



***Universidad Nacional de Córdoba***

***Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales***

**PRACTICA SUPERVISADA**

**ESTUDIOS Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES PARA LA**

**REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A 174**

**POR**

***de la RUBIA OSVALDO DANIEL***

TUTOR: *INGENIERO BARUZZI ALEJANDRO*

SUPERVISOR EXTERNO: *INGENIERO PAGANI RICARDO*

**Carrera: Ingeniería Civil**

**NOVIEMBRE DE 2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS: Por darme salud, fuerzas y confianza para culminar mis estudios universitarios.

AL INGENIERO ALEJANDRO BARUZZI: Por haberme reinsertado en la carrera con el Plan Fénix que se gestó en la Escuela de Ingeniería, por su confianza y dedicación.

A MI FAMILIA: por haberme acompañado en este objetivo de vida.

A LA EMPRESA AFEMA: Por todo lo que me ha permitido aprender y por su acompañamiento durante estos años de estudio.

## **RESUMEN**

El presente informe está referido al estudio de materiales y control de calidad en las obras viales.

Hace hincapié fundamentalmente al seguimiento y control de calidad de la Obra de Rehabilitación de la Ruta A-174, en la Provincia de Córdoba.

La explicación de los pasos previos y ensayos de laboratorio realizados para el comienzo de la obra vial desde el punto de vista de la empresa constructora, tomando como ejemplo esta obra mencionada.

En el informe se detallan los ensayos de laboratorio junto con su explicación, el objetivo que persiguen y la discusión de sus resultados y conclusiones.

Finalmente se expone la importancia que tiene el control de calidad en las obras viales y se muestra como con un plan de autocontrol se van obteniendo los resultados esperados. En él, se detallan la frecuencia de los ensayos de laboratorio y controles de calidad necesarios para la óptima ejecución de todas las etapas de construcción de la obra.

INDICE

Contenido

RESUMEN .....	2
<b>OBRA DE REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174 .....</b>	<b>11</b>
1. INTRODUCCION.....	11
2. ETAPA PREVIA DE ESTUDIO .....	14
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	14
2.2. PERFILES TRANSVERSALES DE PROYECTO.....	14
2.2.1. PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PERFIL TRANSVERSAL TIPO.....	15
2.2.2. PAQUETE ESTRUCTURAL EN ZONA URBANA .....	16
3. RELEVAMIENTO DE LOS MATERIALES EXISTENTES.....	17
3.1. TRABAJOS EN CAMPAÑA, CALICATAS.....	17
3.1.1. PERFILES TRANSVERSALES DE LA ESTRUCTURA ACTUAL .....	19
3.2. TERRAPLEN .....	22
3.2.1. TOMA DE MUESTRAS - PROCEDIMIENTO .....	22
3.2.1.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	22
3.2.1.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....	22
3.3. BASE.....	24
3.3.1. TOMA DE MUESTRAS - PROCEDIMIENTO .....	25
3.3.1.1. ENSAYOS DE LABORATORIO – CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....	25
4. CARPETA ASFALTICA.....	29
4.1. MATERIAL FRESADO.....	29
4.2. MATERIAL SOLICITADO PARA REALIZAR BANQUINAS .....	29
4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL SEGÚN MEMORIA DESCRIPTIVA.....	32
5. MODIFICACION DE OBRA N°1.....	33
5.1. MOTIVOS DE LA MODIFICACIÓN DE OBRA N°1.....	33
5.1.1. DISEÑO ESTRUCTURAL:.....	33
5.1.2. DRENAJE:.....	34
5.1.3. SEGURIDAD:.....	34
5.2. PLAZO DE EJECUCION.....	35
6. MANUAL DE AUTOCONTROL.....	36

6.1.	OBJETIVOS DE LOS PROCEDIMIENTOS (L) .....	36
6.2.	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (S.A.C.) .....	37
7.	PRODUCTOS PRIMARIOS .....	39
7.1.	SUELOS.....	39
7.1.1.	SUELO CAL .....	39
7.1.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	39
7.1.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	41
7.1.2.	SUELO CEMENTO .....	41
7.1.2.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	42
7.1.2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	44
7.2.	AGREGADOS .....	44
7.2.1.	ARENA SILÍCEA .....	44
7.2.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	45
7.2.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	46
7.2.2.	TRITURADOS .....	47
7.2.2.1.	TRITURADO 0-6.....	47
7.2.2.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	47
7.2.2.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	50
7.2.2.2.	TRITURADO 6-19 .....	50
7.2.2.2.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	50
7.2.2.2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	55
7.2.2.3.	TRITURADO 6-25 .....	55
7.2.2.3.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	55
7.2.2.3.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	59
7.3.	CEMENTOS .....	59
7.3.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	60
7.3.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	61
7.4.	CALES .....	61
7.4.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	62
7.4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	63
7.5.	ACEROS .....	63
7.5.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	65
7.5.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	65
7.6.	CEMENTOS ASFALTICOS .....	65
7.6.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	68

7.6.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	71
7.7.	AGUA .....	72
7.7.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	72
7.7.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	74
7.8.	EMULSIONES.....	74
7.8.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	75
7.8.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	76
8.	PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS RESULTANTE.....	77
8.1.	ACTIVIDADES PRELIMINARES .....	77
8.1.1.	DESBOSQUE, DESTRONQUE Y LIMPIEZA.....	77
8.1.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	77
8.1.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	77
8.1.2.	PREPARACIÓN DE SUBRASANTE.....	77
8.1.2.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	77
8.1.2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	79
8.1.3.	FRESADO DE PAVIMENTO EXISTENTE:.....	79
8.1.3.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	79
8.1.3.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	80
8.2.	SUBBASE .....	80
8.2.1.	CONSTRUCCIÓN DE SUBBASE SUELO – CAL: .....	80
8.2.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR.....	80
8.2.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	82
8.3.	BASE.....	82
8.3.1.	BASE GRANULAR.....	82
8.3.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR:.....	83
8.3.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	85
8.3.2.	BASE GRANULAR CEMENTADA .....	85
8.3.2.1.	CONDICIONES A CUMPLIR:.....	86
8.3.2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	89
8.3.3.	BASE NEGRA ASFALTICA.....	89
8.3.3.1.	CONDICIONES A CUMPLIR:.....	89
8.3.3.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	98
8.4.	RODAMIENTO .....	98
8.4.1.	CARPETA DE RODAMIENTO ASFÁLTICA.....	98
8.4.1.1.	CONDICIONES A CUMPLIR:.....	99

8.4.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	109
8.4.2.	PAVIMENTO DE HORMIGON .....	110
8.4.2.1.	CONDICIONES A CUMPLIR:.....	110
8.4.2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	116
8.5.	RESUMEN DE ENSAYOS DE CONTROL DE LA OBRA .....	116
8.5.1.	ENSAYOS DE HORMIGÓN ELABORADO .....	120
9.	MODIFICACION DE OBRA N°2.....	122
9.1.	ESTUDIO DE ESTADO EXISTENTE DEL TRAMO.....	122
9.1.1.	CALICATAS Y ESTRUCTURA.....	122
9.1.1.1.	INFORME DE CALICATA EN RUTA A-174 .....	122
9.2.	DESCRIPCION DEL ESTADO GENERAL DE LA ZONA.....	125
9.3.	DESARROLLO DE LA COLOCACION DE LA CARPETA DE REFUERZO .....	127
9.4.	RESULTADOS EN LA CARPETA COLOCADA .....	128
9.4.1.	DEFECTOS EN LA CARPETA ASFALTICA .....	130
9.5.	ESTUDIO DEL PROBLEMA .....	131
9.5.1.	AUSCULTACIÓN UTILIZANDO EL EQUIPO DE LA VIGA BENKELMAN. ....	132
9.5.1.1.	CARACTERISTICAS DE LA VIGA BENKELMAN .....	132
9.5.1.2.	“ENSAYO DE DEFLEXIÓN RECUPERABLE Y DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE RECUPERACIÓN ELASTO RETARDADA DE PAVIMENTOS CON REGLA BENKELMAN” NORMA DE ENSAYO VN - E28 – 77 .....	134
9.5.1.3.	“ENSAYO RADIO DE CURVATURA” NORMA DE ENSAYO VN - E65 – 83 .....	136
9.5.2.	MEDICIONES DE DEFLEXION Y RADIO DE CURVATURA REALIZADAS.....	137
9.5.3.	EVALUACIÓN FÍSICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO .....	139
9.6.	RESULTADOS DE LA MEZCLA COLOCADA.....	140
9.6.1.	ENSAYOS DE RIGIDEZ .....	143
9.6.2.	ADHERENCIA ENTRE CAPAS DE CARPETAS .....	145
9.7.	COMPORTAMIENTO A FATIGA DE SUELOS ESTABILIZADOS.....	146
9.7.1.	AGRIETAMIENTO POR REFLEXIÓN.....	147
10.	BREVE COMENTARIO DE LOS PLAZOS DE LA OBRA.....	148
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	150
	ANEXOS .....	151
	BIBLIOGRAFIA.....	163

Figura 1 UBICACION.....	12
Figura 2 PLANIMETRIA GENERAL.....	13
Figura 3 PERFIL TRANSVERSAL TIPO .....	14
Figura 4 PERFIL TRANSVERSAL EN ZONA URBANA.....	15
Figura 5 Ejecucion de calicatas .....	18
Figura 6 Limpieza de calicata .....	18
Figura 7 Toma de muestras en calicata.....	18
Figura 8 Espesores en calicata.....	18
Figura 9 Perfiles de prog 0+100 a 6+100.....	19
Figura 10 Perfiles prog 7+100 a 16+100.....	20
Figura 11 Perfiles prog 17+100 a 22+100.....	21
Figura 12 Granulometría y plasticidad material de terraplén (Prog 2100) .....	23
Figura 13 (Prog 18100).....	24
Figura 14 (Prog 21500).....	24
Figura 15 material de base (Prog 100) .....	26
Figura 16 material de base (Prog 2100) .....	26
Figura 17 material de base (Prog 3100) .....	27
Figura 18 material de base ("Prog 8100) .....	27
Figura 19 material de base (Prog 14100).....	28
Figura 20 material de base (Prog 21500).....	28
FIGURA 21 COMPUTO METRICO DE PROYECTO.....	31
FIGURA 22 ITEM FRESADO DE ESTRUCTURA EXISTENTE.....	31
Figura 23 .....	34
Figura 24 .....	34
FIGURA 25 INDICE DE PLAN GENERAL DE AUTOCONTROL .....	37
Figura 26 Resultado del Ensayo de Granulométrico y de Plasticidad de Suelo-Cal....	40
Figura 27 Resultado [Globales] de Ensayo de Granulometría de Suelo - Cal .....	40
Figura 28 Resultado del Ensayo de Sales de Suelo Cal .....	41
Figura 29 Ensayo de Sales Totales y Sulfatos Solubles .....	43
Figura 30 Ensayo de Granulometría Suelo-Cemento.....	43
Figura 31 Ensayo de Plasticidad Suelo-Cemento .....	44
Figura 32 Ensayo Equivalente de Arena.....	45
Figura 33 Ensayo de granulometría.....	46
Figura 34 Ensayo de Granulometría Triturado 0-6.....	48
Figura 35 ensayo de Plasticidad Triturado 0-6.....	49
Figura 36 Ensayo de Sales Solubles Totales Triturado 0-6 .....	49
Figura 37 Ensayo de Peso Específico del Triturado 6-19 .....	51
Figura 38 Ensayo de desgaste los Angeles de T 6-19.....	52
Figura 39 Ensayo de Granulometría Triturado 6-19.....	53
Figura 40 Ensayo de Lajosidad Triturado 6-19 .....	54
Figura 41 Ensayo de Elongación Triturado 6-19.....	54
Figura 42 Ensayo de Cubicidad Triturado 6-19.....	55
Figura 43 Ensayo de Granulometría Triturado 6-25.....	57
Figura 44 Ensayo de Cubicidad Triturado 6-25.....	57
Figura 45 Ensayo de Elongación Triturado 6-25.....	58



