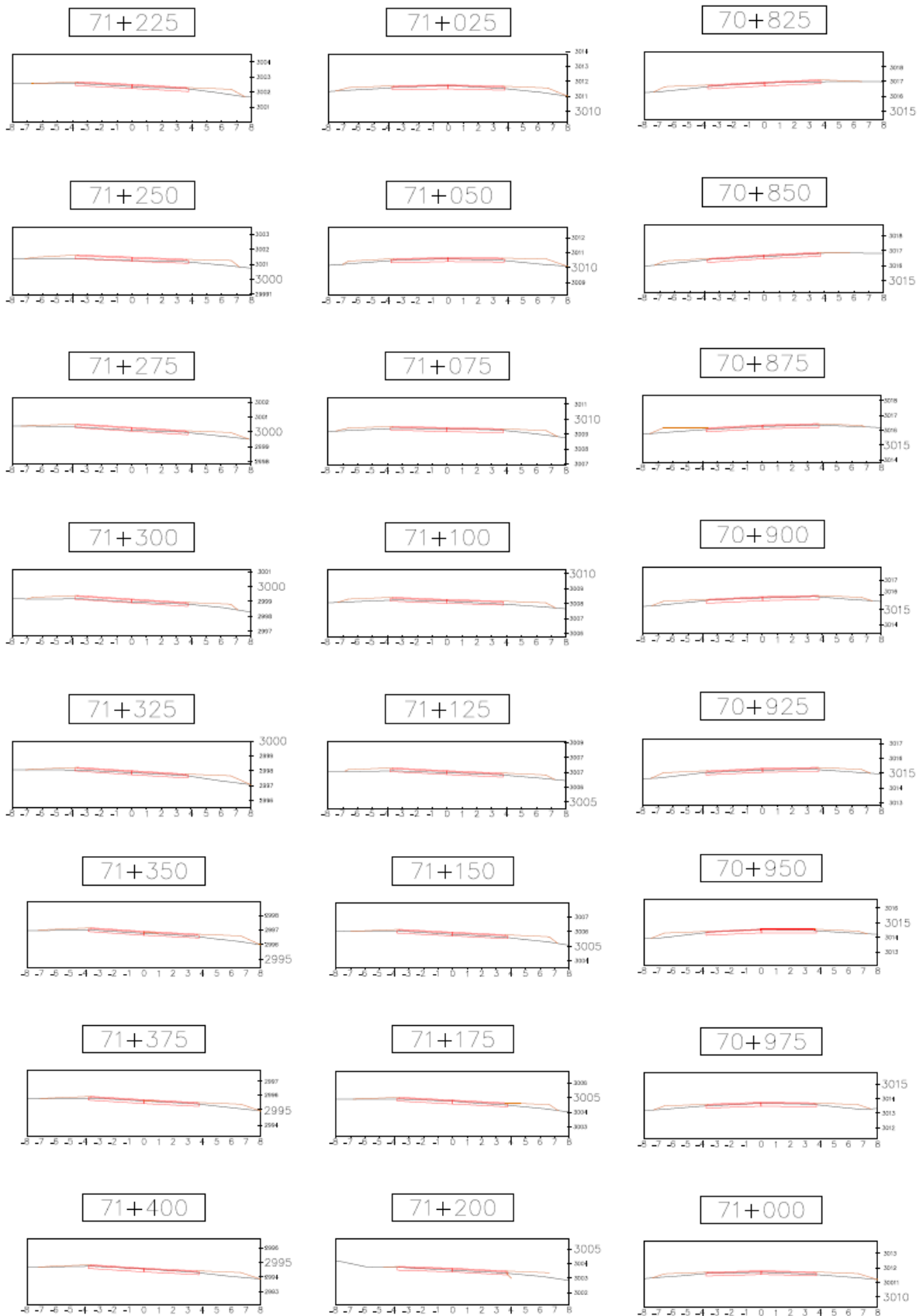


Figura 5.4: Perfiles Transversales cada 25 mts

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

PROYECTO RUTA 34										
PROGRESIVA	PEND. IZQ	B. IZQUIERDO	INT. IZQ	DIF.	EJE	DIF.	INT. DER	B. DERECHO	Dif.	PEND. DER
71400	6.45%	2994.306	2994.429	-0.54	2994.551	-0.540	2994.646	2994.741	-0.5400	-5.00%
71387.5	6.45%	2994.846	2994.991	-0.54	2995.091	-0.540	2995.186	2995.281	-0.5400	-5.00%
71375	6.45%	2995.431	2995.553	-0.585	2995.676	-0.585	2995.771	2995.866	-0.5850	-5.00%
71362.5	6.45%	2996.006	2996.129	-0.575	2996.251	-0.575	2996.346	2996.441	-0.5750	-5.00%
71350	6.45%	2996.590	2996.713	-0.584	2996.835	-0.584	2996.935	2997.035	-0.5940	-5.26%
71337.5	6.32%	2997.145	2997.265	-0.555	2997.385	-0.550	2997.495	2997.605	-0.5700	-5.79%
71325	6.32%	2997.695	2997.815	-0.55	2997.935	-0.550	2998.049	2998.163	-0.5580	-6.00%
71312.5	6.26%	2998.297	2998.416	-0.602	2998.535	-0.600	2998.65	2998.765	-0.6020	-6.05%
71300	6.21%	2998.864	2998.982	-0.567	2999.100	-0.565	2999.215	2999.330	-0.5650	-6.05%
71287.5	6.18%	2999.410	2999.528	-0.546	2999.645	-0.545	2999.76	2999.875	-0.5450	-6.05%
71275	6.13%	3000.012	3000.129	-0.602	3000.245	-0.600	3000.36	3000.475	-0.6000	-6.05%
71262.5	6.05%	3000.580	3000.695	-0.568	3000.810	-0.565	3000.915	3001.020	-0.5450	-5.53%
71250	5.79%	3001.160	3001.27	-0.58	3001.380	-0.570	3001.485	3001.590	-0.5700	-5.53%
71237.5	5.26%	3001.690	3001.79	-0.53	3001.890	-0.510	3001.995	3002.100	-0.5100	-5.53%
71225	5.16%	3002.238	3002.336	-0.548	3002.434	-0.544	3002.5395	3002.645	-0.5450	-5.55%
71212.5	5.16%	3002.812	3002.91	-0.574	3003.008	-0.574	3003.1125	3003.217	-0.5720	-5.50%
71200	5.13%	3003.415	3003.513	-0.603	3003.610	-0.602	3003.7125	3003.815	-0.5980	-5.39%
71187.5	5.13%	3003.995	3004.093	-0.58	3004.190	-0.580	3004.291	3004.392	-0.5770	-5.32%
71175	5.13%	3004.560	3004.658	-0.565	3004.755	-0.565	3004.853	3004.951	-0.5590	-5.16%

*Tabla 5.3: Tabla de Proyecto- Prog 71+400 a 71+175 (225 mts)*

Durante el relevamiento de los existente se encontraron casos particulares que condicionaban la ejecución de un buen proyecto, los casos más relevantes fueron curvas cerradas, las cuales contaban con el peralte invertido, por lo que se debió mejorar para contribuir a la seguridad de los usuarios, lo que se resolvió construyendo una base con mayor espesor del lado con pendiente transversal invertida. Para ello se debió comenzar este proceso unos 100 mts antes de ingresar a la curva y unos 100 mts después de la misma.



## 6. EJECUCIÓN y CERTIFICACIÓN DE OBRA

### 6.1 TOPOGRAFÍA

#### 6.1.1 Replanteos topográficos

El replanteo nos permite dar la ubicación planimétrica de los elementos a construirse y delimitar la zona de trabajo.

Para poder ejecutar la tarea, se colocaron elemento de abalazamiento (Figura 6.1.a) a 10 mts del eje de la calzada, y en casos particulares donde esta distancia no fuera posible por condiciones del entorno, se dejaba asentado en una planilla. Los mismos debieron ser visibles y de fácil ubicación, ya que son los que permitieron posicionar el eje después del fresado de la carpeta. A su vez se colocaron Puntos Fijos que son elementos topográficos a los cuales se les conocía la posición y la elevación exacta, conformando un polígono el cual posibilitaba representar la traza de la ruta. (Figura 6.1.b)

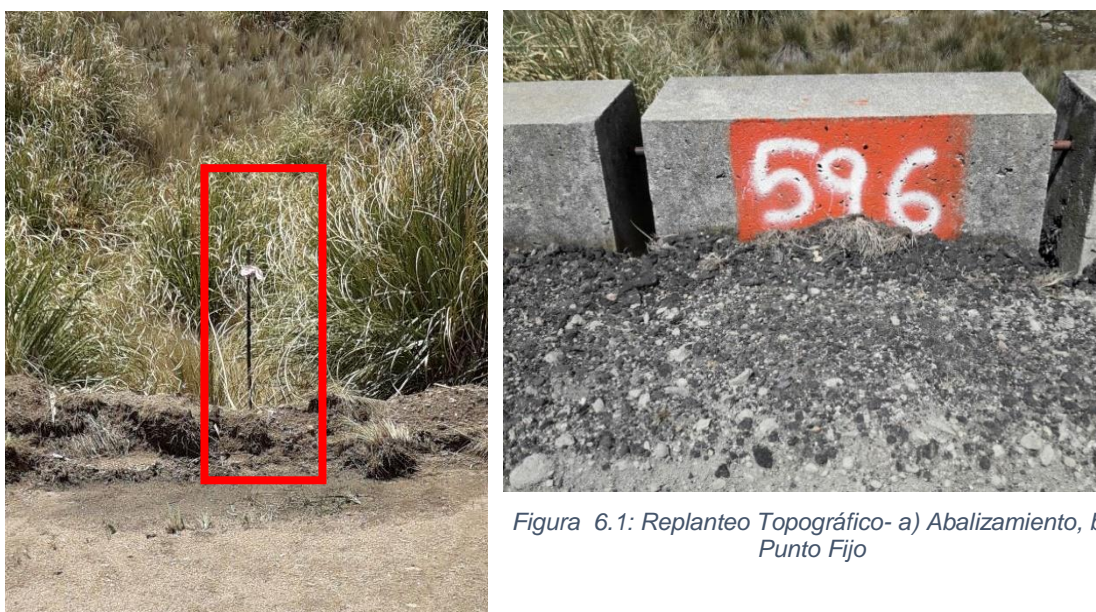


Figura 6.1: Replanteo Topográfico- a) Abalazamiento, b) Punto Fijo

#### 6.1.2 Nivelaciones

El objetivo de esta tarea es darle a la base una pendiente transversal adecuada a lo estipulado por el proyecto. La altura corresponde a las estacas las cuales se colocaron en el replanteo de perfiles cada 12,5 mts logrando una mayor precisión (Figura 6.2). Cada 25 mts se contaba con cinco puntos de nivelación: Borde Izquierdo –Intermedia Izquierda- Eje- Intermedia Derecha- Borde Derecho, y los perfiles intermedios a 12,5mts tenían tres puntos: Borde Izquierdo –Eje - Borde Derecho. Esta tarea se llevaba a cabo con el uso de un alfilero y mira topográfica con una precisión al milímetro.

Para asignarle la elevación a las estacas se procedió de la siguiente manera: se realizó una primera lectura (Figura 6.3) para determinar la elevación del terreno colocando la mira sobre este e ingresando la medición a la planilla. Luego en base al proyecto se le indicó al Estaquero la altura que necesitaba la estaca (Figura 6.4) y con los elementos topográficos se volvió a medir la elevación en la que se encontraba dicha estaca para corroborar que la medición tomada correspondía con la elevación de

proyecto, esta vez se colocó la mira sobre la cabeza de la estaca. En caso de que este paso no se cumpliera, se debió realizar nuevamente el mismo proceso asegurando que la altura de la estaca, dentro del terreno, se encuentre dentro de la tolerancia, de manera de proveer al perfil la pendiente transversal adecuada.



*Figura 6.2: Distribución de las estacas cada 12,5 mts en los bordes, eje e intermedias*



*Figura 6.3: Nivelación, lectura de elevación del Terreno*



*Figura 6.4: Estaquero dándole la elevación adecuada a la Estaca*

### **6.1.3 Controles**

Los controles tienen como objetivo principal garantizar el correcto perfilado de la capa, debido a que si la base presenta imperfecciones en su terminación éstas serán reflejadas en el pavimento que posteriormente se apoyara sobre ella.

Una vez terminada la operación de nivelación y de perfilado de la cancha, los inspectores de D.P.V llevaban a cabo un control topográfico. En función de lo inspeccionado podía ocurrir 2 posibles situaciones: la primera es la aceptación de la nivelación realizada lo cual implica que la diferencia entre el proyecto y el terreno se encontraba dentro de la tolerancia ( $\pm 1\text{cm}$ ) según determinaba el pliego. El otro caso posible es el rechazo de ciertos puntos perteneciente a la cancha, lo cual implicaba que se realicen correcciones puntuales, ya sea perfilando los puntos conflictivos (caso de exceso, por encima de  $+1\text{cm}$ ) o aumentando el espesor de asfalto (caso de que la medición arrojará una diferencia superior a  $-1\text{cm}$ ). (Tabla 5.3)

Otra de las funciones por lo que se realizaban los controles era para poder medir, computar y seguir el avance de obra de lo ejecutado y con ello realizar las certificaciones de la misma.

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



OBRA: CONSERVACIÓN MEJORATIVA EN R.P.N°34 - CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES  
DPTOS: PUNILLA - SANTA MARÍA - SAN ALBERTO  
Exped.: 0045-013355/2005

AUX: \_\_\_\_\_

**PLANILLA DE NIVELACIÓN  
BASE GRANULAR CON CEMENTO**

PROGRESIVA	LADO IZQUIERDO			INTERMEDIA IZQUIERDA			EJE			INTERMEDIA DERECHA			LADO DERECHO		
	PROYECTO	TERRENO	DIF	PROYECTO	TERRENO	DIF	PROYECTO	TERRENO	DIF	PROYECTO	TERRENO	DIF	PROYECTO	TERRENO	DIF
69037.5	3069.176	3069.186	0.010			0.000	3069.433	3069.426	-0.007			0.000	3069.633	3069.623	-0.010
69025	3069.411	3069.411	0.000	3069.541	3069.541	0.000	3069.857	3069.848	-0.009	3069.760	3069.751	-0.009	3069.833	3069.826	-0.007
69012.5	3069.631	3069.631	0.000			0.000	3069.895	3069.892	-0.003			0.000	3070.051	3070.044	-0.007
69000	3069.411	3069.411	0.000	3069.996	3069.991	0.005	3070.111	3070.104	-0.007	3070.216	3070.221	0.005	3070.321	3070.316	-0.005
68987.5	3070.100	3070.091	-0.009			0.000	3070.356	3070.349	-0.007			0.000	3070.536	3070.536	0.000
68975	3070.351	3070.361	0.010	3070.476	3070.474	-0.002	3070.601	3070.612	0.011	3070.706	3070.696	-0.010	3070.811	3070.808	-0.003
68962.5	3070.640	3070.628	-0.012			0.000	3070.861	3070.863	0.002			0.000	3071.071	3071.067	-0.004
68950	3070.971	3070.969	-0.002	3071.096	3071.097	0.001	3071.221	3071.216	-0.005	3071.326	3071.331	0.005	3071.431	3071.434	0.003
68937.5	3071.391	3071.401	0.010			0.000	3071.641	3071.636	-0.005			0.000	3071.851	3071.861	0.010
68925	3071.801	3071.814	0.013	3071.958	3071.946	-0.010	3072.071	3072.077	0.006	3072.186	3072.177	-0.009	3072.261	3072.271	0.010
68912.5	3072.191	3072.196	0.005			0.000	3072.441	3072.448	0.007			0.000	3072.651	3072.658	0.007
68900	3072.596	3072.598	0.002	3072.701	3072.711	0.010	3072.806	3072.805	-0.001	3072.931	3072.931	0.000	3073.016	3073.016	0.000
68887.5	3073.056	3073.056	0.000			0.000	3073.251	3073.245	-0.006			0.000	3073.366	3073.376	0.010
68875	3073.546	3073.546	0.000	3073.621	3073.618	-0.003	3073.696	3073.698	0.002	3073.766	3073.771	0.005	3073.836	3073.821	-0.015
68862.5	3072.954	3072.954	0.000			0.000	3073.076	3073.077	0.001			0.000	3074.206	3074.21	0.004
68850	3074.296	3074.287	-0.009	3074.371	3074.371	0.000	3074.416	3074.424	0.008	3074.491	3074.487	-0.004	3074.526	3074.523	-0.003
68837.5	3074.696	3074.684	-0.012			0.000	3074.771	3074.781	0.010			0.000	3074.846	3074.848	0.002
68825	3075.136	3075.145	0.009	3075.179	3075.186	0.008	3075.221	3075.218	-0.003	3075.216	3075.226	0.010	3075.231	3075.24	0.009

TOPÓGRAFO BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.

TOPÓGRAFO VIALIDAD PROVINCIAL

Tabla 6.1: Planilla de Nivelación, Tabla comparativa entre el Proyecto y Terreno

## 6.2 FRESADO DE CARPETA:

El fresado es una técnica para la rehabilitación de pavimentos, se denomina fresado en frío a un proceso por el cual un equipo provisto de un cilindro rotatorio con dientes, remueve parte o toda la carpeta existente.

### 6.2.1 Equipos:

Vialidad exigía como equipo necesario para remoción de las capas asfálticas una máquina fresadora autopropulsada y con potencia propia, tracción y estabilidad suficiente para mantener con exactitud el espesor de corte y espesor previsto.



Figura 6.5: Fresadora en Frío WIRTGEN W100

En la obra se contaba con el modelo WIRTGEN W100 (Figura 6.5) que cuenta con alguna de las siguientes características: Anchura de fresado de 1000mm, profundidad de fresado 0-200 mm, diámetro de círculo de corte de 860 mm y la velocidad de fresado 0-60m/min (0-3.6Km/h) y el ancho de correa de la cinta de carga es de 400mm.

### 6.2.2 Método Constructivo

La inspección de la obra es la que determinaba el tramo a fresar por día. Al estar la ruta habilitada para la circulación, no se podía extender los tramos de obras indefinidamente, por ello Vialidad nos permitía tramos de obras de 1000 mts en los que se encontraban contemplados los tramos de Carpeta asfáltica, reciclado de base y fresado.

Por lo mencionado en el párrafo anterior antes de iniciar las operaciones de fresado diarias, D.P.V debía definir la extensión del tramo que como máximo se permitían 250 mts de apertura de calzada.

Para llevar a cabo la actividad de fresado, la superficie del pavimento debía estar limpia. El espesor de fresado dependía de la carpeta existente, donde se encontraban con situaciones de espesores de base y carpeta de rodamiento que variaban entre 4 y 14 cm.

El operario se desplazaba en toda la longitud del tramo desde “afuera hacia adentro”. Lo primero en removerse eran los bordes y por último el eje de la calzada existente. Este proceso se realizaba de esta manera para no excederse de los límites de la calzada, en franjas de manera alternada hasta alcanzar el eje (Figura 6.6.a y Figura 6.6.b).

El material resultante de la operación era utilizado para la conformación de las banquetas y el sobrante se llevó a los acopios dispuestos a lo largo de la obra para su posterior uso en el perfilado de las banquetas.



Figura 6.6: Proceso de Fresado de Carpeta Existente - a) Franjas de Fresado, b) Fresadora, c) Espesor de Carpeta de Rodamiento, d) descarga de la Fresadora

### 6.2.3 Inspección:

Se debía realizar una medición antes de finalizar la remoción del total de la capa (Figura 5.10.c) usando una cinta métrica con una precisión al centímetro, lo que permitió llevar un registro de espesores.

Como los espesores son variables a lo largo de las capas de asfalto esto se debe tener en cuenta para cuando se realizaba el reciclado de la base. Esto influenciaba en el espesor del mismo. A su vez el registro de espesores permitía la certificación de dicho ítem.

### 6.2.4 Certificación:

La tarea se computaba por metro cúbico ( $m^3$ ) de la capa fresada. Ésta tiene en cuenta ancho del perfil transversal, que era constante e igual a 7,3 m, longitud del tramo, el mismo era variable en función de lo que determinaba la inspección y por último incluye el espesor de la carpeta asfáltica existente, constituida por la base negra más carpeta de rodamiento.

### 6.3 RECICLADO DE CARPETA GRANULAR:

En el reciclado se da una reutilización de los materiales que conforman la base existente, el objetivo de este proceso es mejorar las propiedades y la reutilización de la misma en la conformación de la nueva base.

Se llevó a cabo un suelo cemento de 20cm de espesor, el cual contenía un 5% de cemento y además se le realizaba un aporte de material, suelo seleccionado (base 0-20) y Piedra Tritura (tipo 6-25), conforme así una estructura resistente y durable.

#### 6.3.1 Condiciones a cumplir:

La conformación de la base debía cumplir las condiciones de granulometría, y se exigía en obra que la densidad no sea inferior a 98 % del valor máximo del Ensayo de Compactación V.N.-E. 5-67 Método V, el cual determinaba la densidad máxima y humedad óptima.

Condiciones granulométrica de mezcla (Tabla 6.2):

Tamiz N°	Tamaño (mm)	Entorno IV-b	
		% pasa	
		min.	Máx.
1	25.4	85	100
3/4	19.1	70	85
3/8	9.52	50	70
4	4.76	35	60
10	2	25	45
40	0.42	15	25
200	0.074	3	10

Tabla 6.2: Condiciones Granulométricas de la Base Suelo Cemento

#### 6.3.2 Equipos:

Los equipos involucrados en la actividad son:

- Reclamadora o recicladora: En la obra se contaba con una Caterpillar modelo RR-250 (Figura 6.7). La misma realizaba la actividad de reclamar el suelo con el uso de puntas de carbono adosadas al rotor las cuales se encargan de mezclar el suelo existente de la base con el material aportado y el cemento.



Figura 6.7: Recicladora Caterpillar RR250

- Motoniveladora: se contaba con dos motoniveladoras en obra Caterpillar 140 K (Figura 6.8), cuyas funciones era: limpiar la banquina para la abertura al paso de los automovilistas, distribuir los materiales de aporte a la base y el cemento, perfilar la cancha terminada la nivelación; y en casos cuando la reclamadora contaba con algún inconveniente técnico se la usaba para realizar el movimiento de suelo.



Figura 6.8: Motoniveladora Caterpillar 140K

Las características de la vertedera de la Caterpillar 140 K son ancho de hoja 3,7m una altura de 610mm grosor de 22mm y la cuchilla tiene un grosor de 16 mm y la profundidad máxima de corte es de 735,00 mm

- Pata de cabra: Como equipos compactadores por compresión y amasado se cuenta en obra con dos patas de cabras los cuales provian de la densidad necesaria al suelo.

Los modelos de los equipos eran un Planex modelo CVS 105- PT (Figura 6.9) y HAMM modelo 3410 (Figura 6.10).



Figura 6.9: Planex CVS 105-PT

Las características del Pata de cabra Planex son las siguientes: cuenta con un tambor cuyo peso incidente es 6,7tn, su ancho de 2,15m y su diámetro de 1,49m. Cuenta también con 140 patas las cuales tienen una altura de 10cm y un área de 85 cm<sup>2</sup> y la frecuencia con la que vibra es 1800 rpm con una amplitud 1,6-0,8mm.





Figura 6.10: Pata de Cabra Hamm 3410

Las características del Pata de cabra HAMM son las siguientes: cuenta con un tambor cuyo peso es de 6,055tn, su ancho del tambor es de 2,14m y su diámetro de 1,49m. Cuenta con 140 patas las cuales tienen una altura de 10cm y la frecuencia con la que vibra es 1620/2280 rpm con una amplitud 1,9-0,8mm

- Rodillo Liso: equipo compactador por vibración, para la tarea de suelos se tenía un rodillo liso Caterpillar CS533E (Figura 6.11), el cual cuenta con un peso del tambor de 5,57tn su ancho de compactación es de 2,134m con un diámetro de 1,534m. Su carga lineal estática es de 26,1 kg/cm y el sistema de vibrado cuenta con una frecuencia entre 2040 rpm y una amplitud entre 1,8-0,85mm (alta-baja).



Figura 6.11: Rodillo Liso Caterpillar CS533E

- Rodillo Neumático: para darle terminación a la base y buscar los baches se tenía un Rodillo Neumático DYNAPAC CP 30 (Figura 6.12) el cual tiene un peso total de 13,4 t



Figura 6.12: Rodillo Neumático DYNAPAC CP30

### 6.3.3 Método Constructivo:

Para llevar a cabo la base de suelo cemento, se tomó una serie de medidas en obra. Entre ellas el correcto contenido de cemento y humedad para alcanzar las características de resistencia y durabilidad deseada junto con un mezclado preciso y uniforme de los materiales, para cubrir la curva de granulometría entre los límites admisibles.

#### Preparación de la cancha:

Lo primero que se hizo es preparar el tramo a ejecutar, conocido como "Cancha". Debido a que en la obra se contaba con una base existente, la que se encontraba muy degradada por lo que se debió mejorarla a partir de un reciclado al que se le aportó material con una carga de 14 cm de mezcla de suelo seleccionado tipo 0-20 y piedra triturada 6-25, considerando un sobre espesor para el corte y perfilado de la capa. Para poder colocar los 14 cm o la carga necesaria superior a éste para corregir el perfil, se ubicaban estacas de carga las cuales tenían la altura suficiente, medida con cinta, para que el operario de la motoniveladora realizara la distribución uniforme de espesor.

La carga era traída por camiones volcadores y descargada en el tramo a ejecutar, se debía extender sobre la cancha, realizaba un pre perfilado con la motoniveladora (Figura 6.13) y una pre compactación con rodillo liso. Una vez realizada esta acción se procedió a realizar la distribución del cemento.



Figura 6.13: Extensión de la Carga con Motoniveladora

**Distribución de cemento:**

La base del pavimento debió contar con un porcentaje de cemento del 5 % por metro lineal. Se realizó la descarga del cemento computando 14tn en tramo de 100m de longitud y 7,7 mts de ancho lo que equivale a un total de 280 bolsas de 50kg en 100 mts lineales.

La descarga de las Bolsas se realizaba de manera manual ubicándolas de forma uniforme para conseguir el porcentaje determinado para la mezcla (Figura 6.14.a y Figura 6.14.b). Una vez retirada las bolsas de los cemento, las motoniveladoras lo distribuían a lo largo de la cancha para cubrir con el cemento toda la zona, de manera que no quedarán lugares sin el material (Figura 6.14.d).



Figura 6.14: Distribución de Cemento- a) Descarga de la bolsas de Cemento, b) Extracción de las bolsas, c) Cemento Distribuido, d) Esparcimiento de Cemento con Motoniveladora

**Mezclado de los materiales:**

Finalizada la distribución del cemento se procedió a la tarea de reclamado del material, el mezclado del material se llevaba a cabo con la recicladora, el equipo cuenta con un ancho de tambor mezclador el cual determinó el número de pasadas para completar el ancho de la cancha (7,7m), cuidando de realizar solapes longitudinales de aproximadamente 10 cm lo que garantizó no dejar juntas sin tratamientos.

Para garantizar que la base contara con el espesor determinado por pliego, la recicladora mezclaba capas de 22 cm aproximadamente lo que garantizó que con la compactación y perfilado de la cancha se logren los 20 cm especificados; para ello el operario que va detrás de la máquina, excavaba con ayuda de una pala, media con cinta métrica el espesor de la capa y realizaba ajustes en caso de ser necesario (Figura 6.15). Además para cuidar la humedad de mezclado el equipo posee sistema hidráulico que incorpora la humedad directamente dentro del tambor mezclador a partir del uso de camión cisterna (Figura 6.16).



Figura 6.15: Reciclado con Reclamadora, inicio de cancha y corrección de espesor

A medida que avanzaba en el trabajo de mezclado el operario que va detrás del equipo controlaba la humedad y la mezcla de los materiales, además del espesor de la capa. Se utilizó el ensayo de compresión manual para estimar la humedad en el suelo de forma de ajustar la incorporación de agua en la mezcla. La granulometría la controló en base a inspección visual. (Figura 6.16).



Figura 6.16: Reciclado de base, Operario realizando Ensayo de Compresión Manual

En ocasiones por cuestiones técnicas, no se podía realizar el trabajo de mezclado de materiales con la reclamadora, por lo cual en obra y la inspección lo permitía se realizó el movimiento de los materiales con las motoniveladoras, por lo que el proceso no era tan rápido y lleva una serie de pasos:

- Se agregaba agua necesaria regando directamente sobre la cancha con el uso de camiones regadores, cuidando de no aportar agua en exceso generando acumulación en la superficie (Figura 6.17.a).

- Con las motoniveladoras se realizó una primera pasada para llevar a cabo el mezclado de los materiales granulares, suelo y cemento (Figura 6.17.b y Figura 6.18.a).
- Luego del primer mezclado y como se exigía el reciclado de una parte de la base existente se utilizó las escarificadores para levantar parte de la base existente, éstos son un accesorio de las motoniveladoras (Figura 6.18.b).
- Los operadores de las motoniveladoras realizaron la cantidad de pasadas que se consideró necesarias para llevar a cabo el proceso de mezclado de los materiales, moviendo el material de un borde al otro por pasada (Figura 6.19.a y Figura 6.19.b).
- Cuando el material se consideró bien graduado se procedió a realizar un pre perfilado para que ingrese el equipo de compactación



Figura 6.17: Reciclado Con Motoniveladora- a) Humedecimiento del suelo, b) Primera Pasada Mezclado de Material



Figura 6.18: Movimiento de suelo con Motoniveladora- a) Primera Pasada Mezclado de Material, b) Escarificado de Suelo



Figura 6.19: Movimiento de Suelo con Motoniveladora - a) y b) Movimiento de borde a eje del suelo.

La técnica antes mencionada tiene algunos inconvenientes, de no ser controlados los regadores podían excederse con la cantidad de agua necesaria y además se podía generar grumos en el cemento debido al riego directo. Otro inconveniente era que en la mayoría de los casos no se lograba con precisión el espesor de la capa, lo que producía en algunos casos que no se llega al espesor necesario. Por otro lado, de no contar con motoniveladoristas experimentados se corría riesgo de una mala distribución del material con sectores que no se ajustaban a las curvas granulométricas deseadas. Por lo que en la obra solo se realizaba en casos donde la recicladora se encuentre fuera de servicio.

#### Compactación:

Al momento de realizar la compactación de la mezcla, la humedad debía ser cercana al valor óptimo, lo que se determinó en función del ensayo de Humedad- Densidad en laboratorio. Era recomendable compactar en la rama húmeda lo que me garantizaba una buena resistencia. La determinación de la cantidad de pasadas de los equipos se realizó en canchas de prueba para asegurar eficiencia y densidad.

Para realizar la compactación de la capa lo primero que se hizo es una serie de pasadas. En esta obra se optó por 4 pasadas de pata de cabra por cada equipo. Lo que generaba una compactación a partir de la aplicación de esfuerzos verticales y horizontales (Figura 6.20 y Figura 6.21.a).

Por el tipo de compactación y amasado que realiza el rodillo pata de cabra quedaba un pequeño espesor de suelo cemento suelto que era eliminado con una pasada de la motoniveladora. Una vez finalizado, ingresaba primero el rodillo liso (Figura 6.21.b) y luego el rodillo neumático, este último acusaba la presencia de baches si es que existían en la cancha realizada.



Figura 6.20: Primera Franja reciclada e ingreso del Primer Pata de Cabra



Figura 6.21: Compactación del Tramo- a) Compactación con Pata de Cabra, b) Compactación con Rodillo Liso

La compactación en esta primera parte no se realizaba al 100% de la densidad requerida, sino que se tendió a compactar al 90 % de la densidad y se procedió a realizar el corte de la cancha, continuando la compactación una vez perfilada la misma.

#### Nivelación y perfilado:

Luego se procedió a la tarea de nivelación, en donde se marcaron los perfiles transversales cada 12,5 metros (eje, bordes e intermedias) lo que permitió mayor precisión para conformar el perfil y al operador de la motoniveladora, que es el que realizaba el cortado de la cancha, le brindó referencias firmes y seguras en el corte del perfil transversal. Se buscó los abalimizamientos previamente colocados cada 25 mts de manera de que con ellos se pudo determinar la posición del eje. Replanteado el eje se utilizó la cinta para posicionar bordes y puntos intermedios, para finalmente a partir del uso de la mira y alímetro colocar y nivelar estaca como previamente se explicó en las tareas realizadas en la topografía 5.1.3 Nivelaciones. (Figura 6.22)



Figura 6.22: Nivelación de Base

#### 6.3.4 Controles e Inspección:

Finalizada la base de suelo cemento, se participó en los controles que se le debían realizar a la misma, y en conjunto con el seguimiento de las tareas constructivas, verificar y controlar los resultados. La capa de base contaba con tres controles, éstos eran distintos pero complementarios lo que ayudó a la correcta terminación de la misma:

- Control de granulometría
- Control de densidad
- Control de topografía: este último se detalla en la sección de topografía (6.1.3 Controles).

##### Control de granulometría:

El control de granulometría se realizó según lo que determina la Norma de Vialidad Nacional V.N E7-65. El ensayo de granulometría consiste en pasar la muestra por una serie de tamices normalizados (Figura 6.23) para así determinar las fracciones de los distintos tamaños, lo que permitió establecer la distribución porcentual de las partículas que componen un material granular.



Figura 6.23: Tamices en Laboratorio del Obrador

Antes de proceder a compactar el suelo cemento se extrajo una muestra de 30 kg del reciclado de la base y se le realizó el control de granulometría. La extracción de la misma se realizó con pala y se lo guardó en bolsa de arpillera para garantizar el mantenimiento del contenido de humedad.

Se procedió a determinar la Curva Granulométrica de la muestra extraída de la cancha que se encontraba en ejecución. Una vez en el laboratorio del obrador se homogenizó la misma realizando un mezclado y removiendo hasta obtener una completa uniformidad, a partir de eso se determinó por cuarteo la muestra a ensayar, y se procedió a anotar el peso total del material.

Se comenzó con el tamizado, colocando las muestras sobre el primer tamiz que es el que cuenta con la mayor abertura 1", y se fue realizando la anotación del peso del material retenido en los sucesivos tamices así hasta el tamiz N° 200.

Finalmente con el peso del material retenido y el peso total de la muestra se pudo determinar el porcentaje que pasa. Y con ellos se conformó la curva granulométrica, diagrama de coordenadas semilogarítmicas, en abscisas se tiene las aberturas de los tamices y en ordenadas se representa los porcentajes de pasantes de cada tamiz.



En el laboratorio se obtuvieron las siguientes planillas de resultado



**Planilla de Composición Granulométrica BOETTO Y BUTTIGLIENGO**

Ruta: OBRA REHABILITACION Y MANTENIMIENTO R.P. 34 CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES

Tramo: 11/7/2017

RECUPERACION DE BASE GRANULAR CON CEMENTO

Operador

Tamiz N°	Tamaño (mm)	0-20	06-25			Mezcla	55 %	0-20	Entorno IV-b		Curva de Fuller
		% pasa	% pasa	% pasa		45 %	06-25	% pasa			
								min.	max.	% pas.	
1	25.4	100	94	-		97.3		85	100	100	
3/4	19.1	85	90	-		87.0		70	85	100	
3/8	9.52	70	55	-		62.1		50	70	100	
4	4.76	50	40	-		45.2		35	60	100	
10	2	40	15	-		32.0		25	45	100	
40	0.42	25	7	-		16.3		15	25	100	
200	0.074	10	0	-		6.6		3	10	100	

PROG : 69+850 69+650

Tabla 6.3: Composición Granulométrica Base Suelo Cemento - Prog 69+850 - 69+650

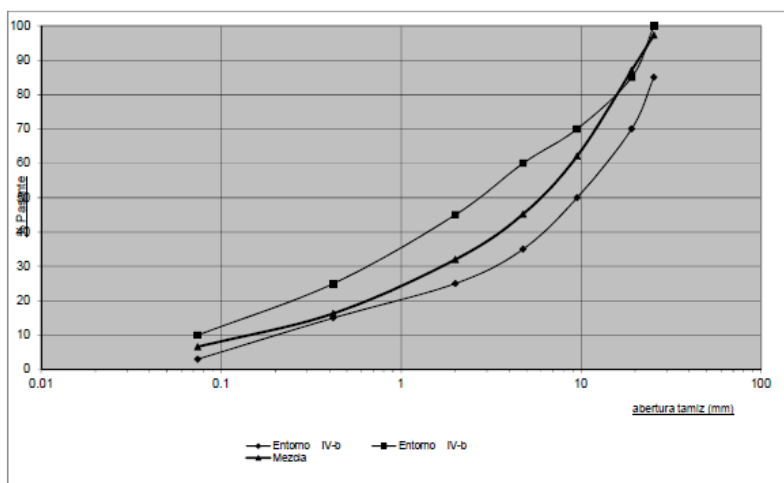


Grafico 6.1: Composición Granulométrica Base Suelo Cemento - Prog 69+850 - 69+650

**Control de Densidad:**

Para poder desarrollar el control de compactación del suelo cemento, se llevó a cabo dos ensayos: el ensayo de compactación Proctor y el ensayo del cono de arena. En el ensayo Proctor se determina la máxima densidad que se puede alcanzar en laboratorio, la cual debe ser comparada en campo con el ensayo de cono de arena. Éste último determina la densidad alcanzada en obra, se exige que la misma sea como mínimo igual al 98% de la densidad obtenida en laboratorio.

La densidad máxima de Laboratorio se obtuvo a partir del Ensayo de compactación V.N.E-5-67 por el Método V, el cual se conoce como Método Dinámico (simplificado) realizado con 5 capas y un pisón de 4,54kg, con una altura de caída de 45,7cm y con 56 golpes por capa. (Figura 6.24.a y Figura 6.24.b)



Figura 6.24: Ensayo Proctor, a) Pisón de Compactación de Suelo y b) Molde Normalizado

A partir de lo detallado en el Norma de Vialidad Nacional se realizó el ensayo todos los días para cada tramo realizado, buscando así encontrar la rama húmeda y la rama seca graficando la curva del ensayo, lo cual nos permitió encontrar la densidad máxima en laboratorio y la humedad óptima. Estos son los datos con lo que se comparo la densidad obtenida en obra, verificando o no su grado de compactación.

Se realizó 4 probetas, las cuales se compactaron en 5 capas con 56 golpes por capa. Se determinaron las humedades de cada probeta extrayendo muestras representativas, cada una debió contar con una humedad diferente.

Para cada contenido de humedad se determinó la densidad húmeda del suelo compactado aplicando:

$$D_h = \frac{P_h - P_m}{V}$$

Siendo:  $P_h$  = Peso del molde con el material compactado húmedo,  $P_m$  = Peso del molde y  $V$  = Volumen interior del molde.

La densidad seca ( $D_s$ ), que se obtiene mediante la fórmula:

$$D_s = \frac{D_h + 100}{100 + H}$$

Con  $H$  la Húmeda del material compactado en %

Con los resultados obtenidos anteriormente se trazó curva de humedad – densidad en un sistema de ejes rectangulares, en abscisas los valores de humedad porcentual y en ordenadas la densidad seca. Una vez que se graficó, se ubicó el punto más alto de la curva y se determinó la densidad seca máxima en laboratorio y con ella su contenido de humedad óptimo (Grafico 6.2). Este resultado solicitado por la inspección, particularmente lo considero una práctica incorrecta, no responde al punto de densidad máxima encontrada en laboratorio, sino a una densidad máxima teórica la que depende de la conformación del gráfico.



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**ENSAYO PROCTOR**

Capas 5 Golpes 56 Pisón 4,5 Kg.  
Ruta Prov. N° 34 Provincia CORDOBA  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha:1: 11/7/2017 BASE GRANULAR CON CEMENTO

Punto N°	Pe. cilind. + S. Humedo	Tara del cilindro	Peso del S. Humedo	Volum. del Cilindro	PESO ESPEC. APARENTE	
					Humedo	Seco
1	10100	5348	4752	2120	2.242	2.118
2	10279	5348	4931	2120	2.326	2.177
3	10375	5348	5027	2120	2.371	2.200
4	10290	5348	4942	2120	2.331	2.142
Punto N°	Pesa filtro + S. Humedo	Pesa filtro + seco	Tara del Pesa filtro	Agua	Suelo Seco	% de Humedad
1	1000	945		55		5.8
2	1000	936		64		6.8
3	1000	928		72		7.8
4	1000	919		81		8.8

Densid. Máxima: 2,200 Kg./dm3 Humedad Optima: 7,52%

Material	L. Liquido	I. Plástico

PROG: 68+850-68+650

Tabla 6.4: Ensayo Proctor - Prog 68+850 - 68+650

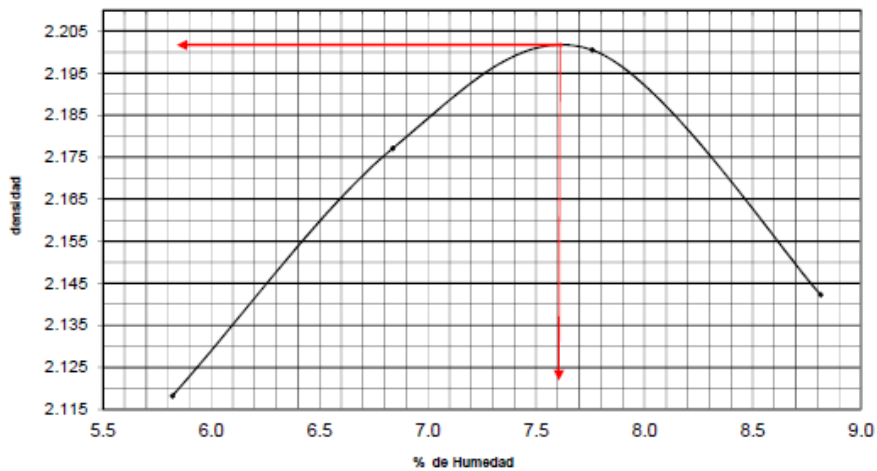


Gráfico 6.2: Curva de Compactación - Prog 68+650 - 68+650

Una vez encontrada la densidad máxima y la humedad se procedió a controlar la compactación del tramo, mediante el ensayo V.N E8-66, control de compactación por el método de la arena. (Tabla 6.4 y Gráfico 6.2)

El método de cono de arena se utilizó en campo para determinar el peso unitario del suelo compactado, el cual nos permitió verificar la densidad del terreno y así establecer el grado de compactación y ver si cumplía con lo determinado en laboratorio.

En el tramo de estudio se escogió el lugar a realizar el control, una vez posicionados con ayuda de cortafierros y cuchara se ejecutó un agujero cuyo diámetro es de 10 cm, con paredes lisas y la profundidad del hueco del espesor que se debía controlar, por lo que se excavaba en profundidad hasta encontrar una capa con características distintas a la de suelo cemento. Se recogió de manera cuidadosa todo el material extraído del hoyo y se lo colocó en bolsas de arpillera a medida que se lo iba extrayendo. (Figura 6.25.b)

Terminada la extracción de material de muestra, se colocó el aparato, cono de arena, y se le vació el contenido del envase que contiene arena normalizada, se abrió el robinete  $\frac{1}{4}$  de vuelta y se dejó fluir libremente hasta permanecer en reposo (Figura 6.26.a). Luego se cerró el robinete y se recoge la arena sobrante. (Figura 6.26.b). Se calculó la densidad de la muestra como:

$$ds = \frac{Ps \cdot da}{P1 - P4 - Pe}$$

La densidad de la muestra seca, finalmente dependía del peso del suelo seco extraído del agujero realizado (Ps), de la densidad de la arena (da) la cual nos permitió determinar el volumen del hueco, P1 peso inicial de la arena empleada en la determinación, P4 peso de la arena sobrante y Pe constante del embudo.

Finalmente el grado de compactación que se logró en campo es

$$C\% = \frac{Ds}{D} * 100$$

C es Porcentaje de compactación obtenido con relación a la compactación especificada, Ds= Densidad lograda (Kg/dm<sup>3</sup>) en el tramo y D Densidad (en Kg/dm<sup>3</sup>) que debió obtenerse según el ensayo Proctor.



Figura 6.25: Ensayo de Cono de Arena- a) Instrumentos del ensayo, b) Extracción del Material Base



Figura 6.26: Ensayo de Cono de Arena - a) Medición del Volumen con Arena, b) Recuperación de la Arena Normalizada

En función del ensayo realizado y los datos recolectados se obtuvo la siguiente tabla con respecto al tramo que se viene analizando, obteniéndose que la densidad alcanzada en obra para la cancha analizada es superior al 98%. (Tabla 5.8)



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

DENSIDAD DEL TERRENO - METODO DE LA ARENA

OBRA : REHABILITACION RUTA PROVINCIAL N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES  
Provincia : CORDOBA

Prog : 69+850 68+650  
Capa: BASE GRANULAR CON CEMENTO  
Fecha: 12/7/2012

LABORATORIO :

Densid. de la arena: 1.329

Peso Especif. retenido 3/4"= 2.790

Progr.	Nro. Muestra	Lado	Espes.	S U E L O				A R E N A				VOLUM. POZO	RETIENE 3/4"		DENSIDAD		PROCTOR		%
				Humedo	Seco	agua	humed	Frasco	Reman.	cono	Diferen.		Peso	%	Humeda	Seca	Fasa 3/4	Correg.	
68+750	1	I	0.20	3183	2972	211	7.1	6000	2493	1709	1798	1353	63	2.1	2.353	2.197	2.200	2.210	99.4
68+700	2	D	0.21	3203	2993	210	7.0	6000	2485	1707	1808	1360	63	2.1	2.354	2.200	2.200	2.210	99.6

Tabla 6.5: Densidad del Terreno - Método de Arena- Prog 68+850 - 68+650

### 6.3.5 Certificación:

Verificado por inspección el espesor de la capa de 20 cm, el mismo se midió cuando se realiza el control del cono de arena. Además se verificó granulometría y que la densidad de la base sea superior al 98 % de la máxima del Ensayo de compactación. Se computó la tarea por metro cubico m<sup>3</sup> de la capa reciclada. Teniendo en cuenta el ancho del perfil transversal, constante de 7,7 m, la longitud del tramo es función de lo que autorice la inspección a realizar y del espesor de la base.

De no cumplirse alguno de las verificaciones, espesor, granulometría o compactación, el tramo quedaba sujeto a las decisiones de los inspectores de Vialidad. Y de no cumplirse granulometría o densidad, la inspección rechazaba la misma y se debía rehacer. Mientras que de no cumplir el espesor de la capa, si la misma es por un rango de -2cm la inspección exigía un espesor mayor de la carpeta asfáltica.

### 6.4 CARPETA ASFÁLTICA:

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, la misma se ejecutó sobre el reciclado de la base. El trabajo consistió en la provisión y distribución en el terreno de la mezcla asfáltica del tipo concreto asfáltico grueso.

La carpeta de rodamiento cuenta con un espesor de 6 cm y, salvo excepciones determinadas por la inspección, una tolerancia de  $\pm 0,4$  cm.

#### 6.4.1 Condiciones a cumplir

La mezcla asfáltica debió cumplir condiciones de granulometría, requisitos de la mezcla según ensayo Marshall y requisitos de estabilidad remanente.

- Condición de granulometría: la mezcla asfáltica estaba compuesta de tres materiales granulares, piedra de trituración 6-19 , arena de trituración 0-6 y arena silíceo y su mezcla debía estar comprendida dentro del entorno granulométrico siguiente (Tabla 6.6 y Grafico 6.3):

	Tamices N°	Tamaño mm	Entorno Pliego	
			% pasante	
			Min	Max
P	1	25.4	100%	100%
P	3/4	19.1	95%	100%
p	1/2	12.7	75%	95%
P	3/8	9.52	60%	85%
P	4	4.75	40%	60%
P	8	2.38	25%	40%
P	40	0.42	8%	19%
P	100	0.149	4%	12%
P	200	0.07	2%	8%

Tabla 6.6: Entorno Granulométrico Mezcla Asfáltica

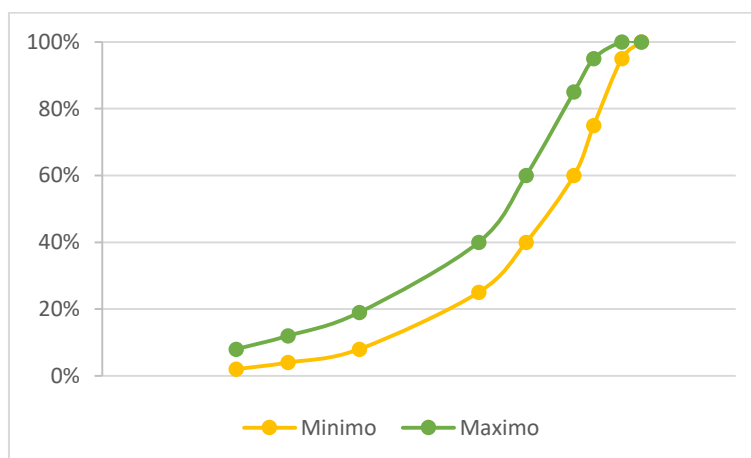


Gráfico 6.3: Entorno Granulométrico Mezcla Asfáltica

La curva resultante tenía que ser armónica y no presentar quiebres ni inflexiones. Al igual que se colocó un límite de participación de la arena silíceo en proporción como máximo del 25 %.

- Requisitos de la mezcla según ensayo Marshall: según el ensayo debió cumplir lo siguientes ítems:
  - Fluencia entre 2 y 4 mm.
  - Calculados por el Método de Rice, los Vacíos del 3 a 5%.
  - Relación Betún-Vacíos entre 70% y 80%.
  - Relación  $C/C_s \leq 1$  siendo  $C =$  % de filler y  $C_s =$  concentración crítica de filler
  - Estabilidad mínima de 80 Kg.
  - Relación Estabilidad Fluencia Máxima entre 2000 kg/cm – 4000 kg/cm.
  - La densidad a obtener en obra será como mínimo del 98% de la densidad Marshall.
  
- Estabilidad remanente: La mezcla bituminosa respondió a la exigencia del ensayo establecido en la Norma V.N-E. 32-67, pérdida de la estabilidad Marshall por el efecto del agua. El cual especificaba que serán rechazadas aquellas mezclas que tengan un índice de estabilidad residual menor de 75%, en los casos que las mezclas no cumplan con el 75% se deberá emplear métodos de mejoramiento de la mezcla aprobados para que el índice aumente por lo menos al mínimo.

La mezcla colocada en cumplía condiciones de espesor mínimo de 6 cm con una tolerancia de  $\pm 0,4$  cm y su densidad debió ser como mínimo del 98% de la densidad Marshall y el ancho de la carpeta de rodamiento deberá ser de 7,3m.

#### 6.4.2 Mezcla asfáltica:

<b>FORMULA DE LA MEZCLA</b>	
Arena Silíceo "El Diquecito"	6,6%
Triturado 6/19 "Cantesur"	40,7%
Triturado 0/6 "Cantesur"	47,3%
Cemento asfáltico AM3	5,4%

Tabla 6.7: Formula de la Mezcla de Concreto Asfáltico

Además a la mezcla se le incorporaba un 0,2% de Mejorador de Adherencia, Demul A, esto se hacía para lograr el 98% del recubrimiento.

Es relevante conocer la cantidad de asfalto a utilizar, por lo tanto se debió buscar el contenido óptimo, de tal forma que sea suficiente para resistir los efectos del tránsito y de la intemperie. Pero no debe excederse demasiado debido que se puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta, creando una superficie brillante reflectiva que usualmente se vuelve pegajosa, esto también puede ser generado por un bajo contenido de vacíos de la mezcla, lo que implica una reducción en la resistencia al deslizamiento y además resulta antieconómico. Por lo que se realizó una adecuada dosificación de la mezcla asfáltica.

Dosificación de la mezcla asfáltica en caliente:

Para llevar a cabo la dosificación de la mezcla asfáltica, se utilizó el Método Marshall el cual es aplicable cuando se utiliza cemento asfáltico y agregados de Granulometría Cerrada o Fina (tamaño máximo nominal de 25 mm).

Primero se determinó la mezcla de agregado cuya combinación cumpla con las exigencias de granulometría de las especificaciones de pliego. Luego se realizó un cálculo de fraccionamiento, separando los agregados en las distintas fracciones granulométricas delimitadas por pares de tamices. (Tabla 6.9 y Grafico 6.4)

Obra: Rehabilitación Ruta Provincial N° 34  
 Tramo: Mina Clavero - Empalme Ruta Prov.E96  
 Deptos.: Punilla y San Alberto  
 Expte: 0045-016600/2013



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
 EMPRESA CONSTRUCTORA

**DOSIFICACIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO GRUESO**

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Análisis Mecánico de Materiales Granulares**

VN-E7-85

	Tamices	Triturado 6/19 mm		Tamices	Triturado 0/6 mm		Tamices	Arena Silícea		Tamices	Triturado 0/6 mm	
		Pasa	%		Pasa	%		Pasa	%		Pasa	%
R	3/4			3/8			3/8			3/8		
P			100			100			100			100
R	1/2			4			4			4		
P			49			89.5			99.6			88.9
R	3/8			8			8			8		
P			25			67.5			90.1			64.8
R	4			16			16			16		
P			3.1			51.8			82.5			50.1
R				30			30			30		
P						38.1			21.9			34.3
R				40			40			40		
P						33.5			14.4			29.5
R				50			50			50		
P						28.4			5.3			25.3
R				100			100			100		
P						18.8			0.9			16.2
R				200			200			200		
P						13.5			0.4			8.5
		Arido									granulometría	
		Ligante:	98%								por vía seca	
				E/A		62%	E/A		89%	R vs/vh		63.00%
		CANTERA			CANTERA			CANTERA			CANTERA	
		CANTESUR			CANTESUR			EL DIQUECITO			CANTESUR	

Tabla 6.8: Porcentaje de pasantes de los Agregados Componentes



Obra: Rehabilitación Ruta Provincial N° 34  
 Tramo: Mina Clavero - Empalme Ruta Prov. E96  
 Deptos.: Punilla y San Alberto  
 Expta: 0045-016600/2013



**DOSIFICACIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO GRUESO**

**ENSAYO DE LABORATORIO  
 COMPOSICION GRANULOMETRICA**

Tamiz N°	Tamaño (mm)	Material A	Material B	Material C	Mezcla	43% Material A	Entorno PETP		Entorno F de O	
		Triturado 6-19	Triturado 0-6	Arena Silíceas		50% Material B	% pasa		% pasa	
		% pasa	% pasa	% pasa		7% Material C	min.	Máx.	min.	Máx.
1	25.4	100	100	100		100.0	100	100		
3/4	19.1	100	100	100		100.0	95	100		
1/2	12.7	49	100	100		78.1	75	95		
3/8	9.52	25	100	100		67.8	60	85		
4	4.76	3.1	89.5	99.6		53.1	40	60		
8	2.38	0.8	67.5	90.1		40.4	25	40		
40	0.42		33.5	14.4		17.8	8	19		
100	0.149		18.8	0.9		9.5	4	12		
200	0.074		13.5	0.4		6.8	2	8		

Tabla 6.9: Fraccionamiento de los Componentes

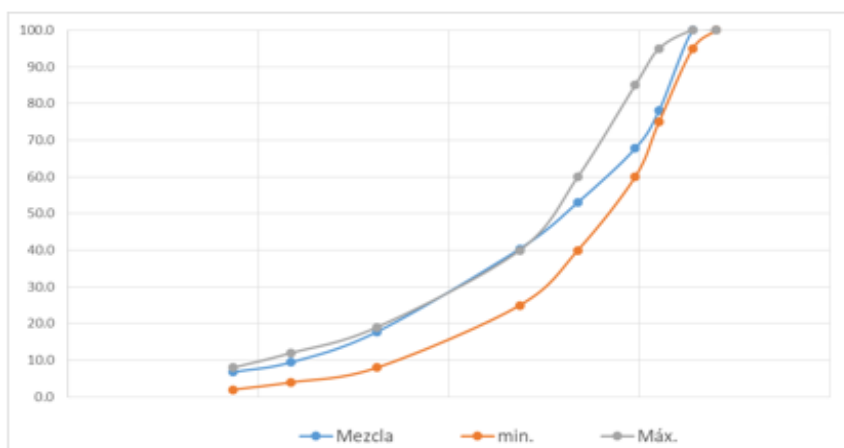


Grafico 6.4: Granulometría Resultante de la mezcla

Se participó en la determinación del contenido de asfalto óptimo, para ellos se ejecutó el moldeado de cuatro probetas por cada porcentaje de cemento asfáltico. El Proceso se llevó a cabo en el laboratorio central de la empresa con cuatro porcentajes tentativos de asfalto. Para cada porcentaje analizado fue importante respetar las proporciones de cada agregado y el contenido de asfalto en cada probeta de manera que cada juego sea homogéneo y así los exámenes sean representativos de la realidad. (Gráfico 6.5 y Tabla 6.10))

% de Cemento Asfáltico	Estabilidad	Fluencia	Densidad	Vacios	V.A.M	Relación B/V
4,5	873	2,5	2,437	6,6	17,6	63,9
5,0	1069	3,1	2,459	4,9	17,2	73,5
5,5	1135	3,8	2,464	3,5	17,1	79,3
6,0	1067	4,2	2,460	2,5	17,2	85,6

Tabla 6.10: Tabla Resumen de Ensayo Marshall

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

Obra: Rehabilitación Ruta Provincial N° 34  
Tramo: Mina Clavero - Empalme Ruta Prov. E96  
Deptos: Punilla y San Alberto  
Expte: 0045-016600/2013



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**DOSIFICACIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO GRUESO**

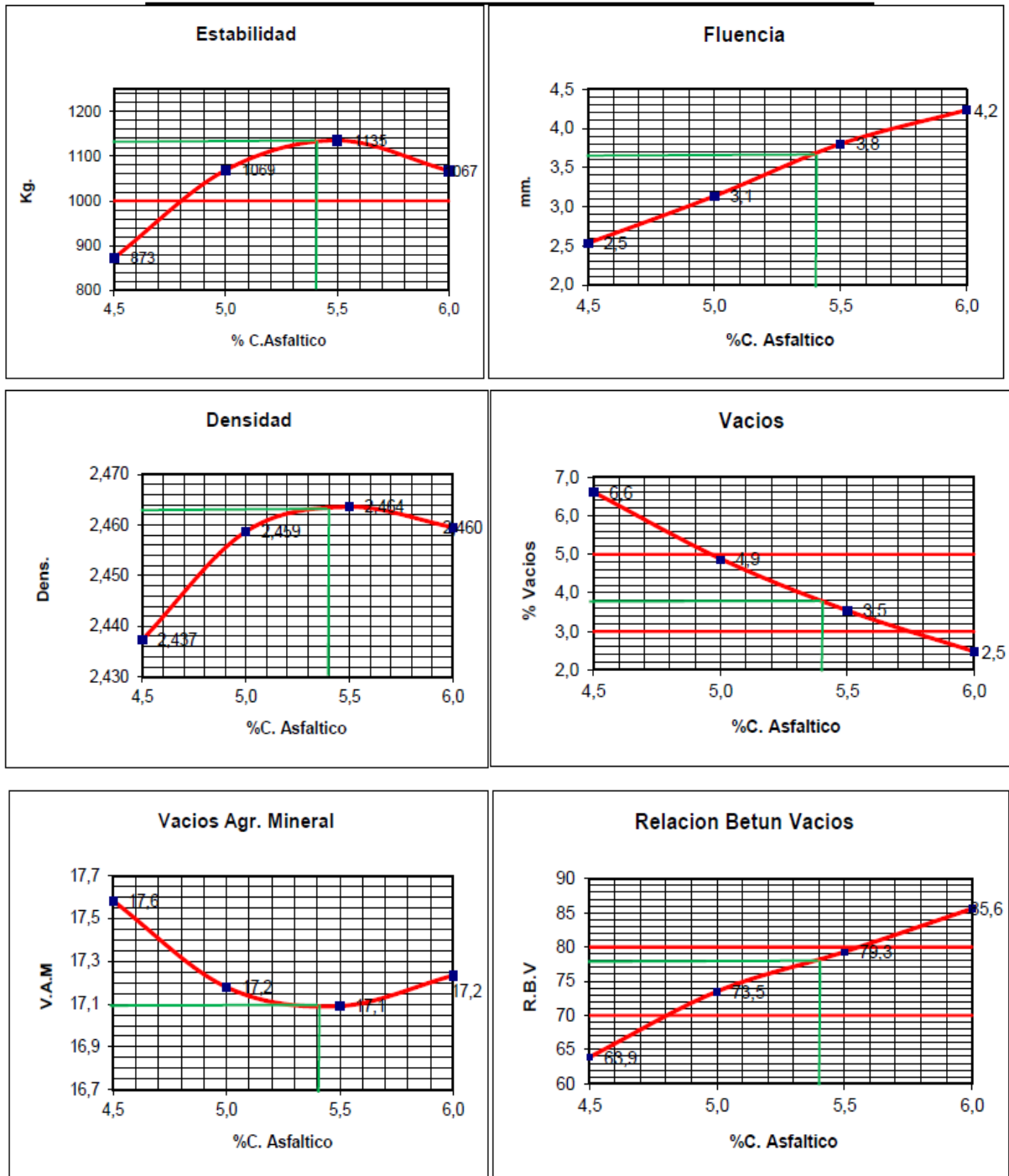


Grafico 6.5: Ensayo Marshall, contenido de Asfalto optimo

En función de los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de cemento asfáltico óptimo para la mezcla, con el uso de la siguiente fórmula:

$$\%CA_{Optimo} = \frac{\%CA_1 + \%CA_2 + \%CA_3 + \%CA_4}{4}$$

Siendo  $\%CA_1$ : el porcentaje de cemento asfáltico óptimo para la estabilidad en este caso 5,5%.  $\%CA_2$ : El porcentaje óptimo para la Densidad Marshall (valor de densidad máxima) en este caso 5,5 %.  $\%CA_3$ : es el porcentaje óptimo de la curva de vacíos, que correspondía al valor medio de entorno especificado de la norma de 4% para este caso es de 5,3% de cemento asfáltico. Y finalmente  $\%CA_4$ : es el porcentaje óptimo de la curva RBV, ingresamos con el valor medio de la norma 75% de relación betún-vacíos, para este caso que el óptimo que arrojó fue de 5,1%

$$\%CA_{Optimo} = \frac{5,5\% + 5,5\% + 5,3\% + 5,1\%}{4} = 5,35\% = \mathbf{5,4\%}$$

Una vez determinada el contenido de asfalto óptimo se llevaron a cabo los ensayos de los parámetros volumétricos y mecánicos de la mezcla determinada (Tabla 5.14)

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

Obra: Rehabilitación Ruta Provincial N° 34  
Tramo: Mina Clavero - Empalme Ruta Prov.E96  
Deptos.: Punilla y San Alberto  
Expte: 0045-016600/2013



**DOSIFICACIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO GRUESO**

**ENSAYO DE LABORATORIO**

Estabilidad y Fluencia por el Método Marshall - Determinación del Peso Específico y Absorción de Asfalto de Agregados Pétreos para Mezclas Asfálticas en Caliente V.N. E9-86 - V.N. E27-84

BB-0005		CONCRETO ASFÁLTICO													
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Factor de aro		11.02	Compactación	75 golpes		B / V %	Altura Probeta	Factor Correc.	Lectura dial Est.	Estabilidad= Lectura x act.corr.h x factor ar	Fluencia	E / F
			Volumen =	Dens. Marshall	% de Vacíos	% de Asf.en Volumen	V.A.M								
	N*	Gr.	P.Sat. - P.Sumerg.	P.seco aire volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	% Asf.Vol x 100 V.A.M	h mm	n*	n*	Kg estabilidad	mm	Kg/cm	
	1	1243.2	504.6	2.464	3.8	13.3	17.1	77.8	63.2	1	102	1124	3.6	3122	
	2	1242.9	504.2	2.465	3.7	13.3	17.1	78	63.1	1.01	90	1002			
	3	1241.9	503.9	2.465	3.8	13.3	17.1	77.9	63.3	1	89	981			
	4	1243.6	504.6	2.465	3.8	13.3	17.1	77.9	63.1	1.01	101	1124	3.7	3038	
	5	1242.5	503.9	2.466	3.7	13.3	17	78.2	63.4	1	88	970			
	6	1241.9	504.6	2.461	3.9	13.3	17.2	77.3	63	1.01	101	1124	3.7	3038	
<b>PROMEDIO</b>				2,464	3.8		17.1	77.9				1124	3.7	3066	
<b>ESPECIFICACIONES</b>					3-5		> 14	70 - 80				> 1000	2-4	< 4000	
Rice =		2.561													
Recuperacion		5.40%													
			UBICACIÓN												
			Ruta	VARIAS											
			Super Estructura												
			Progresiva												
			Estructura												
			Elemento												
			Posicion												
			Carril												
					COMPOSICION DE MEZCLA					RESIDUAL =		984	87.50%		
					MATERIAL	ORIGEN	%				1124	Especificacion >80%			
					TRITURADO 6-19	CANTESUR	40.7%								
					TRITURADO 0-6	CANTESUR	47.3%								
					ARENA SILICEA	EI DIQUECITO	6.6%				Temperatura de elaboración (°C)		170°C		
					ASFALTO AM	Y.P.F	5.4%				Temperatura de Moldeo (°C)		150 °C		
					Total		100.00%								
Subcontratista		BOETTO													
Proveedor		BOETTO													
Observaciones		Cemento Asfáltico con 02% de Mejorador de Adherencia. Demul A													

Tabla 6.11: Dosificación de Concreto Asfáltico Grueso - Ensayo de laboratorio - Parámetros Volumétricos y Mecánicos de la Mezcla

Los parámetros volumétricos de la mezcla obtenida fueron (Tabla 6.11):

- Densidad Rice: es la densidad máxima teórica de la mezcla sin vacíos DR= 2,561
- Densidad Marshall: se obtuvo a partir del peso en aire de la probeta Marshall, y es la relación entre el peso en aire en condición saturado superficie seca y de peso sumergido, la densidad Marshall promedio de las 6 probetas DM: 2,464.
- Vacíos de la mezcla: el porcentaje de vacíos de la mezcla fue de 3,8 y es función de la densidad de la probeta y la densidad rice de la mezcla.
- VAM: vacíos del agregado mineral en este caso el promedio de las probetas arrojó un VAM = 17,1
- RBV: Relación Betún/Vacíos, es función del % de asfalto en Volumen y los Vacíos del agregado 77,9

Los parámetros mecánicos de la mezcla obtenida fueron (Tabla 6.11):

- Estabilidad: es la carga que produce la rotura de la probeta, es función de la lectura del dial de carga, la altura de la probeta y el factor del aro, la mezcla arrojó un valor de estabilidad de 1124 kg
- Fluencia: determina la deformación a la cual llega a rotura 3,7mm
- Relación estabilidad fluencia: relación entre los parámetros anteriores 3066 kg/cm.

#### 6.4.3 Equipos:

Los equipos involucrados en la actividad son:

- Camión imprimador de asfalto: como equipo distribuidor del riego de liga se contaba con un Camión Iveco modelo "Tector Attack" (Figura 6.27) el cual está provisto de un tanque de almacenamiento, con un sistema de calentamiento formado por un quemador que calienta el tanque haciendo pasar los gases a través de tuberías situadas en su interior, el tanque tiene una capacidad de 4000 lts.

Además cuenta con una bomba la cual permite expulsar el material ligante a presión. En el extremo del tanque se encuentra la barra de riego provista de boquillas a través de las cuales se riega el asfalto.



Figura 6.27: Camión Imprimador IVECO

- **Terminadora:** En la obra se contaba con una extendedora de la Marca Bitelli Modelo BB650 (Figura 6.28). La misma cuenta con una tolva la cual puede almacenar un volumen de 5,5 m<sup>3</sup> y su ancho de colocación de pavimento está comprendido entre los 2,5 mts y los 6 mts máximo, con una velocidad máxima de trabajo de 60 m/min (3,6 km/h).



Figura 6.28: Extendedora Bitelli BB 650

Se tenía programado un cambio de equipo para el comienzo del tramo, analizado en el informe, por una terminadora nueva. Por inconvenientes ajenos a la obra, el cambio no se pudo realizar ya que la máquina nueva Vögele se encontraba retenida en puerto de Buenos Aires.

- **Rodillo Liso:** como primer equipo compactador sobre la carpeta recién coloca se tenía un Rodillo Liso HAMM modelo "HD 110" (Figura 6.29). el mismo cuenta con un peso operacional de 10,54tn, este se reparte entre el rodillo delantero con una carga axial de 5,3 tn y en el rodillo trasero de 5,24 tn, el ancho de trabajo es de 1,78 mts. Además el rodillo cuenta con una frecuencia de vibración de 42/50 Hz y una amplitud de 0,8/0,47 mm (alta-baja).



Figura 6.29: Rodillo Liso HAMM HD110

- Rodillo Neumático: para eliminar marcas sobre la superficie y alcanzar la textura adecuada en obra se contaba con dos rodillos Neumáticos , un Tortone modelo “RN 7.23” (Figura 6.30) y el segundo es un HAMM modelo “grw 280-10” (Figura 6.31)



Figura 6.30: Rodillo Liso Tortone RN 7.23

El rodillo neumático Tortone cuenta con un peso de 11,2 tn el cual se puede aumentar hasta las 23 tn agregándole lo que se conoce como lastre (arena húmeda- arena concentrada), su ancho de compactación es de 1,88 m. se compone de 3 ruedas delanteras y 4 ruedas traseras.



Figura 6.31: Rodillo Liso Hamm grw 280-10

Alguna de las características del segundo rodillo neumático el Hamm son: cuenta con un peso operación de 8,645 tn y peso máximo operacional de 23 tn, el que también se consigue agregándole lastre. El ancho de compactación del equipo es de 1,83m y está compuesto por 4 neumáticos frontales y 4 neumáticos traseros.

#### 6.4.4 Método constructivo:

Para poder llevar a cabo la carpeta de rodamiento se llevaba a cabo una serie de pasos:

##### Imprimación:

En este caso como la base estaba tratada con un aglomerante hidráulico (suelo – Cemento) se utilizó una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida tipo CRR, de acuerdo a la Norma IRAM- IAPG 6691, lo que se conoce como riego de liga. El fin de esto era brindar impermeabilidad a toda la superficie y que existiera una adherencia entre el suelo de la base y la carpeta.

Antes de que se habilite la cancha para autorizar el riego de liga, la inspección realizó el control de la superficie verificando que cumpla las condiciones fijadas a la base, granulometría, compactación y topografía.

Previo a la aplicación del riego se debió remover todo el material suelto, lo cual se lograba barriendo la superficie con una barredora mecánica, sopladores de mano y escobillones de mano, este último de uso limitado a secciones donde la barredora mecánica tenía difícil acceso.

Una vez que la superficie se encontró limpia y razonablemente seca, se procedió a aplicar el ligante con el camión regador de manera uniforme tanto longitudinal como transversalmente, la proporción del riego es de 1lt/m<sup>2</sup>. (Figura 6.32.a y Figura 6.32.b)



Figura 6.32: Riego de liga en calzada- a) Vista del riego, b) Finalización de la cancha aprobada para riego de liga

##### Preparación y Transporte de Mezcla Asfáltica:

La mezcla se preparó en la planta de asfalto, la cual se encontraba en el obrador ubicado aproximadamente a unos 15 km del frente de obra en el caso del tramo que se está analizando.

La mezcla fue transportada en camiones tipo volcador. Se utilizaron dos tipos de transporte: la batea y los "Tatú". La batea (Figura 6.33.a) pueden cargar un total de 30 tn de asfalto, estos se usaron en tramos donde no se contaran con elevadas pendientes transversales ya que los mismos al ser alargados tienden a desestabilizarse y volcar. Aquellos tramos donde se contaba con pendientes transversales superiores al 6% se utilizaban camiones conocidos como "Tatú" (Figura 6.33.b), son camiones volcadores tipo 6x4 los cuales tienen una capacidad de 24 tn, los mismos son más estables en las pendientes transversal, especialmente en puntos



donde se contaba con pendientes transversales de entre el 8% y el 10 %.



Figura 6.33: Camión Volcador - a) Batea, b) Tatú

Al llegar la mezcla a la obra se inspeccionó visualmente, para notar si contaba con deficiencias, controlando que no presentara alguna de las siguientes características:

- Humo Azul, este es un indicador de que se ha sobrecalentado la mezcla
- Apariencia opaca, lo cual indica que puede contener muy poco asfalto
- Apariencia brillante, lo cual puede indicar un posible exceso de asfalto lo que puede provocar exudación del asfalto y en consecuencia problemas en la superficie.
- La temperatura de la mezcla, teniendo en cuenta que el concreto asfáltico con asfalto modificado que presenten temperaturas inferiores a los 145°C debe ser desechada, según el “pliego de especificaciones para concretos asfálticos” esta temperatura mínima con ligantes asfálticos modificados es de 130°C.

Además de una inspección visual el contenido de asfalto se verificó en laboratorio con un ensayo de recuperación de asfalto y la temperatura de la mezcla se verifica con un termómetro de varilla.

#### Extensión de la Mezcla:

La extensión de la mezcla a lo largo de la cancha se realizó con la terminadora de asfalto, el camión descargaba sobre la tolva de la terminadora a medida que esta extiende sobre la base (Figura 6.34.a). La mezcla es transportada hacia la caja de distribución por una cinta de manera constante, la cual descarga el material en la caja donde se encuentra con un sistema compuesto por dos tornillos helicoidales independientes (Figura 6.34.b) que son los que se encargan de distribuir el material, los tornillos sin fin deben girar de forma lenta y continua. Finalmente a la plancha o la regla que se encarga de nivelar y precompactar la mezcla. El avance de la terminadora junto con el camión debe ser lo más continua posible reduciendo al mínimo las detenciones.

Sobre la superficie por pavimentar se colocó una guía longitudinal, cuerda, cuya función era servir como referencia para que el conductor de la máquina pueda conservar el eje, ejecutando así la primera trocha, la cual contaba con determinada longitud para evitar que el tramo presentara gran cantidad de juntas estructurales en tramos cortos. Una vez finalizada la primera mano se regresaba la terminadora hasta el punto inicial y se realizaba la segunda mano, la cuerda guía ya no resultó relevante ya que como guía se usaba el eje, y a medida que avanzaba la extendidora se contó con una cuadrilla de operarios quienes se encargaban de realizar las juntas longitudinales, borrando de las juntas longitudinales entre ambas manos. (Figura 6.34.c y Figura 6.34.d)



Figura 6.34: Operación de Extendido de la Mezcla- a) Descarga de la mezcla en Extendedora, b) Tornillos Helicoidales de la Extendedora, c) Rastrillero realizando Juntas Transversales, d) Juntas Longitudinales

#### Compactación:

Extendidas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla se debió compactar para alcanzar como mínimo una densidad en obra del 98% de la densidad Marshall.

La primera pasada la realizó el rodillo liso vibrando, efectuando la compactación inicial sobre la capa recién colocada, el cual se desplazaba con una velocidad inferior a los 5km/h para evitar los desplazamientos de la mezcla caliente, se compactó de manera longitudinal y desde los bordes hacia el centro. Y en las curvas se comenzó desde la parte más baja del peralte hacia la parte superior, lado interior de la curva hacia el lado exterior. El rodillo liso avanzaba vibrando en la primera pasada, mientras que en el regreso y las siguientes pasadas las realizaba de manera estática, confiriéndole la densidad requerida antes que se enfrié el material.

Seguido del rodillo liso se contaba con dos rodillos neumáticos los cuales eliminaban cualquier marca de la compactación logrando una textura adecuada de la superficie. (Figura 6.35.a y Figura 6.35.b)

En la finalización del tramo ejecutado, cada día se realizaba una disminución de los espesores de manera de conformar una rampa para evitar los escalones en la calzada proveyendo una superficie segura para circular. La misma se la compactó solo con el

uso de rodillos neumáticos, ya que no contaba con exigencias de densidad, y al día siguiente cuando se realizaba la carpeta del tramo que continua se quitó la rampa aserrándola y levantando empleando la pala mecánica. (Figura 5.39.c y Figura 5.39.d)



Figura 6.35: Compactación – a) y b) Rodillo liso y Rodillos Neumáticos, c) y d) Finalización de la compactación y de la cancha, ejecución de la rampa.

#### 6.4.5 Controles e inspección:

Durante la ejecución de la carpeta se realizó una inspección visual y de temperatura de la mezcla a cada camión que llegó al frente de obra. Además de esta, se participó en la realización de controles en laboratorio, estos fueron:

- Composición de la mezcla: granulometría y contenido de asfalto
- Calidad de la mezcla: resistencia
- Carpeta Terminada: espesor y densidad de la misma

	70+200	70+100	70+000	69+000	69+910	69+900	69+800	69+700	69+600	69+500	69+400	69+300	69+282	69+200	69+168	69+100	69+000	
LADO DERECHO			11/7/2017	70+000 - 69+168														
DADO IZQUIERDO					7/7/2017	69+910 - 69+282							12/7/2017	69+282 - 68+984				

Figura 6.36: Avance de Obra Carpeta Terminada

Control de Composición de la mezcla:

En la planta de asfalto se tomó una muestra de la mezcla (Figura 6.37.a), para poder realizar los controles de la granulometría de los agregados que la componen y a partir de la recuperación de asfalto se determinó la cantidad que contiene la muestra. El contenido de asfalto se obtuvo aplicando la norma VN-E69-78, método de la centrifuga. Se determinó por diferencia entre el peso original de la mezcla seca y el peso del agregado cuando se extrajo el asfalto con uso del solvente.

Obtenida la muestra se colocó durante 30 minutos en la estufa a una temperatura dada, transcurrido el tiempo se desmenuzó la muestra con espátula cuidando de no fracturar el agregado. Luego la muestra se redujo por cuarteo hasta obtener la cantidad a ensayar, que es entre 800 y 1000 gr.

El contenido de asfalto se obtuvo a partir de una relación entre el peso de la mezcla asfáltica antes de iniciar el proceso de centrifugado y el peso del agregado pétreo el cual se obtuvo después de haber sido sometida la muestra al proceso, es decir:

$$A = \frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} * 100$$

Con P1: el peso del plato (sin tapa) + peso del filtro.

P2: peso del plato (sin tapa) + peso del filtro + mezcla asfáltica; la mezcla se distribuyó de manera uniforme dentro del plato y se llevó a estufa hasta peso constante en ese momento se determinó P2.

P3: es el peso del plato (sin tapa)+peso papel de filtro+ agregado pétreo. Este valor se determinó con proceso de centrifugado donde se colocó la muestra a la cual se le incorporó una determinada cantidad de solvente. A medida que el solvente fue saliendo por el caño de descarga, se observó el color y se repitió el proceso hasta que el líquido desagotado dejó de presentar asfalto en su composición. En dicho momento se consideró finalizada la extracción del asfalto. Se dejó secar al aire hasta constancia de peso y se determinó así el valor P3. (Figura 6.37.b)

En el caso de la obra como solvente usan la nafta, el cual no se encuentra contemplado en la norma.



Figura 6.37: Ensayo de Composición de la mezcla- a) Muestra extraída de planta, b) Centrifuga



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

### Planilla de Ensayos (Carpeta)

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

FECHA: 7/7/2017

<b>Ensayo Rice</b> Formula $\frac{PMA}{(PKAE+PMA)-PKAEV}$		<b>Ensayo Recuperación de Asfalto (Centrifuga)</b> Formula $\frac{M - MR}{M * 100}$	
Kitasato Vacio (KV)	1354.0	Tara (T)	3294.0
Peso Kitasato con agua hasta enrase (PKAE)	3359.0	Tara + Material (TM)	4114.0
Peso Kitasato Vacio + Peso Material Aire (PKV+PMA)	2545.3	Tara + Material Recuperado (TMR)	3613.0
Peso Material Aire (PMA)	1048.0	Material (M)	820.0
Peso Kitasato con agua hasta enrase despues de efectuar vacio (PKAEV)	4000.0	Material Recuperado (MR)	775.0
<b>Rice</b>	<b>2.575</b>	Diferencia M-MR	45.0
		Recup.	<b>5.4</b>

Tabla 6.12: Resultado ensayo de Laboratorio- a) Densidad Rice, b) Contenido de Asfalto

Según la norma citada anteriormente, el control de la granulometría de la mezcla se debería realizar a los agregados obtenidos después de los sucesivos lavados.

En el caso particular de la obra lo que se hacía es la granulometría de lo que llamaban Pastón Blanco. El mismo se extrajo de la cinta o se hacía funcionar la planta con la bomba de asfalto cerrada, en ambos casos con consentimiento de la inspección. La inspección justificaba esta decisión expresando que el resultado dependería del cuarteo elegido, en el caso de hacerle la granulometría a la agregados obtenidos en el método de la centrifuga.

En el caso del Pastón blanco que se tomó de la cinta transportadora, presentó una curva bastante quebrada, discontinua y no cumplía con el entorno (Tabla 6.13). Dicha muestra no resultaba representativa, en mi opinión, debería hacerse la granulometría como indica la norma, de esa manera se podría determinar efectivamente la composición de los agregados de la mezcla colocada en el tramo.

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



OBRA: REHABILITACION R.P.N° 34  
 TRAMO: CAMINO ALTAS CUMBRES  
 PARA USO EN: CARPETA  
 MUESTRA : CINTA (PASTON BLANCO)  
 FECHA: 7/7/2017

Provincia: Cordoba

Trit. 6/19	Cantera "Cantesur"	43%
Trit. 0/6	Cantera "Cantesur"	50%
Arena Silioea	Cantera "El Diquesito"	7%

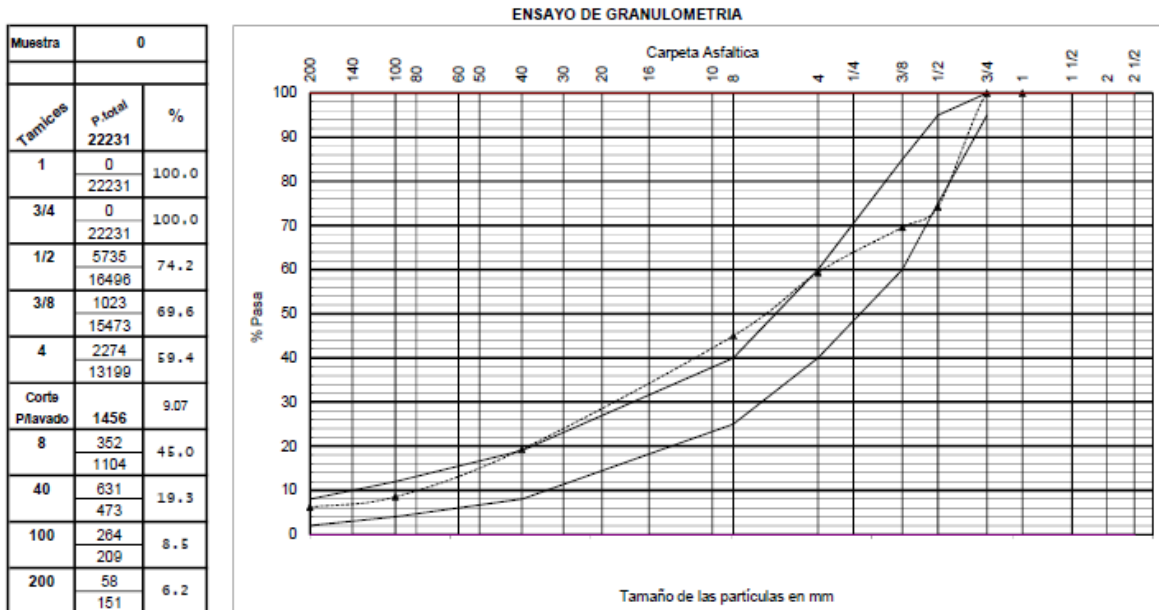


Tabla 6.13: Granulometría del Pastón Blanco

**Control de Calidad de la Mezcla:**

La resistencia de la mezcla se evaluó a partir de la estabilidad residual, empleando la norma VN-E32-67, el método mide la pérdida de la estabilidad Marshall por efecto del agua. Se comparó la estabilidad de una serie de probetas ensayadas con el método Marshall (VN-E9-86) con la estabilidad de las probetas las cuales previamente se encontraban sumergidas durante 24 hs.

Siendo estabilidad una medida de la carga en kg bajo la cual la probeta de dimensiones normalizadas cede o falla totalmente, se le aplica la carga de manera diametral. Entonces la estabilidad indicaba la resistencia de una mezcla a la deformación. Y la fluencia es la deformación total en mm que sufre la probeta desde que inicia la aplicación de la carga.

Los valores de estabilidad y fluencia contaban ambos con valores límites inferiores y superiores. Esto se debe a que valores muy altos de estabilidad Marshall y bajas de fluencia produce mezclas frágiles y rígidas, se fisuran con mayor facilidad en caso de producirse asentamientos en las capas inferiores. Mientras que valores elevados de fluencia implica mezclas plásticas lo que deriva en deformaciones mayores con cargas menores.

Se moldearon 6 probetas, de las cuales tres de ellas se ensayaron a estabilidad y fluencia por el método Marshall y las otras tres se les determinó su estabilidad después de ser sumergido en un baño de agua.

Además a todas las probetas se les debió determinar los parámetros volumétricos antes de realizarle los ensayos de rotura correspondientes (Tabla 6.14). Estos parámetros, previamente descriptos, son los siguientes: Densidad Marshall, Vacíos de

la Mezcla, Vacíos del Agregado Mineral y la Relación Betún Vacío. Los cuales dependen a su vez de la Densidad máxima teórica de la mezcla que se denomina Densidad de Rice (VN-E27-84) (Figura 6.38).

Las primeras tres probetas se ensayaron al día siguiente de su elaboración, sumergiéndolas en un baño de agua caliente a una temperatura aproximada de  $60^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por un período de 30 a 40 min (Figura 6.40.a). Se las ensayo aplicándole la carga de manera diametral con una prensa con aro dinamométrico, cuando la probeta alcanzaba la máxima carga se pudo observar un descenso en la aguja del dial de carga, se registra el máximo valor L1, en el mismo instante se leyó en el dial de deformación, la deformación total sufrida, el valor en mm indicara la fluencia. (Figura 6.40.b)

$$\text{Estabilidad } E(\text{kg}) = L1 * K1 * K2$$

Siendo L1 la lectura del dial de carga (mm/100), K1 el factor de equivalencia en Kg del Aro y K2 es un factor de corrección de la altura de la probeta para normalizar la misma, este valor se extrajo de tabla.



Figura 6.38: Densidad Rice - Elementos de laboratorio en el obrador

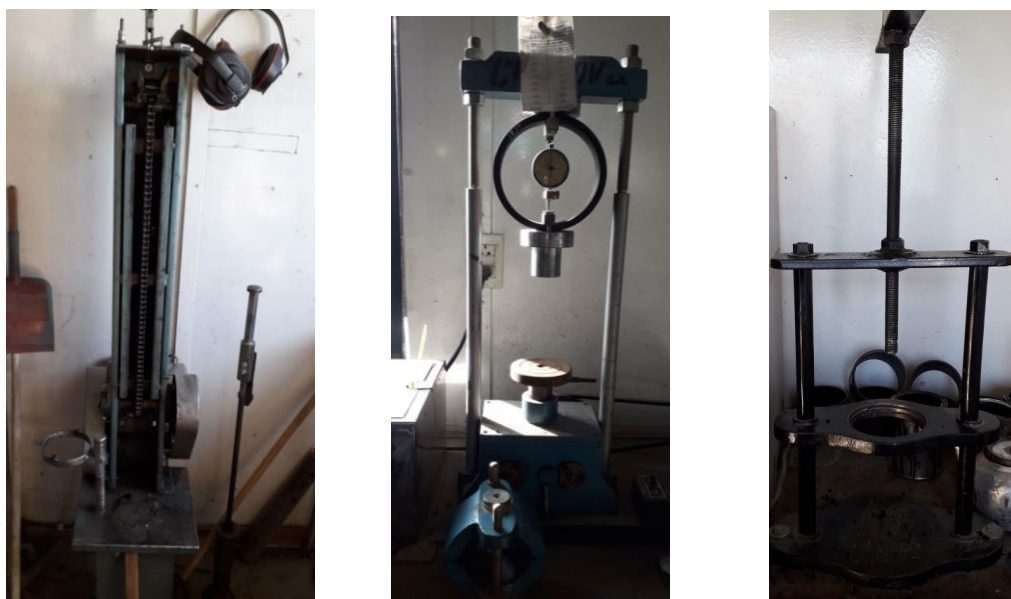


Figura 6.39: Instrumentos probetas de Asfalto - a) Pisón de Compactación Probeta, b) Prensa con Aro dinamométrico, c) Extractor de Probetas

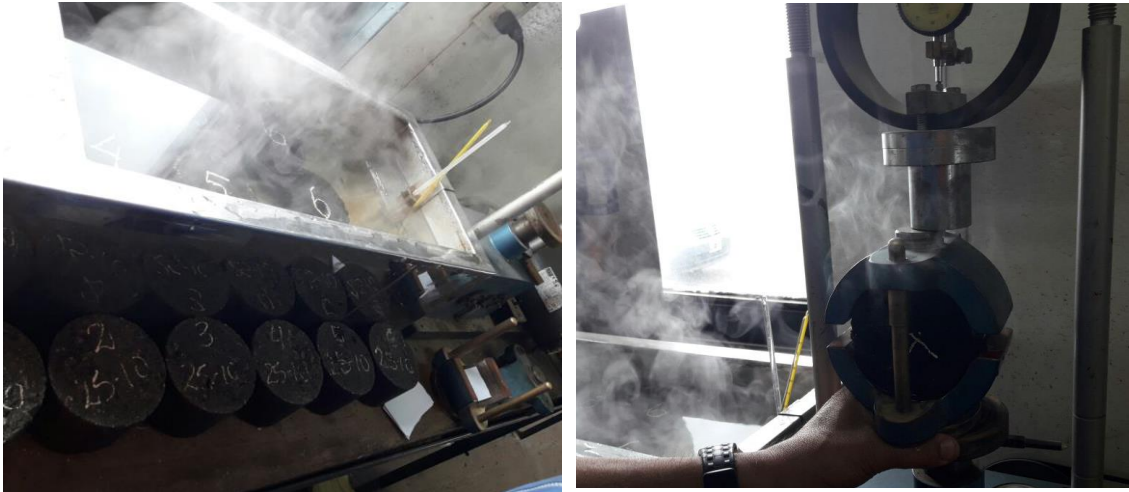


Figura 6.40: Ensayo de Estabilidad Residual - a) Probetas Sumergidas, b) Probeta sometida a Carga Diametral

El segundo grupo de probetas se sumergió en agua durante 24 hs con una temperatura constante de  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y luego se las ensayo de la misma forma, sometiendo las probetas a una carga diametral y se determinó su estabilidad, a estas probetas no se le calculó la fluencia.

A partir de los resultados obtenidos en ambos grupos de probetas se pudo calcular la estabilidad residual que presenta la mezcla. Siendo la estabilidad residual la relación, en porcentaje, entre la resistencia de las probeta sin encontrarse sumergidas en agua durante un período prolongado y la resistencia de las probetas luego de ser sometida al efecto del agua durante 24 hs.

$$\text{Indice de estabilidad residual} = \frac{S2}{S1} * 100$$

Con S1 el promedio de la estabilidad Marshall del primer grupo y S2 el promedio de la Estabilidad Marshall del segundo grupo de probetas.

Este índice dio a conocer la resistencia de la mezcla frente al impacto de los fenómenos climáticos, los efectos que ocasionaba el agua en la mezcla, la mezcla analizada como se observa en la Tabla 6.14, presentaba un índice de estabilidad residual del 98,2%.





**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

## MARSHALL CARPETA

### Determinación de Estabilidad Residual

(Norma V. N. - E32 - 67)

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34

Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha : 07/07/2017

Probeta N°	Fecha	% C.A.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
			Peso al aire	Peso al aire sat. s.s.	Peso sumergido	Volumen	Densidad Marshall	P.E. Teórico RICE	Vacíos Residuales	Vacíos llenos de asfalto	Vacíos agregado mineral	Relación Betún Vacíos	Lectura dial de carga	Estabilidad	Altura de probeta	Factor de corrección	Estabilidad corregida	Lectura dial de Deform.	Relación Estabilidad Fluencia	
			gr	gr	gr	cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	%	%	%	%	mm/100	kg	cm		kg	mm	kg/cm	
			(2-3)	(1/4)		(6-5)*100%	(5*C.A.)	(7+8)	(8/9*100)						12*14		15/16			
1	7/7/2017	5.4	1256	1243	734	509	2.468	2.570	3.99	13.3	17.3	77.0	110	1363	6.32	1.028	1401	2.7	5189	
2	7/7/2017	5.4	1256	1244	734	510	2.463	2.570	4.17	13.3	17.5	76.1	120	1487	6.34	1.028	1528	2.0	7642	
3	7/7/2017	5.4	1259	1243	733	510	2.469	2.570	3.94	13.3	17.3	77.2	115	1425	6.31	1.018	1450	2.5	5802	
							2.466		4.03			76.8					1460	2.4	6211	
4	7/7/2017	5.4	1258	1246	734	512	2.457	2.570	4.40	13.3	17.7	75.1	118	1462	6.36	1.028	1503			
5	7/7/2017	5.4	1252	1255	749	506	2.474	2.570	3.72	13.4	17.1	78.2	107	1326	6.25	1.028	1363			
6	7/7/2017	5.4	1256	1245	736	509	2.468	2.570	3.99	13.3	17.3	77.0	112	1388	6.29	1.034	1435			
<b>PROMEDIOS</b>							2.466		4.03			76.8						1434		
<b>MATERIAL</b>			<b>PROCEDENCIA</b>						<b>PORCENTAJE</b>			<b>OBSERVACIONES</b>								
Basalto Triturado 6-19			Cantera Cantesur						40.70			Factor de calibración Aro 12.39 Kg/div								
Arena Triturada 0/6			Cantera Cantesur						47.30											
Arena Silicea			Cantera El Diquecito						6.60			Estabilidad Residual (%) 98.19								
Cemento Asfáltico			Alfasol AM - Y.P.F						5.40											
Aditivo			ESMUL "A"						1 X 1000			Laboratorio : claudio barrios								

Tabla 6.14: Ensayo Estabilidad Residual de la Mezcla

Control carpeta terminada:

A demás se controló tanto el grado de compactación como el espesor de la carpeta, para ello se extrajo probetas (testigos) del pavimento terminado, usando la máquina extractora de testigo la cual tiene diámetro normalizado y el espesor del pavimento (Figura 6.41).

El espesor se determinó por medición directa con un calibre como el promedio de tres lecturas de la altura del testigo. Y El grado de compactación de la carpeta terminada se obtuvo de la comparación de la densidad obtenida en obra y el promedio de la densidad Marshall obtenida del grupo de probetas analizadas a estabilidad sin ser sumergidas durante 24 hs.