Figura 46 15 Ensayo de Desgaste de los Ángeles Triturado 6-25 .....	58
Figura 47 Ensayo de Peso Específico del Triturado 6-25 .....	59
Figura 48 Protocolo de Calidad Holcim.....	61
Figura 49 Ensayo de Cal Útil Vial .....	63
Figura 50 Protocolo de Calidad Acero .....	64
Figura 51 Clasificación de acuerdo con la viscosidad a 60°C .....	67
Figura 52 Protocolo de Calidad de Asfalto.....	68
Figura 53 Ensayo de Viscosidad Brookflied.....	69
Figura 54 Ensayo de susceptibilidad térmica Asfalto CA-30 .....	70
Figura 55 Gráfico de susceptibilidad térmica Asfalto CA-30 .....	71
Figura 56 Ensayo de Punto de Ablandamiento y Penetracion .....	72
Figura 57 Ensayo de Sólidos y pH del Agua.....	73
Figura 58 Emulsiones cationicas Requisitos de las emulsiones originales.....	75
Figura 59 Emulsiones catiónicas convencionales: Requisitos del residuo de destilacion .....	75
Figura 60 Resultado del Ensayo de Densidad de Base de Asiento .....	78
Figura 61 Resultado [Globales] de Ensayo de Densidad Base de Asiento .....	79
Figura 62 Resultado de Ensayo de Densidad Suelo - Cal .....	81
Figura 63 Resultado [Globales] de Ensayo de Densidad Suelo-Cal.....	82
Figura 64 Dosificación Base Granular [CBR].....	83
Figura 65 ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE BASE GRANULAR.....	84
Figura 66 Resultado del Ensayo de Densidad de Base Granular .....	84
Figura 67 Resultado [Globales] de Densidad de Base Granular .....	85
Figura 68 Dosificación Base Granular Cementada .....	87
Figura 69 Ensayo de Densidad Base Granular Cementada.....	88
Figura 70 Resultados [Globales] de Ensayo Densidad Base Granular Cementada ....	88
Figura 71 Resultado del Ensayo de Compresión simple de Testigos Base Granular Cementada.....	89
Figura 72 DOSAJE BASE NEGRA .....	91
Figura 73 .....	92
Figura 74 .....	93
Figura 75 .....	94
Figura 76 ENSAYO MARSHALL DE BASE NEGRA.....	95
Figura 77 Resultado del Ensayo Marshall Completo Base Negra .....	96
Figura 78 Resultado del Ensayo de Granulometría Base Negra.....	97
Figura 79 Resultado [Globales] de Base Negra .....	97
Figura 80 DOSIFICACION DE CARPETA ASFALTICA .....	100
Figura 81 .....	101
Figura 82 GRANULOMETRIA DE DOSAJE DE CARPETA ASFALTICA.....	102
Figura 83 DOSAJE MARSHALL CON 4,5% DE C.A .....	102
Figura 84 DOSAJE MARSHALL CON 5.0% DE C.A .....	103
Figura 85 DOSAJE MARSHALL CON 5,5% DE C.A .....	103
Figura 86 DOSAJE MARSHALL CON 6,0% DE C.A .....	104
Figura 87 REPRESENTACION GRAFICA DE RESULTADOS MARSHALL .....	105
Figura 88 VERIFICACION TEORICA DE PARAMETROS MARSHALL .....	106
Figura 89 VERIFICACION ÓPTIMA DE MARSHALL.....	107
Figura 90 ENSAYO MARSHALL CONCRETO ASFALTICO GRUESO .....	108
Figura 91 ENSAYO GRANULOMETRIA CONCRETO ASFALTICO GRUESO.....	108

Figura 92 RESUMEN GENERAL DE ENSAYOS MARSHALL DE LA OBRA.....	109
Figura 93 CONTROL DE ASENTAMIENTO E IDENTIFICACION DE MUESTRAS ..	112
Figura 94 DOSIFICACION DE HORMIGON H30.....	113
Figura 95 Ensayo de Compresión Simple de Probetas de Hormigón.....	114
Figura 96 .....	114
Figura 97 .....	114
Figura 98	Figura 99.....
Figura 100 Ensayo de Compresión Simple de Testigos de Hormigón .....	115
Figura 101 DISTRIBUCION DE ENSAYOS .....	116
Figura 102 GRANULOMETRIAS DE SUELO ARENA.....	117
Figura 103 GRANULOMETRIA .....	117
Figura 104 GRANULOMETRIAS DE BASE NEGRA .....	118
Figura 105 MARSHALL DE BASE NEGRA Y CARPETA .....	119
Figura 106 ESTABILIDAD MARSHALL .....	119
Figura 107 RECUPERACION ASFALTICA.....	119
Figura 108 RICE.....	119
Figura 109 PUNTO DE ABLANDAMINETO.....	120
Figura 110 VISCOSIDAD DEL CEMENTO ASFALTICO .....	120
Figura 111 PROBETAS DE HORMIGON .....	120
Figura 112 TESTIGO DE HORMIGON .....	121
Figura 113 ESPESORES DE ESTRUCTURA EN CALICATA .....	123
Figura 114 APERTURA DE CALICATA.....	123
Figura 115 GRANULOMETRIA SUBBASE DE CALICATA.....	123
Figura 116 GRANULOMETRIA DE BASE DE CALICATA .....	124
Figura 117 ENSAYO PROCTOR DE SUBBASE DE CALICATA .....	124
Figura 118 ESTADO DE LA OBRA PREVIA A LA EJECUCION DE LA CARPETA..	125
Figura 119 BACHEO CON FRESADORA.....	126
Figura 120 TOMADO DE FISURAS.....	126
Figura 121 .....	127
Figura 122 .....	127
Figura 123 RIEGO DE LIGA .....	128
Figura 124 .....	128
Figura 125 DENSIDAD DE TESTIGOS DE MEZCLA ASFALTICA.....	129
Figura 126 RESUMEN DE ENSAYOS MARSHALL.....	130
Figura 127 FISURAS EN LA CARPETA ASFALTICA NUEVA.....	131
Figura 128 ZONA DE FISURA IMPORTANTE REFLEJADA .....	131
Figura 129 EXTRACCION DE PAÑOS DE CARPETA. ....	132
Figura 130 ESQUEMA Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LA VIGA BENKELMAN	133
Figura 131 TABLA N°1 .....	135
Figura 132 CONFIGURACION GEOMETRIACA DEL SISTEMA DE CARGA DE LA VIGA BENKELMAN.....	135
Figura 133 PLANO DE REGLA BENKELMAN.....	136
Figura 134 MEDICIONES CON VIGA BENKELMAN DE DEFLECCION Y RADIO DE CURVATURA .....	138
Figura 135 .....	139
Figura 136 EXTRACCION DE PAÑOS DE CARPETA ASFALTICA .....	140
Figura 137 RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS POR LA EMPRESA IECSA .....	141

Figura 138 RESULTADO DE ENSAYOS DEL IMAE .....	142
Figura 139 RESULTADO DE ENSAYOS EN LABORATORIOS DE YPF .....	143
Figura 140 RESULTADOS DE MODULO DINAMICO .....	144
Figura 141 VERIFICACION DE RESULTADOS .....	145
Figura 142 ENSAYO DE CORTE PARA EVALUAR ADHERENCIA ENTRE CAPAS	145
Figura 143 .....	146
Figura 144 .....	148
Figura 145 .....	148