Para calcular el peso unitario de los testigos se utilizó la Norma VN-E12-67, lo primero que se hizo fue saturar el testigo, para ello se lo sumergió en agua a temperatura ambiente por un tiempo superior a una hora. Transcurrido el mismo se determinó el volumen del testigo en función del principio de Arquímedes, se colgó el mismo en el gancho ubicado en la balanza mediante un hilo y se lo sumergió en un recipiente con agua, lo que permitió determinar el volumen de agua desplazada.

$$d = \frac{Ps}{Ph - Pi}$$

Siendo d: la densidad obtenida en el tramo (g/cm<sup>3</sup>), Ps: peso en el aire de la probeta seca, (Ph-Pi): volumen del testigo, Ph: peso en aire del testigo saturada con agua, Pi: peso del testigo sumergida en agua

Finalmente el grado de compactación se determinó con el uso de la siguiente formula:

$$C(\%) = \frac{d}{DM} * 100$$

Siendo d: la densidad obtenida en el tramo (g/cm<sup>3</sup>) y DM: la densidad Marshall

La densidad a obtener en obra debía ser como mínimo el 98% de la densidad Marshall obtenida en laboratorio. (Tabla 6.15)



Figura 6.41: Probetas de Asfalto a ensayar y Testigos de la Carpeta de Rodamiento



Ruta:  
Tramo:

Testigos de Carpeta  
REHABILITACION R.P.N° 34  
CAMINO ALTAS CUMBRES

N°	Fecha	Progresiva	Lado	Espesor mm.	Peso gr.	Volumen cm <sup>3</sup>	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Dens Marshall gr/cm <sup>3</sup>	Dens. Obtenida %	Tenor de Asfalto %
Tramo : 69+910 - 69+282										
1	07/07/17	69+800	II	6.22	1281	472	2.714	2.489	109.0	5.5
2	07/07/17	69+700	IC	5.38	1106	505	2.190	2.489	88.0	5.5
3	07/07/17	69+600	IC	5.79	1164	433	2.688	2.489	108.0	5.5
4	07/07/17	69+500	II	5.15	1038	513	2.023	2.489	81.3	5.5
5	07/07/17	69+400	IC	6.51	1292	513	2.519	2.489	101.2	5.5
6										

Tabla 6.15: Densidad de la Carpeta de Rodamiento

#### 6.4.6 Certificación

La inspección verificaba que el espesor de la capa sea de 6 cm, para ello se midió a partir de la extracción de testigos. Además se verificó la composición de la mezcla y la densidad de la carpeta de sea superior al 98 % de la densidad Marshall. Las tareas realizadas se computaron por tonelada (tn) de mezcla asfáltica provista, puesta en camino y aprobada.

De no cumplirse alguno de las verificación; composición, estabilidad remanente, espesor o compactación, el tramo queda sujeto a las decisiones de Vialidad. En el caso de que la estabilidad residual sea inferior al 65%, la inspección rechazaba el tramo y de comprenderse el índice entre el 65% y 75% el tramo quedaba en observación. Índices de compactación promedios del tramo por debajo del 90% implicaban el rechazo del tramo y entre 90-98% significaba que el tramo estaba en observación.

#### 6.5 DEMARCACIÓN Y SEÑALIZACIÓN:

Es importante planificar las señales informativas que se les debió proveer a los usuarios de la ruta, tanto la señalización permanente la cual se dispuso una vez finalizada la obra como la señalización transitoria. Esta última tuvo que acompañar el avance de la obra de manera de tener informado al usuario del estado actual de la ruta y contribuir a la seguridad en todo momento tanto del usuario, de la vía como del personal que se encontraba trabajando. Las dos señalizaciones debieron cumplir con la Ley Nacional N° 24449 - "Ley de Tránsito"

Tanto la demarcación horizontal como la señalización permanente se encontraban terciarizados. Esta tarea fue encargada a la empresa VAWA, la cual se dedica a la señalización vial.

**6.5.1 Señalización de obra en construcción:**

Para garantizar la seguridad de los usuarios y del personal de la obra, durante todo el tiempo en el cual la función normal de la calzada se ve modificada y en el caso de la obra, tramos suspendidos, se debió realizar una adecuada demarcación y señalización de la zona de trabajo para un control del tránsito. El responsable de esto fue la empresa, su conservación y actualización, la misma se encontraba regida en la Ley N° 24449 en el anexo L “Sistema de Señalización Vial Uniforme” - Decreto 779/95.

Como en la obra se trabajaba sobre ambas manos de la calzada, se llevaba a cabo las aperturas de las banquetas lo que permitía la circulación, aunque a una velocidad inferior a la de la vía. Para habilitar la circulación por banquina se procedió a sacar los carteles de señalización permanente existentes que se encontraban sobre banquina y con el uso de la motoniveladora se realizó la limpieza de la misma y un primer perfilado.



Secretaría de Obras Públicas  
Órgano de Control  
de Concesiones Viales

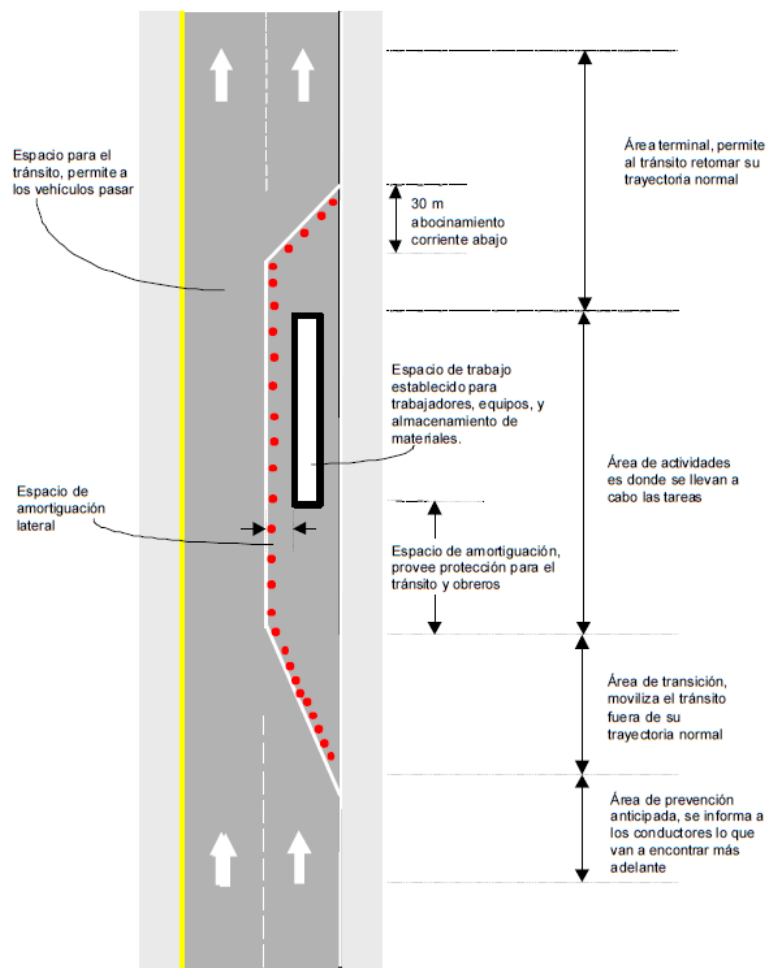


Figura N° II-1: Definición de los componentes de la zona de control temporal del tránsito.

Figura 6.42: Zonas de Control Temporal del Tránsito- Fuente: Secretaría de Obras Públicas, Órgano de control de concesiones viales

Para orientar a las personas y lograr la seguridad vial, se emplearon señales verticales, las mismas se pueden clasificar en señales reglamentarias, señales de precaución y de orientación.

Lo que implica que se reguló la circulación disminuyendo la velocidad, advirtiendo el peligro y guiando de manera eficiente y adecuada a los conductores. Las señales de obra se colocaban en lo que se conoce como área de prevención anticipada (Figura 6.42), en ella advertimos a los conductores con suficiente tiempo con que se encontraría más adelante, esta longitud es entre 750 y 1000mts. Aconsejan que la distancia entre las señales preventivas sea de aproximadamente 150 a 200mts, debido a la velocidad que lleva el vehículo y para no saturar de información al conductor. (Figura 6.43.a a Figura 6.44.b)



Figura 6.43: Señalización Transitoria- a) y b) Carteles de aviso de trabajo en Carpeta, c) Señalización de obra con Demarcación del Pavimento Provisoria

Llegando al área de trabajo se producía la transición o abocinamiento (Figura 6.42), en este punto se desvió de la calzada hacia las banquetas donde, de manera provisoria se debía circular, canalizando el desvío con conos y tambores de 200 lts. y al frente un banderillero el cual indicaba el desvío de circulación.

En aquellos casos cuando no se podían habilitar ambas banquetas para la circulación, como eran casos de curvas cerradas o lugares donde no existían banquetas debido a la topografía del lugar. Los banderilleros coordinaban el paso de los vehículos, gestionando un sistema de control de tránsito otorgando derecho de paso alternado primero en un sentido y luego, asegurando que el tramo se encuentra despejado, permitir el paso en otro sentido. Para ello los banderilleros se comunicaban a través

de radio transmisores, y en aquellos puntos donde la señal se veía interrumpida por la presencia de montañas, se le otorgaba al último auto de un sentido una bandera la cual debía entregársela al banderillero y este último le permitía el paso al otro sentido.



Figura 6.44: Señalización Transitoria- a) Presencia de Banderillero, b) Obreros Trabajando

Manual de Señalización Transitoria

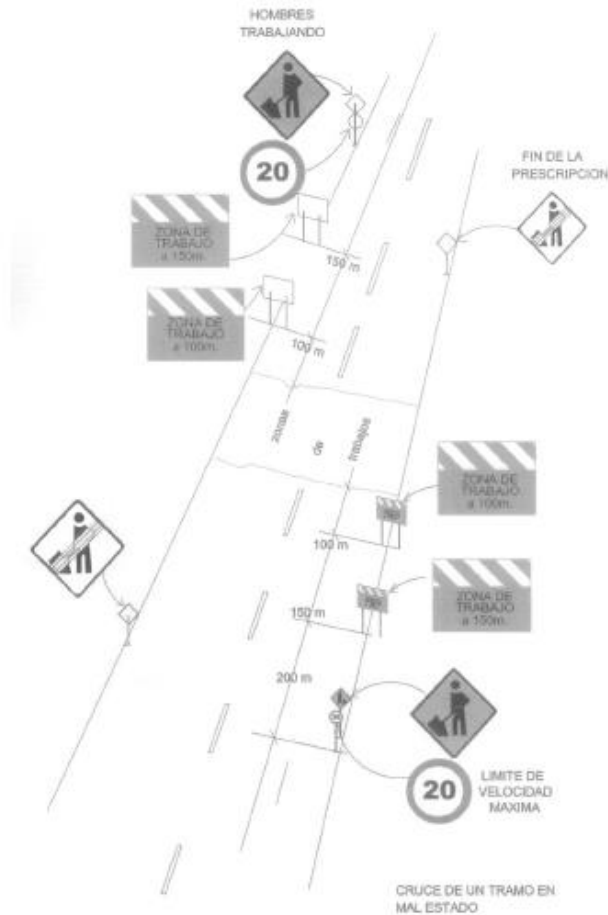


Figura 6.45: Colocación de las Señalizaciones Transitorias- Fuente: Manual de señalización Transitoria D.V.B.A

### **6.5.2 Demarcación Horizontal**

Son marcas viales en la calzada, las cuales componen las señales de tránsito, que tienen como objetivo el de canalizar y orientar el tránsito, y además contribuye a la seguridad mejorando la visión. Transmite órdenes, advierte determinadas circunstancias e indica zonas con determinadas acciones prohibidas (adelantamiento).

El material utilizado, pintura a base de resina acrílica, en la demarcación en frío debe ser antideslizante, resistente y de un espesor no mayor a 5mm, además sobre el eje se aplican las tachas reflectivas.

Al ser la demarcación un ítem que se encuentre subcontratado, se contactó para que la empresa realice el trabajo, después de que las motoniveladoras llevaran a cabo el calzado y perfilado de la banquina, ya que las cuchillas de estas podían raspar el borde y en consecuencia quitar la pintura de la demarcación.

A medida que se iba ejecutando la carpeta asfáltica una vez finalizada la compactación y extracción de testigos, se procedía a hacer una demarcación provisoria con una pintura con base acrílica en el eje y en los bordes de la calzada (Figura 6.43.c). Esto se llevaba a cabo para que durante la noche los conductores de los vehículos se guiaran en la calzada nueva.

### **6.5.3 Señalización Vertical**

Las señales de tránsito componen el sistema de tránsito en los laterales del camino, deben ser uniformes en su diseño (forma, color, textos), posición y aplicación para ser reconocidas y entendidas de manera instantánea.

Las mismas se clasifican, según el mensaje, en reglamentarias, preventivas e informativas. Las reglamentarias transmiten órdenes específicas de cumplimiento obligatorio, son las señales de prohibición, restricción y prioridad. Las preventivas informan la proximidad de una circunstancia anormal en el camino como son las señales de advertencia de peligro, señales de características de la vía, en el caso de la obra son las que más abundan debido a peligros por la existencia de curvas y posibles desmoronamientos. Finalmente las señales informativas son aquellas que identifican, orientan, suministran información sobre la navegación, señales de situación, destinos e información turística.

Las señales se colocaron a una distancia de 4,00 m como mínimo, desde el borde de calzada hasta el poste de la señal cuando el lugar lo permite.

Como se comentó anteriormente, se le confiere el ítem de señalización a otra empresa, en lo que se refiere a la práctica se confeccionó una tabla de señales las cuales se le entregó a dicha empresa (Tabla 6.16), colocando ubicación de la imagen usando las progresivas y el sentido de circulación para la señal, junto con el código usado por la D.P.V y las características de la misma. Esta información a su vez, fue analizada, y corregida por el equipo técnico de la empresa terciarizada.

Obra: Rehabilitación Ruta Provincial N° 34  
Tramo: Mina Clavero - Engadine Ruta Prov. E96  
Dpto.: Posilla y San Alberto  
Exp.: 045-01640/0113



**SEÑALIZACIÓN VERTICAL**  
(TRAMO 58300-71400)

Ubicación	sentido de Circulación		Alt. básica	Mensaje		Codigo DPV
	Asc.	Desc.		IZQUIERDA	DERECHA	
58300	x		1.80			R305
58300	x		1.80			P13a
58600	x		1.80			I101a
58800	x		1.80			I101a
59600	x		1.80			P13a
59850		x	1.80			R305
59950		x	1.80			I101a
60150		x	1.80			I101a

60350		x	1.80			P13a
60500	x		1.80			P13a
60600	x		1.80			P13b
60750		x	1.80			P13b
61100	x		1.80			I-111
61300		x	1.80			P13b
61600	x		1.80			P13a
61750		x	1.80			P13a

Tabla 6.16: Señalización Vertical a Colocar- Prog. 58+300 a 61+700

## 6.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS:

### 6.6.1 Ejecución de dren:

En el tramo analizado se ejecutaron un total de tres drenes, los mismos se encontraban en la progresiva 65+625, 65+800 y 66+550, contaban con espesores que van desde los 50cm a los 70cm, esto dependía de la profundidad de excavación necesaria a alcanzar, condicionado por el perfil del terreno y la humedad que se observaba en el suelo durante la excavación. El ancho de los mismos se determinó a partir de la visualización de la posición y características de las fisuras, además de lo que se podía observar en los cortes de las montañas como ser líneas de humedad o líneas de escurrimiento de agua de lluvia.

El agua provoca daños en los pavimentos, como son el debilitamiento de las capas y la degradación de los materiales. Una de las principales fuentes de agua en la obra son las filtraciones desde los terrenos más altos en los cortes de las montañas, aparecen lo que se conocen como Vertientes, estas no eran identificable en época de estiaje, mientras que en épocas de lluvia se pudo ver su origen.

La solución que se encontró es la realización de una capa permeable o dren, donde se presentaban problemas debido al agua. Es un tipo de drenaje interno y la función es eliminar el agua de filtración que se conducen a través del pavimento, previniendo los



fenómenos de erosión interna. Es una capa sin fines estructurales que se colocó debajo de la base de suelo cemento, la misma se encontraba constituida por un material granular de graduación abierta lo que constituyó un material filtrante y con una determinada pendiente transversal permitiendo drenar el agua proveniente de la vertiente. (Figura 6.46)

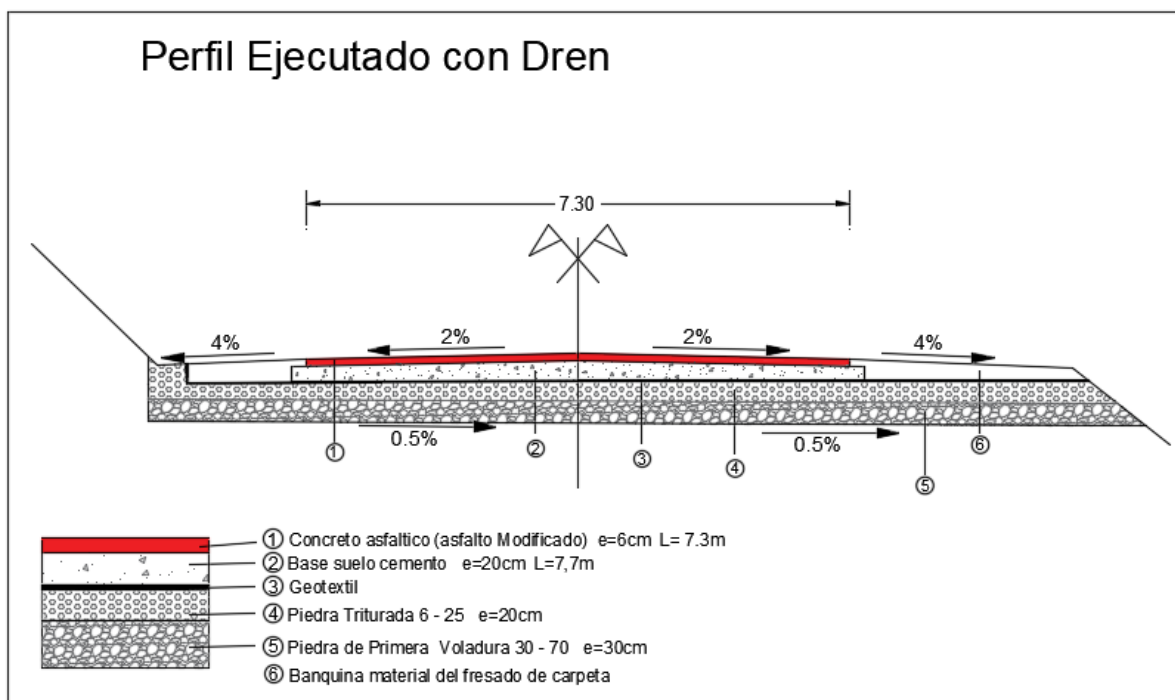


Figura 6.46: Perfil Transversal Calzada con Dren

### Antecedentes de Ejecución

El pavimento nuevo presentaba fisuras transversales a la calzada (Figura 6.47.a), estas se ubicaban de manera aisladas en los bordes de calzada y no formaban celdas, las cuales no podían ser atribuidas a fatiga debido a que el mismo se encontraba con escaso tiempo de ejecución.

Para poder identificar los problemas se procedió a remover una sección de la carpeta de asfalto en donde se encontraba las fisuras aserrando el mismo, y se realizaron extracciones de testigos de la carpeta junto con la base de suelo cemento.

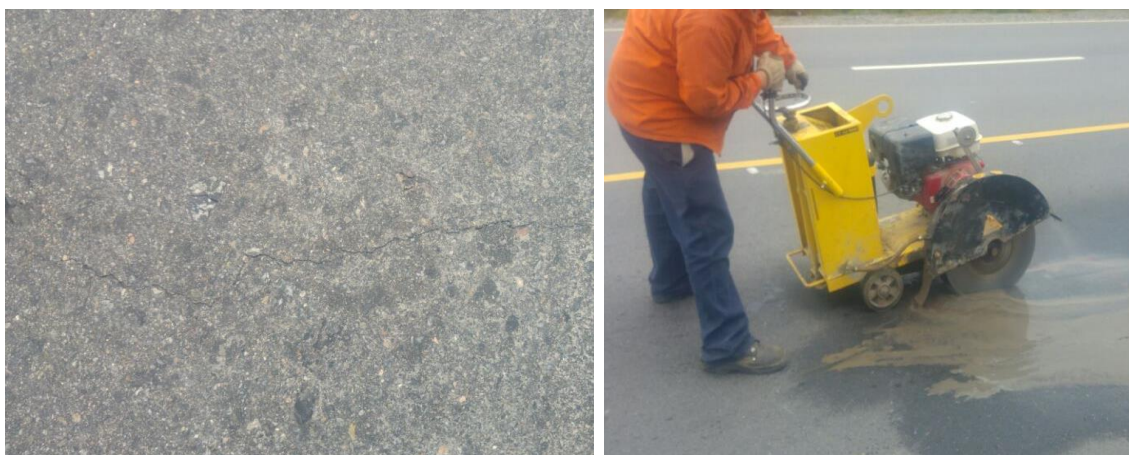


Figura 6.47: Ejecución del Dren- a) Fisuras en el Pavimento, b) Aserrado de la Carpeta de Rodamiento



Figura 6.48: Ejecución del Dren- a) Limpieza de la superficie aserrada, b) extracción de testigos Base, c) testigos del pavimento, d) Testigo con fisuras en suelo cemento

Se determinó que la base se vio afectada por la presencia de agua, produciéndose un arrastre del material ligante, la presión del agua removi6 los finos provocando la erosión de la capa. Una vez fisurado el suelo cemento, se reflejó en el concreto asfáltico acusando la pérdida de su capacidad para soportar cargas. (Figura 6.48.c y Figura 6.48.d)

Se determinó que la solución debía ser la ejecución de drenes en aquellas progresivas que presentaban estas características con problemas de drenajes internos.

#### Equipo

Para poder realizar el dren se necesit6 disponer de excavadora debido a la profundidad para ejecutar el mismo, la cantidad de material a remover y la necesidad de ejecutarlo en el menor tiempo posible.

La excavadora Volvo modelo "EC330B" (Figura 6.49), debió pedirse a otra obra de la misma empresa por lo que se realizó una planificación de manera que en la misma semana se llevaran a cabo los tres drenes programados.

Cuenta con las siguientes especificaciones relevantes: su máxima fuerza de tracción es de 26,2 tn, tiene una longitud máxima de excavación en el suelo de 10,25 m, y la profundidad máxima de excavación de 6,72 m, una altura máxima de corte de 10,07 m y una cuchara de 1,5 t/m<sup>3</sup>



Figura 6.49: Excavadora Volvo EC330B

### **Método Constructivo**

Para poder ejecutar el dren de la progresiva 66+550, se participó en la realización de una adecuada programación de las actividades de apertura de la excavación y la construcción del mismo de manera que su ejecución fuera lo más eficiente y en menor periodo de tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones y disminuir los riesgos a accidentes que se pudieran realizar durante la ejecución, tanto del personal como de terceros.

### **Materiales:**

El dren está compuesto por dos capas drenantes, constituidas de material granular, la capa inferior cuenta con un espesor promedio de 30 cm formado por Piedra de primera voladura 70-30 con tamaños comprendidos entre el tamiz de setenta y cinco mm (3") y el tamiz de treinta y dos mm ( 1 ¼").

La capa superior cuenta con un espesor promedio de 20 cm formado por piedra triturada 6-25 comprendido entre el tamiz de veinticinco mm (1") y el tamiz N4 (4,76 mm)

Para estas capas, no se requirió ninguna graduación y las partículas podían ser tanto angulares o redondeadas, en el caso de la obra se prefirió las piedras de cantera y no los cantos rodados por su economía y facilidad de adquirirlos.

Se realizaron dos acopios, en el tramo, en explanadas preparadas, para que se encontraran a una distancia cercana del lugar donde se efectuó el dren para agilizar los tiempos en el traslado del material y no movilizarlos desde el obrador.(Figura 6.50)



Figura 6.50: Acopio Material 6-25

#### Preparación del Terreno:

Se realizó los levantamientos de datos topográficos necesarios. Fijándose así la localización del dren en el terreno y sus dimensiones en ancho, dirección transversal a la calzada, el cual cubrió la calzada y parte de banquina. El dren contaba con un ancho de 12,3 m y una longitud de 15 metros, la cual contiene el ancho de la vertiente, el efecto de humedad en la base y además a ambos lados se le proveyó de un espacio mayor al necesario.

Delimitada la zona de trabajo, se procedió a quitar el asfalto existente con la fresadora, tarea que se llevó a cabo el día anterior. Los bordes exteriores de la excavación se delimitaron de manera precisa con estacas, medidos con estación total.

#### Excavación:

Ubicada la excavadora en un lugar seguro, se removió el suelo existente hasta la profundidad de 70-80 cm, la misma se realizó con las dimensiones de la superficie acordada con la inspección y se decidió propiciarle una pendiente de 0,5% para poder permitir el escurrimiento del agua a baja velocidad, evitando que la misma erosione el material granular. Se tuvo en cuenta que: las paredes de las excavación debían ser lo más verticales posibles y la superficie del fondo eran lo más uniforme posible evitando que quede material suelto que pueda afectar la estructura superior del pavimento. (Figura 6.51.a y Figura 6.51.b)



Figura 6.51: Ejecución del Dren- a) Excavación del suelo y delimitación de la zona, b) excavación del suelo

Colocación el material drenante:

El material drenante se colocó en la excavación en capas. Utilizando la excavadora y la pala mecánica para depositar el material, la altura de caída de éste no podía ser superior de un metro para evitar el desgaste del material por golpe. Las capas permeables al ser compuestas por grava, no fue necesaria realizarle la compactación por las características propias de material y la consideración de que no es una capa estructural, por lo que los operarios de los equipos lo debieron acomodar, lo mas uniforme y compacta posible.

Primero se colocó la piedra de primera voladura 30-70, la que tiene por función evitar el proceso de ascensión capilar al estar constituido por materiales con huecos de mayor tamaño del que permitiría dicha elevación. Para ello los topógrafos colocaron las estacas de carga las que definieron el espesor y con ello la cantidad de material a colocar. La piedra 30-70 cuenta con una densidad de  $1,3 \text{ Tn/m}^3$  por lo que para la ejecución de la primera capa del dren detallado, se necesitó de un total de 72tn de dicho material.

Una vez colocado el material y controlada la compactación de manera visual de la capa ejecutada se procedió con la misma metodología a ejecutar la segunda capa drenante compuesta de piedra triturada (6-25), con una densidad de  $2,5\text{tn/m}^3$  por lo que se necesitó para su ejecución una total de 140tn. (Figura 6.52.a)



Figura 6.52: Colocación de Materiales- a) Material granular 6-25, b) extensión geotextil

Luego de ejecutadas las capas drenante se colocó un geotextil cuya función es contener los finos que se encuentren por encima de él, de manera que estos, perteneciente a la base de suelo cemento, no contaminen el dren y llenen los espacios vacíos por donde se pretende que se desplace el agua. Lo que implicaba que para evitar la migración de los finos el geotextil debía tener una abertura aparente con un valor máximo adecuado para retener el suelo, cumpliendo simultáneamente con un valor mínimo admisible de permeabilidad. En las juntas los geotextiles debieron solaparse, garantizando que toda la superficie quedara cubierta con el material. (Figura 6.52.b)

Base suelo cemento:

Colocado el geotextil en su posición, se comenzó a distribuir el material de la base 0-20 para poder ejecutar el suelo cemento de 20 cm de espesor y tapar el dren. Se consideró que al tener puntas de carbono la máquina reclamadora no debía usarse para realizar el reciclado del suelo cemento sobre el dren. Entonces para no correr el

riesgo de que se rompiera el geotextil, se llevó a cabo el movimiento del suelo con las motoniveladoras. (Figura 6.53.a y Figura 6.53.b)

Las demás actividades de construcción de las capas estructurales se ejecutaron de manera regular.



Figura 6.53: Ejecución de Base Granular a) y b) Extensión de la base con motoniveladora

### **6.6.2 Distribución de Asfalto con Motoniveladora**

En los pliegos se encontraba contemplado el uso de la motoniveladora para distribución de la mezcla asfáltica, para actividades como la ejecución de recubrimientos superficiales de pequeño espesor. En la obra contempló la ejecución de un acceso de aproximadamente 100 mts desde 67+900 a 68+000 hacia el Parador “Fundación Cóndor”. El que se encuentra ubicado sobre una curva, esta es cerrada y los usuarios de la ruta al intentar salir de la misma para ingresar al establecimiento lo realizaban de manera brusca entorpeciendo el tráfico y pudiendo generar accidentes por lo que la inspección determinó hacer un “acceso” al mismo. Para su ejecución al no tener condiciones de espesor, el mismo se realizó con motoniveladora.

Para llevar a cabo el recubrimiento de la superficie lo primero que se debió hacer es preparar la misma, para ello se pasó la barredora para limpiar y dejarla en condiciones, siendo apta para recibir un riego de liga con una proporción de 0,7 l/m<sup>2</sup>, el cual era inferior a la proporción que se usaba para la ejecución de la carpeta de rodamiento.

Se utilizó la fórmula de la mezcla asfáltica que se usaba para la carpeta de rodamiento, se realizó en la planta y se transportada al lugar en camiones con caja volcadora quienes lo depositaron sobre la superficie de manera directa (Figura 6.54.a). Para poder hacer la distribución, la mezcla contaba con temperaturas inferiores a los 145°C, por lo que de haberlo realizado con terminadora se debería haber desechado.

El equipo de motoniveladora se encargó de distribuir la mezcla de la manera más uniforme y es el motoniveladorista quien perfiló la superficie y le dio un espesor aproximado. (Figura 6.54.b y Figura 6.55.a)

Una vez distribuido el concreto asfáltico se procedió a compactarlo con el uso de rodillos neumáticos. No se puede controlar la densidad debido al pequeño espesor, por ello la compactación se realizó de acuerdo a instrucciones de la inspección. (Figura 6.55.b)

Para poder certificar este ítem, se tuvo en cuenta la cantidad de toneladas de asfalto provisto, puesto y aprobado. En el caso de la superficie mencionada se computaron 57 tn.



Figura 6.54: Ejecución de Acceso- a) Colocación directa del asfalto sobre riego de imprimación, b) extensión de Mezcla Asfáltica con Motoniveladora



Figura 6.55: Ejecución de Acceso- a) Perfilado de Concreto asfáltico con motoniveladora, b) Compactación con rodillo Neumático

### 6.6.3 Perfilado y calzado de Banquina

Con el uso de la motoniveladora y el material de obtenido de las banquetas, se debió enrasar la banquina con el borde, lo que se conoce como calzarla, de manera de terminar de conformar el perfil transversal dándole a una distancia de 3 mts a cada lado del pavimento en aquellos lugares donde se pueda y una pendiente del 4%.

A lo largo del tramo quedaron depósitos de material fresados, acopios de los mismos, con el uso de la pala frontal, se cargó el material en los camiones volcadores los que fueron depositando en las banquetas el material y las motoniveladoras se encargaron de distribuirlo y darle el perfil a las banquetas, previo al descargue de los materiales se debió regar la superficie para reducir el levantamiento de polvo.

El calzado y perfilado de banquetas se certifica por longitud en kilómetros de esta actividad realizada.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1 CONCLUSIONES DE LAS TAREAS REALIZADAS

El objetivo de dicha obra, propuestos por Vialidad Provincial, se logró satisfactoriamente debido a que se pudo brindar un servicio de infraestructura vial que permitió una mejor conexión entre la región de Traslasierras con el valle de Punilla de Córdoba lo cual generara que los vehículos de viajes puedan llegar a sus destinos de una manera segura y rápida cuando circulen por la Obra ya Rehabilitada.

Dentro de la parte del proyecto, se aplicaron diversos conocimientos teóricos especialmente los conceptos topográficos para determinación de características de la ruta. En la parte de ejecución de obra, se abarcaron diversos contenidos de distintas materias lo cual fueron necesarios para realizar la construcción de los distintos elementos.

Aparte de los conocimientos teóricos y prácticos utilizados para esta obra, cabe destacar que el trabajo en equipo cuando se logra una buena relación entre los distintos participantes de la obra se puede obtener buenos resultados, ya sea con personales jerárquicos como el personal de obra, lo cual sirve como un complemento dentro de la formación ya sea como profesional y como personal. El jefe de obra debe logra una buena administración de los distintos recursos que tiene la obra, ya sea recursos materiales como humanos, para lograr minimizar los tiempos, disminuir errores y lograr un buena producción: Mantener una buena comunicación entre las distintas cuadrillas para coordinar los diferentes procesos que tiene cada cuadrilla para lograr trabajar en conjunto y no generar “Tiempos Muertos” con lo cual se reducen los costos que implica la obra; Además de relacionarse con el personal propio de la empresa, también se obtuvo una buena relación con el personal designado por Vialidad Provincial, lo cual permite una eficiente coordinación en las obras logrando en conjunto, con la empresa, una buena construcción, un buen control y en caso de problemas que pueden surgir durante la etapa de construcción, solucionarlo de una manera correcta.

Como sugerencia se podría haber planteado el uso de una capa de base negra entre la base de suelo cemento y la carpeta de rodamiento. Debido a que durante el periodo en que se realizó la práctica supervisada encontré inconvenientes los cuales pueden resultar por la falta de la existencia de la capa intermedia. El perfil al no contar con la base negra los errores constructivos que se pueden dar sobre la base reciclada la capa de rodamiento los acusa. De haberse realizado la base negra los baches o errores de depresión en la topografía se podrían corregir con mayor facilidad con esta capa. Y el beneficio que resultaba de eliminar esta capa con tiempos de ejecución menores se eliminaba al tener que controlar en cada perfil posible depresiones. Sumando a que se debía colocar mayor cantidad de material.

Para la ejecución de la base negra se podría haber planteado hacer la mezcla de la misma, con el uso de material proveniente del fresado y así realizar un reciclado de dicho material, aprovechando el mismo y usándolo como material de aporte. Lo que nos permitiría un mayor aprovechamiento del material recuperado en el fresado de la carpeta existente. Se deberá evaluar las características y propiedades de la mezcla con este material de aporte, incorporándole determinada cantidad de Cemento Asfáltico nuevo y agregados vírgenes. Lo que a su vez también beneficiaría en disminuir el espesor de la carpeta de rodamiento.



## **7.2 CONCLUSIONES DE PRÁCTICA SUPERVISADA**

Con referencia a la Práctica Supervisada, los objetivos propuestos en la materia fueron logrados debido a que se pudo realizar una experiencia de “campo” que colabore en afianzar los conocimientos que fueron dictados durante la carrera de ingeniería civil, logrando una importante inserción en el ámbito laboral por parte de la autora del informe. Varios de los conocimientos obtenidos “en campo” son de carácter más puntual que los explicados en el cursado regular de la carrera, lo cual provoca que las experiencias adquiridas expandan los conocimientos teóricos provocando un avance importante en la formación de los profesionales ya sea porque existen distintos métodos en construcción o porque surgieron un imprevisto debido al Clima o por otras causas; generando en el alumno la capacidad de resolución de problemas de manera rápida y eficaz.

Con respecto a las tareas realizadas, se logró una interrelación entre los conceptos teóricos, enseñados durante el Dictado de las distintas materias afines de la carrera, y los conceptos prácticos lo cual llevaron a entender mejor los distintos procesos que formaron parte de la obra en sí misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- “Apuntes de Clases de la Catedra de Transporte III”- Catedra de Transporte III (2016) - UNC
- Berardo, Baruzzi, Vanoli, Freire, Tartabini y Dapás -“*Principio de diseño Geométrico Vial*”- Tomo 1 y 2 (2009)
- Manual de rendimiento y especificaciones técnicas de las maquinarias: Hojas de Datos
  - Manual Fresadora marca WIRTGEN Modelo “W100”
  - Manual Motoniveladora marca Caterpillar Modelo “140 K”
  - Manual Pata de Cabra marca Planex Modelo “CVS 105-PT”
  - Manual Pata de Cabra marca HAMM Modelo “C3410”
  - Manual Rodillo Liso marca Caterpillar Modelo “CS533E”
  - Manual Extendedora marca BITELLI Modelo “BB650”
  - Manual Rodillo Liso marca HAMM Modelo “HD 110”
  - Manual Rodillo Neumático marca Tortone Modelo “RN 7.23”
  - Manual Rodillo Neumático marca HAMM Modelo “grw 280-10”
  - Manual Excavadora marca VOLVO Modelo “EC330B”
- Vialidad Nacional - “*Pliego General de Condiciones y Especificaciones Técnicas Generales*”- ( Versión 1979)
- Vialidad Nacional - “*Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* – ( Versión 1998)
- Instituto Mexicano del Transporte Secretaria de Comunicaciones y Transportes - “*Proceso de Remoción de Carpetas Asfálticas*” – ( Versión 1999)
- Vialidad Nacional - “*Pliego de especificaciones Técnicas Generales para concretos asfálticos en caliente y semicaliente de tipo densos, semidensos y gruesos*” - (Versión 2017)
- Comisión Permanente de Asfalto - “*Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Mezclas Asfálticas en Caliente Gruesas*” - (Versión 2010, Revisión 2015)
- Dirección de Vialidad de Buenos Aires (D.V.B.A) - “*Manual de Señalización Vial Transitoria*” – (Versión 2007)
- Vialidad Nacional - “*Manual de Señalamiento vertical*” – (Versión 2017)
- Ley N° 24449 - “*Ley de tránsito*”, Decreto 779/95 - Anexo L
- María Gabriela Alvarado Calle y Jamil Fernando Naranjo Cuesta - “*Diseño del subdrenaje vial en la vía de Tranca - Tambo Viejo de 3,6 km - Tesis Universidad de Cuenca*” - (2012)

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

**ANEXO**  
**I. PROYECTO**

A continuación se presenta las tablas y planos realizados en etapa de proyecto de un tramo de 1800mts.

PROYECTO RUTA 34										
PROGRESIVA	PEND. IZQ	B. IZQUIERDO	INT. IZQ	DIF.	EJE	DIF.	INT. DER	B. DERECHO	Dif.	PEND. DER
71525	6.45%	2988.651	2988.774		2988.896		2988.991	2989.086		-5.00%
71512.5	6.45%	2989.231	2989.343	-0.58	2989.476	-0.580	2989.571	2989.666	-0.5800	-5.00%
71500	6.43%	2989.791	2989.913	-0.56	2990.036	-0.559	2990.13025	2990.225	-0.5590	-4.99%
71487.5	6.42%	2990.392	2990.497	-0.601	2990.636	-0.601	2990.731	2990.826	-0.6010	-5.00%
71475	6.53%	2990.956	2991.08	-0.564	2991.204	-0.568	2991.3	2991.396	-0.5700	-5.05%
71462.5	6.45%	2991.546	2991.639	-0.59	2991.791	-0.587	2991.885	2991.979	-0.5830	-4.95%
71450	6.45%	2992.076	2992.199	-0.53	2992.321	-0.530	2992.416	2992.511	-0.5320	-5.00%
71437.5	6.45%	2992.651	2992.769	-0.575	2992.896	-0.575	2992.991	2993.086	-0.5750	-5.00%
71425	6.45%	2993.216	2993.339	-0.565	2993.461	-0.565	2993.556	2993.651	-0.5650	-5.00%
71412.5	6.45%	2993.766	2993.884	-0.55	2994.011	-0.550	2994.106	2994.201	-0.5500	-5.00%
71400	6.45%	2994.306	2994.429	-0.54	2994.551	-0.540	2994.646	2994.741	-0.5400	-5.00%
71387.5	6.45%	2994.846	2994.995	-0.54	2995.091	-0.540	2995.186	2995.281	-0.5400	-5.00%
71375	6.32%	2995.441	2995.561	-0.595	2995.681	-0.590	2995.776	2995.871	-0.5900	-5.00%
71362.5	6.45%	2996.006	2996.129	-0.565	2996.251	-0.570	2996.346	2996.441	-0.5700	-5.00%
71350	6.45%	2996.59	2996.713	-0.584	2996.835	-0.584	2996.935	2997.035	-0.5940	-5.26%
71337.5	6.32%	2997.145	2997.265	-0.555	2997.385	-0.550	2997.495	2997.605	-0.5700	-5.79%
71325	6.32%	2997.695	2997.815	-0.55	2997.935	-0.550	2998.049	2998.163	-0.5580	-6.00%
71312.5	6.32%	2998.295	2998.415	-0.6	2998.535	-0.600	2998.65	2998.765	-0.6020	-6.05%
71300	6.32%	2998.86	2998.98	-0.565	2999.100	-0.565	2999.215	2999.33	-0.5650	-6.05%
71287.5	6.32%	2999.405	2999.525	-0.545	2999.645	-0.545	2999.76	2999.875	-0.5450	-6.05%
71275	6.32%	3000.005	3000.125	-0.6	3000.245	-0.600	3000.36	3000.475	-0.6000	-6.05%
71262.5	6.05%	3000.58	3000.695	-0.575	3000.810	-0.565	3000.915	3001.02	-0.5450	-5.53%
71250	5.79%	3001.16	3001.27	-0.58	3001.380	-0.570	3001.485	3001.59	-0.5700	-5.53%
71237.5	5.26%	3001.69	3001.79	-0.53	3001.890	-0.510	3001.995	3002.1	-0.5100	-5.53%
71225	5.11%	3002.24	3002.337	-0.55	3002.434	-0.544	3002.5395	3002.645	-0.5450	-5.55%
71212.5	5.11%	3002.814	3002.911	-0.574	3003.008	-0.574	3003.1125	3003.217	-0.5720	-5.50%
71200	5.13%	3003.415	3003.513	-0.601	3003.610	-0.602	3003.715	3003.82	-0.6030	-5.53%
71187.5	5.13%	3003.995	3004.093	-0.58	3004.190	-0.580	3004.295	3004.4	-0.5800	-5.53%
71175	5.13%	3004.56	3004.658	-0.565	3004.755	-0.565	3004.855	3004.955	-0.5550	-5.26%
71162.5	5.13%	3005.125	3005.225	-0.565	3005.320	-0.565	3005.415	3005.51	-0.5550	-5.00%
71150	5.13%	3005.695	3005.793	-0.57	3005.890	-0.570	3005.9825	3006.075	-0.5650	-4.87%
71137.5	5.13%	3006.26	3006.367	-0.565	3006.455	-0.565	3006.5475	3006.64	-0.5650	-4.87%
71125	5.13%	3006.844	3006.942	-0.584	3007.039	-0.584	3007.1265	3007.214	-0.5740	-4.61%
71112.5	4.61%	3007.399	3007.538	-0.555	3007.574	-0.535	3007.644	3007.714	-0.5000	-3.68%
71100	3.95%	3008.059	3008.134	-0.66	3008.209	-0.635	3008.2655	3008.322	-0.6080	-2.97%
71087.5	3.29%	3008.699	3008.72	-0.64	3008.824	-0.615	3008.864	3008.904	-0.5820	-2.11%
71075	2.76%	3009.254	3009.307	-0.555	3009.359	-0.535	3009.3915	3009.424	-0.5200	-1.71%
71062.5	2.63%	3009.849	3009.92	-0.595	3009.949	-0.590	3009.9665	3009.984	-0.5600	-0.92%
71050	2.37%	3010.489	3010.534	-0.64	3010.579	-0.630	3010.573	3010.567	-0.5830	0.32%
71037.5	2.08%	3011.044	3011.098	-0.555	3011.123	-0.544	3011.106	3011.089	-0.5220	0.89%
71025	1.97%	3011.624	3011.662	-0.58	3011.699	-0.576	3011.6715	3011.644	-0.5550	1.45%
71012.5	2.11%	3012.159	3012.187	-0.535	3012.239	-0.540	3012.199	3012.159	-0.5150	2.11%
71000	2.00%	3012.674	3012.712	-0.515	3012.750	-0.511	3012.702	3012.654	-0.4950	2.53%
70987.5	1.84%	3013.154	3013.174	-0.48	3013.224	-0.474	3013.1665	3013.109	-0.4550	3.03%
70975	1.18%	3013.614	3013.637	-0.46	3013.659	-0.435	3013.5915	3013.524	-0.4150	3.55%
70962.5	0.79%	3014.054	3014.069	-0.44	3014.084	-0.425	3014.009	3013.934	-0.4100	3.95%
70950	0.39%	3014.484	3014.492	-0.43	3014.499	-0.415	3014.4165	3014.334	-0.4000	4.34%
70937.5	-0.26%	3014.899	3014.894	-0.415	3014.889	-0.390	3014.7965	3014.704	-0.3700	4.87%
70925	-1.58%	3015.31	3015.28	-0.411	3015.250	-0.361	3015.158	3015.066	-0.3620	4.84%
70912.5	-1.84%	3015.636	3015.601	-0.326	3015.566	-0.316	3015.471	3015.376	-0.3100	5.00%
70900	-2.11%	3015.896	3015.856	-0.26	3015.816	-0.250	3015.721	3015.626	-0.2500	5.00%

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

70887.5	-2.37%	3016.146	3016.101	-0.25	3016.056	-0.240	3015.9595	3015.863	-0.2370	5.08%
70875	-2.42%	3016.383	3016.337	-0.237	3016.291	-0.235	3016.196	3016.101	-0.2380	5.00%
70862.5	-2.76%	3016.616	3016.564	-0.233	3016.511	-0.220	3016.416	3016.321	-0.2200	5.00%
70850	-3.03%	3016.776	3016.719	-0.16	3016.661	-0.150	3016.566	3016.471	-0.1500	5.00%
70837.5	-3.42%	3016.911	3016.846	-0.135	3016.781	-0.120	3016.686	3016.591	-0.1200	5.00%
70825	-3.68%	3017.021	3016.951	-0.11	3016.881	-0.100	3016.786	3016.691	-0.1000	5.00%
70812.5	-4.08%	3017.141	3017.064	-0.12	3016.986	-0.105	3016.891	3016.796	-0.1050	5.00%
70800	-4.08%	3017.236	3017.159	-0.095	3017.081	-0.095	3016.986	3016.891	-0.0950	5.00%
70787.5	-4.08%	3017.336	3017.259	-0.1	3017.181	-0.100	3017.086	3016.991	-0.1000	5.00%
70775	-4.08%	3017.396	3017.319	-0.06	3017.241	-0.060	3017.146	3017.051	-0.0600	5.00%
70762.5	-4.08%	3017.471	3017.404	-0.075	3017.316	-0.075	3017.221	3017.126	-0.0750	5.00%
70750	-4.08%	3017.566	3017.489	-0.095	3017.411	-0.095	3017.316	3017.221	-0.0950	5.00%
70737.5	-3.61%	3017.664	3017.589	-0.098	3017.527	-0.116	3017.437	3017.347	-0.1260	4.74%
70725	-3.16%	3017.749	3017.689	-0.085	3017.629	-0.102	3017.544	3017.459	-0.1120	4.47%
70712.5	-2.79%	3016.83	3017.782	0.919	3016.724	0.905	3016.6465	3016.569	0.8900	4.08%