## **OBRA DE REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174**

### **1. INTRODUCCION**

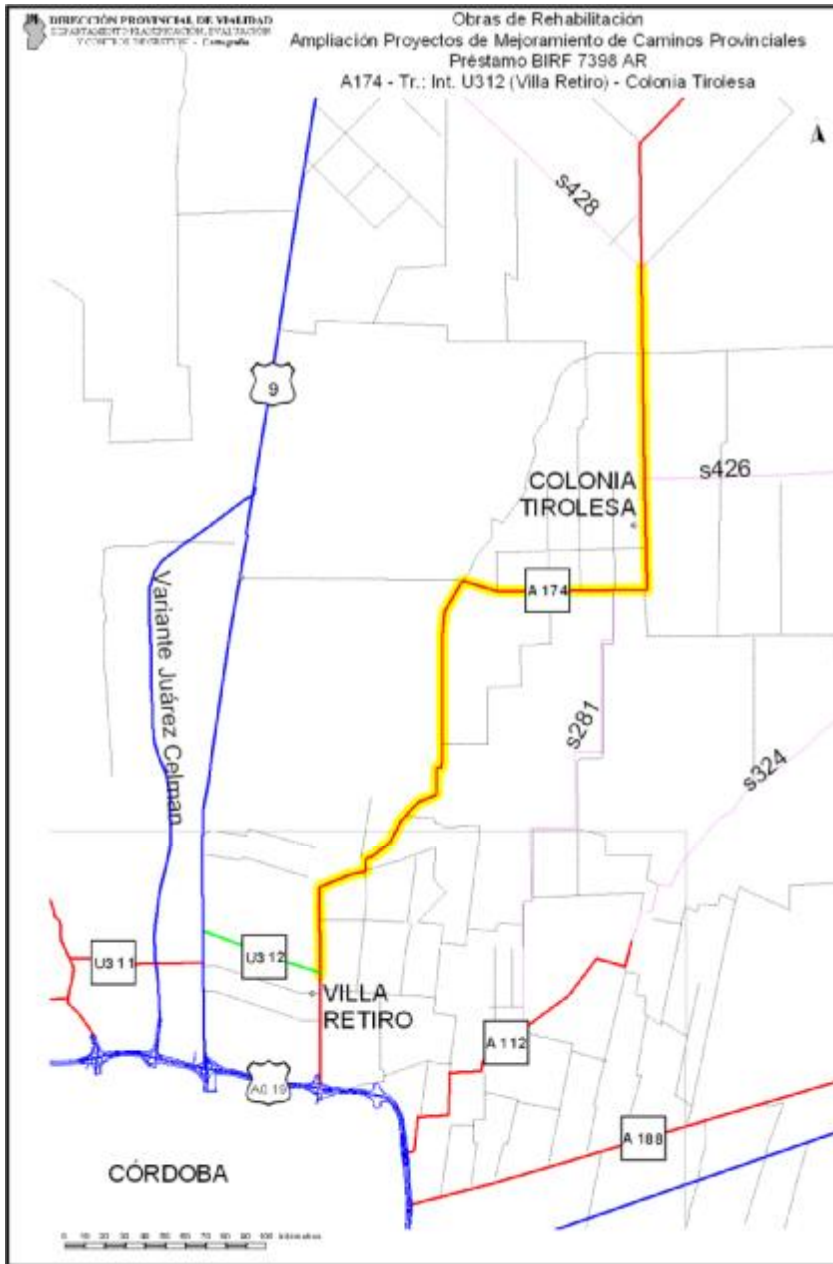
El Presente trabajo es el Informe Técnico Final de la materia Practica Supervisada de la carrera Ingeniería Civil.

En el desarrollo de esta práctica están mis actuaciones como parte responsable de la empresa contratista de la obra, ya que es mi función en la misma desde hace 10 años el aseguramiento de la calidad y el seguimiento y control de calidad de los procesos, métodos y materiales utilizados en un todo de acuerdo a las especificaciones que la obra indica cumplir, como son los pliegos generales y particulares de especificaciones técnicas.

El informe que seguidamente detallare, intentara mostrar los pasos necesarios desde la adjudicación de la obra, su ejecución y modificaciones surgidas como procesos habituales en las obras viales y la justificada actuación en cada uno de estas etapas para poder asegurar calidad y el autocontrol que la empresa debe ir desarrollando durante el avance de la obra para así hacerla al menor costo y óptima calidad.

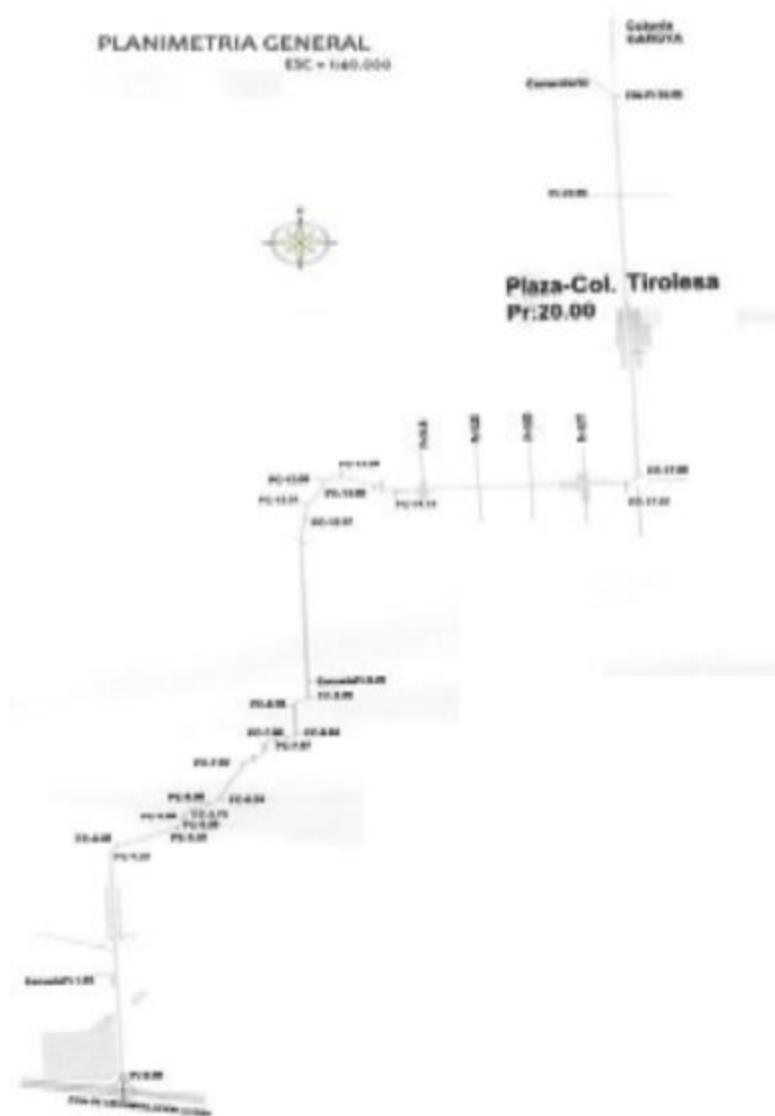
La obra consiste en la rehabilitación de la Ruta Provincial A-174 (figura 1), que se desarrolla en las cercanías de la ciudad de Córdoba y une a la misma con las localidades de Colonia Tirolesa, Colonia Caroya y Jesús María. El tramo está comprendido entre Villa Retiro y la localidad de Colonia Tirolesa, atravesando zona de quintas. Forma parte de la Red Vial Secundaria según la categorización de la Dirección Provincial de Vialidad. La misma tiene un trazado bastante abrupto, debido que dicha ruta, es un camino que se entrama entre las diversas chacras y quintas que conforman el cinturón verde de la Ciudad de Córdoba y abastecen a la misma de frutas y verduras.

Figura 1 UBICACION



El tramo tiene una longitud total de 23.94 km. Presentaba serios problemas estructurales, en especial su carpeta de rodamiento que fue ejecutada en 1947. El diseño geométrico es bastante sencillo, con curvas simples que no tienen peralte, de poca visibilidad e inseguras. (Figura 2)

Figura 2 PLANIMETRIA GENERAL



La calzada presentaba un alto grado de fisuración de tipo piel de cocodrilo acusando la fatiga de la carpeta, baches de borde, falta de mantenimiento de las banquetas, y serios problemas de drenaje. Los continuos accidentes y vuelcos, los bacheos y arreglos superficiales existentes, hacían de la misma una ruta de alta peligrosidad.

Es debido a todo lo antes mencionado que esta Ruta requería de una intervención efectiva lo cual justificaba una rehabilitación, lo que comprende la reconstrucción de la misma para lograr la capacidad estructural requerida y que los Índices de Servicio vuelvan a un estado óptimo. Este Informe desarrollarla todos los controles de calidad que se ejecutan en la construcción de una obra de estas características.

## 2. ETAPA PREVIA DE ESTUDIO

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra a ejecutar consistía en la rehabilitación total del tramo; en ella se preveía la construcción de una nueva estructura sobre la ya existente, con mejoras en el diseño geométrico (peraltes y replanteo de curvas), en el paquete estructural, drenaje, banquetas y, señalización horizontal y vertical.

El diseño con el que se llamó a licitación proponía la construcción de dos perfiles transversales tipo, uno general y otro para las zonas urbanas. (Fig. 3 a 4). Para el perfil general, el ancho de la calzada tenía 7.10 m (originalmente era un ancho de 6 mts). Los ensanches tendrían una subbase de suelo cal que serviría de apoyo a la base granular reciclada, la cual tendría un espesor de 20 cm y estaría conformada por el material de la base existente más la incorporación de arena silíceo, Triturado 6-19 y cemento portland. La carpeta asfáltica tendría una base negra de 12 cm y una carpeta asfáltica de 5 cm.

### 2.2. PERFILES TRANSVERSALES DE PROYECTO

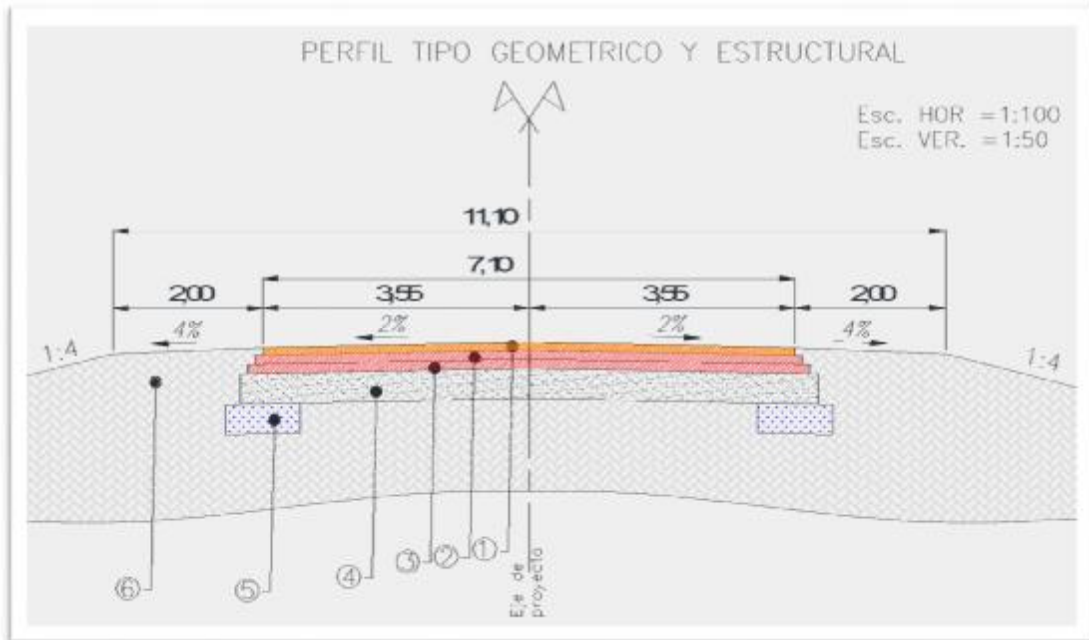


Figura 3 PERFIL TRANSVERSAL TIPO

Referencias:

- 1) Carpeta de Rodamiento de Concreto Asfáltico de 0.05m de espesor y 7.10m de ancho.
- 2) Base Negra de 0.06 m de espesor y 7.30m de ancho.
- 3) Base Negra de 0.06 m de espesor y 7.50m de ancho.
- 4) Base Granular Reciclada de 0.20m de espesor y 7.70m de ancho.
- 5) Ensanches de Suelo-Cal a cada lado de 1.00m de ancho
- 6) Terraplén compactado.