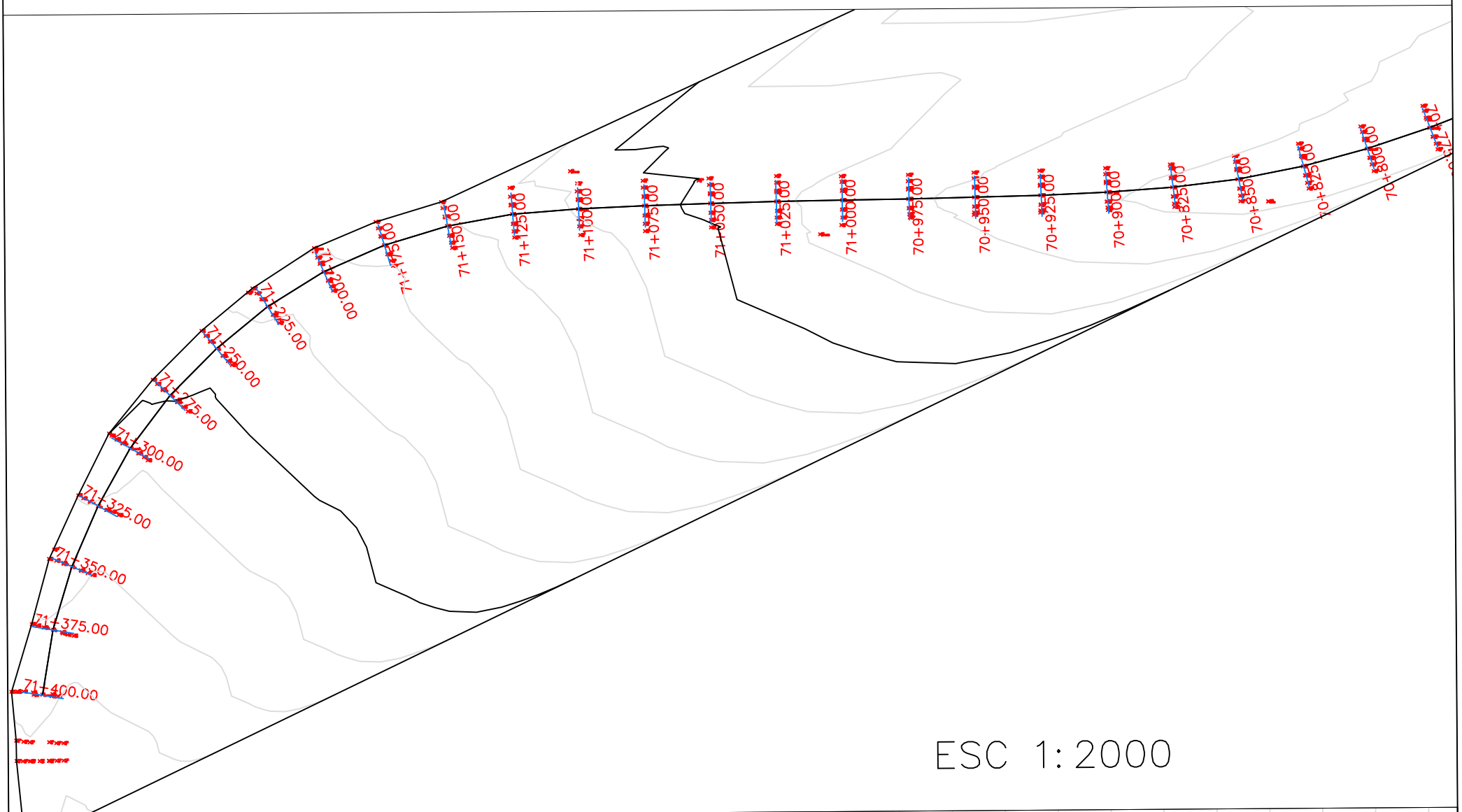
70700	-2.11%	3017.914	3017.874	-1.084	3017.834	-1.110	3017.764	3017.694	-1.1250	3.68%
70687.5	-1.84%	3018.024	3017.968	-0.11	3017.954	-0.120	3017.8915	3017.829	-0.1350	3.29%
70675	-0.89%	3018.078	3018.061	-0.054	3018.044	-0.090	3017.989	3017.934	-0.1050	2.89%
70662.5	-0.13%	3018.134	3018.123	-0.056	3018.129	-0.085	3018.0815	3018.034	-0.1000	2.50%
70650	0.82%	3018.169	3018.185	-0.035	3018.200	-0.071	3018.162	3018.124	-0.0900	2.00%
70637.5	1.45%	3018.249	3018.275	-0.08	3018.304	-0.104	3018.266	3018.228	-0.1040	2.00%
70625	2.00%	3018.328	3018.366	-0.079	3018.404	-0.100	3018.366	3018.328	-0.1000	2.00%
70612.5	2.00%	3018.364	3018.444	-0.036	3018.440	-0.036	3018.402	3018.364	-0.0360	2.00%
70600	2.00%	3018.483	3018.521	-0.119	3018.559	-0.119	3018.521	3018.483	-0.1190	2.00%
70587.5	2.00%	3018.619	3018.663	-0.136	3018.695	0.395	3018.657	3018.619	-0.1360	2.00%
70575	2.00%	3018.767	3018.805	-0.148	3018.843	0.395	3018.805	3018.767	-0.1480	2.00%
70562.5	2.00%	3018.973	3019.009	-0.206	3019.049	0.395	3019.011	3018.973	-0.2060	2.00%
70550	2.00%	3019.174	3019.212	-0.201	3019.250	0.395	3019.212	3019.174	-0.2010	2.00%
70537.5	2.00%	3019.389	3019.43	-0.215	3019.465	0.395	3019.427	3019.389	-0.2150	2.00%
70525	2.00%	3019.609	3019.647	-0.22	3019.685	0.395	3019.647	3019.609	-0.2200	2.00%
70512.5	2.05%	3019.910	3019.933	-0.301	3019.988	0.395	3019.95	3019.912	-0.3030	2.00%
70500	2.00%	3020.180	3020.218	-0.27	3020.256	0.395	3020.218	3020.180	-0.2680	2.00%
70487.5	2.00%	3020.625	3020.641	-0.445	3020.701	0.395	3020.663	3020.625	-0.4450	2.00%
70475	2.00%	3021.025	3021.063	-0.4	3021.101	0.395	3021.063	3021.025	-0.4000	2.00%
70462.5	2.00%	3021.454	3021.492	-0.429	3021.530	0.395	3021.492	3021.454	-0.4290	2.00%
70450	2.00%	3021.911	3021.949	-0.457	3021.987	0.395	3021.949	3021.911	-0.4570	2.00%
70437.5	2.00%	3022.465	3022.503	-0.554	3022.541	0.395	3022.503	3022.465	-0.5540	2.00%
70425	2.00%	3022.999	3023.037	-0.534	3023.075	0.395	3023.037	3022.999	-0.5340	2.00%
70412.5	2.00%	3023.584	3023.622	-0.585	3023.660	-0.585	3023.622	3023.584	-0.5850	2.00%
70400	2.00%	3024.150	3024.188	-0.566	3024.226	-0.566	3024.188	3024.150	-0.5660	2.00%
70387.5	2.00%	3024.735	3024.773	-0.585	3024.811	-0.585	3024.773	3024.735	-0.5850	2.00%
70375	2.00%	3025.321	3025.359	-0.586	3025.397	-0.586	3025.359	3025.321	-0.5860	2.00%
70362.5	2.00%	3025.915	3025.953	-0.594	3025.991	-0.594	3025.953	3025.915	-0.5940	2.00%
70350	2.00%	3026.535	3026.573	-0.62	3026.611	-0.620	3026.573	3026.535	-0.6200	2.00%
70337.5	2.00%	3027.124	3027.162	-0.589	3027.200	-0.589	3027.162	3027.124	-0.5890	2.00%
70325	1.97%	3027.775	3027.813	-0.651	3027.850	-0.650	3027.812	3027.774	-0.6500	2.00%
70312.5	2.00%	3028.294	3028.332	-0.519	3028.370	-0.520	3028.332	3028.294	-0.5200	2.00%
70300	2.00%	3028.969	3029.007	-0.675	3029.045	-0.675	3029.007	3028.969	-0.6750	2.00%
70287.5	2.00%	3029.544	3029.582	-0.575	3029.620	-0.575	3029.582	3029.544	-0.5750	2.00%
70275	2.00%	3030.109	3030.147	-0.565	3030.185	-0.565	3030.147	3030.109	-0.5650	2.00%

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

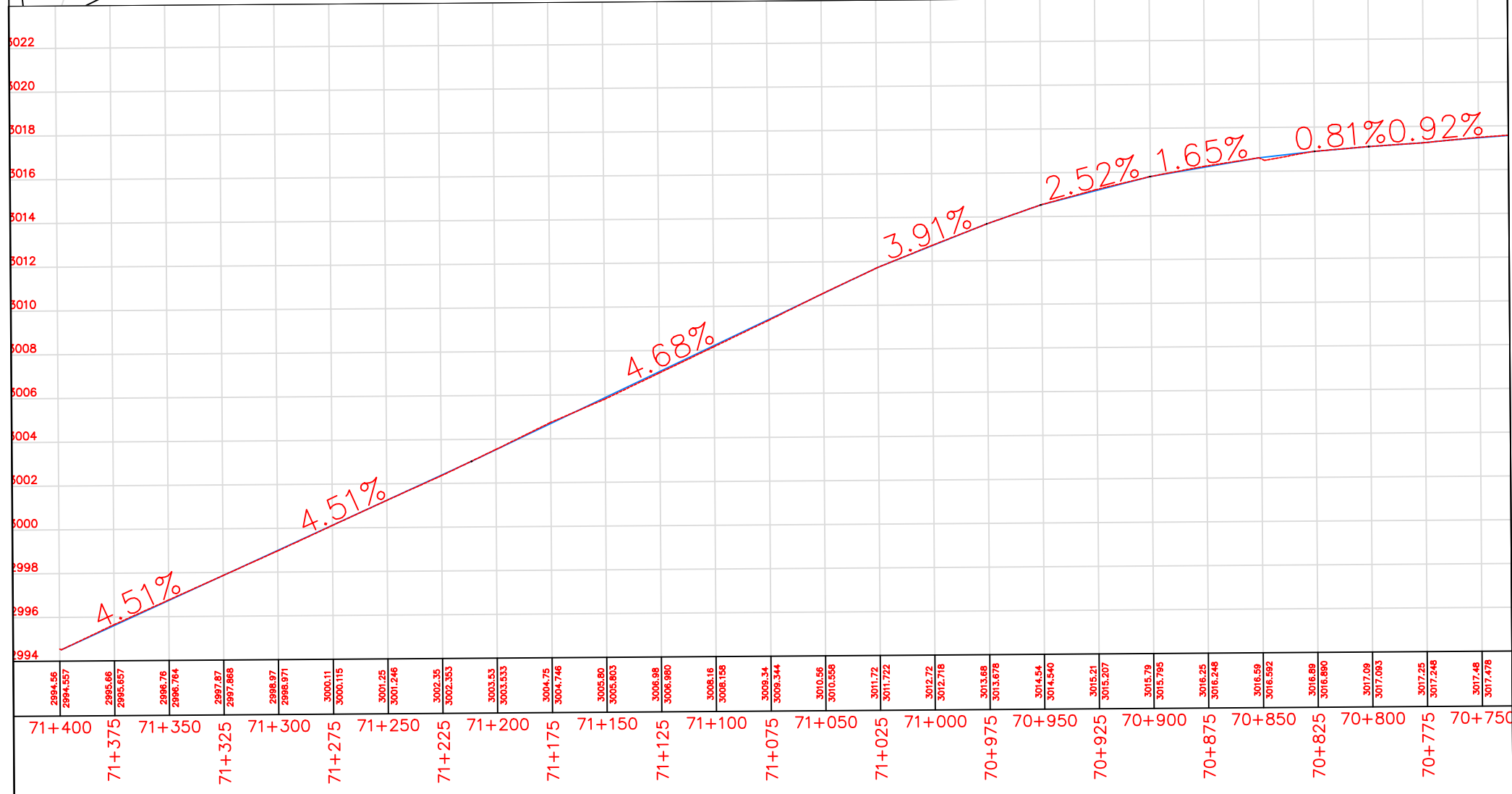
70262.5	2.00%	3030.699	3030.737	-0.59	3030.775	-0.590	3030.737	3030.699	-0.5900	2.00%
70250	2.00%	3031.279	3031.317	-0.58	3031.355	-0.580	3031.317	3031.279	-0.5800	2.00%
70237.5	2.00%	3031.889	3031.927	-0.61	3031.965	-0.610	3031.927	3031.889	-0.6100	2.00%
70225	2.00%	3032.498	3032.536	-0.609	3032.574	-0.609	3032.536	3032.498	-0.6090	2.00%
70212.5	2.00%	3033.123	3033.161	-0.625	3033.199	-0.625	3033.161	3033.123	-0.6250	2.00%
70200	2.00%	3033.708	3033.746	-0.585	3033.784	-0.585	3033.746	3033.708	-0.5850	2.00%
70187.5	2.00%	3034.303	3034.341	-0.595	3034.379	-0.595	3034.341	3034.303	-0.5950	2.00%
70175	2.00%	3034.884	3034.922	-0.581	3034.960	-0.581	3034.922	3034.884	-0.5810	2.00%
70162.5	2.03%	3035.477	3035.516	-0.593	3035.554	-0.594	3035.516	3035.478	-0.5940	2.00%
70150	2.00%	3036.053	3036.091	-0.576	3036.129	-0.575	3036.091	3036.053	-0.5750	2.00%
70137.5	2.00%	3036.603	3036.641	-0.55	3036.679	-0.550	3036.641	3036.603	-0.5500	2.00%
70125	2.00%	3037.158	3037.196	-0.555	3037.234	-0.555	3037.196	3037.158	-0.5550	2.00%
70112.5	2.00%	3037.733	3037.771	-0.575	3037.809	-0.575	3037.771	3037.733	-0.5750	2.00%
70100	2.00%	3038.329	3038.367	-0.596	3038.405	-0.596	3038.367	3038.329	-0.5960	2.00%
70087.5	2.00%	3029.180	3029.218	9.149	3029.256	9.149	3029.218	3029.180	9.1490	2.00%
70075	2.00%	3029.835	3029.873	-0.655	3029.911	-0.655	3029.873	3029.835	-0.6550	2.00%
70062.5	2.00%	3030.430	3030.468	-0.595	3030.506	-0.595	3030.468	3030.430	-0.5950	2.00%
70050	2.00%	3031.055	3031.093	-0.625	3031.131	-0.625	3031.093	3031.055	-0.6250	2.00%
70037.5	2.00%	3031.645	3031.683	-0.59	3031.721	-0.590	3031.683	3031.645	-0.5900	2.00%
70025	2.00%	3032.245	3032.283	-0.6	3032.321	-0.600	3032.283	3032.245	-0.6000	2.00%
70012.5	2.00%	3032.871	3032.909	-0.626	3032.947	-0.626	3032.909	3032.871	-0.6260	2.00%
70000	2.00%	3033.528	3033.566	-0.657	3033.604	-0.657	3033.566	3033.528	-0.6570	2.00%
69987.5	2.00%	3034.092	3034.13	-0.564	3034.168	-0.564	3034.13	3034.092	-0.5640	2.00%
69975	2.00%	3034.637	3034.675	-0.545	3034.713	-0.545	3034.675	3034.637	-0.5450	2.00%
69962.5	2.00%	3035.227	3035.265	-0.59	3035.303	-0.590	3035.265	3035.227	-0.5900	2.00%
69950	2.00%	3035.878	3035.916	-0.651	3035.954	-0.651	3035.916	3035.878	-0.6510	2.00%
69937.5	1.58%	3042.880	3042.91	-7.002	3042.940	-6.986	3042.9	3042.860	-6.9820	2.11%
69925	1.05%	3043.510	3043.53	-0.63	3043.550	-0.610	3043.5025	3043.455	-0.5950	2.50%
69912.5	0.00%	3044.155	3044.155	-0.645	3044.155	-0.605	3044.1025	3044.050	-0.5950	2.76%
69900	-0.79%	3044.765	3044.75	-0.61	3044.735	-0.580	3044.675	3044.615	-0.5650	3.16%
69887.5	-1.84%	3045.405	3045.37	-0.64	3045.335	-0.600	3045.2675	3045.200	-0.5850	3.55%
69875	-2.37%	3046.045	3046	-0.64	3045.955	-0.620	3045.88	3045.805	-0.6050	3.95%
69862.5	-3.16%	3046.695	3046.635	-0.65	3046.575	-0.620	3046.485	3046.395	-0.5900	4.74%
69850	-3.42%	3047.255	3047.19	-0.56	3047.125	-0.550	3047.0275	3046.930	-0.5350	5.13%

69837.5	-3.95%	3047.865	3047.79	-0.61	3047.715	-0.590	3047.605	3047.495	-0.5650	5.79%
69825	-4.47%	3048.475	3048.39	-0.61	3048.305	-0.590	3048.185	3048.065	-0.5700	6.32%
69812.5	-4.47%	3049.075	3048.99	-0.6	3049.005	-0.600	3048.775	3048.645	-0.5800	6.84%
69800	-4.34%	3049.680	3049.598	-0.605	3049.515	-0.610	3049.39	3049.265	-0.6200	6.58%
69787.5	-4.21%	3050.265	3050.185	-0.585	3050.105	-0.590	3049.985	3049.865	-0.6000	6.32%
69775	-4.08%	3050.815	3050.738	-0.55	3050.660	-0.555	3050.5375	3050.415	-0.5500	6.45%
69762.5	-4.08%	3051.411	3051.334	-0.596	3051.256	-0.596	3051.1385	3051.021	-0.6060	6.18%
69750	-3.68%	3051.981	3051.911	-0.57	3051.841	-0.585	3051.726	3051.611	-0.5900	6.05%
69737.5	-3.42%	3052.581	3052.516	-0.6	3052.451	-0.610	3052.336	3052.221	-0.6100	6.05%
69725	-3.42%	3053.154	3053.089	-0.573	3053.024	-0.573	3052.91	3052.796	-0.5750	6.00%
69712.5	-3.55%	3053.736	3053.669	-0.582	3053.601	-0.577	3053.486	3053.371	-0.5750	6.05%
69700	-3.68%	3057.780	3057.71	-4.044	3057.640	-4.039	3057.525	3057.410	-4.0390	6.05%
69687.5	-4.08%	3058.360	3058.283	-0.58	3058.205	-0.565	3058.09	3057.975	-0.5650	6.05%
69675	-4.58%	3058.929	3058.842	-0.569	3058.755	-0.550	3058.64	3058.525	-0.5500	6.05%
69662.5	-5.00%	3059.480	3059.385	-0.551	3059.290	-0.535	3059.175	3059.060	-0.5350	6.05%
69650	-5.00%	3059.992	3059.897	-0.512	3059.802	-0.512	3059.687	3059.572	-0.5120	6.05%
69637.5	-5.00%	3060.450	3060.355	-0.458	3060.260	-0.458	3060.145	3060.030	-0.4580	6.05%
69625	-5.00%	3060.915	3060.82	-0.465	3060.725	-0.465	3060.61	3060.495	-0.4650	6.05%
69612.5	-5.04%	3061.371	3061.275	-0.456	3061.179	-0.454	3061.0645	3060.950	-0.4550	6.03%
69600	-5.00%	3061.810	3061.715	-0.439	3061.620	-0.441	3061.505	3061.390	-0.4400	6.05%

# Prog 71+400 a 70+800



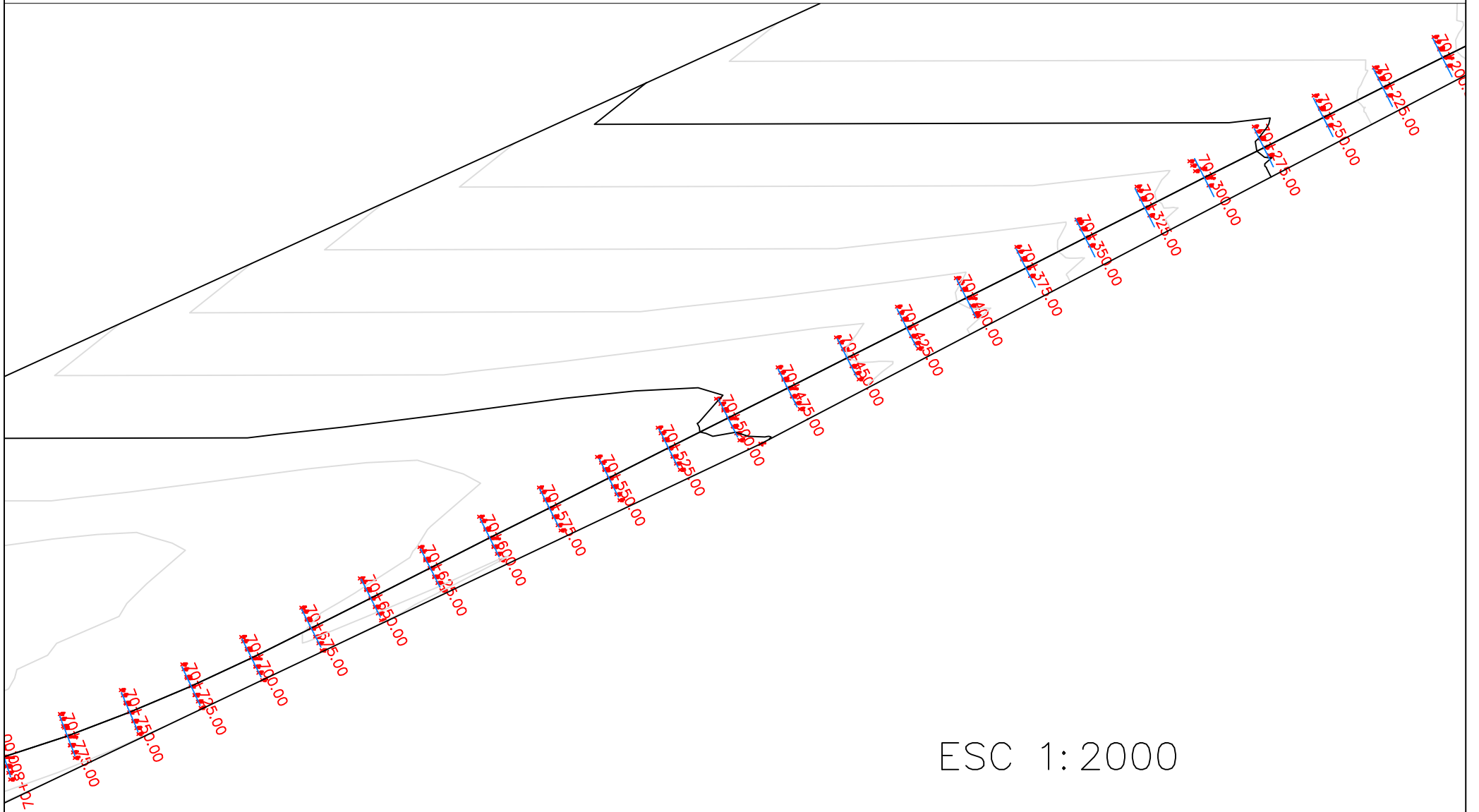
ESC 1:2000



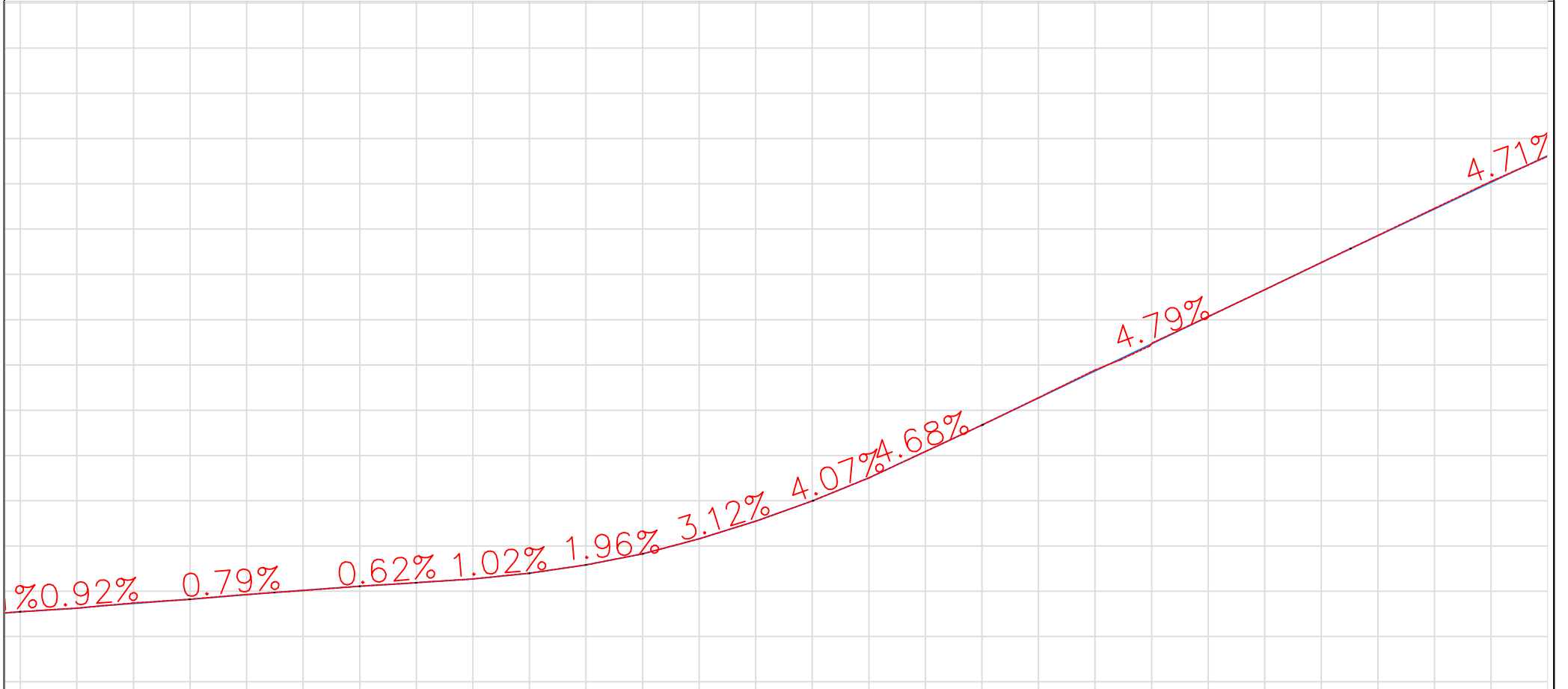
ESC 1:2500

2994.56	2994.557	2995.66	2995.657	2996.76	2996.764	2997.87	2997.868	2998.97	2998.971	3000.11	3000.115	3001.25	3001.248	3002.35	3002.353	3003.55	3003.533	3004.75	3004.746	3005.89	3005.883	3006.98	3006.980	3008.16	3008.158	3009.34	3009.344	3010.56	3010.559	3011.72	3011.722	3012.72	3012.718	3013.68	3013.676	3014.54	3014.540	3015.21	3015.207	3015.79	3015.795	3016.25	3016.248	3016.59	3016.592	3016.89	3016.890	3017.09	3017.093	3017.25	3017.248	3017.48	3017.478
71+400	71+375	71+350	71+325	71+300	71+275	71+250	71+225	71+200	71+175	71+150	71+125	71+100	71+075	71+050	71+025	71+000	70+975	70+950	70+925	70+900	70+875	70+850	70+825	70+800	70+775	70+750																											

# Prog 70+800 a 70+200

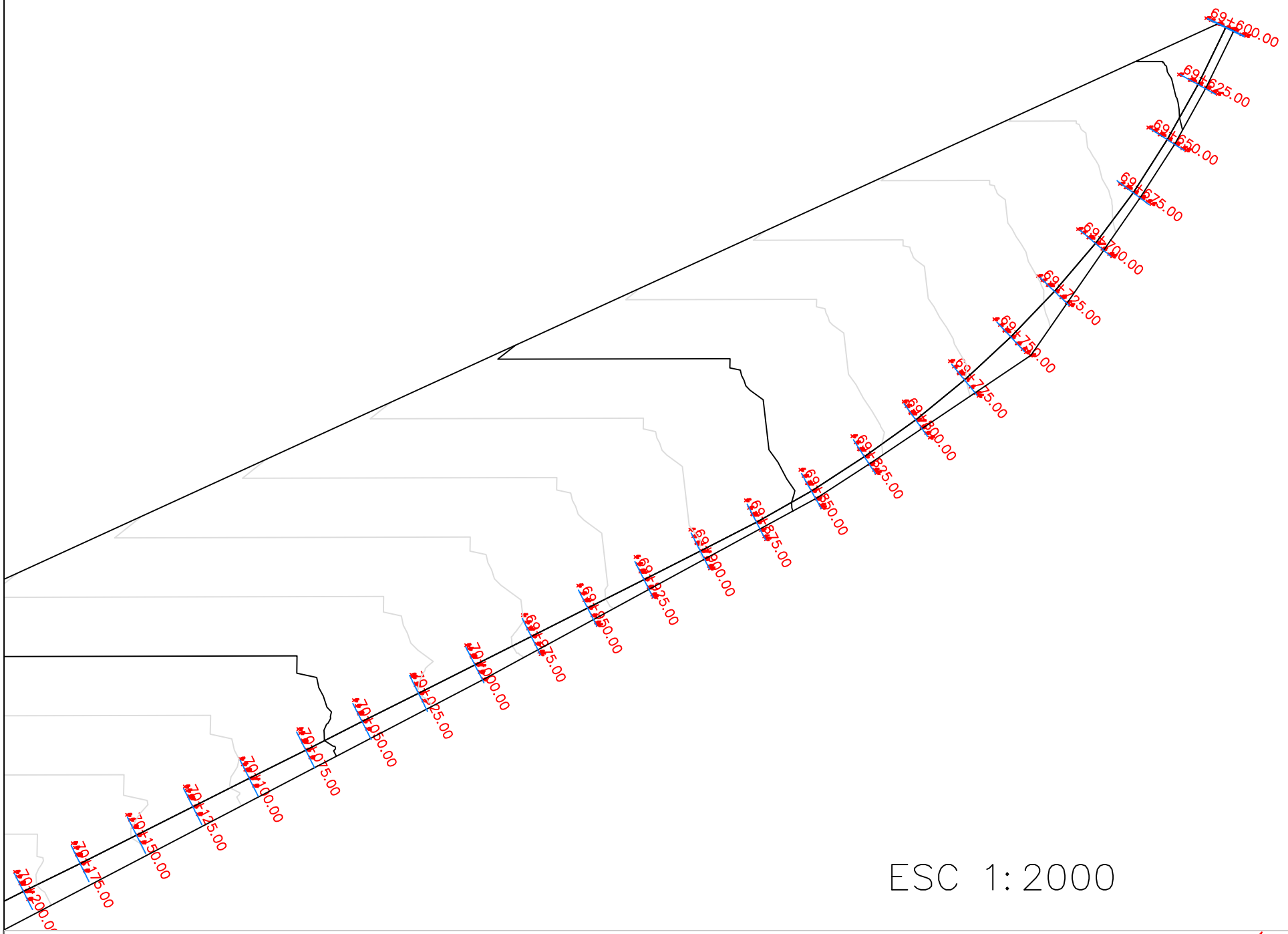


ESC 1:2000

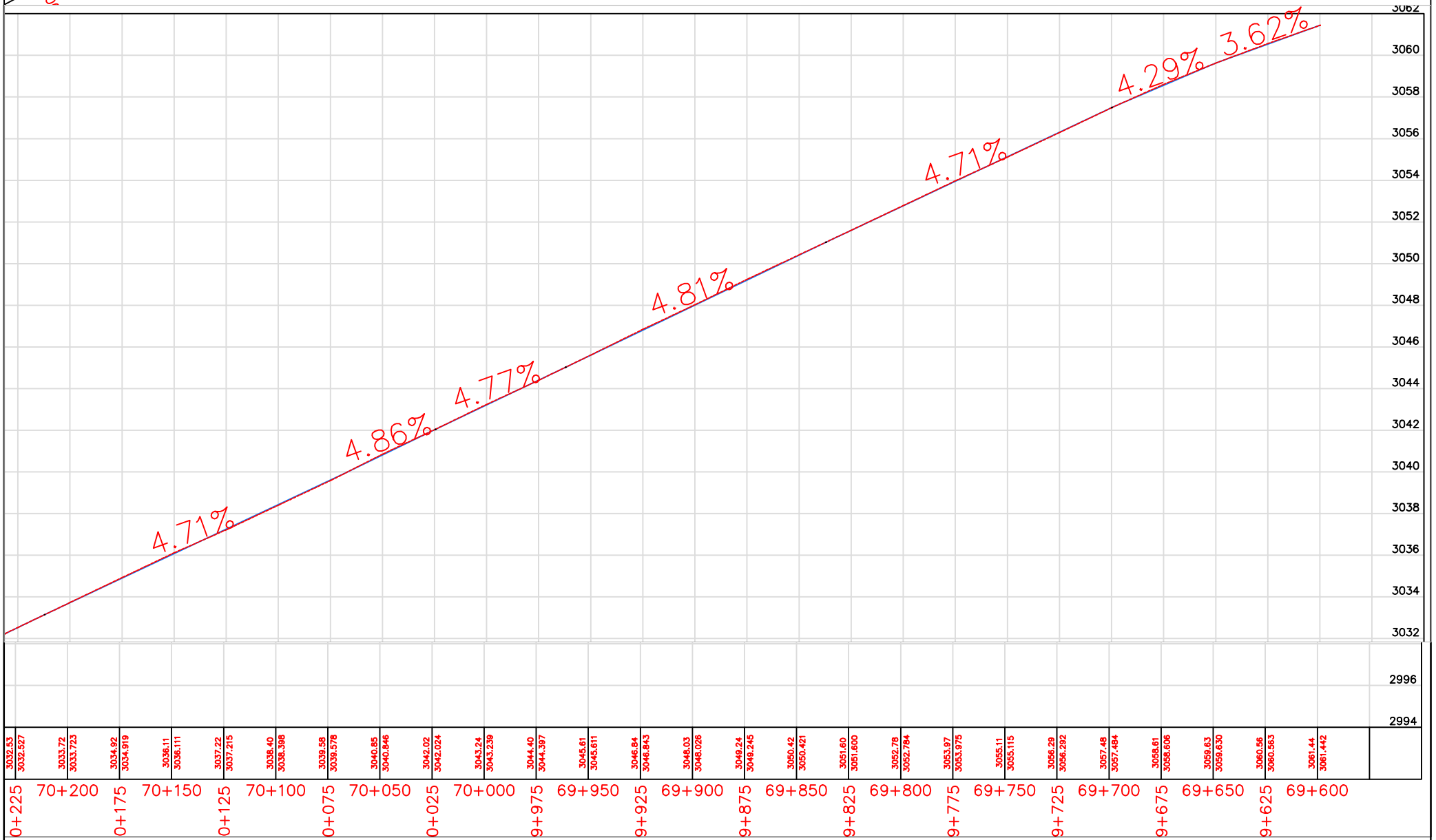


3017.09	3017.25	3017.41	3017.57	3017.73	3017.89	3018.05	3018.21	3018.37	3018.53	3018.69	3018.85	3019.01	3019.17	3019.33	3019.49	3019.65	3019.81	3019.97	3020.13	3020.29	3020.45	3020.61	3020.77	3020.93	3021.09	3021.25	3021.41	3021.57	3021.73	3021.89	3022.05	3022.21	3022.37	3022.53	3022.69	3022.85	3023.01	3023.17	3023.33	3023.49	3023.65	3023.81	3023.97	3024.13	3024.29	3024.45	3024.61	3024.77	3024.93	3025.09	3025.25	3025.41	3025.57	3025.73	3025.89	3026.05	3026.21	3026.37	3026.53	3026.69	3026.85	3027.01	3027.17	3027.33	3027.49	3027.65	3027.81	3027.97	3028.13	3028.29	3028.45	3028.61	3028.77	3028.93	3029.09	3029.25	3029.41	3029.57	3029.73	3029.89	3030.05	3030.21	3030.37	3030.53	3030.69	3030.85	3031.01	3031.17	3031.33	3031.49	3031.65	3031.81	3031.97	3032.13	3032.29	3032.45	3032.61	3032.77	3032.93	3033.09	3033.25	3033.41	3033.57	3033.73	3033.89	3034.05	3034.21	3034.37	3034.53	3034.69	3034.85	3035.01	3035.17	3035.33	3035.49	3035.65	3035.81	3035.97	3036.13	3036.29	3036.45	3036.61	3036.77	3036.93	3037.09	3037.25	3037.41	3037.57	3037.73	3037.89	3038.05	3038.21	3038.37	3038.53	3038.69	3038.85	3039.01	3039.17	3039.33	3039.49	3039.65	3039.81	3039.97	3040.13	3040.29	3040.45	3040.61	3040.77	3040.93	3041.09	3041.25	3041.41	3041.57	3041.73	3041.89	3042.05	3042.21	3042.37	3042.53	3042.69	3042.85	3043.01	3043.17	3043.33	3043.49	3043.65	3043.81	3043.97	3044.13	3044.29	3044.45	3044.61	3044.77	3044.93	3045.09	3045.25	3045.41	3045.57	3045.73	3045.89	3046.05	3046.21	3046.37	3046.53	3046.69	3046.85	3047.01	3047.17	3047.33	3047.49	3047.65	3047.81	3047.97	3048.13	3048.29	3048.45	3048.61	3048.77	3048.93	3049.09	3049.25	3049.41	3049.57	3049.73	3049.89	3050.05	3050.21	3050.37	3050.53	3050.69	3050.85	3051.01	3051.17	3051.33	3051.49	3051.65	3051.81	3051.97	3052.13	3052.29	3052.45	3052.61	3052.77	3052.93	3053.09	3053.25	3053.41	3053.57	3053.73	3053.89	3054.05	3054.21	3054.37	3054.53	3054.69	3054.85	3055.01	3055.17	3055.33	3055.49	3055.65	3055.81	3055.97	3056.13	3056.29	3056.45	3056.61	3056.77	3056.93	3057.09	3057.25	3057.41	3057.57	3057.73	3057.89	3058.05	3058.21	3058.37	3058.53	3058.69	3058.85	3059.01	3059.17	3059.33	3059.49	3059.65	3059.81	3059.97	3060.13	3060.29	3060.45	3060.61	3060.77	3060.93	3061.09	3061.25	3061.41	3061.57	3061.73	3061.89	3062.05	3062.21	3062.37	3062.53	3062.69	3062.85	3063.01	3063.17	3063.33	3063.49	3063.65	3063.81	3063.97	3064.13	3064.29	3064.45	3064.61	3064.77	3064.93	3065.09	3065.25	3065.41	3065.57	3065.73	3065.89	3066.05	3066.21	3066.37	3066.53	3066.69	3066.85	3067.01	3067.17	3067.33	3067.49	3067.65	3067.81	3067.97	3068.13	3068.29	3068.45	3068.61	3068.77	3068.93	3069.09	3069.25	3069.41	3069.57	3069.73	3069.89	3070.05	3070.21	3070.37	3070.53	3070.69	3070.85	3071.01	3071.17	3071.33	3071.49	3071.65	3071.81	3071.97	3072.13	3072.29	3072.45	3072.61	3072.77	3072.93	3073.09	3073.25	3073.41	3073.57	3073.73	3073.89	3074.05	3074.21	3074.37	3074.53	3074.69	3074.85	3075.01	3075.17	3075.33	3075.49	3075.65	3075.81	3075.97	3076.13	3076.29	3076.45	3076.61	3076.77	3076.93	3077.09	3077.25	3077.41	3077.57	3077.73	3077.89	3078.05	3078.21	3078.37	3078.53	3078.69	3078.85	3079.01	3079.17	3079.33	3079.49	3079.65	3079.81	3079.97	3080.13	3080.29	3080.45	3080.61	3080.77	3080.93	3081.09	3081.25	3081.41	3081.57	3081.73	3081.89	3082.05	3082.21	3082.37	3082.53	3082.69	3082.85	3083.01	3083.17	3083.33	3083.49	3083.65	3083.81	3083.97	3084.13	3084.29	3084.45	3084.61	3084.77	3084.93	3085.09	3085.25	3085.41	3085.57	3085.73	3085.89	3086.05	3086.21	3086.37	3086.53	3086.69	3086.85	3087.01	3087.17	3087.33	3087.49	3087.65	3087.81	3087.97	3088.13	3088.29	3088.45	3088.61	3088.77	3088.93	3089.09	3089.25	3089.41	3089.57	3089.73	3089.89	3090.05	3090.21	3090.37	3090.53	3090.69	3090.85	3091.01	3091.17	3091.33	3091.49	3091.65	3091.81	3091.97	3092.13	3092.29	3092.45	3092.61	3092.77	3092.93	3093.09	3093.25	3093.41	3093.57	3093.73	3093.89	3094.05	3094.21	3094.37	3094.53	3094.69	3094.85	3095.01	3095.17	3095.33	3095.49	3095.65	3095.81	3095.97	3096.13	3096.29	3096.45	3096.61	3096.77	3096.93	3097.09	3097.25	3097.41	3097.57	3097.73	3097.89	3098.05	3098.21	3098.37	3098.53	3098.69	3098.85	3099.01	3099.17	3099.33	3099.49	3099.65	3099.81	3099.97	3100.13	3100.29	3100.45	3100.61	3100.77	3100.93	3101.09	3101.25	3101.41	3101.57	3101.73	3101.89	3102.05	3102.21	3102.37	3102.53	3102.69	3102.85	3103.01	3103.17	3103.33	3103.49	3103.65	3103.81	3103.97	3104.13	3104.29	3104.45	3104.61	3104.77	3104.93	3105.09	3105.25	3105.41	3105.57	3105.73	3105.89	3106.05	3106.21	3106.37	3106.53	3106.69	3106.85	3107.01	3107.17	3107.33	3107.49	3107.65	3107.81	3107.97	3108.13	3108.29	3108.45	3108.61	3108.77	3108.93	3109.09	3109.25	3109.41	3109.57	3109.73	3109.89	3110.05	3110.21	3110.37	3110.53	3110.69	3110.85	3111.01	3111.17	3111.33	3111.49	3111.65	3111.81	3111.97	3112.13	3112.29	3112.45	3112.61	3112.77	3112.93	3113.09	3113.25	3113.41	3113.57	3113.73	3113.89	3114.05	3114.21	3114.37	3114.53	3114.69	3114.85	3115.01	3115.17	3115.33	3115.49	3115.65	3115.81	3115.97	3116.13	3116.29	3116.45	3116.61	3116.77	3116.93	3117.09	3117.25	3117.41	3117.57	3117.73	3117.89	3118.05	3118.21	3118.37	3118.53	3118.69	3118.85	3119.01	3119.17	3119.33	3119.49	3119.65	3119.81	3119.97	3120.13	3120.29	3120.45	3120.61	3120.77	3120.93	3121.09	3121.25	3121.41	3121.57	3121.73	3121.89	3122.05	3122.21	3122.37	3122.53	3122.69	3122.85	3123.01	3123.17	3123.33	3123.49	3123.65	3123.81	3123.97	3124.13	3124.29	3124.45	3124.61	3124.77	3124.93	3125.09	3125.25	3125.41	3125.57	3125.73	3125.89	3126.05	3126.21	3126.37	3126.53	3126.69	3126.85	3127.01	3127.17	3127.33	3127.49	3127.65	3127.81	3127.97	3128.13	3128.29	3128.45	3128.61	3128.77	3128.93	3129.09	3129.25	3129.41	3129.57	3129.73	3129.89	3130.05	3130.21	3130.37	3130.53	3130.69	3130.85	3131.01	3131.17	3131.33	3131.49	3131.65	3131.81	3131.97	3132.13	3132.29	3132.45	3132.61	3132.77	3132.93	3133.09	3133.25	3133.41	3133.57	3133.73	3133.89	3134.05	3134.21	3134.37	3134.53	3134.69	3134.85	3135.01	3135.17	3135.33	3135.49	3135.65	3135.81	3135.97	3136.13	3136.29	3136.45	3136.61	3136.77	3136.93	3137.09	3137.25	3137.41	3137.57	3137.73	3137.89	3138.05	3138.21	3138.37	3138.53	3138.69	3138.85	3139.01	3139.17	3139.33	3139.49	3139.65	3139.81	3139.97	3140.13	3140.29	3140.45	3140.61	3140.77	3140.93	3141.09	3141.25	3141.41	3141.57	3141.73	3141.89	3142.05	3142.21	3142.37	3142.53	3142.69	3142.85	3143.01	3143.17	3143.33	3143.49	3143.65	3143.81	3143.97	3144.13	3144.29	3144.45	3144.61	3144.77	3144.93	3145.09	3145.25	3145.41	3145.57	3145.73	3145.89	3146.05	3146.21	3146.37	3146.53	3146.69	3146.85	3147.01	3147.17	3147.33	3147.49	3147.65	3147.81	3147.97	3148.13	3148.29	3148.45	3148.61	3148.77	3148.93	3149.09	3149.25	3149.41	3149.57	3149.73	3149.89	3150.05	3150.21	3150.37	3150.53	3150.69	3150.85	3151.01	3151.17	3151.33	3151.49	3151.65	3151.81	3151.97	3152.13	3152.29	3152.45	3152.61	3152.77	3152.93	3153.09	3153.25	3153.41	3153.57	3153.73	3153.89	3154.05	3154.21	3154.37	3154.53	3154.69	3154.85	3155.01	3155.17	3155.33	3155.49	3155.65	3155.81	3155.97	3156.13	3156.29	3156.45	3156.61	3156.77	3156.93	3157.09	3157.25	3157.41	3157.57	3157.73	3157.89	3158.05	3158.21	3158.37	3158.53	3158.69	3158.85	3159.01	3159.17	3159.33	3159.49	3159.65	3159.81	3159.97	3160.13	3160.29	3160.45	3160.61	3160.77	3160.93	3161.09	3161.25	3161.41	3161.57	3161.73	3161.89	3162.05	3162.21	3162.37	3162.53	3162.69	3162.85	3163.01	3163.17	3163.33	3163.49	3163.65	3163.81	3163.97	3164.13	31
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----