### 2.2.1. Paquete estructural del Perfil Transversal Tipo

**Terraplén Compactado:** Compuesto por suelo apto proveniente de yacimientos o prestamos laterales. Límite líquido no mayor de 35, índice plástico menor o igual a 10. La densidad en obra debe ser del 97% para base de asiento, y del 100% para terraplenes y banquetas, referida al ensayo Proctor correspondiente a la norma VN – E.5-93 Método I.

**Ensanches de Subbase de Suelo Cal:** Compuesta por suelo seleccionado provenientes de la zona de obra o de yacimientos, y cal en un porcentaje del 4% en peso.

**Base Granular Reciclada:** Compuesta por la base existente y el agregado de arena silíceas (mayor al 15%), Triturado 6-25 mm (mayor al 20%) y cemento portland (mayor al 3%). La base tendrá 20 cm de espesor y una resistencia a la compresión mayor los 25 kg/cm<sup>2</sup> y menor a 40 kg/cm<sup>2</sup>.

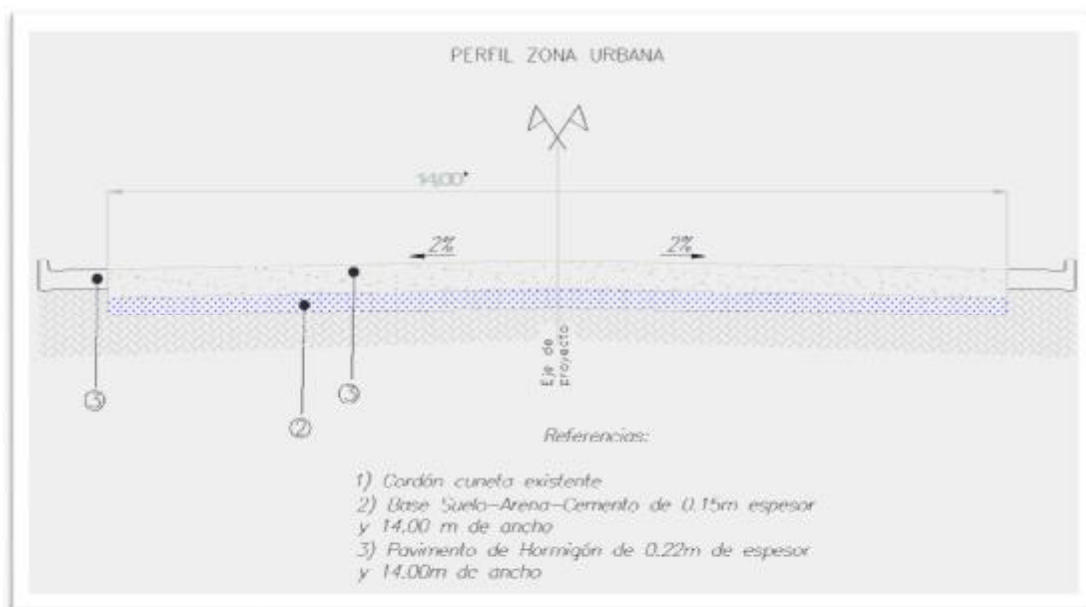


Figura 4 PERFIL TRANSVERSAL EN ZONA URBANA



### **2.2.2. Paquete estructural en zona urbana**

**Subbase suelo-arena-cemento:** de 0.15 m de espesor. Los porcentajes orientativos de cada uno de los materiales son 78% de arena silíceas, 16% de suelo seleccionado y 6% de cemento portland.

**Pavimento de hormigón:** de 0.22 m de espesor y de resistencia característica de 30 Mpa.

### **3. RELEVAMIENTO DE LOS MATERIALES EXISTENTES**

Con los datos de los perfiles transversales propuestos decidimos antes de dar inicio a las obra estudiar los materiales existentes que iban a ser utilizados en la construcción del camino.

Como mencione anteriormente, el caso de la obra en estudio consistía en la reconstrucción del pavimento existente con el reciclado de materiales de la base para conformar una base reciclada. Para ello debíamos conocer las características y volúmenes de los materiales existentes, y así determinar luego las adiciones necesarias que nos hagan cumplir con los requerimientos.

#### **3.1. TRABAJOS EN CAMPAÑA, CALICATAS**

Las calicatas son excavaciones que permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar por lo que es un método de información confiable, el cual permite una inspección visual del material, la toma de muestras y el perfil de las capas existentes en la ruta. Es por ello que como primer paso debemos realizar un estudio previo de los materiales existentes.

La metodología de trabajo que planificamos en gabinete antes de salir a la zona de obra consistió en realizar calicatas en el pavimento mediante un martillo eléctrico de un tamaño de 1 m x 0.70 m aproximadamente.

Inicialmente se delimitó la calicata y se extrajeron las capas asfálticas; una vez que se visualizó la base se extrajo el material (teniendo el cuidado de no contaminarlo con material de otras capas). Posteriormente se obtuvo también material de la capa siguiente que era la subrasante.

Finalmente se perfilaron las paredes de la zanja y se limpiaron, de manera de poder ver en detalle el espesor de las capas y la composición del paquete estructural para luego obtener imágenes fotográficas.

En un principio, se planteó hacer calicatas cada 1000 m (figura 5 a 8) en tres bolillos y luego, en función de la de la regularidad de los materiales, hacerlas cada distancias menores o mayores según sea el caso.

También se extrajo material del suelo adyacente del camino con la idea de conocer el tipo del suelo y determinar si es apto para usarlo como terraplén.

*Figura 5 Ejecucion de calicatas*



*Figura 6 Limpieza de calicata*



*Figura 7 Toma de muestras en calicata*



*Figura 8 Espesores en calicata*

### 3.1.1. Perfiles transversales de la estructura actual

Con la información recabada, se realizaron gráficos que muestran la composición del paquete estructural en cada una de las calicatas.

En las figuras 9 a 11 se observan los resultados obtenidos.

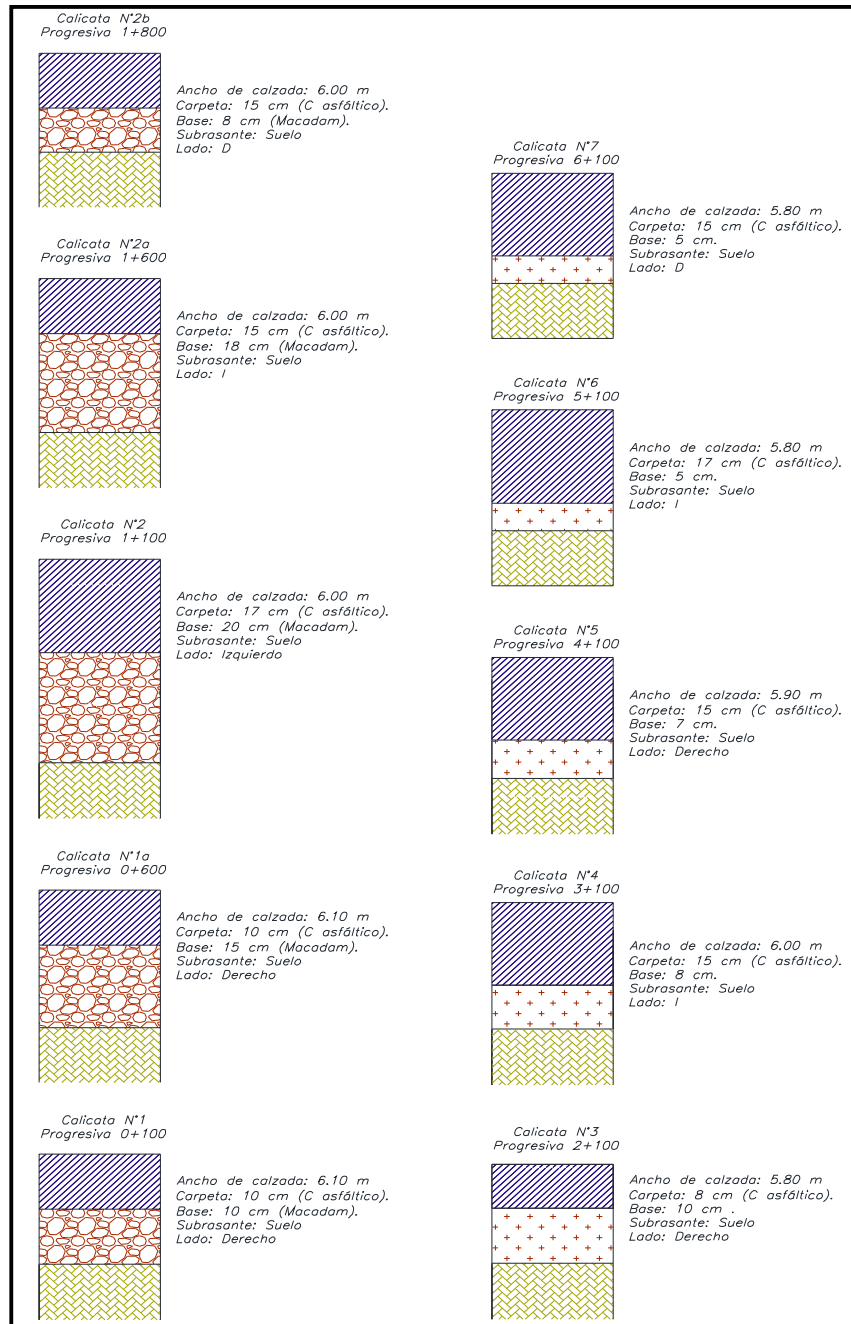


Figura 9 Perfiles de prog 0+100 a 6+100

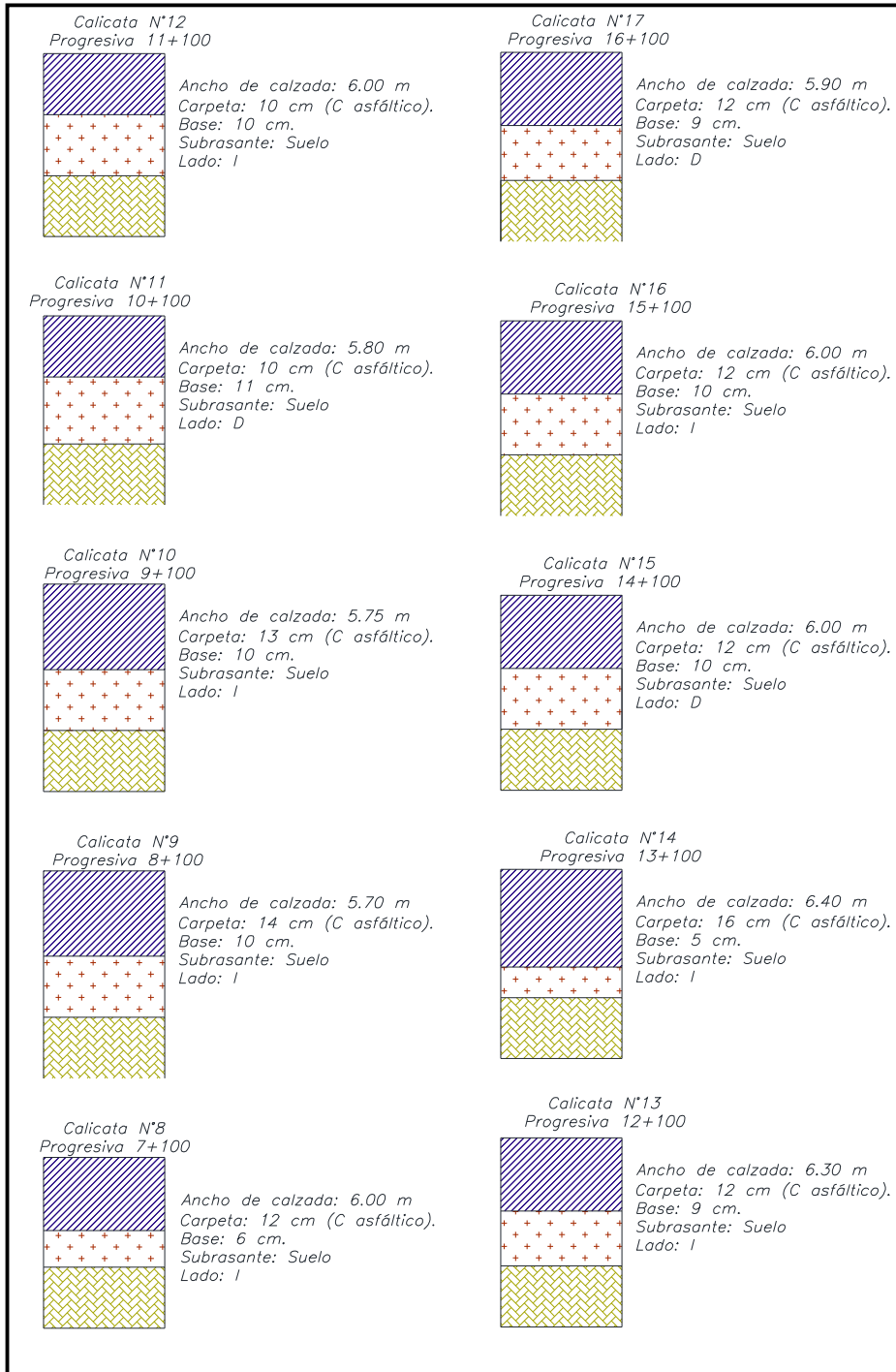


Figura 10 Perfiles prog 7+100 a 16+100

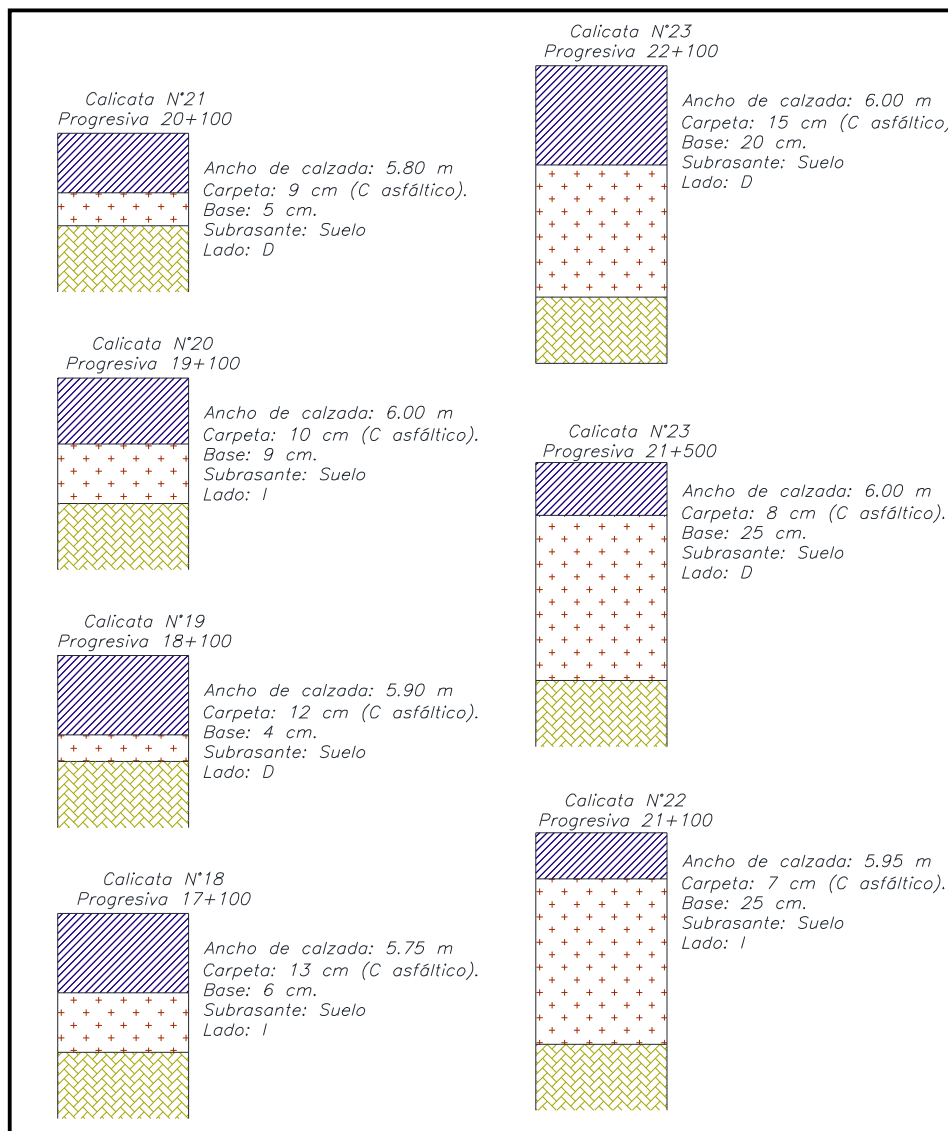


Figura 11 Perfiles prog 17+100 a 22+100

Como podemos observar en los esquemas anteriores, vemos que existe un primer tramo, de unos 2 km, en donde el material de base es de tipo macadam con agregados de hasta 70 mm y de un espesor promedio de 15 cm; de ahí en adelante la estructura muestra la presencia de una sola capa de material granular, llamando la atención la no existencia de una capa de subbase.

El espesor de la base en algunos tramos llega a ser de unos 5 cm. Esto pone en evidencia que la estructura no es la adecuada para soportar el tránsito existente, lo cual se ve reflejado en el mal estado de la ruta.

Pero además, indica que no corresponde con la estructura que en el proyecto se utilizaba para la propuesta de obra a ejecutar.

### 3.2. TERRAPLEN

Los terraplenes nuevos, la conformación de banquetas, accesos y albardones se ejecutarán, en lo posible con préstamos laterales o, en su defecto, con préstamos provenientes de yacimientos cercanos.

Primeramente se efectuaron estudios del suelo adyacente al eje del camino con la idea de que, en primera instancia, se utilice el suelo del lugar; en este caso, el mismo se obtendrá del ensanche de cunetas, lo cual es permitido por el Pliego de Especificaciones Técnicas.

#### 3.2.1. Toma de muestras - Procedimiento

Se efectuaron cuatro calicatas a la vera del camino, separadas uniformemente a lo largo del tramo. Primeramente se extrajo una capa de suelo vegetal de 25 cm de espesor y se llevaron a laboratorio aproximadamente 1 kg de material para su posterior análisis.

##### 3.2.1.1. Ensayos de Laboratorio

El objetivo de este punto es conocer las propiedades del material en estudio y su clasificación. Para clasificar al suelo utilizamos la clasificación de la Norma de Vialidad Nacional VN - E4 – 84 para lo cual, los únicos ensayos que se necesitan son: análisis granulométrico y plasticidad. En las figuras 12 a 15 se observan las planillas que muestran los resultados de los ensayos realizados sobre las muestras obtenidas en el camino.

##### 3.2.1.2. Clasificación del suelo

De los resultados expuestos en las figuras 12 a 15, vemos que el suelo es un A4, a este grupo pertenecen los suelos limosos; los resultados de los cuatro análisis dan valores similares, por lo que podemos decir que es muy homogéneo a lo largo del tramo, exceptuando el suelo de la progresiva 21+500 en la que el material pasante tamiz N° 200 es menor y por la tanto, tiene un valor de índice de grupo menor; recordar que valores menores de índice de grupo dan como resultado mejores condiciones del suelo. Este tipo de suelo es bastante apto para la construcción de terraplenes. En el capítulo 5 examinaremos las condiciones establecidas en el Pliego Particular de Especificaciones Técnicas para la construcción de terraplenes, para luego concluir si el material es apto o no.