# Prog 70+200 a 69+600



ESC 1:2000

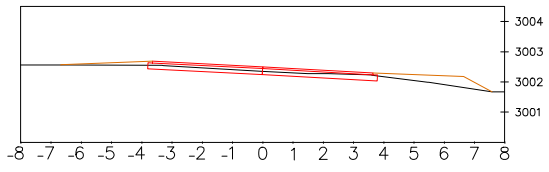


ESC 1:2500

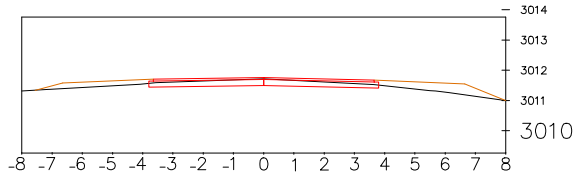


# Prog 71+400 a 70+825

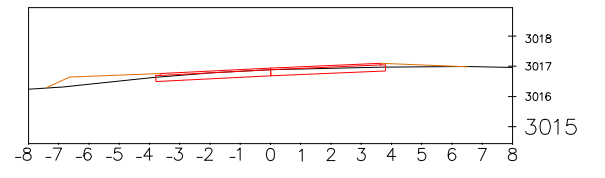
71+225



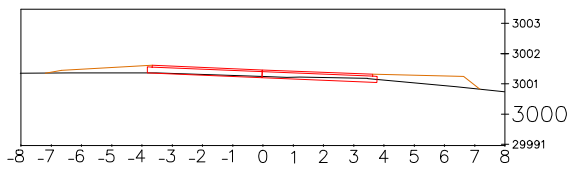
71+025



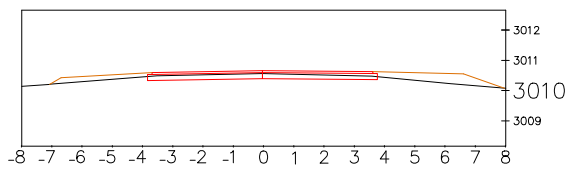
70+825



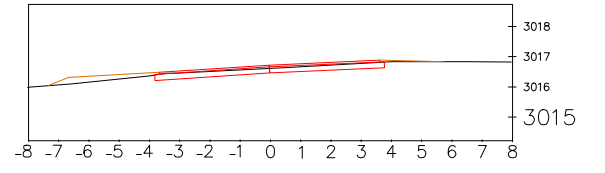
71+250



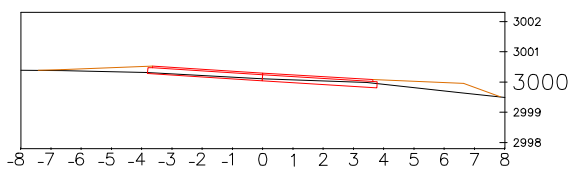
71+050



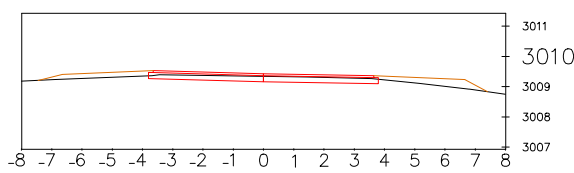
70+850



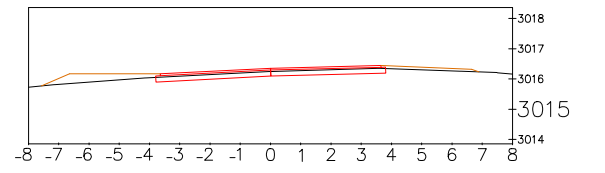
71+275



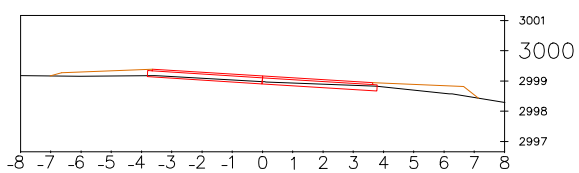
71+075



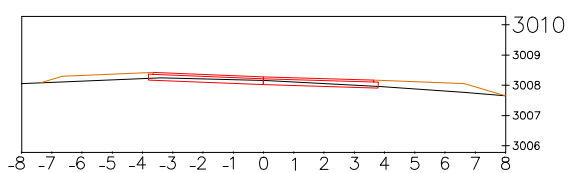
70+875



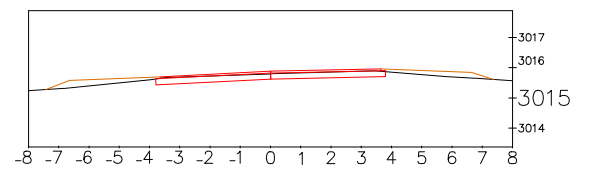
71+300



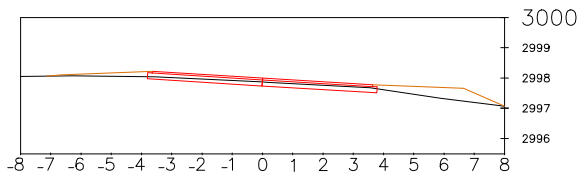
71+100



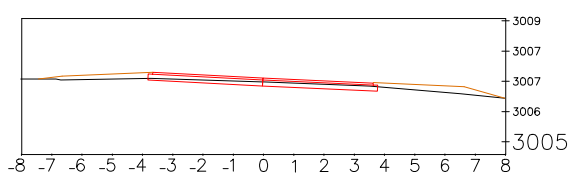
70+900



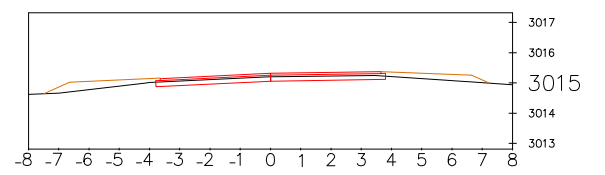
71+325



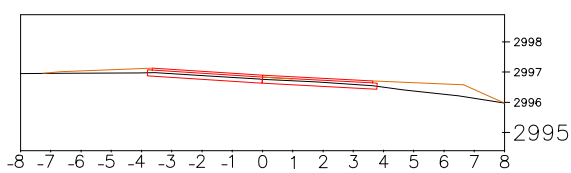
71+125



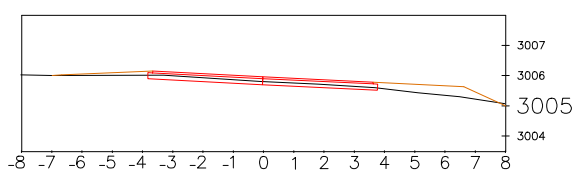
70+925



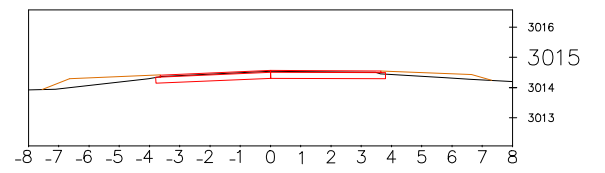
71+350



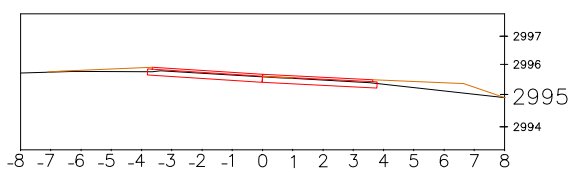
71+150



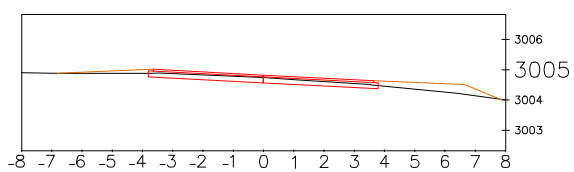
70+950



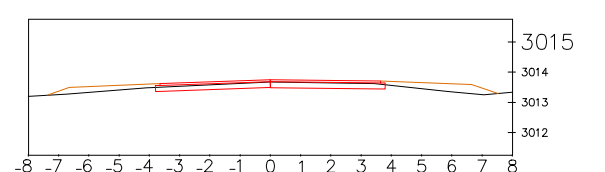
71+375



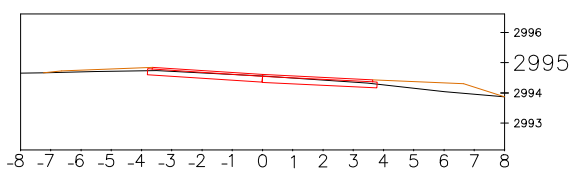
71+175



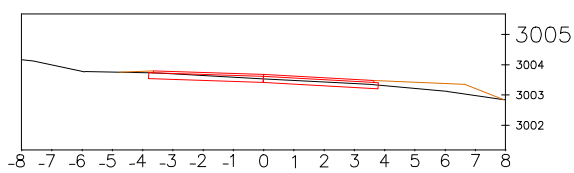
70+975



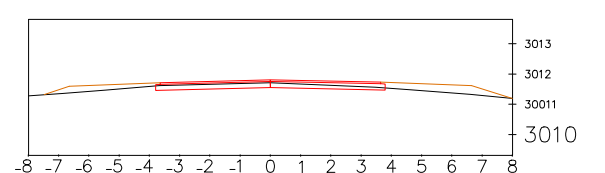
71+400



71+200

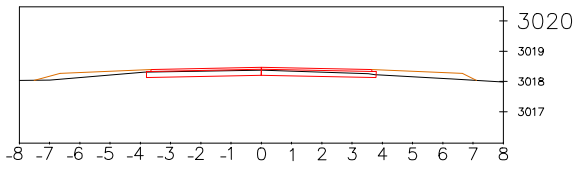


71+000

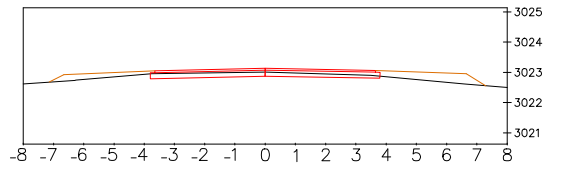


# Prog 70+800 a 70+225

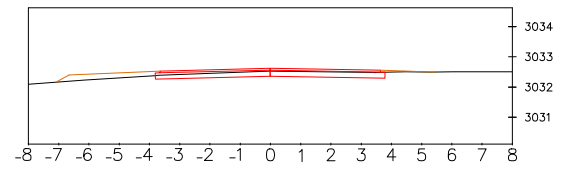
70+625



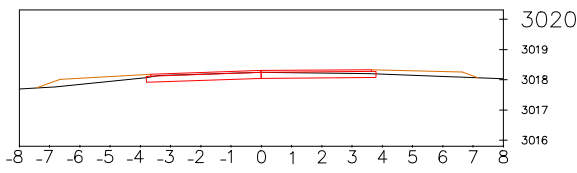
70+425



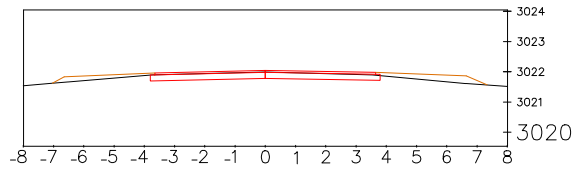
70+225



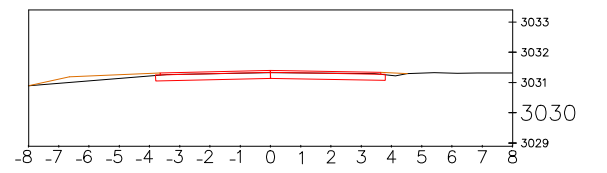
70+650



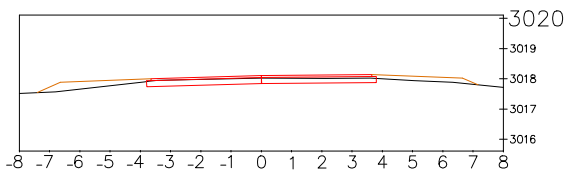
70+450



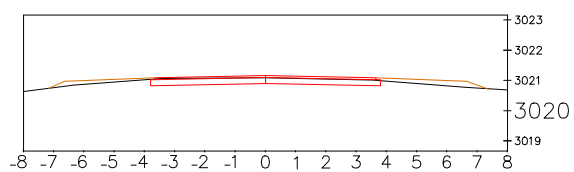
70+250



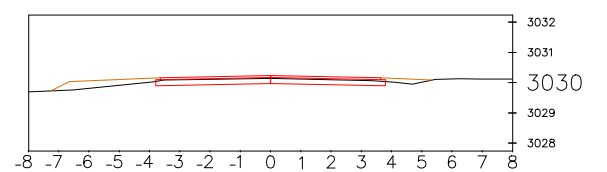
70+675



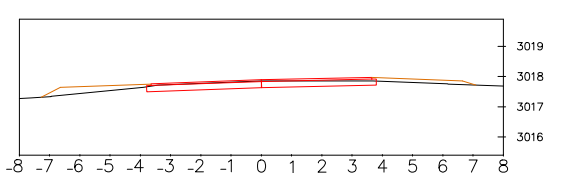
70+475



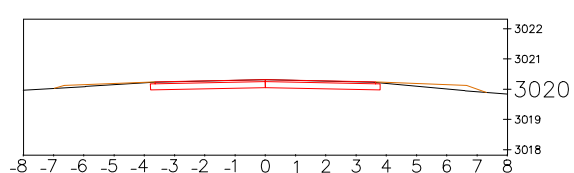
70+275



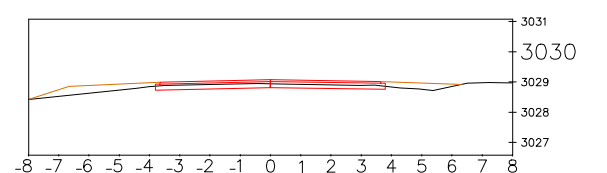
70+700



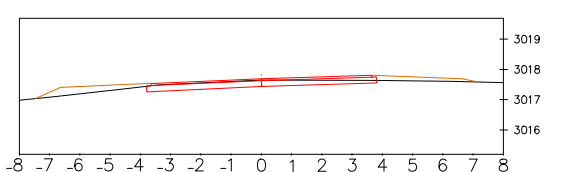
70+500



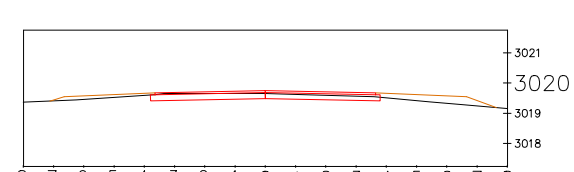
70+300



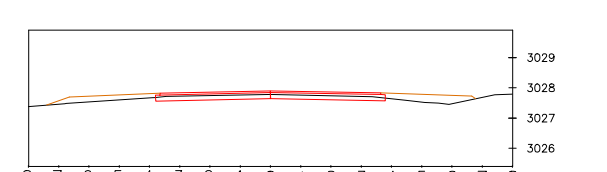
70+725



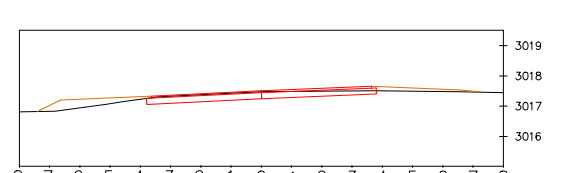
70+525



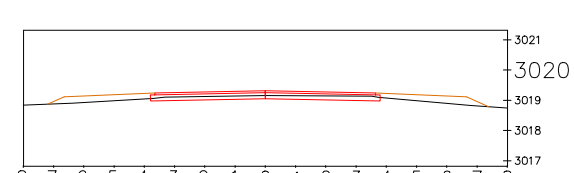
70+325



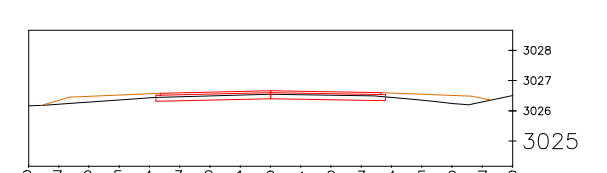
70+750



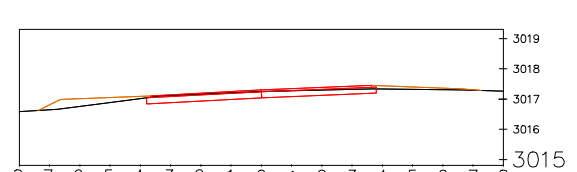
70+550



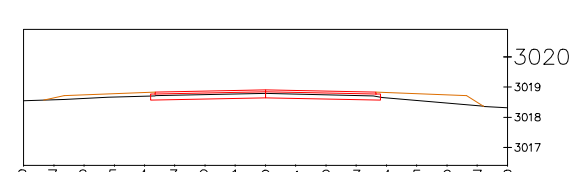
70+350



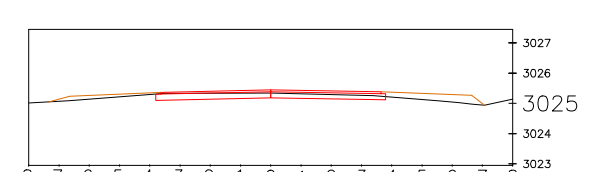
70+775



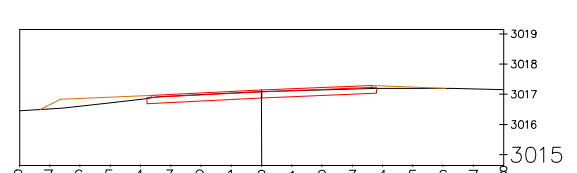
70+575



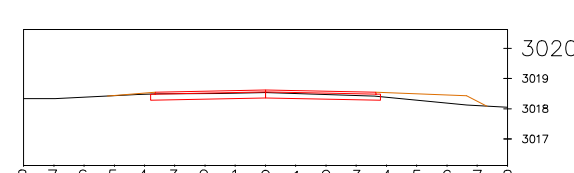
70+375



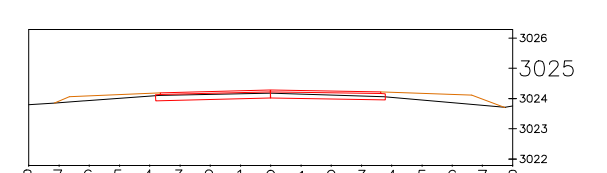
70+800



70+600



70+400





INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

## II. PLANILLAS DE TOPOGRAFÍA

A continuación se presentan algunas de las Planillas realizadas durante los días que la alumna se dedicó a la actividad de topografía vial.



OBRA: CONSERVACIÓN MEJORATIVA EN R.P. N°34 - CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES  
DPTOS: PUNILLA - SANTA MARÍA - SAN ALBERTO  
Exped.: 0045-013355/2005

AUX: \_\_\_\_\_

### PLANILLA DE NIVELACIÓN BASE GRANULAR CON CEMENTO

PROGRESIVA	LADO IZQUIERDO			INTERMEDIA IZQUIERDA			EJE			INTERMEDIA DERECHA			LADO DERECHO		
	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF
71525	2988.561	2988.571	0.010	2988.729			2988.826	2988.816	-0.010	2988.956			2989.006	2988.996	-0.010
71512.5	2989.231	2989.237	0.006				2989.476	2989.465	-0.011				2989.669	2989.676	0.009
71500	2989.799	2989.806	0.007	2989.917			2990.046	2990.055	0.009	2990.136			2990.265	2990.271	0.006
71487.5	2990.392	2990.398	0.006				2990.641	2990.651	0.010				2990.836	2990.846	0.010
71475	2990.732	2990.721	-0.011	2990.968			2991.249	2991.256	0.007	2991.323			2991.397	2991.406	0.009
71462.5	2991.549	2991.558	0.010				2991.791	2991.786	-0.005				2991.984	2991.991	0.007
71450	2992.079	2992.09	0.011	2992.200			2992.329	2992.338	0.009	2992.420			2992.530	2992.529	-0.001
71437.5	2992.651	2992.652	0.001				2992.896	2992.89	-0.006				2993.086	2993.093	0.007
71425	2993.216	2993.221	0.005	2993.339			2993.461	2993.47	0.009	2993.556			2993.668	2993.675	0.007
71412.5	2993.769	2993.779	0.010				2994.011	2994.01	-0.001				2994.201	2994.19	-0.011
71400	2994.321	2994.332	0.011	2994.436			2994.551	2994.551	0.000	2994.646			2994.741	2994.737	-0.004
71387.5	2994.846	2994.852	0.006				2995.091	2995.088	-0.003				2995.281	2995.283	0.002
71375	2995.441	2995.449	0.008	2995.561			2995.681	2995.672	-0.009	2995.776			2995.871	2995.877	0.006
71362.5	2996.046	2996.057	0.011				2996.287	2996.29	0.003				2996.441	2996.44	-0.001
71350	2996.599	2996.59	-0.009	2996.717			2996.835	2996.835	0.000	2996.935			2997.035	2997.036	0.001
71337.5	2997.145	2997.148	0.003				2997.360	2997.371	-0.009				2997.605	2997.591	-0.014
71325	2997.695	2997.701	0.006	2997.815	2997.809	-0.006	2997.935	2997.935	0.000	2998.049	2998.039	-0.010	2998.163	2998.164	0.001
71312.5	2998.295	2998.295	0.000				2998.535	2998.528	-0.007				2998.761	2998.75	-0.011
71300	2998.860	2998.87	0.010	2998.975	2998.965	-0.010	2999.100	2999.089	-0.011	2999.200	2999.191	-0.009	2999.330	2999.323	-0.007
71287.5	2999.405	2999.4	-0.005				2999.645	2999.643	-0.002				2999.875	2999.867	-0.008
71275	3000.005	3000.01	0.005	3000.125	3000.122	-0.003	3000.245	3000.238	-0.007	3000.352	3000.34	-0.012	3000.475	3000.468	-0.017
71262.5	3000.580	3000.589	0.009				3000.810	3000.815	0.005				3001.020	3001.014	-0.006
71250	3001.160	3001.167	0.007	3001.270	3001.274	0.004	3001.380	3001.377	-0.003	3001.485	3001.477	-0.008	3001.590	3001.586	0.005
71237.5	3001.690	3001.689	-0.001				3001.890	3001.89	0.000				3002.100	3002.102	0.002
71225	3002.235	3002.22	-0.015	3002.335	3002.327	-0.007	3002.434	3002.428	-0.006	3002.524	3002.517	-0.007	3002.645	3002.642	-0.003
71212.5	3002.819	3002.828	0.009				3003.008	3003.007	-0.001				3003.217	3003.229	0.012
71200	3003.415	3003.422	0.007	3003.500	3003.492	-0.008	3003.609	3003.596	-0.013	3003.715	3003.699	-0.015	3003.820	3003.81	-0.010



OBRA: CONSERVACIÓN MEJORATIVA EN R.P. N°34 - CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES  
DPTOS: PUNILLA - SANTA MARÍA - SAN ALBERTO  
Exped.: 0045-013355/2005

AUX: \_\_\_\_\_

### PLANILLA DE NIVELACIÓN BASE GRANULAR CON CEMENTO

PROGRESIVA	LADO IZQUIERDO			INTERMEDIA IZQUIERDA			EJE			INTERMEDIA DERECHA			LADO DERECHO		
	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF
71187.5	3003.999	3003.995	-0.004				3004.198	3004.19	-0.008				3004.412	3004.4	-0.012
71175	3004.567	3004.56	-0.007	3004.663	3004.658	-0.006	3004.759	3004.755	-0.004	3004.854	3004.855	-0.009	3004.968	3004.955	-0.013
71162.5	3005.129	3005.125	-0.004				3005.327	3005.32	-0.007				3005.517	3005.51	-0.007
71150	3005.705	3005.695	-0.010	3005.800	3005.793	-0.008	3005.895	3005.89	-0.005	3005.987	3005.983	-0.005	3006.079	3006.075	-0.004
71137.5	3006.260	3006.248	-0.012				3006.455	3006.448	-0.007				3006.640	3006.648	0.008
71125	3006.925	3006.913	-0.012	3006.998	3007.008	0.010	3007.128	3007.113	-0.015	3007.177	3007.183	0.006	3007.248	3007.258	0.010
71112.5	3007.399	3007.403	0.004				3007.674	3007.683	0.009				3007.714	3007.708	-0.006
71100	3008.059	3008.065	0.006	3008.134	3008.138	0.004	3008.209	3008.205	-0.004	3008.266	3008.273	0.008	3008.322	3008.323	0.001
71087.5	3008.699	3008.705	0.006				3008.824	3008.808	-0.016				3008.904	3008.891	-0.013
71075	3009.254	3009.253	-0.001	3009.307	3009.303	-0.003	3009.359	3009.351	0.002	3009.392	3009.398	0.007	3009.424	3009.425	0.001
71062.5	3009.849	3009.857	0.008				3009.949	3009.948	-0.001				3009.984	3009.986	0.002
71050	3010.489	3010.491	0.002	3010.534	3010.538	0.004	3010.579	3010.575	-0.003	3010.573	3010.568	-0.005	3010.567	3010.553	-0.014
71037.5	3011.044	3011.048	0.004				3011.123	3011.123	0.000				3011.089	3011.093	0.004
71025	3011.624	3011.613	-0.011	3011.662	3011.663	0.002	3011.699	3011.693	-0.006	3011.672	3011.673	0.002	3011.644	3011.643	-0.001
71012.5	3012.159	3012.151	-0.008				3012.239	3012.228	-0.011				3012.159	3012.148	-0.011
71000	3012.674	3012.661	-0.013	3012.712	3012.708	-0.004	3012.750	3012.747	-0.003	3012.702	3012.701	-0.001	3012.652	3012.641	-0.011
70987.5	3013.184	3013.15	-0.004				3013.224	3013.233	0.009				3013.109	3013.108	-0.001
70975	3013.614	3013.603	-0.011	3013.637	3013.643	0.007	3013.659	3013.663	0.004	3013.592	3013.593	0.002	3013.524	3013.528	0.004
70962.5	3014.054	3014.053	-0.001				3014.084	3014.088	0.004				3013.934	3013.933	-0.001
70950	3014.480	3014.465	-0.015	3014.490	3014.487	-0.002	3014.492	3014.485	-0.007	3014.413	3014.41	-0.003	3014.327	3014.317	-0.010
70937.5	3014.899	3014.895	-0.004				3014.889	3014.873	-0.016				3014.704	3014.695	-0.009
70925	3015.260	3015.26	0.010	3015.280	3015.238	-0.042	3015.260	3015.222	-0.038	3015.198	3015.155	-0.003	3015.051	3015.04	-0.011

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



OBRA: CONSERVACIÓN MEJORATIVA EN R.P. N°34 - CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES  
DPTOS: PUNILLA - SANTA MARÍA - SAN ALBERTO  
Exped.: 0045-013355/2005

AUX: \_\_\_\_\_

**PLANILLA DE NIVELACIÓN  
BASE GRANULAR CON CEMENTO**

PROGRESIVA	LADO IZQUIERDO			INTERMEDIA IZQUIERDA			EJE			INTERMEDIA DERECHA			LADO DERECHO		
	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF
70912.5	3015.636	3015.646	0.010				3015.656	3015.646	-0.010				3015.376	3015.376	0.000
70900	3015.896	3015.904	0.008	3015.866			3015.816	3015.816	0.000	3015.721			3015.626	3015.621	-0.005
70887.5	3016.156	3016.165	0.009				3016.056	3016.058	0.002				3015.863	3015.871	0.008
70875	3016.383	3016.386	0.003	3016.337			3016.291	3016.296	0.005	3016.196			3016.101	3016.101	0.000
70862.5	3016.616	3016.624	0.008				3016.511	3016.501	-0.010				3016.321	3016.328	0.007
70850	3016.776	3016.778	0.002	3016.719			3016.661	3016.663	0.002	3016.566			3016.471	3016.484	0.013
70837.5	3016.911	3016.918	0.007				3016.781	3016.784	0.003				3016.691	3016.699	0.008
70825	3017.021	3017.021	0.000	3016.961			3016.881	3016.881	0.000	3016.786			3016.691	3016.691	0.000
70812.5	3017.141	3017.146	0.005				3016.986	3016.988	0.002				3016.786	3016.796	0.000
70800	3017.236	3017.228	-0.008	3016.793			3016.350	3016.336	-0.014	3016.621			3016.891	3016.886	-0.005
70787.5	3017.336	3017.341	0.005				3017.181	3017.191	0.010				3016.991	3016.995	0.005
70775	3017.396	3017.396	0.000	3017.319			3017.241	3017.251	0.010	3017.146			3017.051	3017.051	0.000
70762.5	3017.471	3017.468	-0.003				3017.316	3017.324	0.008				3017.126	3017.131	0.005
70750	3017.566	3017.564	-0.002	3017.489			3017.411	3017.418	0.007	3017.316			3017.221	3017.224	0.003
70737.5	3017.664	3017.651	-0.013				3017.627	3017.638	0.011				3017.357	3017.366	0.009
70725	3017.749	3017.746	-0.003	3017.689			3017.629	3017.638	0.009	3017.544			3017.459	3017.458	-0.001
70712.5	3017.830	3017.823	-0.007				3017.724	3017.726	0.002				3017.669	3017.671	0.002
70700	3017.914	3017.916	0.002	3017.874			3017.834	3017.841	0.007	3017.764			3017.684	3017.696	0.002
70687.5	3018.024	3018.018	-0.006				3017.954	3017.954	0.000				3017.829	3017.83	0.001
70675	3018.078	3018.076	-0.002	3018.061			3018.044	3018.044	0.000	3017.969			3017.934	3017.931	-0.003
70662.5	3018.134	3018.136	0.002				3018.129	3018.136	0.007				3018.034	3018.031	-0.003
70650	3018.169	3018.171	0.002	3018.185			3018.200	3018.196	-0.004	3018.162			3018.124	3018.121	-0.003



OBRA: CONSERVACIÓN MEJORATIVA EN R.P. N°34 - CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES  
DPTOS: PUNILLA - SANTA MARÍA - SAN ALBERTO  
Exped.: 0045-013355/2005

AUX: \_\_\_\_\_

**PLANILLA DE NIVELACIÓN  
BASE GRANULAR CON CEMENTO**

PROGRESIVA	LADO IZQUIERDO			INTERMEDIA IZQUIERDA			EJE			INTERMEDIA DERECHA			LADO DERECHO		
	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF
70637.5	3018.249	3018.256	0.006				3018.304	3018.306	0.002				3018.238	3018.226	-0.002
70625	3018.328	3018.331	0.003	3018.360	3018.361	0.001	3018.362	3018.381	-0.011	3018.360	3018.362	-0.008	3018.328	3018.316	-0.012
70612.5	3018.364	3018.368	-0.004				3018.440	3018.433	-0.007				3018.364	3018.362	-0.002
70600	3018.453	3018.456	0.003	3018.501	3018.513	0.012	3018.549	3018.544	-0.005	3018.516	3018.516	0.000	3018.483	3018.471	-0.012
70587.5	3018.609	3018.609	-0.010				3018.696	3018.683	-0.012				3018.619	3018.616	-0.003
70575	3018.767	3018.761	-0.006	3018.806	3018.809	0.004	3018.843	3018.844	0.001	3018.806	3018.806	0.000	3018.767	3018.761	-0.006
70562.5	3018.973	3018.972	-0.001				3019.049	3019.041	-0.008				3018.973	3018.968	-0.007
70550	3019.174	3019.168	-0.006	3019.212	3019.204	-0.008	3019.260	3019.241	-0.009	3019.212	3019.201	-0.011	3019.174	3019.163	-0.011



OBRA: CONSERVACIÓN MEJORATIVA EN R.P. N°34 - CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES  
DPTOS: PUNILLA - SANTA MARÍA - SAN ALBERTO  
Exped.: 0045-013355/2005

AUX: \_\_\_\_\_

**PLANILLA DE NIVELACIÓN  
BASE GRANULAR CON CEMENTO**


PROGRESIVA	LADO IZQUIERDO			INTERMEDIA IZQUIERDA			EJE			INTERMEDIA DERECHA			LADO DERECHO		
	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF	COTA	TERRENO	DIF
70537.5	3019.374	3019.362	-0.012				3019.455	3019.444	-0.011				3019.380	3019.374	-0.006
70525	3019.614	3019.609	-0.005	3019.650			3019.695	3019.685	-0.010	3019.647			3019.619	3019.609	-0.010
70512.5	3019.910	3019.894	-0.016				3019.988	3019.974	-0.014				3019.912	3019.914	0.002
70500	3020.180	3020.174	-0.006	3020.208			3020.236	3020.224	-0.012	3020.203			3020.170	3020.164	-0.006
70487.5	3020.635	3020.625	-0.010				3020.709	3020.701	-0.008				3020.629	3020.625	-0.004
70475	3021.025	3021.012	-0.013	3021.063			3021.101	3021.094	-0.007	3021.051			3021.000	3020.994	-0.006
70462.5	3021.454	3021.457	0.003				3021.510	3021.506	-0.004				3021.454	3021.443	-0.011
70450	3021.800	3021.894	-0.006	3021.914			3021.927	3021.916	-0.011	3021.919			3021.911	3021.901	-0.010
70437.5	3022.448	3022.436	-0.009				3022.621	3022.618	-0.002				3022.465	3022.459	-0.006
70425	3022.999	3022.989	-0.010	3023.037			3023.075	3023.064	-0.011	3023.037			3022.999	3022.994	-0.005
70412.5	3023.584	3023.574	-0.010				3023.660	3023.65	-0.010				3023.584	3023.574	-0.010
70400	3024.150	3024.144	-0.006	3024.188			3024.226	3024.217	-0.009	3024.188			3024.150	3024.144	-0.006
70387.5	3024.735	3024.732	-0.003				3024.811	3024.812	0.001				3024.735	3024.739	0.004
70375	3025.321	3025.312	-0.009	3025.359			3025.397	3025.389	-0.008	3025.359			3025.321	3025.322	0.001
70362.5	3025.905	3025.896	-0.009				3025.991	3025.989	-0.002				3025.915	3025.909	-0.006
70350	3026.535	3026.526	-0.009	3026.573			3026.611	3026.606	-0.005	3026.573			3026.535	3026.529	-0.006

### III. ENSAYOS DE LABORATORIO

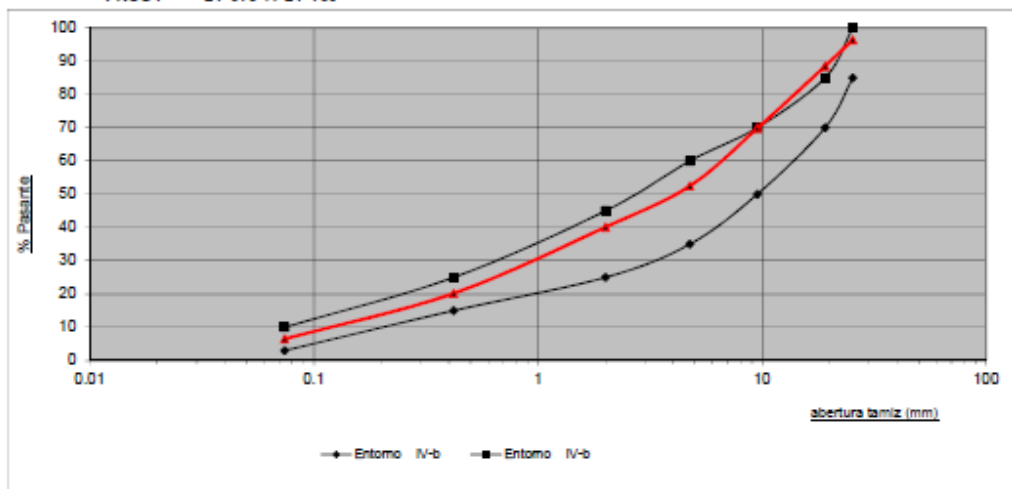
A continuación se presentaran algunas de las tablas de los ensayos realizados por la alumna en los dos tramos en donde se encontró presente, se eligió hablar del segundo tramo en el presente informe por el hecho de que fue en el que mayor fue el tiempo de participación activa, aunque en la parte de laboratorio se tuvo mayor a participación en el tramo comprendido entre el 30+300 y la progresiva 21+000.

#### III. a Suelo cemento

Progresiva 24+975 a 24+750

Planilla de Composición Granulométrica <b>BOETTO Y BUTTIGLIENGO</b>									
 Ruta: OBRA REHABILITACION Y MANTENIMIENTO R.P. 34 CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES Tramo: FECHA: 11- 04 - 17		BASE GRANULAR CON CEMENTO			Operador		Entorno IV-b		Curva de Fuller
		0 - 20	06-25	Mezcla	55 %	0-20 %	% pasa		
Tamiz N°	Tamaño (mm)	% pasa	% pasa	% pasa	45 %	06-25 %	min.	max.	% pas.
1	25.4	100	94	96.4			85	100	100
3/4	19.1	85	90	88.5			70	85	100
3/8	9.52	70	55	69.8			50	70	100
4	4.76	50	40	52.5			35	60	100
10	2	40	15	40.1			25	45	100
40	0.42	25	7	20.2			15	25	100
200	0.074	10	0	6.5			3	10	100

PROG : 24+975 A 24+750



Estos 225 mts se debieron rehacer debido a que la granulometría no se encontraba dentro del entorno a pesar de cómo se verá a continuación la compactación del mismo arrojó valores apropiados.



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**ENSAYO PROCTOR**

Capas 5 Golpes 56 Pisón 4,5 Kg.  
Ruta Prov. N° 34 Provincia CORDOBA  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

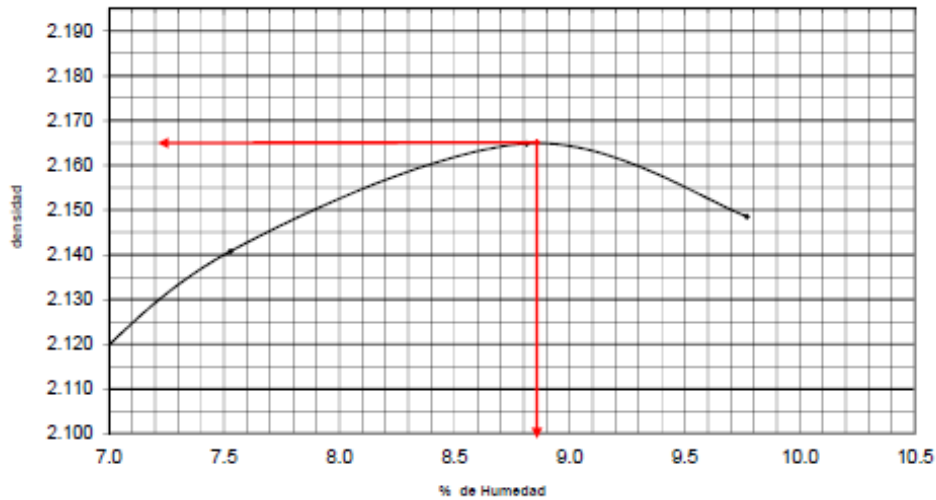
Fecha: 11/4/2017 BASE GRANULAR CON CEMENTO

Punto N°	Pe. cilind. + S. Humedo	Tara del cilindro	Peso del S. Humedo	Volum. del Cilindro	PESO ESPEC. APARENTE	
					Humedo	Seco
1	10115	5348	4767	2120	2.249	2.107
2	10228	5348	4880	2120	2.302	2.141
3	10342	5348	4994	2120	2.356	2.165
4	10348	5348	5000	2120	2.358	2.149
Punto N°	Pesa filtro + S. Humedo	Pesa filtro + seco	Tara del Pesa filtro	Agua	Suelo Seco	% de Humedad
1	1000	937		63		6.7
2	1000	930		70		7.5
3	1000	919		81		8.8
4	1000	911		89		9.8

Densid. Máxima: 2,165 Kg./dm<sup>3</sup> Humedad Optima: 8.90%

Material	L. Liquido	I. Plástico

PROG: 24+975 A 24+750



INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**DENSIDAD DEL TERRENO - METODO DE LA ARENA**

OBRA : REHABILITACION RUTA PROVINCIAL N° 34  
Tramo : CAMINO ALTAS CUMBRES  
Provincia : CORDOBA  
Prog : 24+975 A 24+750  
Capa : BASE GRANULAR CON CEMENTO  
Fecha : 11/4/2017

LABORATORIO :

Densid. de la arena : 1.329

Peso Especif. retenido 3/4"= 2.790

Progr.	Nro Muestra	Lado	Espes.	S U E L O				A R E N A				VOLUM.	RETIENE 3/4		DENSIDAD		PROCTOR		%	
				Humedo	Seco	agua	humed	Frasco	Reman.	cono	Diferen.		POZO	Peso	%	Humeda	Seca	Pasa 3/4		Correg.
24+950	1	I	0.20	3741	3519	222	6.3	6000	2171	1692	2137	1608	188	5.3	2.327	2.189	2.165	2.191	99.9	
24+825	2	D	0.20	4678	4401	270	6.3	6000	1636	1692	2672	2011	378	8.6	2.327	2.189	2.165	2.207	99.2	

Progresiva 24+975 a 24+750 (225 mts rehechos)

**Planilla de Composición Granulométrica BOETTO Y BUTTIGLIENGO**



Ruta: OBRA REHABILITACION Y MANTENIMIENTO R.P. 34 CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES

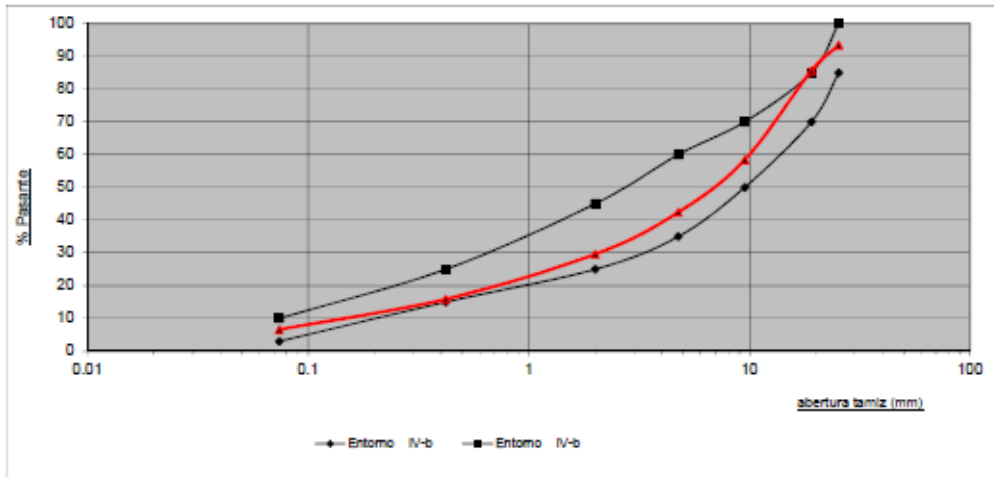
Tramo: FECHA : 12- 04 - 17

BASE GRANULAR CON CEMENTO

Operador

Tamiz N°	Tamaño (mm)	0 - 20		Mezola	%		Entorno IV-b	Curva de Fuller		
		% pasa	% pasa		55	45			% pasa	
									min.	max.
1	25.4	100	94			85	100	100		
3/4	19.1	85	90			70	85	100		
3/8	9.52	70	55			50	70	100		
4	4.76	50	40			35	60	100		
10	2	40	15			25	45	100		
40	0.42	25	7			15	25	100		
200	0.074	10	0			3	10	100		

PROG : 24+975 A 24+750





INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**ENSAYO PROCTOR**

Capas 5 Golpes 56 Pisón 4,5 Kg.  
Ruta Prov. N° 34 Provincia CORDOBA  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha: 1: 12/4/2017 **BASE GRANULAR CON CEMENTO**

Punto N°	Pe. cilind. + S. Humedo	Tara del cilindro	Peso del S.Humedo	Volum.del Cilindro	PESO ESPEC. APARENTE	
					Humedo	Seco
1	10055	5348	4707	2120	2.220	2.116
2	10133	5348	4785	2120	2.257	2.131
3	10335	5348	4967	2120	2.352	2.201
4	10360	5348	5012	2120	2.364	2.192

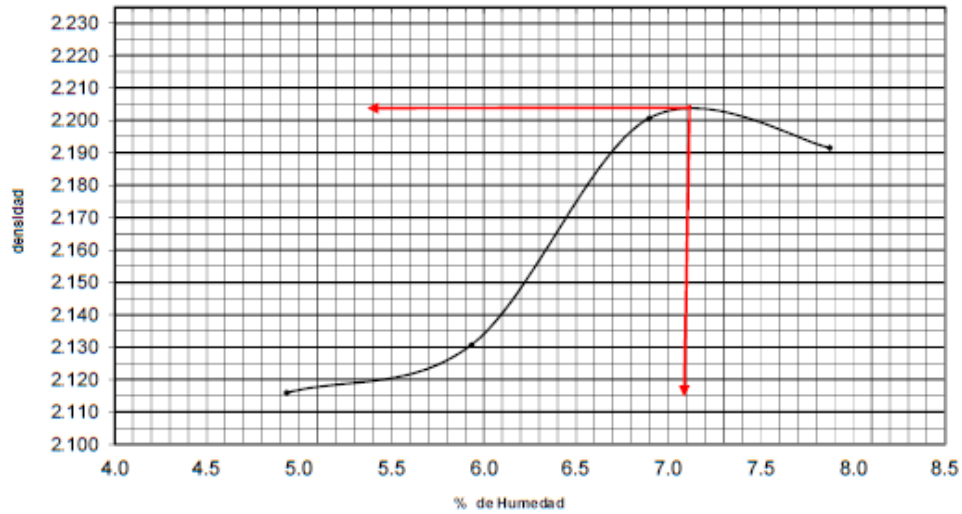
  

Punto N°	Pesa filtro + S.Humedo	Pesa filtro + seco	Tara del Pesa filtro	Agua	Suelo Seco	% de Humedad
1	1000	953		47		4.9
2	1000	944		56		5.9
3	1000	936		64.5		6.9
4	1000	927		73		7.9

Densid. Máxima: 2,205 Kg./dm3 Humedad Optima: 7.10%

Material	L.Liquido	I.Plástico

PROG: 24+975 A 24+750



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**DENSIDAD DEL TERRENO - METODO DE LA ARENA**

OBRA : REHABILITACION RUTA PROVINCIAL N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES  
Provincia : CORDOBA  
Prog : 24+975 A 24+750  
Capa : BASE GRANULAR CON CEMENTO  
Fecha: 12/4/2017

LABORATORIO :

Densid. de la arena: 1.329 Peso Especif. retenido 3/4"= 2.790

Progr.	Nro. Muestra	Lado	Espes.	S U E L O				A R E N A				VOLUM. POZO	RETIENE '3/4		DENSIDAD		PROCTOR		%
				Humedo	Seco	agua	humed	Frasco	Reman.	cono	Diferen.		Peso	%	Humeda	Seca	Pasa'3/4	Correg.	
24+737	1	D	0.20	3859	3429	230	6.7	6000	2265	1690	2045	1539	178	5.2	2.378	2.229	2.205	2.229	100.0
24+625	2	I	0.20	3891	3647	270	6.7	6000	2123	1690	2187	1646	169	4.6	2.364	2.216	2.205	2.227	99.5

Progresiva 24+400 a 24+100

**Planilla de Composición Granulométrica BOETTO Y BUTTIGLIENGO**



Ruta: OBRA REHABILITACION Y MANTENIMIENTO R. P. 34 CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES

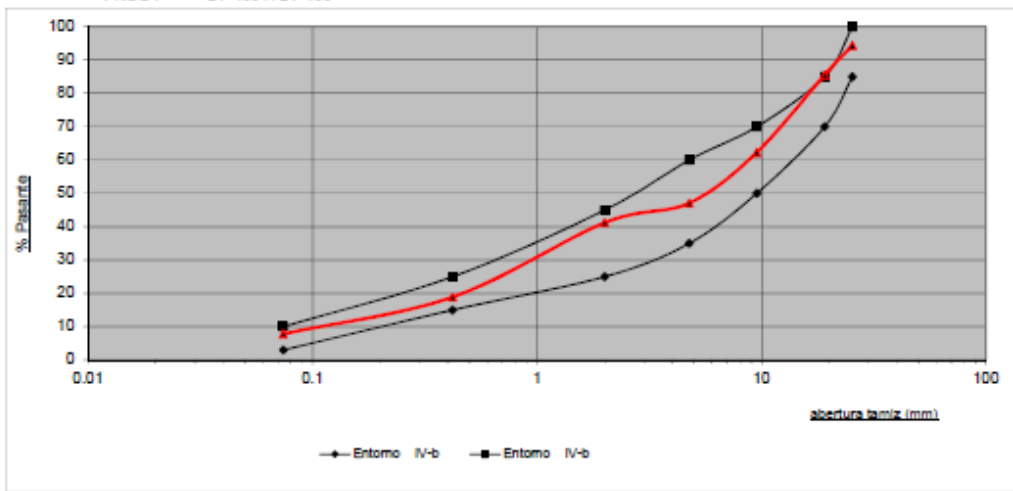
Tramo: FECHA : 20- 04 - 17

BASE GRANULAR CON CEMENTO

Operador

Tamiz N°	Tamaño (mm)	BASE GRANULAR CON CEMENTO				Entorno IV-b		Curva de Fuller
		0 - 20	06-25	Mezcla	45	0-20	06-25	
		% pasa	% pasa	% pasa		% pasa		
		min.	max.			% pas.		
1	25.4	100	94	94.4	85	100	100	
3/4	19.1	85	90	85.6	70	85	100	
3/8	9.52	70	55	62.3	50	70	100	
4	4.75	50	40	47.1	35	60	100	
10	2	40	15	41.2	25	45	100	
40	0.42	25	7	18.9	15	25	100	
200	0.074	10	0	7.8	3	10	100	

PROG : 24+400 A 24+100



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**ENSAYO PROCTOR**

Capas 5 Golpes 56 Pisón 4,5 Kg.  
Ruta Prov. N° 34 Provincia CORDOBA  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha:1 20/4/2017 BASE GRANULAR CON CEMENTO

Punto N°	Pe. cilind. + S. Humedo	Tara del cilindro	Peso del S.Humedo	Volum.del Cilindro	PESO ESPEC. APARENTE	
					Humedo	Seco
1	10189	5348	4841	2120	2.283	2.112
2	10298	5348	4950	2120	2.335	2.142
3	10408	5348	5060	2120	2.387	2.170
4	10393	5348	5045	2120	2.380	2.144
Punto N°	Pesa filtro + S.Humedo	Pesa filtro + seco	Tara del Pesa filtro	Agua	Suelo Seco	% de Humedad
1	1000	925		75		8.1
2	1000	918		82.5		9.0
3	1000	909		91		10.0
4	1000	901		99		11.0

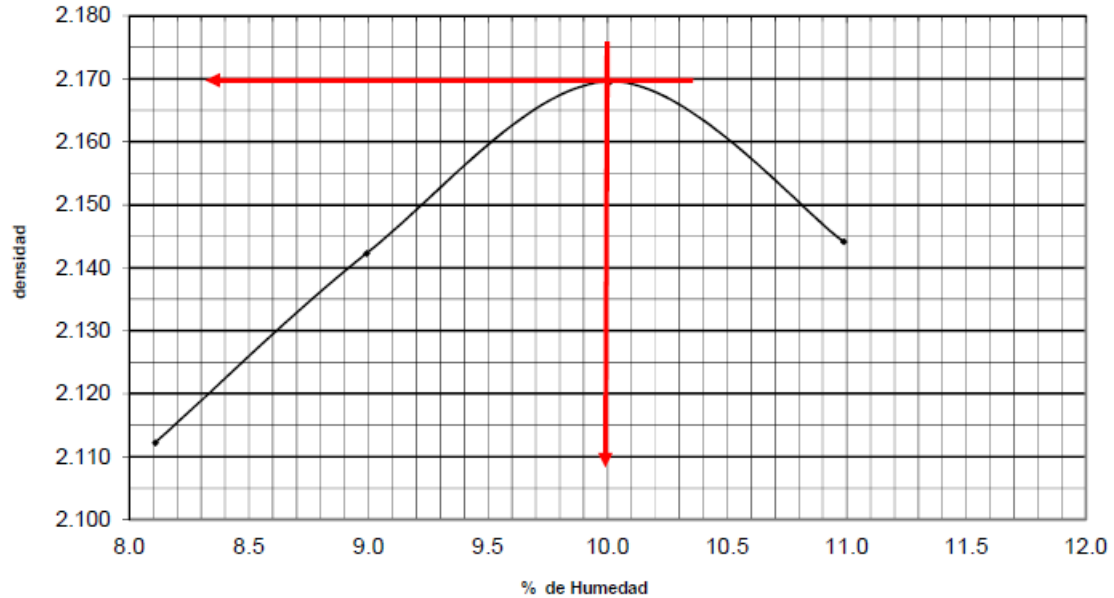
INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

Densid. Máxima: 2,170 Kg./dm<sup>3</sup>

Humedad Optima: 10.00%

Material	L.Liquido	I.Plástico

PROG: 24+400 A 24+100



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**DENSIDAD DEL TERRENO - METODO DE LA ARENA**

OBRA : REHABILITACION RUTA PROVINCIAL N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES  
Provincia : CORDOBA  
Prog : 24+400 A 24+100  
Capa : BASE GRANULAR CON CEMENTO  
Fecha: 20/4/2017

LABORATORIO :

Densid. de la arena: 1.329

Peso Especif. retenido 3/4"= 2.790

Progr.	Nro. Muestra	Lado	Espes.	S U E L O				A R E N A				VOLUM. POZO	RETIENE 3/4"		DENSIDAD		PROCTOR		%
				Humedo	Seco	agua	humed	Frasco	Reman.	cono	Diferen.		Peso	%	Humeda	Seca	Pasa'3/4	Correg.	
24+350	1	I	0.11	2525	2364	161	6.8	6000	2846	1731	1423	1071	152	6.4	2.358	2.208	2.170	2.201	100.3
24+250	2	D	0.11	2827	2647	180	6.8	6000	2695	1731	1574	1184	328	12.4	2.387	2.235	2.170	2.231	100.2
24+150	3	C	0.12	2723	2550	173	6.8	6000	2735	1731	1534	1154	252	9.9	2.359	2.209	2.170	2.219	99.6

Progresiva 21+625 a 24+325

**Planilla de Composición Granulométrica BOETTO Y BUTTIGLIENGO**



Ruta: OBRA REHABILITACION Y MANTENIMIENTO R .P. 34 CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES

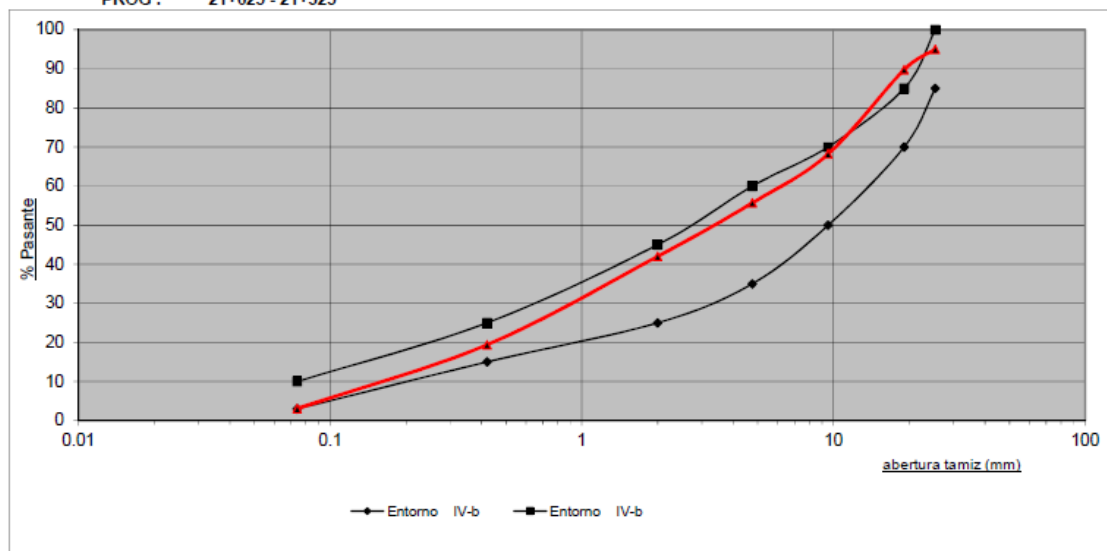
Tramo: FECHA : 29- 05- 17

BASE GRANULAR CON CEMENTO

Operador

Tamiz N°	Tamaño (mm)	0 - 20		Mezcla	55 %		0-20		Entorno IV-b		Curva de Fuller
		06-25			45 %		06-25		% pasa		
		% pasa	% pasa					min.	max.	% pas.	
1	25.4	100	94	95.0				85	100	100	
3/4	19.1	85	90	89.8				70	85	100	
3/8	9.52	70	55	68.2				50	70	100	
4	4.76	50	40	55.7				35	60	100	
10	2	40	15	42.0				25	45	100	
40	0.42	25	7	19.4				15	25	100	
200	0.074	10	0	3.1				3	10	100	

PROG : 21+625 - 21+325



INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**ENSAYO PROCTOR**

Capas 5 Golpes 56 Pisón 4,5 Kg.  
Ruta Prov. N° 34 Provincia CORDOBA  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha: 29/5/2017 BASE GRANULAR CONCIMENTO

Punto N°	Pe. cilind. + S. Humedo	Tara del cilindro	Peso del S. Humedo	Volum. del Cilindro	PESO ESPEC. APARENTE	
					Humedo	Seco
1	10215	5348	4867	2120	2.296	2.149
2	10350	5348	5002	2120	2.359	2.187
3	10459	5348	5111	2120	2.411	2.213
4	10465	5348	5117	2120	2.414	2.196

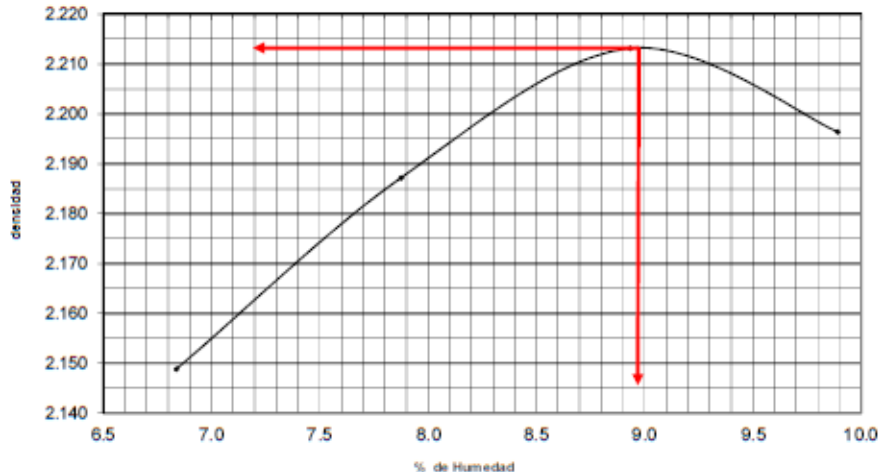
  

Punto N°	Pesa filtro + S. Humedo	Pesa filtro + seco	Tara del Pesa filtro	Agua	Suelo Seco	% de Humedad
1	1000	936		64		6.8
2	1000	927		73		7.9
3	1000	918		82		8.9
4	1000	910		90		9.9

Densid. Máxima: 2,213 Kg /dm3 Humedad Optima: 9.00%

Material	L. Líquido	I. Plástico

PROG: 21+625 - 21+325



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**DENSIDAD DEL TERRENO - METODO DE LA ARENA**

OBRA: REHABILITACION RUTA PROVINCIAL N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES  
Provincia: CORDOBA  
Prog: 22+625 - 22+325  
Capa: BASE GRANULAR CON CEMENTO

LABORATORIO: RUBIDA BARRIOS

Fecha: 29/5/2017 Densid. de la arena: 1.329 Peso Especif. retenido 3/4"= 2.790

Progr.	Nro. Muestra	Lado	Espes.	S U E L O				A R E N A				VOLUM. POZO	RETIENE 3/4"		DENSIDAD		PROCTOR		%
				Humedo	Seco	agua	humed	Frasco	Reman.	cono	Diferen.		Peso	%	Humeda	Seca	Pasa 3/4"	Correg.	
22+375	1	I	0.23	3786	3562	224	6.3	8000	2033	1890	2077	1563	74	2.1	2.423	2.279	2.213	2.223	102.5
22+525	2	D	0.20	4099	3858	270	6.3	8000	1800	1890	2310	1738	274	7.1	2.358	2.218	2.213	2.246	98.8

Progresiva 21+325 a 24+017

**Planilla de Composición Granulométrica BOETTO Y BUTTIGLIENGO**



Ruta: OBRA REHABILITACION Y MANTENIMIENTO R .P. 34 CAMINO DE LAS ALTAS CUMBRES

Tramo: FECHA : 30- 05 - 17

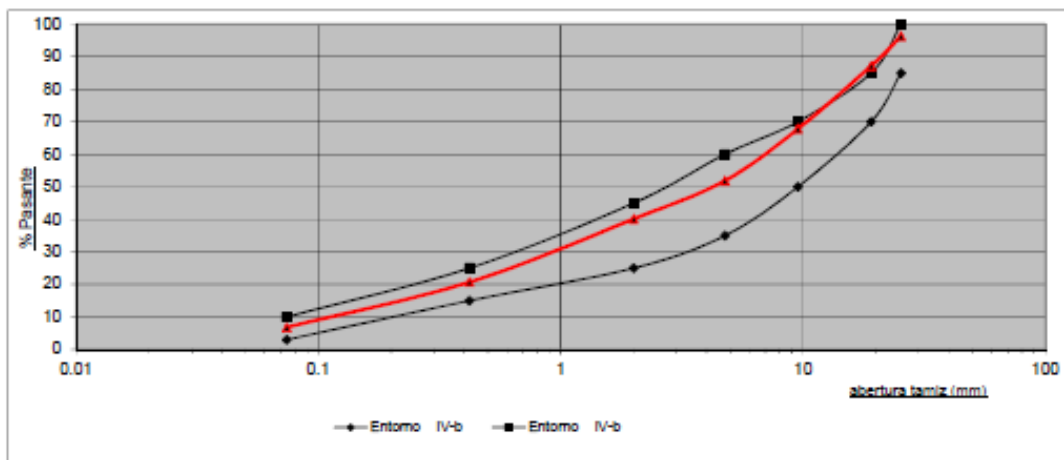
BASE GRANULAR CON CEMENTO

Operador

CLAUDIO BARRIOS

Tamiz N°	Tamaño (mm)	Mezcla			Entorno IV-b	Curva de Fuller		
		0 - 20	06-25	55 %		min.	max.	% pas.
		% pasa	% pasa	45 %				
1	25.4	100	94	96.3	85	100	100	
3/4	19.1	85	90	87.2	70	85	100	
3/8	9.52	70	55	67.8	50	70	100	
4	4.76	50	40	51.9	35	60	100	
10	2	40	15	40.1	25	45	100	
40	0.42	25	7	20.7	15	25	100	
200	0.074	10	0	6.8	3	10	100	

PROG : 21-325 - 21-017



INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**ENSAYO PROCTOR**

Capas 5                      Golpes 56                      Pisón 4,5 Kg.  
Ruta Prov. N° 34                      Provincia CORDOBA  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha: 1 30/5/2017                      **BASE GRANULAR CON CEMENTO**

Punto N°	Pe. cilind. + S. Humedo	Tara del cilindro	Peso del S. Humedo	Volum. del Cilindro	PESO ESPEC. APARENTE	
					Humedo	Seco
1	10000	5348	4652	2120	2.194	2.054
2	10115	5348	4767	2120	2.249	2.084
3	10219	5348	4871	2120	2.298	2.109
4	10119	5348	4771	2120	2.250	2.048

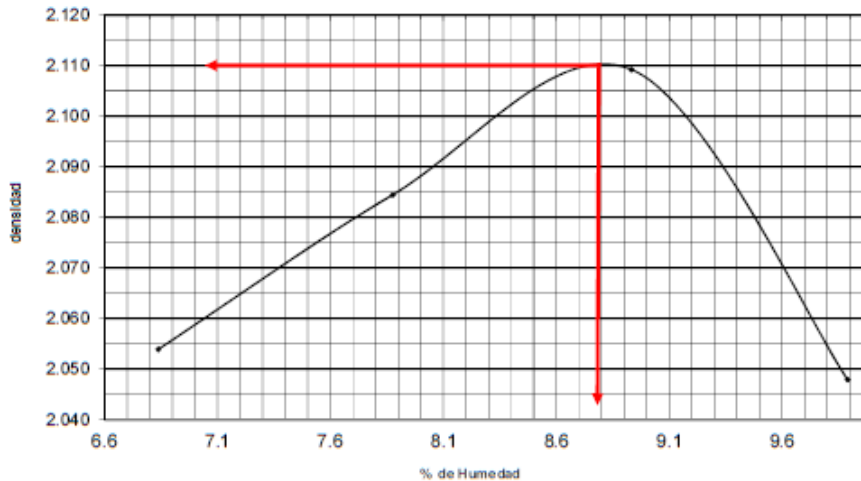
Punto N°	Pesa filtro + S. Humedo	Pesa filtro + seco	Tara del Pesa filtro	Agua	Suelo Seco	% de Humedad
1	1000	936		64		6.8
2	1000	927		73		7.9
3	1000	918		82		8.9
4	1000	910		90		9.9

Densid. Máxima: 2,11 Kg./dm<sup>3</sup>

Humedad Óptima: 8.70%

Material	L. Líquido	I. Plástico

PROG: 21+325 - 21+017



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**DENSIDAD DEL TERRENO - METODO DE LA ARENA**

OBRA : REHABILITACION RUTA PROVINCIAL N° 34  
Tramo : CAMINO ALTAS CUMBRES  
Provincia : CORDOBA  
Prog : 21+325 - 21+017  
Capa : BASE GRANULAR CON CEMENTO

LABORATORIO

Fecha: 30/5/2017

Densid. de la arena: 1.329

Peso Especif. retenido 3/4"= 2.790

Progr.	Nro. Muestra	Lado	Espes.	S U E L O				A R E N A				VOLUM. POZO	RETIENE 3/4		DENSIDAD		PROCTOR		%
				Humedo	Seco	agua	humed	Frasco	Reman.	cono	Diferen.		Peso	%	Humeda	Seca	Pasa 3/4	Correg.	
21+300	1	I	0.20	3798	3583	215	8.0	8000	2044	1714	2242	1687	282	7.9	2.251	2.124	2.110	2.151	98.7
21+250	2	I	0.21	4339	4093	246	8.0	8000	1742	1675	2583	1944	116	2.8	2.232	2.108	2.110	2.125	99.1
21+150	3	D	0.21	3821	3605	216	8.0	8000	2083	1675	2242	1687	308	8.5	2.265	2.137	2.110	2.155	99.2

**III. b Asfalto**

Pastón 15/5/2017:

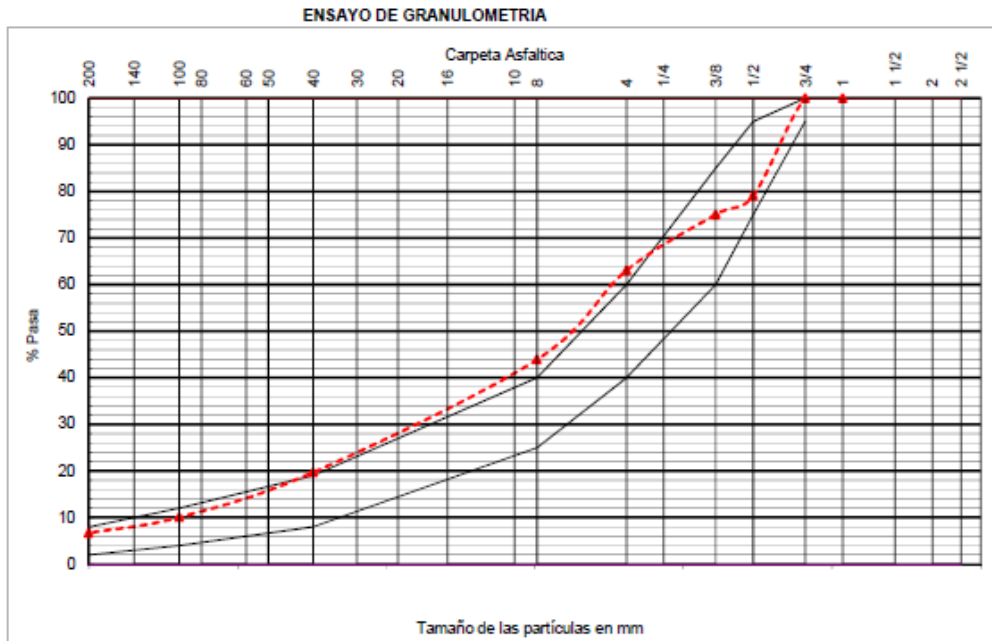


OBRA: REHABILITACION R.P.N° 34  
 TRAMO: CAMINO ALTAS CUMBRES  
 PARA USO EN: CARPETA  
 MUESTRA : CINTA  
 FECHA: 15/5/2017

Provincia: Cordoba

Trit. 6/19	Cantera "Cantesur"	35%
Trit. 0/6	Cantera "Cantesur"	46%
Arena Silioea	Cantera "Rio Segundo"	15%

Muestra	0	
Tamices	P total	%
1	0 20424	100.0
3/4	0 20424	100.0
1/2	4277 16147	79.1
3/8	823 15324	75.0
4	2450 12874	63.0
Corte P/avado	1440	8.94
8	437 1003	43.9
40	553 450	19.7
100	220 230	10.1
200	77 153	6.7



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**Planilla de Ensayos (Carpeta)**

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
 Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

FECHA: 15/5/2017

<b>Ensayo Rice</b>		<b>Ensayo Recuperación de Asfalto (Centrifuga)</b>	
Formula $\frac{PMA}{(PKAE+PMA)-PKAEV}$		Formula $\frac{M - MR}{M \times 100}$	
Kitacato Vaolo (KV)	1364.0	Tara (T)	3284.0
Peco Kitacato oon agua hasta enrase (PKAE)	3368.0	Tara + Material (TM)	4444.0
Peco Kitacato Vaolo + Peco Material Aire (PKV+PMA)	2646.3	Tara + Material Recuperado (TMR)	3813.0
Peco Material Aire (PMA)	1086.0	Material (M)	1160.0
Peco Kitacato oon agua hasta enrase despues de efectuar vaolo (PKAEV)	4004.0	Material Recuperado (MR)	1084.0
<b>Rice</b>	<b>2.536</b>	Diferencia M-MR	68.0
		Recup.	<b>5.6</b>





# MARSHALL CARPETA

Determinación de Estabilidad Residual  
(Norma V. N. - E32 - 67)

BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha : 15/05/2017

Probeta N°	Fecha	% C.A.	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17			
			Peso al 1g	Peso al 0.5	Peso al 0.25	Peso al 0.125	Peso al 0.0625	Peso al 0.03125	Peso al 0.015625	Peso al 0.0078125	Volúmen (2-3)	Densidad Marshall	P.H. Torção	RICE	Varios Residuales	Varios llenos de asfalto	Varios agregado mineral	Relación Beta	Varios (8/9*100)	Relación del de carga	Estabilidad	Altura de probeta	Factor de corrección	Estabilidad corregida	Leitura	Deform. Relación	Estabilidad	kg	mm	kg/cm	Relación	Estabilidad						
1	15/5/2017	5.5	1258	1247	739	739	508	508	2.476	2.476	2.584	4.16	13.6	17.8	76.6	143	1772	6.32	1.030	1825	5.1	3578	12*14	15/16	1709	4.8	3584	1709	4.8	3584	1709	4.8	3584	1709	4.8	3584		
2	15/5/2017	5.5	1254	1244	736	736	508	508	2.469	2.469	2.584	4.47	13.6	18.0	75.2	131	1623	6.30	1.026	1665	5.4	3084	1665	5.4	3084	1665	5.4	3084	1665	5.4	3084	1665	5.4	3084	1665	5.4	3084	
3	15/5/2017	5.5	1247	1254	752	752	502	502	2.484	2.484	2.584	3.87	13.7	17.5	77.9	130	1611	6.27	1.016	1636	4.0	4091	1636	4.0	4091	1636	4.0	4091	1636	4.0	4091	1636	4.0	4091	1636	4.0	4091	
			<b>2.476</b>		<b>2.498</b>		<b>2.497</b>		<b>2.493</b>		<b>2.496</b>		<b>4.17</b>		<b>76.6</b>		<b>80.1</b>		<b>3.40</b>																			
4	15/5/2017	5.5	1249	1243	743	743	500	500	2.498	2.498	2.584	3.33	13.7	17.1	80.5	111	1375	6.20	1.032	1419			1419			1419												
5	15/5/2017	5.5	1261	1255	750	750	505	505	2.497	2.497	2.584	3.37	13.7	17.1	80.3	106	1313	6.24	1.030	1353			1353			1353												
6	15/5/2017	5.5	1259	1238	733	733	505	505	2.493	2.493	2.584	3.52	13.7	17.2	79.6	104	1289	6.29	1.065	1372			1372			1372												
<b>PROMEDIOS</b>			<b>2.496</b>		<b>2.493</b>		<b>2.493</b>		<b>2.496</b>		<b>3.40</b>		<b>4.17</b>		<b>80.1</b>		<b>3.40</b>																					
<b>MATERIAL</b>			<b>PROCEDECIA</b>														<b>OBSEVACIONES</b>																					
Basalto Triturado 6-19			Cantera Cantesur														Factor de calibración Aro																					
Arena Triturada 0/6			Cantera Cantesur														Estabilidad Residual (%)																					
Arena Silicea			Cantera Rio Segundo														80.84																					
Cemento Asfáltico			Alfafol F AM3 - Y.P.F																																			
Aditivo			ESMUL "A"														1 X 1000																					

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

Pastón 22/5/2017:

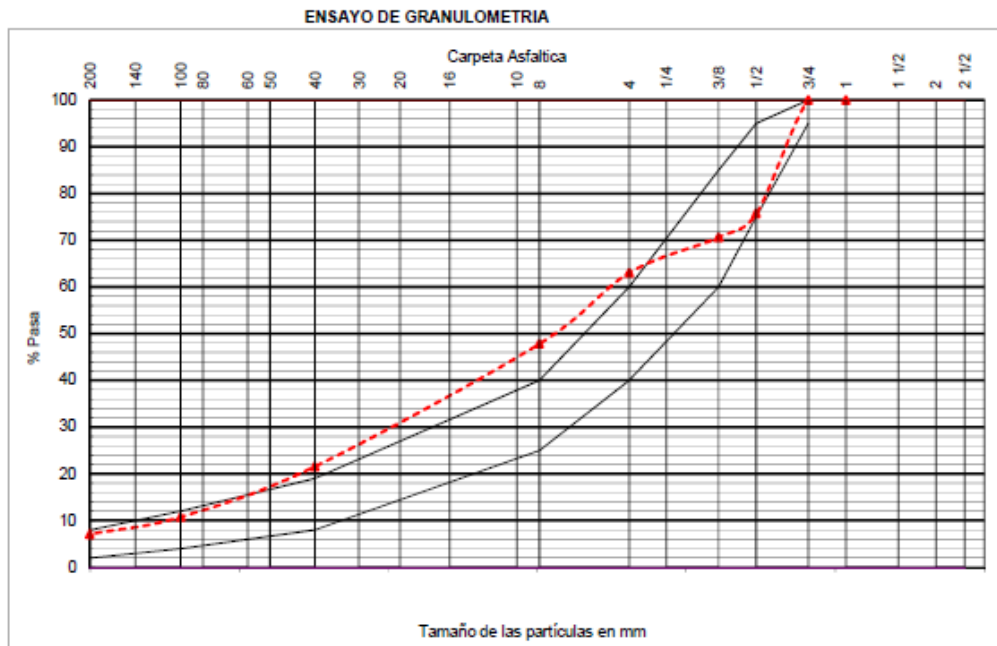


OBRA: REHABILITACION R.P.N° 34  
TRAMO: CAMINO ALTAS CUMBRES  
PARA USO EN: CARPETA  
MUESTRA : CINTA  
FECHA: 22/5/2017

Provincia: Cordoba

Trtl. 6/19	Cantera "Cantesur"	39%
Trtl. 0/6	Cantera "Cantesur"	46%
Arena Silioea	Cantera "Rio Segundo"	15%

Muestra	0	
Tamices	P. Total	%
1	0 21417	100.0
3/4	0 21417	100.0
1/2	5203 16214	75.7
3/8	1093 15121	70.6
4	1623 13498	63.0
Corta Pivavado	1438	9.39
8	347 1091	47.8
40	599 492	21.6
100	246 246	10.8
200	84 182	7.1



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**Planilla de Ensayos (Carpeta)**

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

FECHA: 22/5/2017

Ensayo Rice		Ensayo Recuperación de Asfalto (Centrifuga)	
Formula $\frac{PMA}{(PKAE+PMA)-PKAEV}$		Formula $\frac{M - MR}{M * 100}$	
Kitacato Vaolo (KV)	1364.0	Tara (T)	3284.0
Peso Kitacato con agua hasta enrase (PKAE)	3368.0	Tara + Material (TM)	4114.0
Peso Kitacato Vaolo + Peso Material Aire (PKV+PMA)	2646.3	Tara + Material Recuperado (TMR)	3813.0
Peso Material Aire (PMA)	1080.0	Material (M)	820.0
Peso Kitacato con agua hasta enrase despues de efectuar vaolo (PKAEV)	4026.0	Material Recuperado (MR)	776.0
<b>Rice</b>	<b>2.609</b>	Diferencia M-MR	46.0
		Recup.	<b>5.4</b>



# MARSHALL CARPETA

Determinación de Estabilidad Residual  
(Norma V. N. - E32 - 67)

BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha : 22/05/2017

Probeta N°	Fecha	% C.A.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		g	g	g	g	g/cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
1	22/5/2017	1259	1257	749	508	2.478	2.578	2.578	2.578	3.87	13.6	17.5	77.9	132	1635	6.43	1.016	1662	3.3	5035	
2	22/5/2017	1256	1258	757	501	2.507	2.578	2.578	2.578	2.75	13.8	16.5	83.3	138	1710	6.27	1.026	1754	3.4	5160	
3	22/5/2017	1246	1243	744	499	2.497	2.578	2.578	2.578	3.14	13.7	16.9	81.4	129	1598	6.30	1.030	1646	3.0	5488	
						<b>2.494</b>		<b>3.25</b>				<b>80.9</b>						<b>1687</b>		<b>3.2</b>	
4	22/5/2017	1254	1245	742	503	2.493	2.578	2.578	2.578	3.30	13.7	17.0	80.6	112	1388	6.42	1.034	1435			
5	22/5/2017	1257	1243	742	501	2.509	2.578	2.578	2.578	2.68	13.8	16.5	83.8	104	1389	6.47	1.032	1330			
6	22/5/2017	1249	1252	748	504	2.478	2.578	2.578	2.578	3.87	13.6	17.5	77.9	102	1264	6.33	1.026	1297			
<b>PROMEDIOS</b>						<b>2.493</b>		<b>3.28</b>				<b>80.8</b>						<b>1354</b>			
<b>MATERIAL</b>		<b>PROCEDENCIA</b>										<b>OBSERVACIONES</b>									
Basalto Triturado 6-19		Carrera Cantezur										Factor de calibración Aro									
Arena Triturada 0/6		Carrera Cantezur										12.39 Kg/div									
Arena Silicea		Carrera Rio Segundo										Estabilidad Residual (%)									
Cemento Asfáltico		Alfisol FAM3 - YPF										80.23									
Aditivo		ESMUL "A"										1 X 1000									

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

Pastón 29/5/2017:

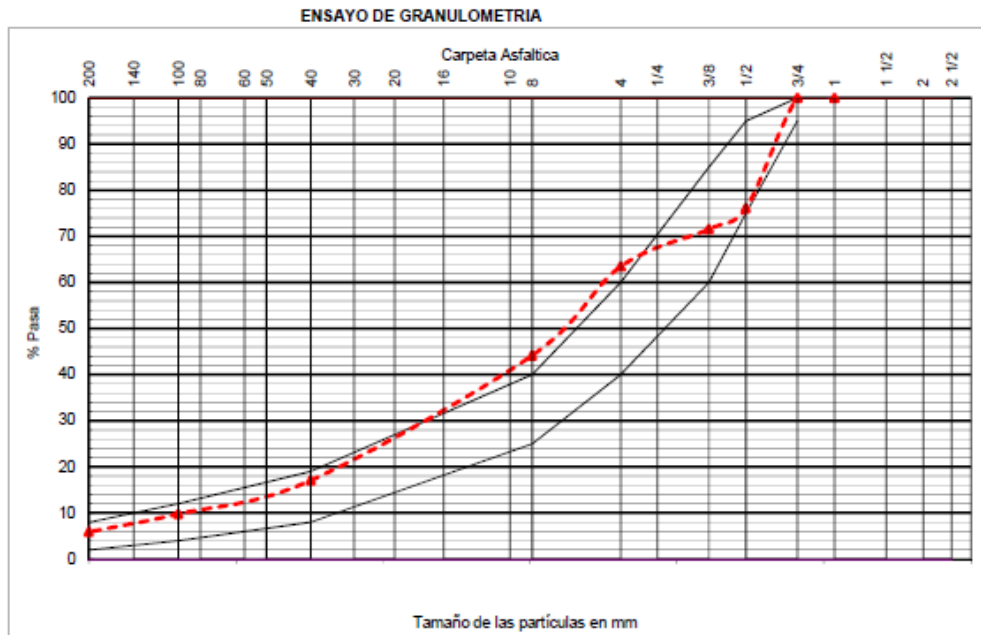


OBRA: REHABILITACION R.P.N° 34  
TRAMO: CAMINO ALTAS CUMBRES  
PARA USO EN: CARPETA  
MUESTRA: CINTA  
FECHA: 29/5/2017

Provincia: Cordoba

Trit. 6/19	Cantera "Cantesur"	39%
Trit. D/6	Cantera "Cantesur"	46%
Arena Silioea	Cantera "Rio Segundo"	15%

Muestra	0	
Tamices	P. total	%
1	0 22516	100.0
3/4	0 22516	100.0
1/2	5380 17136	76.1
3/8	1027 16109	71.5
4	1822 14287	63.5
Corta Pilavado	1464	9.76
8	445 1019	44.2
40	625 394	17.1
100	168 226	9.8
200	90 136	5.9



BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA

**Planilla de Ensayos (Carpeta)**

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

FECHA: 29/5/2017

Ensayo Rice		Ensayo Recuperación de Asfalto (Centrifuga)	
Formula $\frac{PMA}{(PKAE+PMA)-PKAEV}$		Formula $\frac{M - MR}{M \times 100}$	
Kitacato Vaolo (KV)	1364.0	Tara (T)	3294.0
Peso Kitacato con agua hasta enrase (PKAE)	3368.0	Tara + Material (TM)	4321.0
Peso Kitacato Vaolo + Peso Material Aire (PKV+PMA)	2646.3	Tara + Material Recuperado (TMR)	3613.0
Peso Material Aire (PMA)	1016.0	Material (M)	1027.0
Peso Kitacato con agua hasta enrase despues de efectuar vaolo (PKAEV)	3881.0	Material Recuperado (MR)	873.0
<b>Rice</b>	<b>2.579</b>	Diferencia M-MR	154.0
		Recup.	<b>5.2</b>

# MARSHALL CARPETA

Determinación de Estabilidad Residual  
(Norma V. N. - E32 - 67)



**BOETTO Y BUTTIGLIENGO S.A.**  
EMPRESA CONSTRUCTORA

Ruta: REHABILITACION R.P.N° 34  
Tramo: CAMINO ALTAS CUMBRES

Fecha : 29/05/2017

Prueba N°	Folios	% CA	Peso al aire		Peso saturado		Volúmen (2-3) cm3	Densidad Marshall (1/4) gr/cm3	P.E Teórico gr/cm3	RICE	Valores		Residuals (6-5)/100%	Valores llenos de asfalto (5°C.A.) (7-8) %		Valores agregado mineral (8,9*100) %	Relación Betón (7-8) %	Relación Varios (8,9*100) %	Lectura mm/100	Lectura carga	Estabilidad kg	Altura de probeta cm	Factor de corrección de estabilidad	Estabilidad corregida kg	Lectura del deform.	Relación Estabilidad kg/cm																							
			gr	gr	gr	gr					%	%		%	%												mm	mm/cm																					
1	29/5/2017	5.5	1256	1245	739	506	2.482	2.575	3.60	13.7	17.3	79.1	135	1549	6.41	1.026	1589	2.9	5479	12*14	15/16	17	1583	3.3	4963	12.39	96.81																						
2	29/5/2017	5.5	1256	1244	744	500	2.512	2.575	2.45	13.8	16.3	85.0	127	1574	6.28	1.010	1589	2.9	5480																														
3	29/5/2017	5.5	1253	1244	738	506	2.476	2.575	3.83	13.6	17.5	78.0	124	1536	6.42	1.023	1572	4.0	3929																														
							<b>2.490</b>			<b>3.29</b>		<b>80.7</b>																																					
4	29/5/2017	5.5	1250	1251	755	496	2.520	2.575	2.13	13.9	16.0	86.7	127	1574	6.22	1.030	1621																																
5	29/5/2017	5.5	1235	1246	754	492	2.510	2.575	2.52	13.8	16.3	84.6	100	1239	6.34	1.036	1284																																
6	29/5/2017	5.5	1250	1250	755	495	2.525	2.575	1.93	13.9	15.8	87.8	133	1648	6.29	1.028	1694																																
<b>PROMEDIOS</b>							<b>2.519</b>			<b>2.19</b>		<b>86.3</b>																																					
<b>MATERIAL</b>										<b>PROCEDECENCIA</b>										<b>PORCENTAJE</b>										<b>OBSERVACIONES</b>																			
Basalto Triturado 6-19										Cantera Cantesur										38.70										Factor de calibración Aro										12.39 Kg/div									
Arenas Trituradas 0/6										Cantera Cantesur										46.20																													
Arenas Silíceas										Cantera Río Segundo										15.10										Estabilidad Residual (%)										96.81									
Cemento Portland										Alsfonol FAM3 - Y.P.F										5.50																													
Aditivo										ESMUL "A"										1 X 1000																													



Ruta:  
Tramo:

### Testigos de Carpeta

REHABILITACION R.P.N° 34  
CAMINO ALTAS CUMBRES

Nº	Fecha	Progresiva	Lado	Espesor mm.	Peso gr.	Volumen cm <sup>3</sup>	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Dens Marshall gr/cm <sup>3</sup>	Dens. Obtenida %	Tenor de Asfalto %
1	16/05/17	23.130	II	5.70	1178	472	2.496	2.476	100.8	5.8
2	16/05/17	23.104	IC	6.19	1251	505	2.477	2.476	100.0	5.8
3	16/05/17	23.050	DD	5.35	1065	433	2.460	2.476	99.3	5.8
4	16/05/17	22.180	DC	6.24	1261	513	2.458	2.476	99.3	5.8
5	16/05/17	22.080	IC	6.27	1238	513	2.413	2.476	97.5	5.8
6	23/05/17	22.890	DC	5.64	1180	479	2.463	2.494	98.8	5.4
7	23/05/17	22.790	IC	4.55	910	370	2.459	2.494	98.6	5.4
8	23/05/17	22.690	DC	5.59	1171	472	2.481	2.494	99.5	5.4
9	23/05/17	22.590	IC	4.66	940	384	2.448	2.494	98.2	5.4
10	23/05/17	22.490	DD	7.10	1464	585	2.503	2.494	100.3	5.4
11	23/05/17	22.390	DC	5.61	1160	459	2.527	2.494	101.3	5.4
12	23/05/17	22.290	IC	6.26	1246	502	2.482	2.494	99.5	5.4
13	30/05/17	21.900	DD	6.35	1273	517	2.462	2.490	98.9	5.2
14	30/05/17	21.800	IC	6.58	1308	534	2.449	2.490	98.4	5.2
15	30/05/17	21.700	DC	6.32	1276	511	2.497	2.490	100.3	5.2
16	30/05/17	21.600	DD	6.67	1318	536	2.459	2.490	98.8	5.2
<b>Promedio:</b>				<b>5.98</b>			<b>2.471</b>		<b>99.9</b>	<b>5.42</b>

#### IV. SEÑALIZACIÓN:

Se presenta la tabla de señalización llevada a cabo para el tramo de obra en su totalidad.

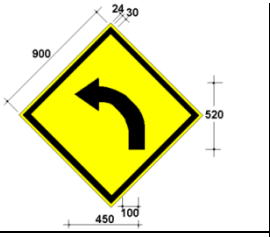
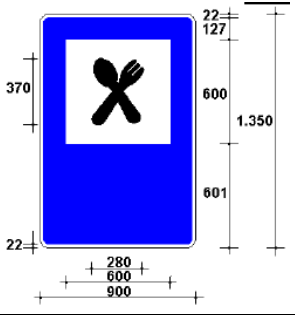
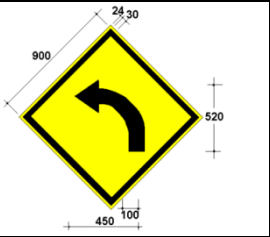
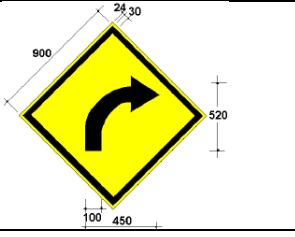
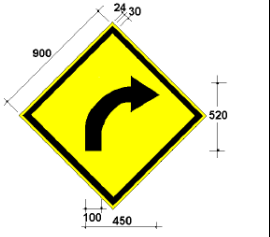
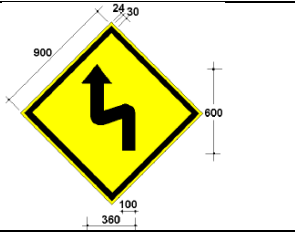
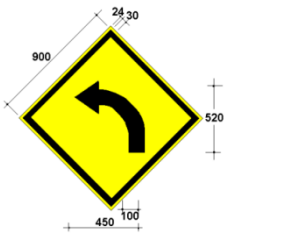
#### SEÑALIZACIÓN VERTICAL (TRAMO 58300-71400)

Ubicación		Alt. básica	Mensaje		Código D.P.V
Progresiva	sentido de Circulación Asc. Desc.		IZQUIERDA	DERECHA	
58300	x	1.80			R305
58300	x	1.80			P13a

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

58600	x		1.80			I101a
58800	x		1.80			I101a
59600	x		1.80			P13a
59850		x	1.80			R305
59950		x	1.80			I101a
60150		x	1.80			I101a
60350		x	1.80			P13a
60500	x		1.80			P13a
60600	x		1.80			P13b

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

60750		x	1.80			P13b
61100	x		1.80			I-111
61300		x	1.80			P13b
61600	x		1.80			P13a
61750		x	1.80			P13a
62300	x		1.80			P15b
62600	x		1.80			P13b

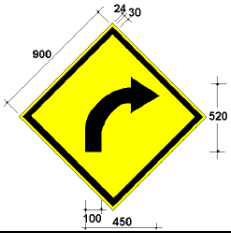
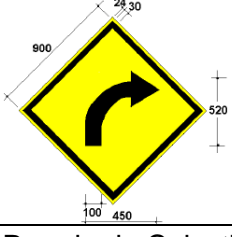
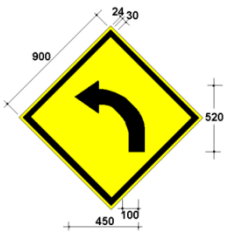
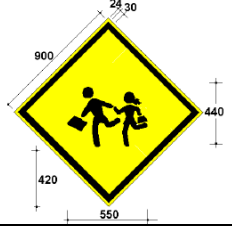
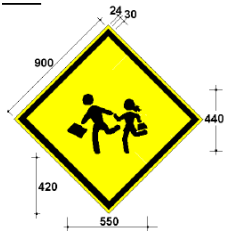
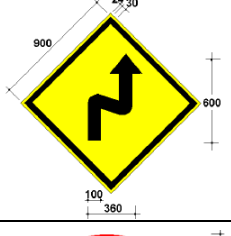

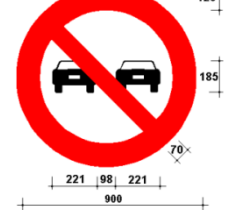


INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

62950		x	1.80			P13b
64000	x		1.80			P13a
64700		x	1.80			P15b
65350		x	1.80			P13b
66400	x		1.80			P15b
67100	x		1.80			P13b
67100	x		1.80			P26

67150		x	1.80			P15a
67450		x	1.80			P26
67500	x		1.80			P13b
67600	x		1.80			P15a
67800		x	1.80			P15b
67800	x		1.80			P26
67900	x		1.80			I-111

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

68000		x	1.80			P13a
68000	x		1.80			P13a
68500	x		1.80		Parada de Colectivo	
68800		x	1.80			P13b
69000	x		1.80			P21
69050		x	1.80	Parada de colectivo		
69200		x	1.80			P21
69300		x	1.80			P15a
69700	x		1.80			R305

INFORME TÉCNICO FINAL  
Seguimiento de Obra: Rehabilitación y Mantenimiento Ruta Provincial RP N°34

69800		x	1.80			P13b
69900	x		1.80			P15a
70200		x	1.80			R305
70950		x	1.80			P13b

## V. NORMAS DE VIALIDAD NACIONAL- USADAS EN OBRA

A continuación se colocaran las Normas que fueron utilizadas para la realización de los ensayos en obra:

### NORMA DE ENSAYO V.N - E5 – 67: COMPACTACIÓN DE SUELOS

#### Objeto

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para estudiar las variaciones del peso unitario de un suelo en función de los contenidos de humedad, cuando se lo somete a un determinado esfuerzo de compactación.

Permite establecer la Humedad óptima con la que se obtiene el mayor valor del Peso unitario, llamado Densidad seca máxima.

#### Aparatos

- a. Moldes cilíndricos de acero para compactación con tratamiento superficial para que resulten inoxidables (Cincado, cadmiado, etc.) de las características y dimensiones indicadas en las figura 1 y figura 2.
- b. Pisones de compactación, de acero tratado superficialmente, con las características y dimensiones que se dan en la figura 3.
- c. Aparato mecánico de compactación que permita regular el peso, la altura de caída del pisón y el desplazamiento angular del molde o pisón (opcional).
- d. Balanza de precisión, de 1 Kg. de capacidad con sensibilidad de 0,01 gramo.
- e. Balanza tipo Roberval de por lo menos 20 Kg. de capacidad, con sensibilidad de 5 gramos.
- f. Dispositivo para extraer el material compactado del interior del molde (opcional).
- g. Cuchilla de acero o espátula rígida, cuya hoja tenga por lo menos 20 cm. de longitud.
- h. Pesa filtros de vidrio o aluminio de 40 mm. de diámetro y 30 mm. de altura.
- i. Tamiz IRAM 19 mm. (3/4")
- j. Tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4)
- k. Dispositivo para pulverizar agua.
- l. Bandeja de hierro galvanizado de 660 x 400 x 100 mm.
- m. Bandeja de hierro galvanizado de 150 x 50 mm.
- n. Espátula de acero, de forma rectangular, con las características indicadas en la figura 4.
- o. Elementos de uso corriente en laboratorio: estufas, probetas graduadas, cucharas, etc.

NOTA: Las dimensiones dadas en el ap. g), l), m), son aproximadas.

#### Forma de operar de acuerdo con las características granulométricas del material.

- a. Si se trata de suelo que pasa totalmente por el tamiz IRAM 4,8 mm. (N° 4), se opera con todo el material librado por dicho tamiz. Si la cantidad de material que queda retenida en ese tamiz es pequeña, igual o menor de 5 %, puede incorporarse a la muestra realizándose el ensayo con el total del suelo. Si la porción retenida es apreciable, mayor del 5 %, se opera como si se tratara de material granular.
- b. Cuando se emplean materiales granulares, o sea los que tienen más del 5 % retenido sobre el tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4), se pasa la muestra representativa por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4"), debiendo realizarse el

ensayo cuando se correlacione éste con el ensayo de Valor Soporte, según norma VN-E6-68, únicamente con la fracción librada por este tamiz.