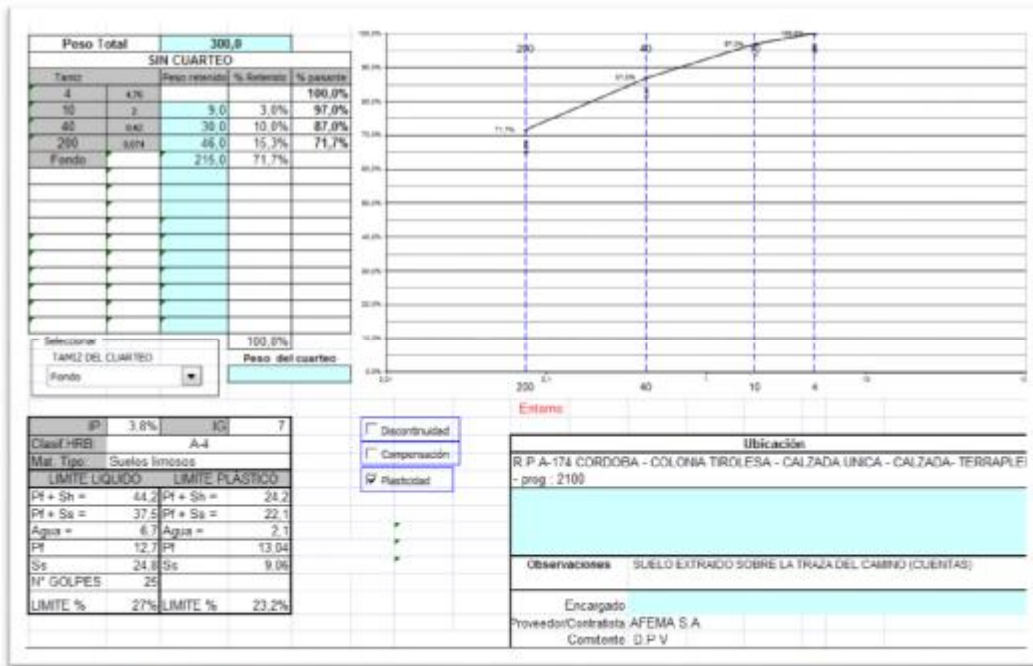
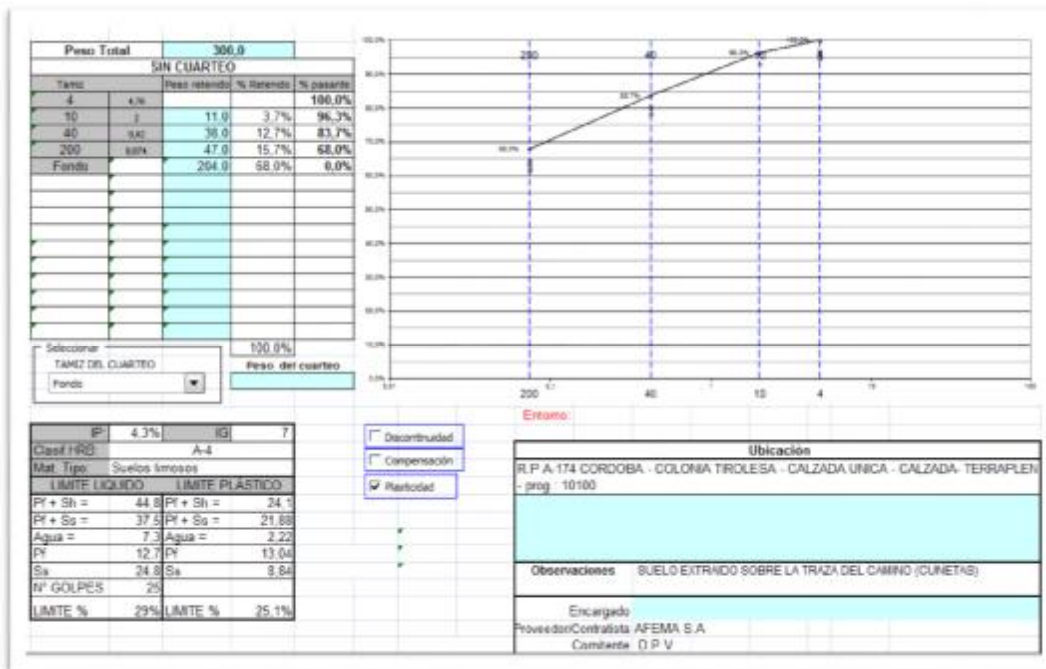


Figura 12 Granulometría y plasticidad material de terraplén (Prog 2100)

Fig. 13 Ensayo granulométrico y plasticidad de material para terraplén (Prog. 10100)





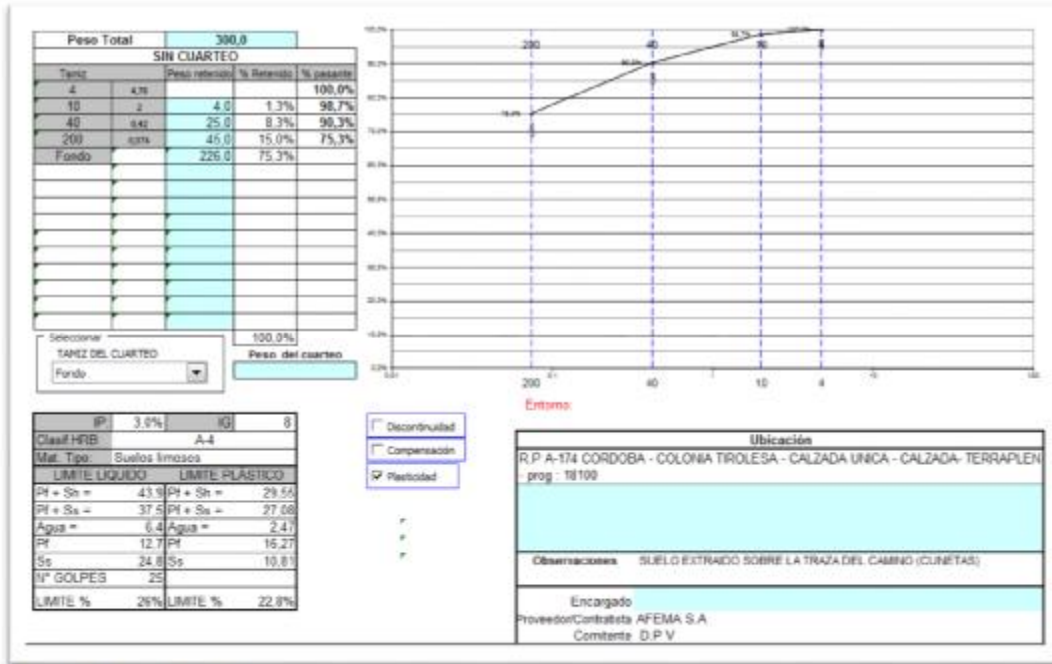


Figura 13 (Prog 18100)

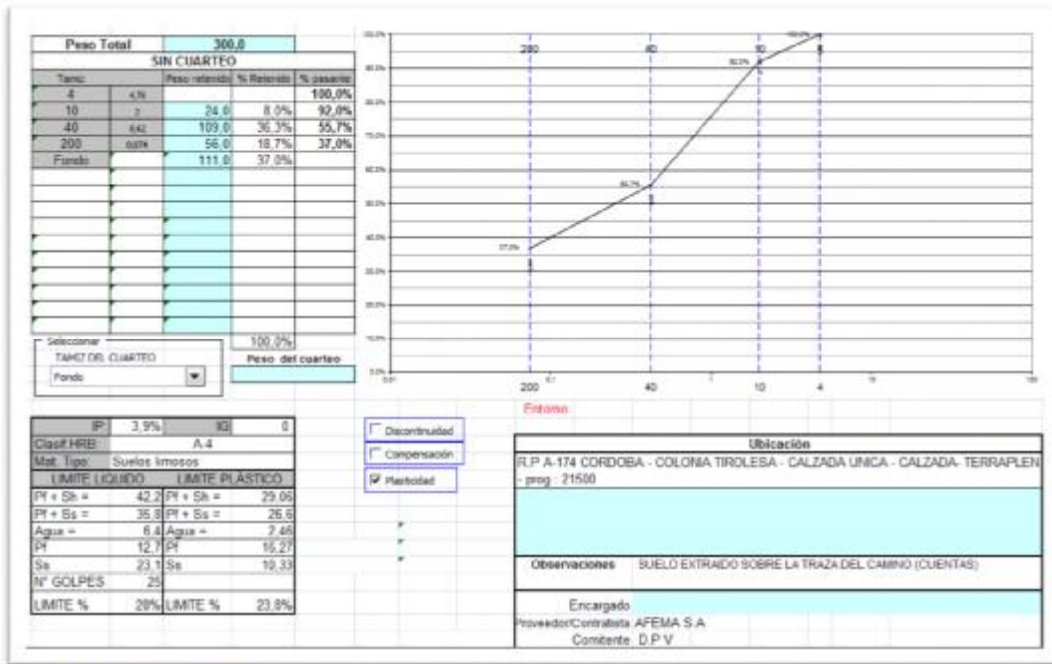


Figura 14 (Prog 21500)

### 3.3. BASE

Como se pudo observar en las figuras 9 a 11, el paquete estructural del camino no contiene una subbase. Los primeros 2 km contienen una base de macadam de espesor entre 15 a 20 cm.

El macadam es una base de granulometría discontinua que contiene, por un lado material grueso aluvional con partículas de entre 25 - 70 mm y, por otro lado material fino que se utiliza para rellenar los huecos dejados por el material grueso. Cabe aclarar que este tipo de base se empleaba antiguamente en la mayoría de los caminos, aunque con el tiempo se dejaron de utilizar y actualmente se utilizan bases granulares de granulometría continua.

A partir de la progresiva 2+100 hasta la 20+100 solamente existe una base granular de características más o menos uniformes en todo el tramo con espesores que van desde los 5 a 12 cm y, finalmente en la progresiva 21+100 hasta la 22+100, se evidencia una base granular de características similares pero de un espesor que promedia los 23 cm.

### **3.3.1. Toma de muestras - Procedimiento**

Luego de ejecutadas las calicatas, como se explicó en el punto 3.1, se procedió a retirar el material que componía la base, tratando de que el mismo no sea contaminado con material de otras capas.

La cantidad de material llevado a laboratorio oscilaba entre 15 a 20 kg; luego de rotulada cada bolsa con sus respectivos datos, fueron llevadas al laboratorio central para su posterior estudio.

#### **3.3.1.1. Ensayos de laboratorio – Clasificación del suelo**

Para conocer las características del material en estudio se realizaron ensayos granulométricos y plasticidad al igual que lo mencionado en el punto 3.2.1. Cabe aclarar que no se realizaron ensayos de todas las calicatas, en total se analizaron 6 muestras de las 23 que llegaron a laboratorio, puesto que visualmente se podía corroborar la homogeneidad del material en algunos tramos. Los resultados de los ensayos se pueden observar en las figuras 15 a 20.

Los resultados de los ensayos anteriores serán utilizados más adelante para definir la "fórmula de obra" de la base reciclada, es decir, plantearemos qué porcentajes del material existente y material a adicionar serán necesarios para cumplir con el entorno granulométrico, tratando siempre de utilizar la mayor cantidad del material disponible.

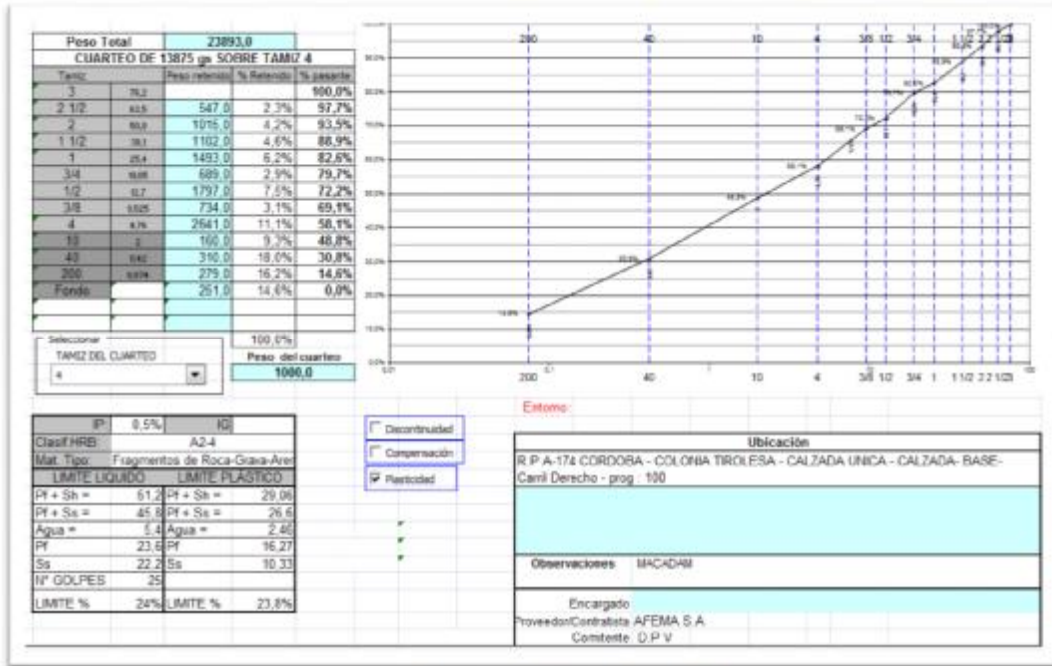


Figura 15 material de base (Prog 100)

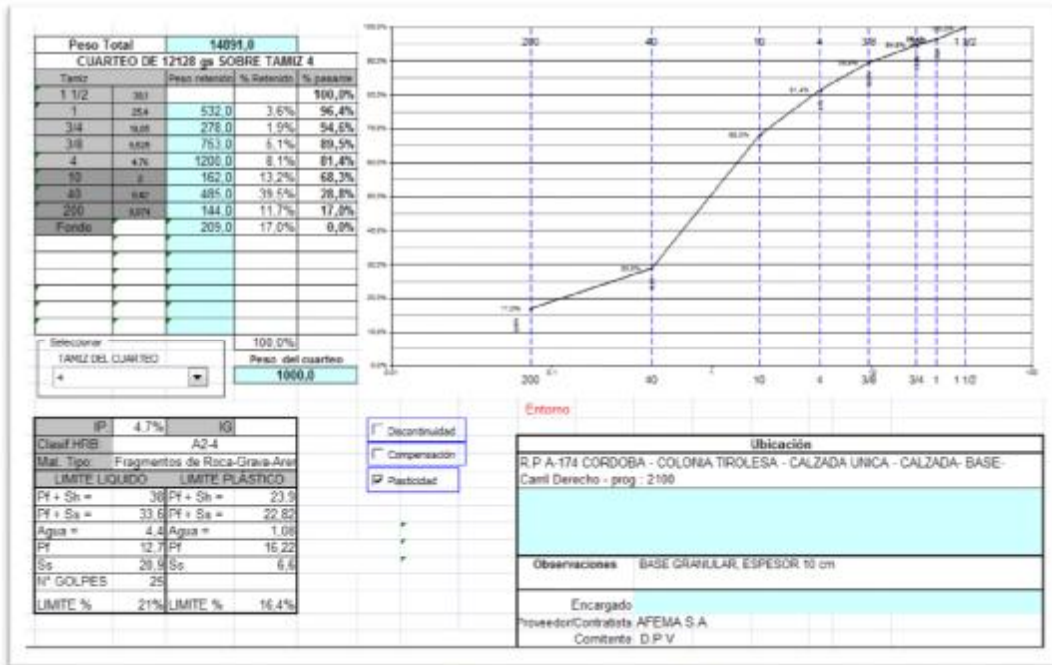


Figura 16 material de base (Prog 2100)

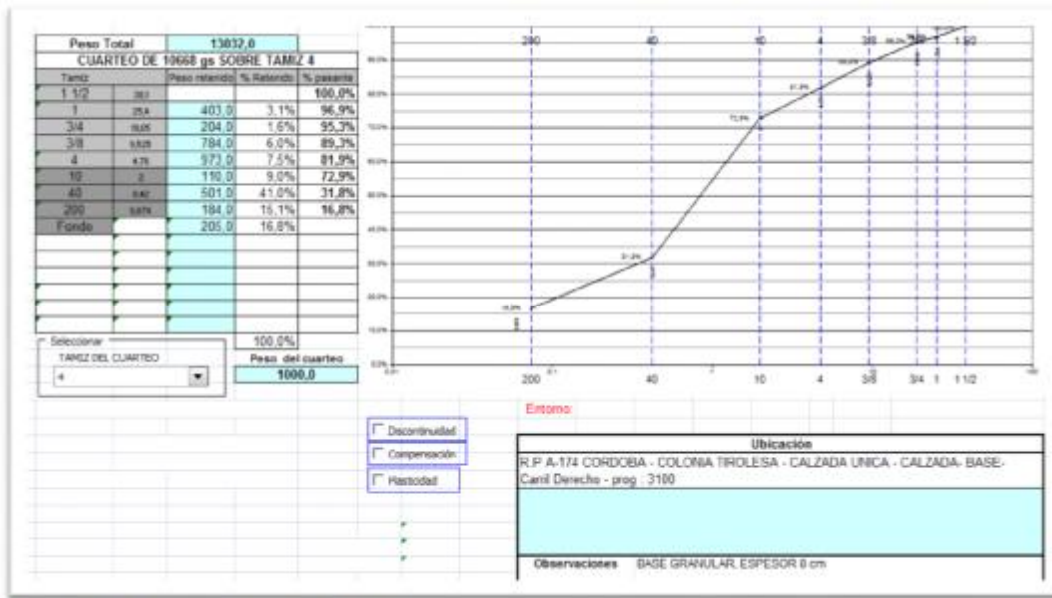


Figura 17 material de base (Prog 3100)

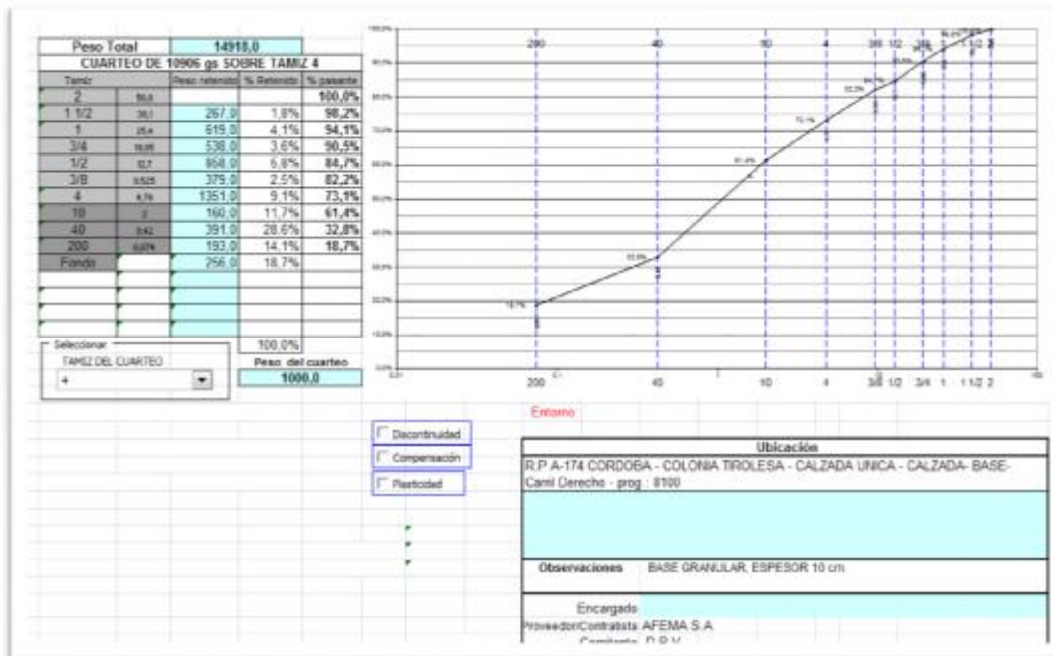


Figura 18 material de base (Prog 8100)