- c. Si el peso del material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") es menor del 15% del peso total de la muestra, cuando no se correlacione este ensayo con el Valor Soporte, según norma VN-E6 68, después de realizar el ensayo de acuerdo al título 5.4 ap. 2, deberá efectuarse la corrección por material grueso de los resultados obtenidos, tal como se indica en el párrafo 5.7. Para tal fin es necesario determinar el peso específico del material en la condición de saturado y a superficie seca y la humedad de absorción del mismo.
- d. Si el material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") es superior al 15 % del peso total de la muestra y no se deba correlacionar este ensayo con el Valor Soporte según Norma VN-E6-68 no se harán correcciones por la incidencia del material grueso, pero deberá tenerse la precaución, al verificar las densidades logradas en obra de aplicar la fórmula que se detalla en el ap. d) del título 5.8 Observaciones.
- e. Únicamente en los casos en que se deba correlacionar este ensayo con el Valor Soporte, según Norma VN-E6-68 el ensayo de Compactación se ejecutará con material que pase el tamiz IRAM 19 mm. (3/4"), compensando el material retenido por este tamiz, por un mismo peso de materia comprendido entre el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") y el tamiz IRAM 4,8 mm. (N° 4). La granulometría del material corrector será la misma que la de la fracción contenida en el material a ensayar que pasa por criba de 3/4" y retiene el tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4), teniendo en cuenta las cribas intermedias.

1. Cuando el porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") sea inferior al 15 %, se compensará el material en su totalidad.
2. Cuando el porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4") sea superior al 15 %, se compensará hasta dicho porcentaje desechándose en la compensación el excedente.

A los efectos de la exigencia de compactación, este apartado no tendrá vigencia.

### Procedimiento

De acuerdo con las características del material a ensayar se presentan dos casos:

#### 1- Material "fino"

Corresponde a suelos que cumplan con lo especificado en el ap. 5.3 (a). Preparación de la muestra:

- a. Para cada punto de la curva Humedad-densidad se requieren aproximadamente 2500 gramos de material seco. Si se trata de suelo no muy plástico y sin partículas quebradizas puede usarse la misma muestra para todo el ensayo.
- b. Se prepara material suficiente para seis puntos. El ensayo normal requiere cinco puntos, tres en la rama ascendente y dos en la descendente de la curva Humedad-Densidad, pero eventualmente puede requerirse un sexto punto.
- c. La porción de suelo destinada a un punto se distribuye uniformemente en el fondo de la bandeja (ap. 5.2-l).

Con la ayuda del dispositivo adecuado (ap. 5.2-k) se agrega el agua prevista para tal punto y con la espátula (ap. 5.2-n) se homogeniza bien.

**NOTA:** Si el material a ensayar presenta dificultades para la homogeneización del agua incorporada, se preparan las seis porciones con contenidos de humedad

crecientes, de dos en dos unidades aproximadamente.

Se mezclan los más homogéneamente posible y se dejan en ambiente húmedo durante 24 horas.

Compactación de la probeta

- d. Se opera con el molde de 101,6 mm. de diámetro. La energía de compactación quedará determinada por el tipo de pisón, cantidad de capas y número de golpes por capa.

A continuación se dan las características de los distintos tipos de ensayos de compactación a realizar:

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
I	101,6	2,5	30,5	3	25
II	101,6	4,53	45,7	5	25
III	101,6	2,5	30,5	3	35

- e. Se verifican las constantes del molde: Peso del molde (Pm) sin collar pero con base y su volumen interior (V).
- f. Cuando se considere que la humedad está uniformemente distribuida se arma el molde y se lo apoya sobre una base firme. Con una cuchara de almacenero, o cualquier otro elemento adecuado, se coloca dentro del molde una cantidad de material suelto que alcance una altura un poco mayor del tercio o del quinto de la altura del molde con el collar de extensión, si se han de colocar tres o cinco capas respectivamente.
- g. Con el pisón especificado (2,5 Kg. o 4,54 Kg.) se aplica el número de golpes previstos (25, 35, 56, etc.) uniformemente distribuidos sobre la superficie del suelo. Para esto debe cuidarse que la camisa guía del pisón apoye siempre sobre la cara interior del molde, se mantenga bien vertical y se la desplace después de cada golpe de manera tal, que al término del número de golpes a aplicar, se haya recorrido varias veces la superficie total del suelo.
- h. Se repite la operación indicada en el párrafo anterior las veces que sea necesaria para completar la cantidad de capas previstas, poniendo en tal caso, la cantidad de suelo necesaria para que, al terminar de compactar la última capa, el molde cilíndrico quede lleno y con un ligero exceso, 5 a 10 mm. En caso contrario, debe repetirse íntegramente el proceso de compactación.
- i. Se retira con cuidado el collar de extensión.  
Con una regla metálica, puede servir de espátula, ap. 5.2 (g), se limpia el exceso de material.  
Se limpia exteriormente el molde con un pincel y se pesa (Ph).
- j. Se saca la probeta del molde, con el extractor de probetas si se dispone de él, o mediante la cuchilla o espátula, en caso contrario. Se toma una porción de suelo que sea promedio de todas las capas, se coloca en un pesa filtro y se pesa.  
Se seca en estufa a 100-105° C, hasta peso constante, para efectuar la determinación de humedad.
- k. Se repiten las operaciones indicadas en los párrafos anteriores, ap (f) a (j), con cada una de las porciones de muestra preparadas para los otros puntos. Si se opera con una sola porción, estas operaciones se repiten luego de haber desmenuzado cuidadosamente el material sobrante e incorporado un 2% de agua más, aproximadamente, para cada uno de los puntos a determinar.

- I. Se da por finalizado el ensayo cuando se tiene la certeza de tener dos puntos de descenso en la curva Humedad-Densidad.

**2- Material granular**

Corresponde a suelos que cumplan con las características granulométricas indicadas en el párrafo 5 -3 (b).

Preparación de la muestra:

- a. Para cada punto de la curva Humedad - Densidad, se requieren alrededor de 6000 gamos de material seco.
- b. Igual que en el caso de suelos finos se requieren 5 puntos y se prevé la eventualidad de un 6º punto. Por lo tanto, se preparan 36 Kg. de material y por cuidadoso cuarteo se lo divide en seis porciones para otros tantos puntos.

**Compactación de la probeta**

- c. Se opera con el molde de 152,4 mm. de diámetro. Previa verificación de sus constantes, se lo coloca sobre una base firme y se realizan las operaciones indicadas en los párrafos (f) a (l) del título anterior 5.4 - (1), con la salvedad de que: Los huecos que quedan al ser arrancadas las piedras emergentes, al enrasar la cara superior de la probeta, deben ser rellenados con material fino y compactados con una espátula rígida.

La humedad de cada punto se determina de acuerdo al párrafo (j), sobre una cantidad de material no menor de 1000 gramos y secándolo en bandeja (Ap. 5.2 - m). En el siguiente cuadro, se dan las características de los distintos tipos de ensayo de compactación a realizar:

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
IV	152,4	2,5	30,5	3	56
V	152,4	4,53	45,7	5	56

**Cálculos y resultados**

Para cada contenido de humedad de la probeta, determinado en la forma indicada en los párrafos precedentes, se calculan:

- a. La densidad húmeda ( $D_h$ ) del suelo compactado, aplicando la fórmula:

$$D_h = \frac{P_h - P_m}{V}$$

Donde:

- $P_h$  = Peso del molde con el material compactado húmedo.
- $P_m$  = Peso del molde.
- $V$  = Volumen interior del molde.

- b. La densidad seca ( $D_s$ ), que se obtiene mediante la fórmula:

$$D_s = \frac{D_h * 100}{100 + H}$$

Donde:

- $D_h$  = Densidad húmeda.
- $H$  = Humedad, en %, del material compactado.



#### Trazado de la curva humedad densidad

- c. En un sistema de ejes rectangulares se llevan en abscisas, los valores de la humedad porcentual, y en ordenadas los de la densidad seca.
- d. Los puntos así obtenidos se unen por un trazo continuo obteniéndose de este modo una curva que va ascendiendo con respecto a la densidad, pasa por un máximo y luego desciende.
- e. El punto máximo de la curva así obtenida indica, en ordenadas, la densidad máxima ( $D_s$ ) que puede lograrse con la energía de compactación empleada y en abscisas la humedad óptima ( $H$ ) que se requiere para alcanzar aquella densidad.

#### Planillas y curvas

- a. La marcha del ensayo se lleva anotada en una planilla similar al modelo que se adjunta.
- b. El trazado de la curva Humedad-Densidad se realiza en el cuadrículado que se encuentra al pie de la planilla, adoptando las escalas que sean más convenientes en cada caso.

#### Incidencia del material grueso

Cuando, conforme a lo indicado en ap. 5.3 (c), en la muestra ensayada se tuvo hasta el 15 % de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4"), se determina la incidencia del material de tamaño mayor que este último tamiz, utilizando las fórmulas que se indican a continuación:

- a. Humedad óptima corregida

Se la calcula con la siguiente fórmula:

$$H_c = \frac{(G * H_a) + (F * H)}{100}$$

Donde:

$H_c$  = Humedad óptima corregida.

$G$  = Porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

$H_a$  = Porcentaje de humedad absorbida por el material, en condición de saturado y a superficie seca, retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

$F$  = Porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

$H$  = Humedad óptima resultante para el material que pasa por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4"), expresada en por ciento.

- b. Densidad máxima corregida

Se la obtiene reemplazando valores en la siguiente fórmula:

$$D_{mc} = \frac{100}{\frac{G}{d_g} + \frac{F}{D_s}}$$

Donde

$D_{mc}$  = Densidad máxima corregida.

$G$  = Porcentaje de material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

$F$  = Porcentaje de material que pasa el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

$d_g$  = Peso específico del material, en condición de saturado y a superficie seca, retenido en el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

$D_s$  = Densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación ejecutado con el material librado por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4").

NOTA: Los valores obtenidos con la fórmula dada en el ap. 5.7 (b) tienen tendencia a ser mayores que los reales. La diferencia es pequeña para valores de  $G$  hasta 15%.

Observaciones

- La introducción de las variantes con que es posible ejecutar el ensayo de compactación: tamaño del molde, número de capas, cantidad de golpes por cada y peso total del pisón, se justifica en ciertos casos, por la naturaleza de los suelos a utilizar, las características de la obra a ejecutar o la capacidad de los equipos que se prevé emplear.
- Para la fijación de la humedad del primer punto del ensayo juega un papel muy importante la experiencia del operador. En ausencia de ésta, puede servir de referencia el valor del límite plástico. En general, el valor de la humedad óptima es algo inferior al límite plástico y atento a que deben conseguirse tres puntos en la rama ascendente de la curva Humedad – densidad, resulta relativamente fácil dar un valor aproximado a la humedad que debe tener el suelo en ese primer punto.
- En laboratorios importantes, donde se ejecute un gran número de ensayos se recomienda emplear el aparato mecánico de compactación.
- Cuando se apliquen los resultados del ensayo de compactación a materiales granulares que tengan un porcentaje mayor del 15 % retenido sobre el tamiz IRAM 19 mm., no se efectuarán correcciones por la incidencia de material grueso (ver ap. 5.3-d), y se deberá aplicar al controlar las densidades logradas en obra, la siguiente fórmula:

$$D_{sc} = \frac{P_t - P_r}{V_t - V_r}$$

Siendo

$$V_r = \frac{P_r}{d_g}$$

Donde:

$D_{sc}$  = Densidad seca corregida.

$P_t$  = Peso total de la muestra extraída del pozo.

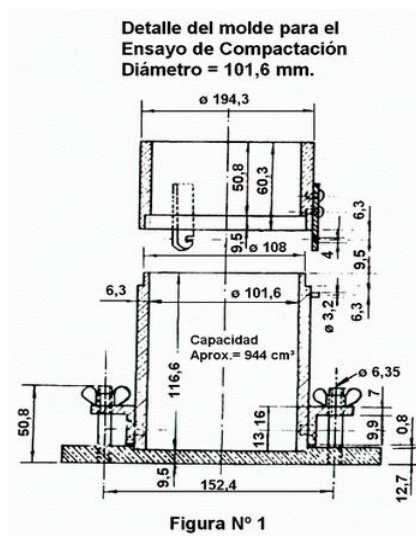
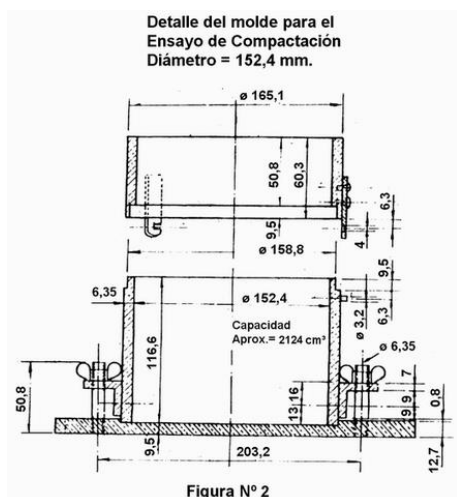
$P_r$  = Peso del material retenido por el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).

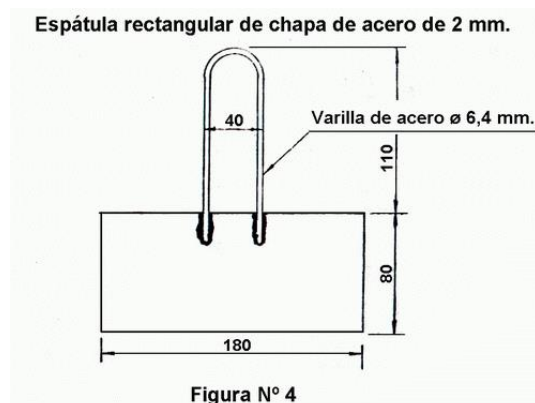
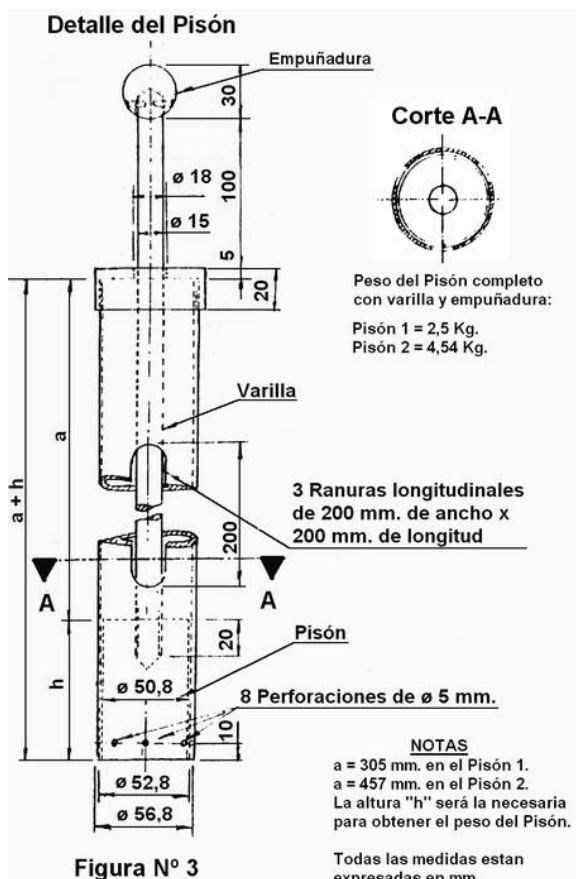
$V_r$  = Volumen ocupado por el material retenido por el tamiz IRAM 19 mm.

(3/4”).

$V_t$  = Volumen total del pozo.

$d_g$  = Peso específico del material, en condición de saturado y a superficie seca, retenido en el tamiz IRAM 19 mm. (3/4”).





## NORMA DE ENSAYO V.N - E7 - 65: ANÁLISIS MECÁNICO DE MATERIALES GRANULARES

### Objeto

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para establecer la distribución porcentual de las partículas que componen un material granular, que se usara en la construcción de terraplenes, bases o sub-bases, en función de su tamaño y dibujar la curva representativa del mismo.

### Aparatos.

- Cribas y tamices. La serie de cribas y tamices normales IRAM establecida en el Pliego de Especificaciones de la Obra, con su correspondiente tapa y fondo.
- Tamizadora mecánica.
- Bandeja de hierro galvanizado de 600 mm. x 400 mm. x 100 mm.
- Bandejas de hierro galvanizado de 300 mm. x 300 mm. x 80 mm.
- Bandejas de hierro galvanizado de bordes inclinados. Medidas de fondo 500 mm. x 300 mm. altura 250 mm. Inclinación de los bordes  $60^\circ$  respecto a la horizontal. Con vertedero lateral, provisto de tapón, a unos 30 mm. del fondo.
- Balanza tipo Roberval de 25 Kg. de capacidad por plato con sensibilidad de 1 gramo.
- Lona de 2 m. x 2 m.
- Equipo para cuartear muestras.
- Pala ancha y espátulas para manipular el material.

- j. Pileta con plataforma provista lateral para sostener la bandeja de lavado. Canilla provista de un tubo de goma de 1 m. de longitud.
- k. Mortero de porcelana de 20 cm. de diámetro, con mano revestida de goma en uno de sus extremos.
- l. Material de uso corriente en Laboratorio: estufas, calentadores etc.

**NOTA:** Las medidas dadas en los apartados (c), (d), (e), (g), (j) y (k) son aproximadas.

#### Preparación de la muestra.

- a. La cantidad de muestra a ensayar en función del mayor tamaño de sus partículas. Se pueden adoptar como criterio general el siguiente: Llamado D al tamaño, en mm., de las partículas más grandes y P al peso en gramos de la muestra, la cantidad mínima a ensayar deberá ser mayor que  $500 D$ , tomando D en milímetros. Por ejemplo: Si estimativamente la mayor partícula de la muestra a ensayar mide 25 mm., se necesita para el ensayo una cantidad de por lo menos 12.500 gramos.
- b. La muestra remitida al laboratorio debe pesar por lo menos cuatro (4) veces la capacidad necesaria para el ensayo, calculada en el párrafo anterior.
- c. En el laboratorio el material debe ser minuciosamente homogenizado volcándolo sobre la lona indicada en ap. (7.2 g) removiéndolo hasta obtener completa uniformidad utilizando para ello la pala ancha ap. (7.2 i).
- d. Si se dispone del equipo cuarteador ap. (7.2 h); por sucesivos pasajes se reduce la muestra hasta tener una cantidad conforme a lo establecido en el ap. (7.3 a).

En caso contrario, el cuarteo del material se ejecuta a mano para lo cual se distribuye el material sobre la lona formando un cono cuya base superior se achata con la pala. Se divide en cuatro sectores aproximadamente iguales, según dos diámetros perpendiculares. Se toman los dos sectores opuestos, se unen y mezclan cuidadosamente. Si la cantidad que resulta es mayor que la que se indica en ap. (7.3 a) se repite en forma idéntica esta operación, tantas veces como sea necesario, hasta obtener una cantidad de material de acuerdo con lo establecido en dicho apartado. El material así obtenido se seca en estufa a  $105^{\circ}$  -  $110^{\circ}$  C. hasta peso constante.

#### Procedimiento

Se consideran dos cosas:

El material que se presenta limpio con partículas sanas y sin películas adheridas y el que tiene apreciable proporción de cohesivos que forman películas adheridas a las partículas de mayor tamaño.

##### 1- Caso de material limpio

- a. Obtenida, como se explicó en (7.3 d), la cantidad a ensayar, se pesa ésta y se anota su peso (Pt).
- b. Se pasa el total del material por las distintas cribas ap. (7.2 a), comenzando por la de mayor abertura y se determina el peso retenido por cada criba: P1, P2, P3 respectivamente. Esta operación se completa hasta el tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4).

**NOTA:** Para efectuar el tamizado, colocada la muestra sobre el tamiz de mayor abertura, mientras se mantiene el tamiz ligeramente inclinado con una mano, con la otra se golpea a razón de dos golpes por segundo; después de veinticinco golpes se

gira el tamiz horizontalmente 60° golpeándolo suavemente sobre una base firme.

- c. Se pesa la cantidad librada por el tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4). Si este peso es menor que 1500 gr. se prosigue el tamizado por los tamices de la serie ap. (7.2a), en la forma indicada en 7.4.1 (b) y se anotan los pesos retenidos por cada tamiz (ver observación 7.7 c).
- d. Si la cantidad librada por el tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4) es mayor que 1500 gramos, se toma por cuarteos una cantidad inferior a ésta última, se pesa (PC) y se prosigue la operación con los restantes tamices de la serie, como se indica en el párrafo anterior, anotando los pesos retenidos por cada tamiz.

## 2- Caso de materia con películas adheridas a las partículas o mezclado con cohesivo.

- a. Se pesa la cantidad obtenida según ap. (7.3. d), llamémoslo Pt.
- b. Se coloca todo el material dentro de la bandeja para lavado, ap. (7.2 e), se tapa el vertedero, se agrega agua de modo que cubra toda la muestra. Se remueve con una espátula o con la mano, procurando desmenuzar los terrones que pudieran existir. Se deja actuar el agua durante un tiempo más o menos largo, que debe llegar a las 24 horas cuando se trata de cohesivo muy activo.

Tratándose de arenas finas es conveniente calentar el agua a 80° C.

- c. Se coloca debajo del vertedero un tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) sobre el cual se pone uno de abertura algo mayor, por ejemplo el de 2 mm. (N°10). Se destapa el vertedero, y se sigue haciendo correr agua dentro de la bandeja removiendo suavemente de modo que la corriente arrastre el material fino. Se sigue la operación hasta que el líquido que pasa a través del tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) salga limpio.
- d. Se recoge todo el material sobrante en la bandeja y el retenido por los tamices, se seca a peso constante y se anota el peso (P1).
- e. Se prosigue como se indicó desde ap. (7.4. 1. b) hasta (7. 4.1 d).

## Cálculos

### 1- Caso de material limpio

- a. Se resta del material seco total (PT) lo retenido por el tamiz IRAM mayor abertura. Se obtiene así la cantidad librada por ese tamiz: P1. De este peso, P1, se resta lo retenido por el segundo tamiz y se obtiene el peso del material librado por él. Se sigue en esta forma por restas sucesivas hasta el tamiz IRAM 4,75 mm. (N° 4) inclusive. Determinando así el peso total del material que pasa este tamiz valor que llamaremos PA.
- b. Se calcula el cociente PA/PC y se multiplica por este resultado las porciones retenidas por cada uno de los tamices subsiguientes siendo las cantidades resultantes las que se tomaran como sustrayendo en las restas sucesivas indicadas (7.5.1 a).
- c. Los porcentajes de películas que pasan por cada tamiz se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ que pasa} = \frac{P}{Pt} * 100$$

Donde:

P = Cantidad total librada para cada tamiz.

Pt = Cantidad total de muestra ensayada.

## 2- Caso de material con películas adheridas a las partículas o mezclado con adhesivos.

- a. Se procede igual que en (7- 5. 1 a) hasta el tamiz IRAM 4,75 Mm. (N° 4).
- b. De la porción librada por este tamiz, se resta la parte eliminada por el lavado realizado según 7.4.2, que es Pt- P1. El resultado se divide por Pc, siendo este cociente el factor por el que se multiplican las cantidades retenidas en el tamizado subsiguiente. Los resultados de estas multiplicaciones será los sustraendos de las restas sucesivas.
- c. Para obtener los porcentajes de las partículas que pasan por cada tamiz se utiliza la misma fórmula indicada en (7.5.1 c).

### Curva granulométrica

- a. Para el trazado de la curva representativa del material se utiliza un diagrama de coordenadas semilogarítmicas, como el de la planilla adjunta, en él se indican en abscisas el logaritmo de las aberturas de cribas y tamices; y en ordenadas están representados, en escala aritmética, los porcentajes librados por cada criba o tamiz.
- b. Se unen con un trazo continuo los puntos de intersección y se obtiene la representación gráfica de la granulometría del material estudiado.

### Observaciones

- a. Cuando se reduce una muestra por cuarteos, siempre debe tomarse el producto total de una operación pesando cuidadosamente el material obtenido. Nunca debe completarse a un peso determinado, quitando o agregando material.
- b. La operación de tamizar a través de mallas de hasta 4,75 mm. (N° 4) no ofrece dificultades. No ocurre lo mismo con las mallas de aberturas pequeñas, pues estas se tapan con facilidad. Deben limpiarse con frecuencia con cepillos adecuados de cerda, o de cerda entremezclada con hilos muy finos de bronce. También se limpian golpeando suavemente el marco del tamiz contra la mesa de trabajo.
- c. Para los tamices IRAM 4,75 mm. (N° 4) y menores, se considera finalizada la tarea del tamizado cuando, luego de un minuto de zarandeo, pasa menos de 1% de la porción que queda retenida.
- d. Durante la ejecución del tamizado no debe forzarse el paso de las partículas a través de los tamices con ningún elemento extraño (mano, pincel, espátula, etc.). Esto es de suma importancia para la conservación, en buen estado de uso, de los tamices especialmente los de aberturas pequeñas.

### NORMA DE ENSAYO V.N - E8 – 66: CONTROL DE COMPACTACIÓN POR EL MÉTODO DE LA ARENA

#### Objetos

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar en el terreno el peso unitario de un suelo compactado, corrientemente denominado densidad, y establecer si el grado de compactación logrado cumple las condiciones previstas.

Aparatos

- a. Dispositivo que permite el escurrimiento uniforme del material utilizado para la medición del volumen, ver figura N° 1.
- b. Cilindro de hierro de las características y dimensiones indicadas en la figura N° 2.
- c. Bandeja de hierro, con orificio central, de las dimensiones y características indicadas en la figura N° 3.
- d. Cortafríos, cucharas, espátulas u otras herramientas adecuadas para efectuar un hoyo en el terreno y retirar el material removido.
- e. Balanza de por lo menos 5 Kg. de capacidad con sensibilidad de 1 gramo.
- f. Frascos o latas con cierre hermético (para recoger el material retirado del hoyo).
- g. Bolsa de material plástico y/o recipiente de plástico u otro material con tapa preferentemente roscada, de 4 lts. o más de capacidad.
- h. Tamices IRAM 850  $\mu\text{m}$ . (N° 20) y 600  $\mu\text{m}$  (N° 30)
- i. Elementos de uso corriente en laboratorio: probetas, espátulas, palas, pinceles de cerda etc.

Calibración del aparato

- a. Se seca en la estufa, hasta peso constante, 20 a 25 Kg. de arena silícea de granos redondeados y uniformes.
- b. Por tamizado se separa la fracción que pasa tamiz IRAM 850  $\mu\text{m}$ . (N° 20) y queda retenida en el tamiz IRAM 600  $\mu\text{m}$ . (N° 30).

NOTA

No es indispensable utilizar estos tamices. Pueden elegirse cualesquiera dos tamices de la serie IRAM, siempre que la arena obtenida cumpla con la condición de que dos determinaciones consecutivas de su peso unitario (ap. 8.3. f), no dan variaciones mayores del 1 %.

No conviene emplear arena muy fina porque se puede trabar al libre movimiento del robinete y provocar vibraciones que modificarían la acomodación de la arena al caer en el pozo.

- c. Se determina el volumen,  $V_c$ , del cilindro (ap. 8.2. b). hasta los 150 mm. de altura.
- d. Se verifica el buen funcionamiento y ajuste de las partes móviles del aparato indicado en ap. 8.2. a.
- e. Se llena el recipiente superior del dispositivo (ap. 8.2. a). con un peso conocido,  $P_1$ , de la arena preparada según el ap. b. Se apoya firmemente el embudo sobre una superficie plana y rígida, se abre el robinete rápidamente  $\frac{1}{4}$  de vuelta de tal modo que la arena fluya libremente, hasta constatar que el embudo está totalmente lleno. Se cierra el robinete y se pasa la cantidad de arena sobrante en el recipiente superior,  $P_2$ . Por diferencia se determina el peso de la arena necesaria para llenar el embudo,  $P_e = P_1 - P_2$ . Esta operación se repite cuidadosamente tres veces y se establece como valor de  $P_e$  el promedio. Los valores individuales no deberán diferir entre sí más de 5 g.
- f. Se apoya el embudo en el encastre superior del cilindro, de volumen conocido  $V_c$ , colocado sobre una superficie perfectamente lisa.

Se carga el recipiente superior con el mismo peso de arena P1 que se utilizó en el ap. e. Se gira el robinete rápidamente  $\frac{1}{4}$  de vuelta, esperando hasta que la arena termine de correr y se determina el peso, P3, de la arena que quedó en el recipiente.

Se repite cuidadosamente tres veces esta operación y se toma como valor de P1- P3 al promedio las tres determinaciones. Los valores individuales de cada determinación no deberán diferir entre sí en más de 10 g.

- g. Se pesan varias cantidad de arena zarandeada iguales a P1 y se introduce cada una de ellas en un envase adecuado (ap. 8.2. g). Conviene preparar dos o tres medidas más de arena que el número de ensayos que se prevé efectuar.

### Procedimiento

- a. Si el lugar donde debe realizarse la determinación presenta una superficie lisa, se elimina todo el material suelto con el pincel seco y se apoya el embudo del dispositivo, ap. ap. 8.2. a, marcando su contorno para que después de ejecutado el hoyo, cuya densidad piensa determinarse, sea posible colocar el embudo en el mismo lugar.  
Si la superficie presenta pequeñas irregularidades, antes de eliminar el polvo con el pincel se empareja con una pala ancha.
- b. Con ayuda del cortafrió y la cuchara, o con cualquier otra herramienta adecuada, ap. 8.2.d, se ejecuta un hoyo cuyo diámetro será por lo menos de 10 cm. en el caso de suelos finos y tendrá el valor máximo (16 cm.) cuando se trate de suelos granulares. Sus paredes serán lisas verticales, con una profundidad igual al espesor que pretenda controlarse. Se recoge cuidadosamente todo el material retirado del hoyo, colocándolo dentro de uno de los frascos de cierre hermético (ap. 8.2.f), a medida que se lo va extrayendo.  
Completada la perforación se ajusta el cierre y se identifica el frasco debidamente.
- c. Se vacía el contenido de uno de los envases, preparado según lo establecido en ap. 8.3 g., en el recipiente superior del aparato, ap. ap. 8.2. a, colocado previamente con su embudo en coincidencia con la marca dejada en la superficie (apartado a.)
- d. Se abre el robinete rápidamente  $\frac{1}{4}$  de vuelta, evitando trepidaciones y se hace fluir libremente la arena dentro de hoyo hasta que permanezca en reposo. Se cierra el robinete y se recoge la arena sobrante en el recipiente, colocándola debidamente identificada en el mismo envase en que venía. Se levanta con cuidado la arena limpia que cayó y se guarda en un recipiente cualquiera para utilizarla posteriormente, previo retamizado.
- e. Si la superficie en donde se efectúa la determinación es irregular y no es posible emparejarla, la operación debe realizarse utilizando la bandeja (ap. 8.2.c) para tener en cuenta el volumen de arena necesario para alisar la cara superior de la perforación. Es necesario en este caso, para cada hoyo, disponer de dos envases llenos de arena de peso P1.
- f. En el lugar elegido se limpia cuidadosamente la superficie eliminando con el pincel todo el material suelto. Se coloca sobre la misma bandeja (ap. 8.2.c), asegurándola en forma tal que no pueda moverse. Se coloca el dispositivo (ap. 8.2. a) introduciendo el embudo en el orificio de la bandeja, hecho esto se llena el recipiente superior con el contenido de uno de los envases. Se abre el robinete permitiendo que la arena fluya hasta que se mantenga en



- reposo. Se retira el aparato y se vierte la arena sobrante en el envase cuyo contenido se utilizó. Por diferencia se obtiene luego el peso de la arena utilizada,  $P_{e1}$ .
- g. Se limpia toda la arena suelta que cayó sobre la superficie del pozo y la bandeja. Se realiza luego, cuidando de no mover la bandeja, un hoyo en el espesor a controlar con diámetro igual al del agujero de la bandeja y se continúa la determinación en la forma ya indicada en el apartado 8.4. b),c) y d).
  - h. Se pasa todo el material depositado en el recipiente hermético, al efectuar el hoyo. Llamemos  $P_h$  a este peso.
  - i. Se coloca dicho material en una bandeja y se seca a estufa a  $105 - 100^{\circ}$  c hasta peso constante. Llamemos  $P_s$  a dicho paso.
  - j. Se pasa la arena sobrante de la operación descrita en el ap. 8.4.d. Llamemos  $P_4$  a este peso.

### Cálculos

- a. Constante del embudo: Es igual al peso de la arena que llena el embudo cuando este apoya sobre una superficie plana (ver ap.8.3.c)

$$\text{Su valor es: } P_e = P_1 - P_2$$

- b. Peso unitario de la arena seca: Se lo obtiene aplicando de fórmula (ver ap. 8.3. f):

$$d_a = \frac{P_1 - P_3 - P_e}{V_c}$$

Donde:

$P_1$ = Peso de la arena colocada en el recipiente antes del ensayo.

$P_3$ = Peso arena remanente.

$P_e$ = Constante del embudo.

$V_c$ = Volumen del cilindro.

- c. Densidad de la muestra seca: Si se realizó la determinación sobre una superficie lisa (ap.8.4.a), se calcula con la fórmula:

$$D_s = \frac{P_s * d_a}{P_1 - P_4 - P_e}$$

Donde:

$D_s$ = Densidad del suelo seco.

$P_s$ = Peso del suelo seco

$d_a$ = Peso unitario de la arena seca

$P_1$ = Peso inicial de la arena empleada en la determinación.

$P_4$ = Peso de la arena sobrante

$P_e$ = Constante del embudo.

Si se efectuó la determinación sobre una superficie irregular, ap. 8.4.e, la fórmula a aplicar es:

$$D_s = \frac{P_s * d_a}{P_1 - P_4 - P_{e1}}$$

Donde  $P_s$ ,  $d_a$ ,  $P_1$  y  $P_4$  tienen la significación antes expresada y  $P_{e1}$  es el peso de la arena utilizada descrito en ap. 8.4.f.

- d. La humedad de la muestra: En el momento del ensayo se calcula mediante la expresión:

$$H\% = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100$$

Donde:

- H= Contenido de humedad, en porcentaje.
- $P_h$ = Peso del suelo húmedo.
- $P_s$ = Peso del suelo seco.

- e. Grado de compactación logrado: Se establece aplicando la fórmula:

$$C = \frac{D_s}{D} * 100$$

Siendo:

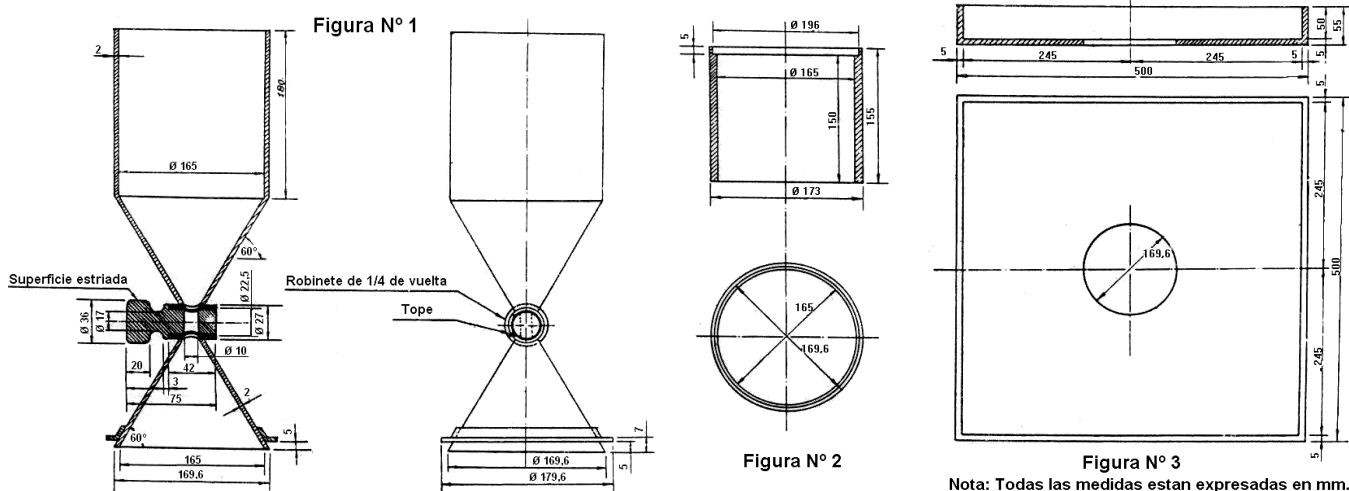
C= Porcentaje de compactación obtenido con relación a la compactación especificada.

$D_s$ = Densidad lograda (Kg. /dm<sup>3</sup>.)

D= Densidad (en Kg. /dm<sup>3</sup>) que debió obtenerse según lo indicado en el Pliego de Especificaciones de la obra.

### Observaciones

- a. Es de gran importancia que el material empleado (arena) para llenar el pozo esté constituido por granos de tamaño, naturaleza y peso uniforme, lo más redondeados que sea posible, a fin de asegurar una distribución homogénea, con un índice de vacíos aproximadamente constante.
- b. La humedad determinada en ap. 8.5.d no es indispensable para el cálculo de la densidad, pero es de gran utilidad su conocimiento para vigilar la marcha de la obra.
- c. La verificación del grado de compactación alcanzando, como se explica en ap. 8.5.e, se ajusta a lo establecido en los pliegos en vigencia.



## NORMA DE ENSAYO V.N - E9 – 86: ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA POR EL MÉTODO MARSHALL

### Objeto

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para la determinación de la estabilidad y la fluencia de mezclas asfálticas por el método Marshall. Es aplicable únicamente a mezclas preparadas en caliente, utilizando cemento asfáltico como ligante y como inerte agregados pétreos de tamaño máximo 25 mm. o menor.

Cuando los agregados retengan en el tamiz IRAM 25 mm. (1") hasta un 10 % de material el mismo será incorporado a la mezcla en la proporción que indique su respectiva granulometría.

- a. Estabilidad Marshall, de una mezcla asfáltica es la carga máxima en Kg. que soporta una probeta de 6,35 cm. de altura y 10,16 cm. de diámetro cuando se lo ensaya a una temperatura dada, cargándola en sentido diametral a una velocidad de 5,08 cm/ min en la forma que se indica en la presente norma.
- b. Fluencia Marshall, es la deformación total expresada en mm. que experimenta la probeta desde el comienzo de la aplicación de carga en el ensayo de estabilidad, hasta el instante de producirse la falla.
- c. Los métodos para determinar el peso específico del agregado seco de los pétreos, peso específico aparente del relleno mineral y el peso unitario de las probetas de mezclas asfálticas compactadas están descriptos en las Normas N° 12, 13,14 y N° 15.

### Aparatos

- a. Moldes de compactación: cilíndricos, de acero, de 101,6 mm. de diámetro interno y 76,2 mm. de altura, provistos de base y collar de prolongación adaptable a ambos extremos del molde de las características y dimensiones indicadas en la figura N° 1.
- b. Pisón de compactación manual: de acero, que consiste esencialmente en una zapata circular de 33,4 mm. de diámetro, en la que golpea un pilón de 4,540 Kg. que se desliza por una guía que limita su carrera a 457 mm. de las características y dimensiones indicadas, en la figura N° 2.
- c. Tamices: La serie completa de tamices de la Norma IRAM o la establecida en el Pliego de Especificaciones de la obra con su correspondiente tapa y fondo.
- d. Balanza: De 2 Kg. de capacidad sensible al 0,1 gr.
- e. Balanza: De 10 Kg. de capacidad sensible al gramo.
- f. Pedestal de compactación: Se usa para apoyo del molde durante el proceso de compactación, está constituido por un poste de madera dura de 20 cm. x 20 cm. de altura firmemente anclado mediante cuatro hierros ángulos a una base de hormigón apoyada sobre suelo firme o sobre un bloque de hormigón de 60 cm. x 60 cm. x 50 cm. de altura, si el ensayo se efectúa en un piso de un edificio. El extremo libre del poste lleva una plancha de acero de 30 cm. x 30 cm. x 2,5 cm. asegurada con tornillos a la cabeza del poste a la que se adapta el dispositivo que sujeta el molde de las características y de las dimensiones indicadas en la figura N° 3.
- g. Bandejas: de chapa galvanizada, de fondo plano de 300 mm. x 300 mm. x 80 mm. para calentamiento de los agregados.
- h. Recipiente: de cobre o chapa galvanizada de aproximadamente 800 cm<sup>3</sup> de capacidad, de bordes altos con pico vertedero, para calentar el cemento asfáltico.
- i. Recipiente: de cobre o hierro enlozado de fondo semiesférico de

aproximadamente 24 cm. de diámetro y de 4 o 5 litros de capacidad para mezclar los agregados con el cemento asfáltico.

- j. Baño de agua caliente: Equipado con sistema de calentamiento termostáticamente controlado, que permita mantener el agua colocada a una temperatura de  $60^{\circ} \text{C.} \pm 0,5^{\circ} \text{C.}$  durante 24 horas. Este baño tendrá su correspondiente tapa. Construido con doble pared de acero, la interior de acero inoxidable, aislamiento con lana de vidrio. Equipado con un sistema de circulación del agua para uniformar la temperatura de la misma. Medidas interiores mínimas 60 cm. de largo x 40 cm. de ancho y 20 cm. de profundidad. Corriente trifásica: 380 V, 50 ciclos, 2 Kw.
- k. Extractor de probetas: para retirarlas del molde de compactación.
- l. Estufa: equipada con sistema de calentamiento termostáticamente controlado, que permita regular temperaturas entre  $35^{\circ} \text{C.}$  y  $250^{\circ} \text{C.} \pm 2^{\circ} \text{C.}$  para calentar y secar los agregados pétreos y los moldes de compactación. Construida con doble pared de acero, en el interior acero inoxidable, aislamiento con lana de vidrio. Con soportes de hierro para sostenes, dos bandejas rejilla y de dos puertas. Medidas interiores mínimas: 80 cm. de largo x 60 cm. de altura x 60 cm. de profundidad. Corriente trifásica, 380 V, 50 ciclos, 12 Kw.
- m. Plancha de calentamiento: (tipo hot plate) equipada con sistema de calentamiento termostáticamente controlado, que permita regular temperaturas entre  $35^{\circ} \text{C.}$  y  $250^{\circ} \text{C.} \pm 2^{\circ} \text{C.}$  Debe alcanzar la temperatura máxima en 60 minutos. Para mantener la temperatura en la mezcla de los áridos con el cemento asfáltico.
- n. Medidas: 60 cm. de largo x 30 cm. de ancho, corriente trifásica 380 V, 50 ciclos, 1,5 Kw.
- o. Mordaza: de acero para la aplicación de las cargas durante el ensayo de las características y dimensiones indicadas en la figura N° 4.
- p. Comparador extensométrico: con dial dividido en 1/100 de pulgada, o en 1/100 de centímetro para medir fluencia, carrera total 25 mm.
- q. Termómetro: con escala hasta  $200^{\circ} \text{C.}$  y sensibilidad de  $1^{\circ} \text{C.}$  para medir temperaturas de la mezcla asfáltica.
- r. Termómetro: Con escala de  $57$  a  $65^{\circ} \text{C.}$  y sensibilidad al  $0,1^{\circ} \text{C.}$  para medir temperaturas en el baño de agua caliente.
- s. Prensa de ensayo: de accionamiento eléctrico o manual que permita aplicar cargas de hasta 3000 Kg. con velocidad de avance constante e igual a 50,8 mm. /minuto. Provista de aro dinamométrico de 3.000 Kg. de capacidad con comparador extensométrico, con dial dividido en 0,1 mm. Para medir cargas- Carrera del comparador extensométrico 10 mm. Ver figura N° 5.
- t. Elementos varios: de uso corriente, espátulas metálicas, cucharón de albañil, cuchara de almacenero, guantes de amianto, guantes de goma, pinzas, tiza, grasa para marcar probetas, calibre, etc.
- u. Variante: Sería conveniente disponer de un equipo compactador automático (encontrándose en plaza en nuestro país, equipos probados de la D.N.V)

#### Preparación de la muestra

**3-1** Se obtendrán representativas de los agregados a utilizar en la elaboración de la mezcla. Por lo tanto el o los agregados gruesos que intervienen en la mezcla de áridos no tendrán partículas de tamaño mayor de 25 mm. con la aclaración indicada en el primer párrafo de 9.1 "Objeto".

**3-2** Se efectuaran para cada uno de los agregados que intervienen en la mezcla los ensayos de granulometría correspondiente por vía seca y vía húmeda de acuerdo a lo

indicado en la Norma (VN-E7-65) determinando además el peso específico del agregado seco de cada agregado y el peso específico aparente del relleno mineral y según lo establecido en las Normas N° 13, 14 y 15.

**3-3** Los agregados a utilizar en la preparación de la mezcla, incluido el relleno mineral si fuera necesario, se secarán separadamente en estufa a una temperatura comprendida entre 105° - 110° C. hasta constancia de peso, necesitando tres horas como mínimo si el material no es poroso y 12 hs. como mínimo si el material es poroso.

**3-4** Una vez secos los agregados, se separarán mediante tamizado cada uno de ellos en distintas fracciones granulométricas delimitadas por pares de tamices, elegidos según más convenga y que pueda ser los siguientes.

Pasa tamiz	25 mm.	Retiene tamiz	19 mm.
"	19 mm.	"	12,5 mm.
"	12,5 mm.	"	9,5 mm.
"	9,5 mm.	"	4,75 mm.
"	4,75 mm.	"	2,36 mm.
"	2,36 mm.		

**3-5** De acuerdo a las proporciones con que cada agregado intervenga en la mezcla final, se determinarán las cantidades necesarias de las fracciones de cada agregado pétreo y del relleno mineral, si fuera necesario para la ejecución de la probeta.

**3-6** La probeta tendrá una vez compactada 101,6 mm. de diámetro y 63,5 mm. de altura con una tolerancia en la altura de  $\pm 3$  mm. La cantidad de mezcla asfáltica necesaria para obtener estas dimensiones varía entre 1000 y 1300 gr. de acuerdo con los pesos específicos de los agregados pétreos y la granulometría de los mismos.

$$P = \frac{63.5 \text{ mm} * P_i}{h \text{ mm}}$$

Donde:

P = Peso total de mezcla corregida.

Pi = Peso de mezcla utilizada para ejecutar la probeta de prueba.

H = Altura de la probeta en mm.

### Procedimiento

#### 4-1. Preparación del pastón

**4-1.1** Se pesan las cantidades necesarias de las fracciones de cada agregado y del relleno mineral si fuera necesario para la ejecución de una probeta, se coloca en una bandeja o recipiente adecuado y se calientan en estufa hasta que la mezcla de ambos alcance una temperatura comprendida entre los límites establecidos para el asfalto, según indica el apartado siguiente, incrementados en 15° C, manteniéndose como mínimo en (2) horas a esta temperatura.

**4-1.2** Se llena hasta algo más de la mitad con el cemento asfáltico a utilizar el recipiente citado en (ap. 9.2.h) y se calienta durante 30 o 40 minutos en estufa a una temperatura tal que la viscosidad Saybolt – Furol caiga dentro de los rangos siguientes:

90 – 110 seg. para mezclas finas (pasa totalmente el tamiz IRAM 2 mm. (N° 10)) o mezclas gruesas con agregados porosos.

150 – 170 seg. para mezclas gruesas con agregados no porosos.

**4-1.3** Si no se conoce la viscosidad del C.A., a utilizar y hasta tanto se disponga de mayor información sobre las temperaturas de equiviscosidad de los asfaltos de uso corriente en el país, en función de su rango de penetración, origen y método de obtención, pueden adoptarse los siguientes límites de temperatura para el calentamiento del asfalto:

**TABLA I**

Mezclas finas y mezclas gruesas con agregados porosos.

Rango de penetración	Proveedor YPF
40 – 50	165 – 170° C.
70 – 100	155 – 160° C.
150 – 200	150 – 155° C.

Mezclas gruesas con agregados no porosos.

Rango de penetración	Proveedor YPF
40 – 50	155 – 160° C.
70 – 100	145 – 150° C.
150 – 200	130 – 145° C.

En caso de ser posible determinar la variación de la viscosidad del asfalto a utilizar en función de la temperatura, el mismo se calculará a una temperatura tal que su viscosidad en el proceso de mezclado sea  $85 \pm 10$  seg. S.F. ( $1,7 \pm 0,2$  poise) y el de compactación  $140 \pm 15$  seg. S.F. ( $2,8 \pm 0,3$  poise). Mediante el monograma de HEUKELOM es posible también calcular las viscosidades óptimas de mezclado y compactación, graficando los resultados de ensayos normales, tales como penetración (a 25° C.), punto de ablandamiento y viscosidad absoluta, cinemática o Saybolt Furol (1).

**4-1.4** Se retira de la estufa la bandeja conteniendo los agregados y el relleno mineral y se vuelca rápidamente el contenido en el recipiente de fondo semiesférico (ap. 9.2.i) calentando previamente a la misma temperatura del agregado. Se mezcla íntimamente durante 1 minuto con un cucharón de albañil de tamaño adecuado, tratando de conseguir completa uniformidad y finalmente se forma un hoyo en el centro de la mezcla de áridos para recibir el cemento asfáltico.

**4-1.5** Se vierte la cantidad calculada de cemento asfáltico, a la temperatura que resulte de acuerdo con lo indicado en 9.4-1.2, en el hoyo formado a ese efecto con el total de agregados, dentro del recipiente semiesférico. Para ello se procede de la manera siguiente:

- Se pesa el recipiente con el asfalto caliente en la balanza al 0,1 gr. (ap. 9.2 d) y se retiran pesas en cantidad igual al peso del C.A que debe incorporarse a la mezcla.
- Se vierte el asfalto del recipiente, por pequeñas proporciones, sobre el agregado hasta restablecer el equilibrio de la balanza.

**4-1.6** Se mezcla el contenido de C.A y agregados con el cucharón, lo más rápidamente posible y con la necesaria intensidad como para obtener una mezcla íntima y uniforme en un tiempo no mayor de dos minutos. Al terminar esta operación la temperatura de la mezcla debe estar comprendida entre los límites establecidos para el C.A. en el apartado 9.4.1.3. menos 20° C para el caso de mezclas finas (pasa tamiz IRAM 2,00 mm.) ó mezclas gruesas con agregados porosos o menos 10° C si se trata de mezclas gruesas con agregados no porosos. Dicho valores han sido fijados

provisoriamente, en base a la temperatura de calentamiento del asfalto, hasta que se disponga de la información suficiente para establecer el intervalo de temperatura que corresponde al rango óptimo de viscosidad del asfalto, para producir la densidad final bajo tránsito, en las condiciones de ensayo.

**4-1.7** Estos nuevos límites determinan la temperatura mínima para iniciar la compactación de la mezcla; en consecuencia, se comprobará si la temperatura de la mezcla está efectivamente dentro de esos límites antes de proceder con toda rapidez al moldeo de la probeta.

**4-1.8** Si la temperatura de la mezcla resultara inferior al límite mínimo establecido en 9.4.1.6, deberá desecharse la mezcla y prepararse un nuevo pastón. En ningún caso se admite el recalentamiento durante o después del mezclado. Si la temperatura de la mezcla fuera superior al máximo, se removerá cuidadosamente la misma hasta obtener que la temperatura caiga dentro de los límites establecidos.

**4-1.9** El cemento asfáltico que se utilice en la preparación de la mezcla no será mantenido a la temperatura de mezclado durante un tiempo superior a dos horas, debiendo proceder a su reemplazo si así sucediera.

#### 4-2 Moldeo de la probeta

**4-2.1** Antes de proceder al moldeo de la probeta se prepara el molde de compactación (ap.9.2-a) y el pisón de compactación (ap. 9.2-b) limpiando con nafta o kerosene el molde y la zapata del pisón y calentándolos luego en estufa a una temperatura comprendida entre 100° y 150° C durante 30 minutos.

**4-2.2** Se retira de la estufa y se arma el molde colocándole la base y el collar de extensión y se introduce un disco de papel de filtro u otro papel absorbente hasta el fondo del molde.

**4-2.3** Se coloca rápidamente con la cuchara de almacenero el total de la mezcla en el interior del molde, se acomoda aplicando 15 golpes con una espátula caliente distribuidos alrededor del perímetro de la probeta y 10 golpes en su interior, y se nivela la superficie del material.

**4-2.4** Se coloca el molde sobre el pedestal de compactación (ap. 9.2-f) y se lo sujeta con el aro de ajuste. Se apoya sobre la mezcla la zapata del pisón de compactación y se aplican 50 ó 75 golpes según esté especificado, a caída libre, cuidando que el vástago del pisón se mantenga bien vertical.

**4-2.5** Se retira el molde del dispositivo de ajuste y se invierte la posición de la base y del collar de extensión.

**4-2.6** Se ajusta nuevamente el molde sobre el pedestal de compactación se aplica el mismo número de golpes, a la capa inferior de la probeta en la forma ya indicada en ap. 9.4-2.4.

**4-2.7** Terminada la compactación de la probeta se retira el molde del pedestal y sin la base y el collar de extensión se coloca el molde en un recipiente con agua fría durante 3 ó 4 minutos. Se retira luego el agua, se le coloca nuevamente el collar de extensión y con el extractor se retira la probeta del molde.

**4-2.8.** Extraída la probeta del molde se identifica designándola con letras o números escritos en cada cara con la tiza grasa. Hecho esto se coloca sobre una superficie lisa y bien ventilada.

**4-2.9.** Debe moldearse un mínimo de tres probetas por cada % de C. A. repitiendo exactamente las operaciones indicadas anteriormente.

#### 4-3. Ejecución del ensayo

**4-3.1** Las probetas se ensayarán recién el día siguiente de efectuada su elaboración.

**9.4-3.2.** Se determina la altura de cada probeta por medición directa mediante un calibre de 0,1 mm. de aproximación con el que se miden las alturas correspondiente a

los extremos de dos diámetros perpendiculares entre si. El promedio aritmético de las cuatro lecturas da la altura de la probeta.

**4-3.3** Se pesan las probetas y se determina a continuación el peso unitario de probetas de mezclas asfálticas compactadas siguiendo el método establecido en la Norma VN-E12-67.

**4-3.4** Se sumergen las probetas en el baño de agua caliente (ap. 9-2-j) a la temperatura de  $60^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ , manteniéndolas sumergidas sobre un período de tiempo comprendido entre 30 y 40 minutos.

**4-3.5** Las probetas se ensayan aplicando las cargas en sentido diametral por medio de un dispositivo compuesto de dos mordazas semicirculares cuyas dimensiones y demás características se indican en la figura N° 4.

**4-3.6** Comprobando que las superficies interiores de los arcos de las mordazas tienen la forma correcta y están perfectamente limpias y las varillas guías bien lubricadas se retira del baño termostático la probeta a ensayar, cuidando de no deteriorarla con golpes o excesiva presión de los dedos, y se coloca sobre la mordaza inferior centrándola exactamente, insertando luego en las varillas guías la mordaza superior. Se lleva, el conjunto a la prensa de ensayo y se acciona suavemente la manivela o el motor hasta notar que el compactador extensométrico de carga comienza a moverse. Se ajusta entonces el comparador extensométrico de deformaciones llevando se lectura a 0.

**4-3.7** Inmediatamente se hace funcionar el motor de la prensa o se acciona la manivela si es manual, cuidando que la velocidad de aplicación de las cargas se mantenga constante a razón de 50,8 mm./minuto hasta el instante en que el comparador extensométrico de carga se detiene o invierte su marcha. Se lee en ese momento el máximo alcanzado. Este valor expresado en kilogramos es la carga de rotura de la probeta ensayada, que servirá para calcular el valor de la estabilidad. En el mismo instante que la probeta alcanza la máxima carga debe leerse en el dial indicador del comparador extensométrico de deformaciones, la deformación total sufrida por la probeta. Este valor expresado en mm. determina la fluencia de la probeta.

**4-3.8** Desde el momento en que se extrae la probeta del baño de agua caliente hasta el fin del ensayo, no debe transcurrir un período de tiempo superior a los 30 segundos.

**4-3.9** Si se utiliza una prensa con aro dinamométrico para el registro de cargas, debe calibrarse el aro determinándose el factor correspondiente, es decir el número de kilogramos necesario para deformarlo en una magnitud igual a la unidad del extensómetro de que está provisto. El producto de este factor por la lectura registrada en el extensómetro de la carga total en kilogramos. Si la altura de la probeta fuera la normal, igual a 63,5 mm. el valor de la estabilidad sería directamente la carga de rotura medida en el comparador extensométrico. De acuerdo a lo indicado en el apartado 9.3- 6, la altura de las probetas estará comprendida entre 60,5 y 66,5 mm. Por lo tanto, debe referirse la estabilidad a la altura normal de 63,5 mm. multiplicando la carga total hallada por el factor de corrección obtenido de la Tabla II en función de la altura real de la probeta.

Entonces:

$$\text{Estabilidad} = L1 * K1 * K2$$

Donde:

L1=Lectura en el dial del comparador extensométrico de carga.

K1=Factor de equivalencia en Kg. del aro.

K2=Factor de corrección extraído de la Tabla II de acuerdo con la altura real de la probeta.

#### TABLA II – CORRECCIÓN POR ALTURA DE LA PROBETA



Altura de la probeta en mm.	Factor de corrección (K2)	CURVA DE ENSAYO MARSHALL	Altura de la probeta en mm.	Factor de corrección (k2)
25,4	5,56		60,5	1,09
27,0	5,00		60,7	1,08
28,6	4,55		61,0	1,07
30,2	4,17		61,2	1,06
31,8	3,85		61,5	1,05
33,3	3,57		61,7	1,04
34,9	3,33		62,2	1,03
36,5	3,03		62,6	1,02
38,1	2,78		63,1	1,01
39,7	2,50		63,5	1,00
Altura de la probeta en mm.	Factor de corrección (K2)		Altura de la probeta en mm.	Factor de corrección (K2)
41,3	2,27		63,9	0,99
42,9	2,08		64,4	0,98
44,5	1,92		64,8	0,97
46,0	1,79		65,3	0,96
47,6	1,67		65,8	0,95
49,2	1,56		66,3	0,94
50,8	1,47		66,6	0,93
52,4	1,39		67,0	0,92
54,0	1,32		68,3	0,89
55,6	1,25		69,9	0,86
57,2	1,19		71,4	0,83
58,7	1,14		73,0	0,81
			74,6	0,78
			76,2	0,76

Las probetas preparadas en el laboratorio deberán ser moldeadas cuidando que su altura media según 9.4-3.2, caiga dentro de las tolerancias del ap. 9.3-6. Se han ampliado los límites de aplicación del factor de corrección por altura, con el único fin de permitir determinar la estabilidad corregida de probetas extraídas directamente de pavimentos construidos, las cuales deberán tener el diámetro normalizado (101,6 mm.) para ser ensayadas.

Cálculos

**5-1** Densidad máxima teórica de la mezcla: (DT) (Método de Rice - Norma de Ensayo VN-E27-84)

**5-2** Vacíos de la mezcla compactada (v): Expresado en porcentaje del volumen total indica la diferencia entre la densidad teórica y la real para el estado de compactación alcanzado. Se calcula por la fórmula siguiente:

$$V = 100 * (1 - \frac{d}{DT})$$

Donde:

d = Peso unitario de probeta de mezcla asfáltica compactada según Norma V.N- E12-67  
DT= Densidad teórica (ap. 9.5-1)

### 5-3 Vacíos del agregado mineral (VAM)

Expresado en porcentaje del volumen total, representa el volumen de vacíos existentes en el agregado mineral al estado de densificación alcanzado. Parte de volumen de vacíos está ocupado por el C. A. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$VAM = V + (d * \%CA)$$

Donde:

V= Vacíos de la mezcla compactada (ap. 9.5-2)  
d = Peso unitario de la probeta de mezcla asfáltica compactada. Según Norma VN-E12-67.  
C. A = Porcentaje en peso de CA que interviene en la mezcla considerando el peso específico del CA igual a 1.

### 5-4 Relación betún - vacíos: (RBV)

Expresa el porcentaje de los vacíos del agregado mineral ocupado por el cemento asfáltico en la mezcla compactada. Se calcula por la fórmula siguiente:

$$RBV = \frac{100 * d * \%CA}{V.A.M}$$

Todos los términos de esta ecuación son conocidos.

**5-5** Los valores de la Estabilidad, Fluencia, Vacíos de la mezcla compactada, Vacíos del agregado mineral y Relación Betún - Vacíos, se expresan como el promedio aritmético de los valores individuales obtenidos para cada probeta de la serie de % de C. A ensayados.

**5-6** En un ensayo normal, la dispersión de los resultados individuales de cada probeta, con respecto al promedio aritmético está dentro de los siguientes límites:

Estabilidad:	+10 %
Fluencia:	+20 %
Peso unitario de probeta	
De mezcla asfáltica compactada:	+1 %

**5-7** Si uno de los tres valores obtenidos se alejara marcadamente de los límites indicados en el apartado anterior, deberá ser descartado, calculando los promedios aritméticos con los dos restantes únicamente.

### Determinación del contenido óptimo de ligante

**6-1** Cuando se utilice el método Marshall para la determinación del contenido óptimo de ligante para una mezcla de áridos de una composición y granulometría determinadas, se prepararán series de probetas con contenidos crecientes de ligante, realizando tantas series como sean necesarias para que, el menos, se tengan dos contenidos de ligante por encima y otros dos por debajo del óptimo, siguiendo el procedimiento de fabricación y ensayo descrito en esta norma.

**6-2** Con los valores medios de la estabilidad, deformación, densidad relativa y

diferentes contenidos de vacíos, se dibujarán para cada porcentaje de ligante los siguientes gráficos:

Estabilidad en Kg.	% de ligante
Fluencia en mm.	% de ligante
Densidad relativa en Kg. /dm <sup>3</sup>	% de ligante
% de vacíos en mezcla	% de ligante
R.B.V en %	% de ligante
% de vacíos en áridos (VAM)	% de ligante

**6-3** Se considera que el porcentaje óptimo de asfalto no debe seguir, solamente, de un simple promedio aritmético de valores óptimos, o de un valor individual de una determinada curva, sino de una evaluación racional del conjunto de curvas que representan las características volumétricas y mecánicas de la mezcla versus el porcentaje de cemento asfáltico.

**6-4** En general, el criterio más lógico consiste en seleccionar el porcentaje de asfalto que se encuentre más próximo al valor mínimo de la curva VAM - % ligante (valor éste a su vez superior al valor mínimo indicado en el ap. 9-6-5 para el tamaño máximo nominal del árido empleado en la mezcla) y al valor máximo de Estabilidad, debiendo cumplir además con los valores límites exigidos para la Estabilidad, Vacíos de la Mezcla y Fluencia. El porcentaje óptimo de cemento asfáltico a adoptar deberá ser el valor máximo que cumpla con estos requisitos básicos.

**6-5** Valores mínimos de los Vacíos del Agregado mineral según su tamaño Máximo Nominal.

TAMAÑO NOMINAL	MÁXIMO	V.A.M MÍNIMOS EN %
<b><u>TAMIZ</u></b>		
1.18 mm.		23.5
2.36 mm.		21.0
4.75 mm.		18.0
9.5 mm.		16.0
12.5 mm.		15.0
19.0 mm.		14.0
25.0 mm.		13.0
35.7 mm.		12.0
50.0 mm.		11.5

**6-6** Se define como Tamaño Máximo Nominal al número del tamiz menor a través del cual puede pasar el 100% del agregado pétreo empleado en la mezcla.

#### Control de producción

**7-1** Este método de ensayo es también aplicable al control de calidad de la producción diaria de la mezcla elaborada por una planta asfáltica durante la ejecución de la obra. Permite establecer la relación de Estabilidad de un juego de probetas compactadas de una mezcla de áridos producidos por la planta a la que se le adiciona en el laboratorio el relleno mineral y el cemento asfáltico obtenidos simultáneamente cuando se extrae la mezcla de áridos y otro juego de probetas compactadas de una mezcla completa producida por la planta, ambas mezclas asfálticas serán compactadas y ensayadas

por el método Marshall, descrito en esta Norma de Ensayo. La diferencia entre el promedio de la estabilidad de las probetas del primer juego, no diferirá en más del 10% del promedio de la estabilidad de las probetas del segundo juego. La fluencia y el porcentaje de vacíos de ambos juegos de probetas deberán estar comprendidos dentro de los límites especificados.

**7-2** Establecido que la planta asfáltica, que se trata, trabaja a su régimen normal, se obtendrán en la boca de salida de la mezcladora muestras representativas de la mezcla que se está elaborando.

**7-3** Para obtener la muestra de la mezcla de áridos o la de la mezcla completa producida por la planta, se hará descargar sobre un camión un pastón, sin asfalto o con asfalto, según sea el caso, si se trata de una planta por pesada o 1 tonelada de mezcla aproximadamente si la planta es continua.

**7-4** Para efectuar las probetas correspondientes al primer juego mencionado, se extrae del pastón sin asfalto una muestra representativa del mismo de aproximadamente 25 Kg. y se coloca un recipiente de madera de aproximadamente 25 cm. de ancho x 25 cm. de largo x 25 cm. de altura, forrado interiormente en chapa, con tapa y manijas y se lleva al laboratorio de la obra.

**7-5** Por cuarteo se extrae una muestra para realizar el ensayo granulométrico de la mezcla de los áridos. De esta forma se controla si la dosificación de los silos en caliente es la correcta. Del resto de la muestra se extrae por cuarteo material suficiente para que al agregarle el correspondiente porcentaje en peso de filler y de cemento asfáltico se pueda obtener una probeta compactada de 63,5 mm.  $\pm$  3 mm. de altura. De esta forma se elabora una serie de 3 probetas de acuerdo a lo establecido en el título 9-4. Para determinar la Densidad Teórica Máxima (Método O. Rice), Norma VN-E27-84, se prepara una muestra en las mismas condiciones que lo indicado para moldear las probetas. Con el valor obtenido en el ensayo citado se calculan las relaciones volumétricas de la mezcla compactada tal como se especifica en el título 9-5 de esta Norma.

**7-6** Moldeadas las probetas, se ensayan las mismas cuidando de cumplir con todas las indicaciones establecidas en el título 9-4-3.

**7-7** Para moldear las probetas correspondientes al 2º juego, citado anteriormente, se extrae del pastón una muestra representativa de la mezcla completa producida por la planta y se coloca en el recipiente mencionado en 9-8-4 y se lleva al laboratorio de la obra. Por cuarteo se extrae una muestra para efectuar el ensayo de extracción de asfalto y granulometría de los áridos, controlándose de esta forma el % de CA colocado y la granulometría de los agregados pétreos. Del resto de la muestra se separa por cuarteo material suficiente para obtener una probeta compactada de 63,5 mm.  $\pm$  3 mm. de altura. Se conforma una serie de 3 probetas de acuerdo con lo establecido en el título 9-4. También se separa una muestra para determinar la Densidad Teórica Máxima (Método J. Rice), Norma de ensayo VN-E27-84. Con el valor obtenido en el ensayo citado se calculan las relaciones volumétricas de la mezcla compactada (9-5). Ejecutadas las probetas, se realiza el ensayo de las mismas cuidando de cumplir con todas las indicaciones establecidas en el título 9-4.

#### Control de obras terminadas

**8-1** También es de aplicación este ensayo para el contralor de bases o carpetas de mezclas en planta en caliente con cemento asfáltico recién construidas o después de larga exposición al tránsito.

**8-2** Para realizar este estudio se extraerán probetas del pavimento de concreto asfáltico terminado con la máquina extractora de probetas de 101,6 mm. de diámetro y del espesor del pavimento.

**8-3** Deberá ponerse especial cuidado de que las probetas obtenidas tengan sus caras

laterales bien lisas y uniformes para lo cual deberá cuidarse que la máquina esté en perfectas condiciones de funcionamiento y que la extracción se realice a temperaturas ambiente lo más bajas posibles.

**8-4** Obtenidas las probetas se ensayan en la forma indicada en apartados 9-4-3, estableciéndose los valores de estabilidad y fluencia Marshall del pavimento en estudio. También en este caso se deberá determinar previamente el peso unitario de probeta de mezcla asfáltica compactada de acuerdo con lo establecido en Norma VN-E12-67.

**8-5** Adyacente a la zona de pavimento donde se ha extraído la probeta se retirará del mismo un bloque de concreto asfáltico, de aproximadamente 30 cm. x 30 cm. x el espesor del pavimento, para determinar el porcentaje de CA de la mezcla, la granulometría del inerte y la Densidad Teórica Máxima (Método J. Rice), tal como especifica la Norma de Ensayo VN-E27-84, para calcular las relaciones de volumen de los materiales de la mezcla asfáltica compactada.

#### NORMA DE ENSAYO V.N - E12 – 67: “DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO DE PROBETAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS”

##### Objeto

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar el peso unitario, llamado comúnmente densidad, de probetas de mezclas asfálticas compactadas en laboratorio o extraídas de pavimentos en servicio.

##### Aparatos

- a. Balanzas de por lo menos 2 Kg. de capacidad con sensibilidad de 0,1 g.
- b. Dispositivo para suspender las probetas que se sumergirán en agua. El mismo consiste en un gancho que colocado por debajo de uno de los platos de la balanza- si esta es del tipo Roberval- permite que el hilo, del que penderá la probeta, siga la vertical que pasa por el centro de dicho plato (ver figura N° 1). Si se emplea una balanza del tipo “de precisión” esta deberá tener el gancho en la parte superior del platillo y se deberá disponer de un soporte independiente para sostener al recipiente donde se desplazará la probeta (ver figura N° 2).
- c. Recipiente con capacidad suficiente para sumergir totalmente la probeta sin que haya rozamiento con sus paredes.
- d. Elementos varios de uso corriente en el laboratorio: bandejas para colocar las probetas durante su secado, recipiente para saturar las probetas con agua, etc.

##### Procedimiento

###### 1- Probetas moldeadas en el laboratorio

- a. Después de 24 horas de haber sido moldeada, se determina el peso de la probeta seca, Ps, a la temperatura ambiente y con una aproximación de 0,1g.
- b. Luego se la sumerge en agua limpia, a temperatura ambiente y durante un lapso no inferior a 1 hora, a fin de saturarla.
- c. Extraída la probeta del agua se la suspende de la balanza colgándola del gancho del platillo mediante un hilo fuerte pero liviano (ver figura N° 1 y 2).
- d. Se sumerge la probeta en el recipiente con agua, ap. 12- 2 c), cuidando que no haya rozamiento con las paredes del mismo. Se determina el

- peso de la probeta en agua,  $P_i$ , con la aproximación 0,1g.
- Se retira de la probeta el agua, se le quita el hilo que la rodea dejándola escurrir durante 10 segundos.
  - Se la lleva a la balanza, determinando su peso,  $P_h$ , con aproximación de 0,1g.
  - Se deja secar la probeta al aire, para completar los demás ensayos que se piensa ejecutar con la probeta.

## 2- Probetas extraídas de pavimentos asfálticos.

- Extraída la probeta del pavimento se procederá a saturarla- con agua, tal como se indica en el ap. 12- 3,1 (b).
- Con la probeta en estas condiciones se efectúan las determinaciones señaladas en los ap. 12-3, 1 (c), (d), (e) y (f).
- Se coloca la probeta a secar al aire y a temperatura ambiente, hasta que se logre peso constante. Se determina dicho peso  $P_s$ , con aproximación de 0,1g.

### Cálculos

Peso unitario de la probeta de mezcla asfáltica compactada. Se le determina utilizando la fórmula:

$$PU = \frac{P_s}{P_h - P_i}$$

Donde:

PU = peso unitario de la probeta.

$P_s$  = peso en aire de la probeta seca.

$P_h$  = peso en aire de la probeta saturada con agua.

$P_i$  = peso de la probeta, previamente saturada, sumergida en agua.

NOTA:

- Los resultados se expresan en  $g/cm^3$ . con aproximación el centésimo.
- Dos determinaciones consecutivas, con una misma probeta, no deben diferir en más de 0.02.

### NORMA DE ENSAYO V.N - E27 – 84: “DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE ASFALTO DE AGREGADOS PÉTREOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE”

#### Objeto

Esta norma, establece el procedimiento a seguir para la determinación del Peso Específico “efectivo” y de la absorción de asfalto del agregado pétreo a utilizar en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente (concreto asfáltico, arena- asfalto, tosca-arena- asfalto, etc.) empleando el procedimiento de J. Rice (saturación por vacío).

#### Definiciones

- Peso específico efectivo: Es la relación entre el peso de un dado volumen de la porción impermeable de un agregado permeable (o sea el volumen de sólido más los poros impermeables al cemento asfáltico en este caso) y el

peso de un volumen igual de agua.

- b) Absorción de asfalto: Es la relación entre el peso del cemento asfáltico que ocupa los poros permeables del agregado pétreo y el peso de dicho material, expresado en porcentaje.

#### Aparatos

- Balanza de 4 kilos de capacidad con sensibilidad de 0,1 gr.
- Dos frascos "kitasato" de vidrio pyrex para vacío de 2000 y 1000 cm<sup>3</sup> de capacidad respectivamente.
- Bomba de vacío para evacuar el aire contenido dentro del frasco y manómetro diferencial de mercurio.
- Dos tapones de goma para los frascos y tubos de goma para vacío.
- Baño de agua, para mantener la temperatura a 25°C ± 0,5°C.
- Enrasador realizado con varilla de acero de 5 mm. diámetro y 90 mm. de largo, terminado en punta cónica soldado, en forma perpendicular a una chapa del mismo material de forma rectangular de 90 mm. de largo, por 15 mm. de ancho y 4 mm. de espesor (ver figura N° 1)
- Pipeta aforada de 25 cm<sup>3</sup>.
- Elementos varios: Agua destilada, pinza de Hoffman, bandejas, espátulas, cuchara tipo almacenero, etc.

#### Calibración del frasco

El frasco deberá ser calibrado, determinado (± 0,1 gr.) el peso del agua destilada, a 25°C, requerida para llenarlo hasta un nivel prefijado, mediante el empleo del enrasador.

Para ello se procede de la siguiente forma: Se llena el frasco de 2000 cm<sup>3</sup>. hasta aproximadamente el nivel, determinado por el extremo de la varilla del enrasador estando este apoyado en la boca del frasco, utilizando agua destilada, a una temperatura inferior en algunos grados a 25°C.

Luego se retira el enrasador y se coloca el frasco en un baño de agua mantenido a 25°C ± 0,5°C. durante 1 hora. Debe cuidarse que el nivel del agua en el baño se encuentre por encima del nivel del agua contenida en el frasco.

Al cabo de este lapso se coloca nuevamente el enrasador en la boca del frasco y con la pipeta se retira el exceso de agua hasta que el nivel coincida exactamente con el extremo de la varilla del enrasador.

Cumplido tal requisito se seca completamente el frasco en su parte exterior y en la zona del cuello interior por sobre el nivel del enrase, para asegurar que no tenga gotas de agua adheridas a sus paredes, pesándose en tales condiciones para determinar su peso, D, en gramos (frasco + agua).

#### Cantidad de muestra a ensayar

La cantidad de mezcla asfáltica a utilizar para realizar el ensayo, se debe adoptar de acuerdo a los valores del siguiente cuadro:

Tamaño máximo nominal de agregado pétreo de la mezcla	Cantidad de mezcla asfáltica a ensayar en peso
25 mm. (1")	2,500 gr.
10 mm. (3/4")	2,000 gr.
12,5 mm. (1/2")	1,500 gr.
9,5 mm. (3/8")	1000 gr.

4,75 mm. (N° 4)	500 gr.
-----------------	---------

Si la cantidad de mezcla a ensayar supera la cantidad del frasco, la misma deberá ser ensayada en dos o tres fracciones iguales. De acuerdo con este criterio, a fin de acelerar la extracción de burbujas de aire del interior de la mezcla asfáltica asegurando que este proceso se cumpla en su totalidad, es conveniente colocar no más de 1000 gr. de mezcla asfáltica dentro del frasco.

#### Preparación de la muestra

Una vez fijada la cantidad de mezcla asfáltica a ensayar se efectúa su elaboración de acuerdo a la Norma VN-E9-86, luego se la deja enfriar a temperatura ambiente durante 24 hs. La mezcla asfáltica debe ser elaborada con el porcentaje de asfáltico óptimo más 1 %, a fin de reforzar el recubrimiento de los agregados pétreos porosos y no porosos con una película de asfalto de mayor espesor.

El peso específico de los agregados pétreos es independiente del porcentaje de asfalto con que fue preparada la mezcla, cuando se cumple la mencionada condición de recubrimiento.

#### Procedimiento de ensayo

- Se toma la mezcla, ya enfriada a temperatura ambiente, como lo indica el párrafo anterior, de la que se desmenuzará los grumos, tomando la precaución, de no romper las partículas de la fracción fina que no sean mayores de 6,70 mm. ( $\frac{1}{4}$ "). Si la mezcla no es suficientemente blanda, como para ser desmenuzada con la mano, deberá ser colocada en una bandeja y calentada ligeramente hasta que se pueda desmenuzar.
- Se equilibra la balanza colocando el frasco, de 2000 cm<sup>3</sup>, secado exteriormente en uno de los platillos y arena fina seca en el otro. Se introduce en el frasco la fracción de mezcla para el ensayo y se determina su peso con una aproximación de 0,1 gr. (A).
- Al frasco conteniendo la mezcla, se le agrega agua destilada, hasta cubrir totalmente el material – la altura mínima de agua que cubra la mezcla, debe ser de 3 cm.
- Se colocan a los frascos los tapones de goma, y se efectúa las conexiones, a la bomba de vacío, de acuerdo al esquema (ver fig. 2). Una vez preparado el equipo, se pone la bomba en funcionamiento hasta lograr un vacío, de 30 mm. en la columna mercurial el que deberá mantenerse todo el tiempo necesario hasta que no se observen desprendimientos de burbujas de aire del interior de las partículas de la mezcla. Cada tanto debe agitarse el frasco con su contenido, de manera tal de lograr la extracción total del aire de la mezcla.
- Una vez finalizada la operación indicada en el párrafo anterior se llena el frasco hasta aproximadamente el nivel determinado por el extremo de la varilla del enrasador, estando este apoyado en la boca del frasco, utilizando agua destilada a una temperatura inferior en algunos grados a 25°C, luego se retira el enrasador y se coloca el frasco en baño de agua a 25°C. durante una hora tomando las precauciones indicadas en ap. 27-3. Al cabo de este lapso se coloca nuevamente el enrasador en la boca del frasco y con la pipeta se retira el exceso de agua hasta que el nivel coincida exactamente con el extremo de la varilla del enrasador.

Se seca luego completamente el frasco en su parte exterior y en la zona del cuello



interior por sobre el nivel del enrase para asegurar que no haya gotas de agua adherida a sus paredes, pesándose a continuación. Se determina en esta forma el peso E, en gramos del conjunto (es decir el peso del frasco, más el peso del material que contiene, más el peso del agua destilada colocada).

### Cálculos

- a. Para la determinación de la Densidad Teórica Máxima de la mezcla, se emplea la siguiente fórmula:

$$D_t = \frac{A}{A + D - E}$$

Donde:

$D_T$  = Densidad Teórica Máxima

A = Peso en gramos de la mezcla asfáltica

D = Peso en gramos del frasco lleno con agua destilada a 25°C

E = Peso en gramos del frasco conteniendo la mezcla y el agua destilada a 25°C. complementaria para llenarlo

- b. Para determinación del “Peso específico efectivo del agregado mineral” de la mezcla, se utiliza la fórmula siguiente:

$$Pe_{ef} = \frac{100 - \%CA}{\frac{100}{D_T} - \frac{\%CA}{Pe_{CA}}}$$

Donde:

$Pe_{ef}$  = Peso específico efectivo del agregado mineral

% C.A. = Porcentaje en peso, de cemento asfáltico de la mezcla

$D_T$  = Densidad teórica máxima de la mezcla

$Pe_{CA}$  = Peso específico del cemento asfáltico

- c. Para la determinación de la “Absorción de asfalto” por parte del agregado mineral de la mezcla, se emplea la fórmula siguiente:

$$A_b = \frac{Pe_{ef} - Pe_{as}}{Pe_{ef} * Pe_{as}} * Pe_{CA} * 100$$

Donde:

$A_b$  = Porcentaje de asfalto absorbido (por peso de agregado)

$Pe_{ef}$  = Peso específico efectivo del agregado mineral

$Pe_{as}$  = Peso específico aparente saturado de agregado mineral

$Pe_{CA}$  = Peso específico del cemento asfáltico

### Observaciones

- a. Determinada la “Densidad teórica máxima” de la mezcla en la forma indicada precedentemente, debe calcularse la misma para cada porcentaje de cemento asfáltico usado en la dosificación de la mezcla en base al “Peso específico efectivo”.
- b. Para calcular la “Densidad teórica máxima” correspondiente a cada porcentaje de asfalto, debe emplearse la siguiente ecuación:

$$Densidad\ Teorica = \frac{100}{\frac{Pa}{Pe_{ef}} - \frac{P_{CA}}{Pe_a}}$$

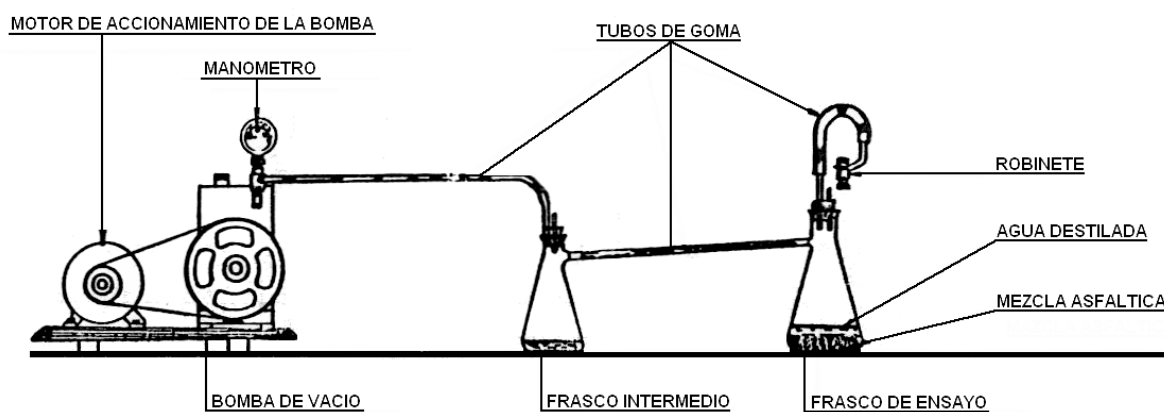
Donde:

Pa= Porcentaje en peso de la mezcla de áridos  
P<sub>CA</sub> = Porcentaje en peso de cemento asfáltico  
Peef = Peso específico efectivo de la mezcla de árido  
Pea = Peso específico del cemento asfáltico

- c. El valor del peso específico efectivo está comprendido entre el peso específico aparente y el peso específico del agregado seco (apartado a) y b) de las normas de ensayo N° 13 y N° 14 de **VIALIDAD NACIONAL**.

Esto es debido a que el peso específico efectivo se considera la absorción de asfalto por parte del agregado pétreo, el cual no alcanza a llenar totalmente los vacíos permeables al agua del mismo.

Figura N° 2



NORMA DE ENSAYO V.N - 32 – 67:“PERDIDA DE LA ESTABILIDAD MARSHALL POR EL EFECTO DEL AGUA”

Objeto

Este método de ensayo está destinado a medir la pérdida de la Estabilidad Marshall, como consecuencia de la acción del agua sobre las mezclas con cemento asfáltico, compactadas. Se obtiene un índice de estabilidad residual, comparando la estabilidad de las muestras determinadas de acuerdo con el método Marshall usual, con la estabilidad de muestras que han sido sumergidas en agua durante un período especificado.

Aparatos

Se requieren los siguientes aparatos:

- Uno o más baños de agua para sumergir las muestras, con controles automáticos de temperatura. Son apropiados para este ensayo, los baños normalmente usados para el ensayo de Marshall.
- Una balanza y un baño de agua, con accesorios apropiados para pesar las probetas en el aire y en el agua, con el objeto de determinar su densidad.
- Placas o soportes de vidrio o metal. Una de estas placas se colocará debajo de cada una de las probetas durante el período de inmersión y durante el manipuleo siguiente: (excepto cuando se las pese y ensaye), con el objeto de evitar que se quiebren o deformen.

### Probetas

Se separan por lo menos 8 probetas tipo Marshall (ver sección E.III. Ensayo Marshall).

### Determinación del peso específico absoluto de las probetas

Se procederá de la siguiente manera:

- a. Se obtendrá el peso de cada probeta al aire y en el agua. Esto último se hará tan rápido como sea posible para que la absorción sea mínima.
- b. Se calculará el peso específico absoluto de cada probeta como sigue:

$$\text{Peso Especifico Absoluto} = \frac{A}{A - B}$$

Donde:

- A: peso de la probeta al aire, en gramos  
B: peso de la probeta en el agua, en gramos.

### Procedimiento

Dividir cada juego en ocho probetas, en dos grupos de 4 probetas cada uno, de modo que los promedios del peso específico absoluto de cada uno de esos grupos sean similares. El ensayo de las probetas del primer grupo, se efectuará por el procedimiento especificado en la Sección E.III. Las probetas del 2º grupo se sumergen en agua durante 24 horas a las temperaturas especificadas más abajo y luego se las ensaya inmediatamente, con el mismo procedimiento.

<b>Tipo de Asfalto</b>	<b>Estabilidad Marshall Temperatura de Ensayo C</b>
Asfalto	60 ± 1
Alquitrán	37, 8 ± 1
Alquitrán y caucho	48, 6 ± 1

### Cálculo

El índice de estabilidad residual de las mezclas bituminosas, con respecto a los efectos nocivos del agua, se expresa como porcentaje de la estabilidad original que se mantiene después del período de inmersión. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Indice de Estabilidad Residual} = \frac{S2}{S1} * 100$$

Donde:

- S1: Estabilidad Marshall del grupo 1 (promedio)  
S2: Estabilidad Marshall del grupo 2 (promedio)

### Requisitos para la recepción

Se rechazarán las mezclas que revelen un índice de estabilidad residual menor de 75. En esos casos, se mejorarán las propiedades de los agregados del asfalto, empleando métodos aprobados, de modo que el índice de estabilidad aumente por lo menos hasta ese mínimo de 75.

NORMA DE ENSAYO V.N - E69 – 78: "DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE

## ASFALTO EN MEZCLAS EN CALIENTE POR EL MÉTODO DE CENTRIFUGA”

### Objeto:

El presente método se refiere al procedimiento a seguir para la determinación del contenido de asfalto y control granulométrico del agregado en mezclas en caliente.

### Resumen del método:

**2-1** La mezcla es extraída con benceno u otro solvente, usando el equipo de extracción por centrifugado.

**2-2** El contenido de asfalto se calcula por diferencia entre el peso original de la mezcla desecada y el peso del agregado una vez extraído el asfalto por el solvente.

### Equipo necesario:

- a. Estufa, capaz de mantener la temperatura de 110°C a 120°C.
- b. Balanza capaz de pesar 4000 gr. con una exactitud de  $\pm 0,1$  gr.
- c. Probetas graduadas de 500 cc. de capacidad.
- d. Tres Erlenmeyer de 500 cc. de capacidad.
- e. Tamices IRAM de abertura cuadrada de 0,074 mm. (N° 200), 0,149 mm. (N° 100), 0,420 mm (N° 40), 2,00 mm. (N° 10), 4,8 mm. (N° 4), 9,50 mm. (3/8”), 19,00 mm. (3/4”), 25,40 mm. (1”).
- f. Centrifuga, tipo Dublín-Rotarex o similar. El plato deberá tener una capacidad para contener 1000 gr. de muestra, su velocidad de giro alcanzará 3.600 r.p.m. El aparato deberá estar instalado en un lugar de buena ventilación especialmente cuando se emplea benceno.
- g. Papel de filtro. En forma de corona circular, cuyo diámetro máximo será igual al de la tapa del plato, un espesor del orden de 0,7 mm. y un peso por m<sup>2</sup> de 230 gr. (del tipo igual o similar al Schleicher Schull n- 23).

### Reactivos:

- a. Benceno, tetracloruro de carbono o triclorotileno, de acuerdo a la especificación para uso industrial.
- b. Alcohol desnaturalizado, empleado como humectante en el lavado del agregado.

### Preparación de la muestra:

**5-1** Se obtiene una muestra representativa de la mezcla a ensayar. La calidad mínima de material que se requiere enviar al laboratorio depende del tamaño máximo nominal de las partículas del agregado pétreo utilizado como se indica en 5-4.

**5-2** Previamente se coloca la muestra obtenida, en estufa 110°C – 120°C durante 30 minutos. Al cabo, de dicho tiempo se desmenuza con una espátula cuidando de no fracturar el agregado.

**5-3** La muestra caliente se reduce por cuarteos, hasta obtener la cantidad necesaria para efectuar el ensayo. Esta cantidad también es función del tamaño máximo de las partículas del agregado, debiendo estar comprendidas entre los límites que se fijan en 5.4.

**5-4** En la tabla que se indica a continuación se señala la cantidad de muestra a enviar al laboratorio como así también la cantidad necesaria para efectuar los ensayos.

Tamaño máximo nominal de las partículas	A remitir al Laboratorio	A ensayar
2 mm. (Nº 10)	2 kg.	400 - 500 gr.
4,8 mm. (Nº 4)	2 kg.	400 - 500 gr.
9,5 mm. (3/8")	4 kg.	600 - 800 gr.
12,7 mm. (1/2")	6 kg.	800 - 1000 gr.
19,0 mm. (3/4")	8 kg.	800 - 1000 gr.
25,0 mm. (1")	10 kg.	1000 - 1200 gr.

Procedimiento:

**6-1** Se pesa el conjunto del plato y el papel de filtro con la precisión de  $\pm 0,1$  gr. y se coloca durante 1 hora en estufa a  $110^{\circ}\text{C}$  -  $120^{\circ}\text{C}$ . Al cabo de este tiempo se deja enfriar a la temperatura ambiente y de inmediato se pesa nuevamente; si el peso obtenido difiere en más de 0,1 gr. con respecto al peso anterior, se volverá a secar en las mismas condiciones por períodos de  $\frac{1}{2}$  hora hasta que el peso obtenido no difiera en más de 0,1 gr. (constancia de peso).

Sea:

$$P1 = \text{Peso Plato (sin la tapa)} + \text{Peso Papel de Filtro}$$

**6-2** Se coloca la mezcla para el ensayo dentro del plato, se distribuye uniformemente y se lleva a estufa  $110^{\circ}\text{C}$  -  $120^{\circ}\text{C}$ , juntamente con el papel de filtro, hasta constancia de peso, siguiendo la técnica indicada en 6.1.

Sea:

$$P2 = \text{Peso Plato (sin tapa)} + \text{Peso Papel de Filtro} + \text{Mezcla Asfáltica}$$

**6-3** Se cierra el plato colocando entre éste y su tapa el panel de filtro secado y se acopla al plato con su tapa a la centrífuga. El ajuste se realiza por intermedio de una tuerca con forma de embudo, perforada longitudinalmente y que permite introducir dentro del plato y sin quitar la tapa el solvente necesario para cada lavado.

**6-4** Una vez acoplado el plato a la centrífuga se agregan 200 cc. de solvente y de inmediato se cierra la centrífuga con la tapa correspondiente colocando un erlenmeyer de 500 cc. en el caño de descarga. Se deja embeber la mezcla asfáltica durante 45 minutos y no más de 1 hora, antes de poner en marcha la centrífuga para efectuar el primer lavado. La velocidad de la centrífuga estará entre dos mil y tres mil revoluciones por minuto.

**6-5** Cuando cesa la salida del solvente con el asfalto disuelto por el caño de descarga, se detiene la centrífuga, se coloca un erlenmeyer limpio en el caño de descarga, se agrega una nueva porción de  $200 \text{ cm}^3$  de solvente, se pone en marcha la centrífuga y se repite la operación indicada en este párrafo.

**6-6** El solvente proveniente de cada uno de los lavados recogido en los erlenmeyer deberá estar libre de agregado fino.

**6-7** Se considera finalizada la extracción del asfalto cuando luego de sucesivos lavados el solvente aparece de color claro (pajizo débil) cuando es visto a trasluz en un tubo de ensayo. En este punto se seca la tapa de la centrífuga, se desconecta el plato, se le retira la tapa y se deja al aire durante 1 hora para eliminar el exceso de solvente. Luego se seca en la estufa a  $110^{\circ}\text{C}$  -  $120^{\circ}\text{C}$  hasta constancia de peso siguiendo la técnica indicada en 6.1.

Sea:

$$P3 = \text{Peso del Plato (sin tapa)} + \text{Peso Papel de Filtro} + \text{Agregado Petreo}$$

Cálculos:

**7-1** El contenido de asfalto en la mezcla se calcula como se indica a continuación:

$$A = \frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} * 100$$

Donde:

A = contenido de asfalto referido a la mezcla asfáltica, en %.

Granulometría del agregado pétreo:

**8-1** Se retira el agregado contenido en el plato y el adherido en el papel de filtro y se los coloca en una bandeja.

**8-2** Se humedece el agregado con alcohol desnaturalizado y se lava sobre el Tamiz IRAM de 0,074 mm. (N° 200), intercalando un Tamiz IRAM de 2 mm. (N° 10), para evitar el deterioro del primer tamiz; cuando el agua que pasa a través del tamiz de 0,074 mm. (N° 200), salga limpia, se coloca en un plato el material retenido por ambos tamices.

**8-3** Se seca en estufa a 110°C hasta peso constante, se deja enfriar, se pesa y se determina su granulometría siguiendo las indicaciones en la Norma VN-E7-65 "Análisis mecánico de materiales granulares". Cada fracción deberá referirse al peso inicial del agregado (P3 – P1).

Observación:

**9-1** El equipo y el procedimiento de ensayo deberán controlarse de la siguiente manera. Se prepara en una cápsula enlozada una mezcla de agregado, desecado a 150°C, mezclándose vigorosamente con la ayuda de una espátula. La cantidad de mezcla a preparar será de 1000 gr. incluido el asfalto.

Deberá tenerse especial cuidado en pesar exactamente ( $\pm 0,1$  gr.), el asfalto incorporado a la mezcla mediante diferencia de peso del recipiente que contiene el asfalto calentado a 150°C, con cemento asfáltico mezclándose vigorosamente en caliente a 150°C, con la ayuda de una espátula. Deberá verificarse no perder material (asfalto, agregado o mezcla) durante toda la operación.

**9-2** Se determina el contenido de asfalto de esta muestra, incorporado a la centrifuga el líquido de lavado utilizado para la limpieza de la cápsula y espátula, siguiendo el método de ensayo descrito anteriormente. Se compara el resultado obtenido, con el contenido de asfalto incorporado a la muestra.

**Diferencia entre % asfalto colocado y % hallado:** Menor o igual a  $\pm 0,2$ . Si la diferencia % es mayor de  $\pm 0,2$ ; puede ser:

Tapa no ajusta bien.

Papel inadecuado.

Agregado con absorción mayor que la normal (en este caso no se pueda usar este ensayo)