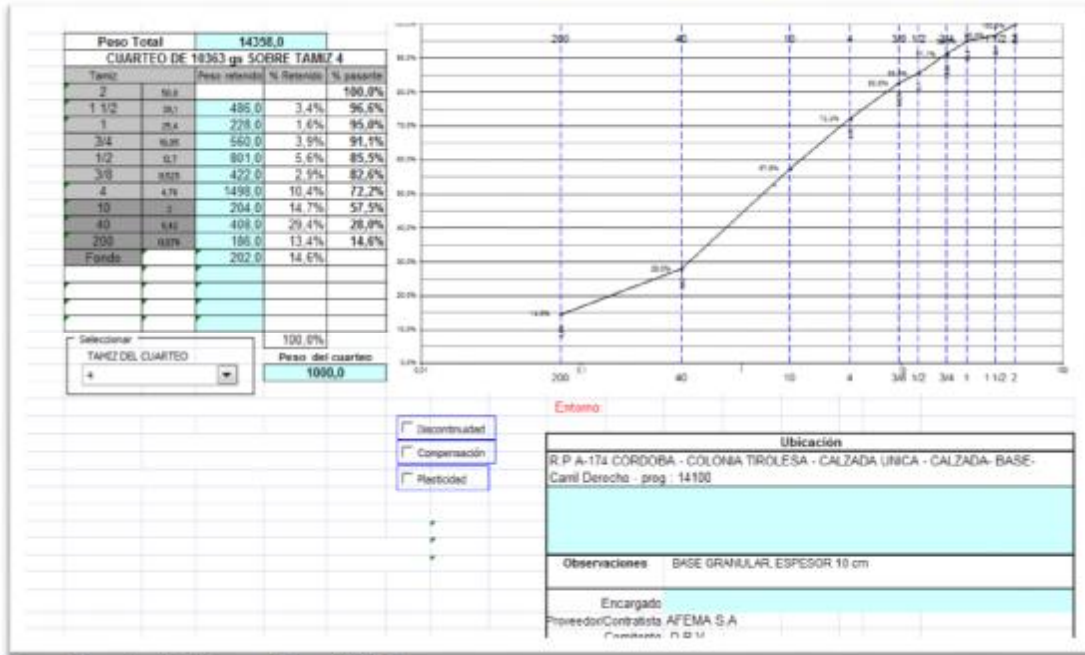
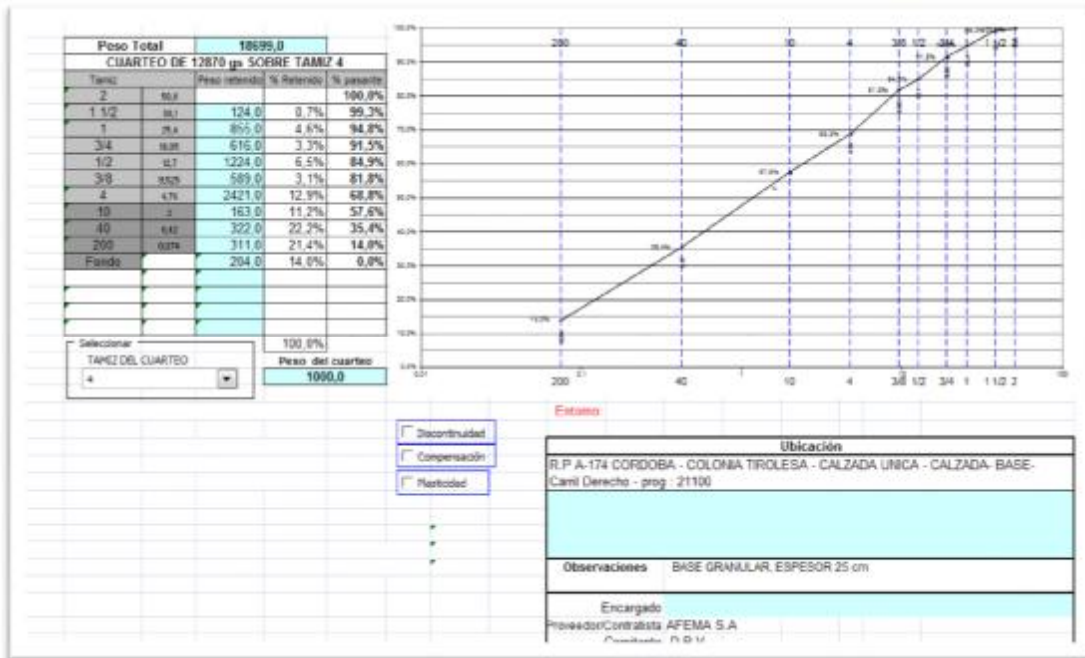


Figura 19 material de base (Prog 14100)

Figura 20 material de base (Prog 21500)



## 4. CARPETA ASFALTICA

### 4.1. MATERIAL FRESADO

Sobre la carpeta actual se realizará el fresado, que es la remoción, trituración y desmenuzado de una o más capas del pavimento bituminoso; el material resultante del fresado será utilizado para la cubrir las banquetas. Será necesario, entonces, conocer la cantidad de material disponible, teniendo en cuenta los resultados que arrojaron las calicatas y luego, comprobar si el material alcanza para el fin que se le quiera dar y qué espesores serán los necesarios para cubrir las banquetas. El Pliego de Especificaciones Técnicas exige que éstas sean cubiertas en un ancho de por lo menos 1.50 m y un espesor de 0.15 m aproximadamente, en función de la disponibilidad del material. En este punto vamos a calcular la cantidad de material que se obtendrá producto del fresado y, de esta manera tener una idea de la superficie y espesor de la capa con que se recubrirá la banquina. Con los datos obtenidos de las calicatas se realizó un cálculo aproximado del material existente (Tabla 1).

### 4.2. MATERIAL SOLICITADO PARA REALIZAR BANQUINAS

Estimando que la densidad del fresado compactado es igual al de la mezcla actual (en la realidad siempre es menor), la cantidad de material que se necesita para cubrir banquetas con las dimensiones mínimas es:

#### **Dimensiones de banquetas**

Ancho = 1,5 m  
 Espesor = 0,15 m  
 Longitud = 46000 m (23 km de tramo)

#### **Volumen Necesario 10350 m<sup>3</sup>**

Vemos que el material necesario es inferior al existente, por lo tanto existiría un sobrante de unos **5850 m<sup>3</sup>**. Al haber este exceso, otra opción sería proponer un recubrimiento de 2 m de ancho y con ello utilizaríamos casi la totalidad del material disponible recubriendo el 100% del ancho de banquetas.

#### **Volumen Necesario para cubrir 2 m de banquina = 14000 m<sup>3</sup>**

#### **Volumen sobrante = 2200 m<sup>3</sup>**

De todas formas, estas opciones deberían ser aprobadas por el comitente; es posible también que el sobrante pudiera ser utilizado en otros lugares que la DPV considere, como por ejemplo, en caminos secundarios de firme natural.

Tabla 1 Cómputo fresado

Progresiva	Espesor cm	Promedio m	Longitud m	Ancho Calzada m	Promedio m	Vol m <sup>3</sup>
0+100	10,0	0,10	500	6,10	6,10	305,0
0+600	10,0	0,14	500	6,10	6,05	408,4
1+100	17,0	0,16	500	6,00	6,00	480,0
1+600	15,0	0,15	200	6,00	6,00	180,0
1+800	15,0	0,12	300	6,00	5,90	203,6
2+100	8,0	0,12	1000	5,80	5,90	678,5
3+100	15,0	0,15	1000	6,00	5,95	892,5
4+100	15,0	0,16	1000	5,90	5,85	936,0
5+100	17,0	0,16	1000	5,80	5,80	928,0
6+100	15,0	0,14	1000	5,80	5,90	796,5
7+100	12,0	0,13	1000	6,00	5,85	760,5
8+100	14,0	0,14	1000	5,70	5,73	772,9
9+100	13,0	0,12	1000	5,75	5,78	664,1
10+100	10,0	0,10	1000	5,80	5,90	590,0
11+100	10,0	0,11	1000	6,00	6,15	676,5
12+100	12,0	0,14	1000	6,30	6,35	889,0
13+100	16,0	0,14	1000	6,40	6,20	868,0
14+100	12,0	0,12	1000	6,00	6,00	720,0
15+100	12,0	0,12	1000	6,00	5,95	714,0
16+100	12,0	0,13	1000	5,90	5,83	728,1
17+100	13,0	0,13	1000	5,75	5,83	728,1
18+100	12,0	0,11	1000	5,90	5,95	654,5
19+100	10,0	0,10	1000	6,00	5,90	560,5
20+100	9,0	0,08	1000	5,80	5,88	470,0
21+100	7,0	0,08	400	5,95	5,98	179,3
21+500	8,0	0,12	600	6,00	6,00	414,0
22+100	15,0	..	..	6,00	..	..
<b>Volumen Total</b>						<b>16198 m<sup>3</sup></b>

Por otro lado en el resumen de cómputo métrico previsto en el ítem FRESADO DE ESTRUCTURA EXISTENTE se computaba una cantidad de 7.900 m<sup>3</sup> muy diferente a los 16.198 m<sup>3</sup> disponibles según los cateos realizados (Figura 21 – 22).

EXPEDIENTE N° 0045-015378/10  
 OBRA: REHABILITACIÓN RUTA PROVINCIAL A-174  
 TRAMO: VILLA RETIRO – COLONIA TIROLESA  
 LONGITUD TOTAL : 23,94 Km. DEPARTAMENTO: COLÓN

**RESUMEN DE COMPUTO METRICO**

ITEM Nº	DESIGNACIÓN	UN.	CANTIDAD
1	DESROSCUE, DESTRONQUEY LIMPIEZA DE TERRENO	Ha.	48,00
2	EXCAVACIÓN DE FUNDACIONES PARA PROLONGACION DE OBRAS DE ARTE EXISTENTE	m3.	14,00
3	HORMIGÓN ARMADO "B" PARA PROLONGACION DE OBRAS EXISTENTE	m3.	10,00
4	HORMIGÓN SIMPLE "D" PARA PROLONGACION DE OBRAS DE ARTE EXISTENTES	m3.	22,00
5	PROVISION Y COLOC. DE ALCANTARILLAS DE CAÑO	m.	88,00
6	TERRAPLÉN COMPACTADO	m3.	50.000,00
7	<b>FRESADO DE ESTRUCTURA EXISTENTE</b>	<b>m3.</b>	<b>7.900,00</b>
8	CONSTRUCCIÓN DE BASE GRANULAR REICLADA	m2.	140.300,00
9	CONSTRUCCIÓN SUBBASE SUELO-CAL	m2.	47.500,00
10	CONSTRUCCIÓN DE BASE NEGRA	Tn.	37.587,00
11	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA	Tn.	14.744,00
12	EJECUCIÓN DE RIEGOS ASFÁLTICOS	Tn.	367,00
13	CONSTRUCCIÓN DE BASE CEMENTADA	m2.	105.903,00
14	EJECUCIÓN DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN	m2.	105.903,00
15	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	m2.	250,00
16	DEMARCACIÓN HORIZONTAL	m2.	9.300,00
17	MOVILIZACIÓN DE OBRA	Gl.	1,00

DEPARTAMENTO ESTUDIOS Y PROYECTOS,

Agosto de 2010

FIGURA 21 COMPUTO METRICO DE PROYECTO

**ÍTEM 7 : FRESADO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE : (m3)**

TRAMO: 23.940,00 m.  
 23.940,00 m. x 6,00 m. x 0,05 m = 7.182,00 m3  
 Imprevisto 10 %                      718,20 m3  
 Total                                        7.900,20m3

**ADOPTADO : 7.900 m3**

FIGURA 22 ÍTEM FRESADO DE ESTRUCTURA EXISTENTE

Otro resultado relevante obtenido de la campaña de exploración de la estructura existente, fue el escaso espesor de base (10 cm de promedio general), cantidad que puso al ítem de base granular reciclada en una situación poco factible de realizar. En este ítem el departamento de estudios y proyectos había realizado el análisis sobre un espesor de la misma de 18 cm.



### 4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL SEGÚN MEMORIA DESCRIPTIVA

En la generalidad de la obra:

Con respecto al proyecto estructural, se prevé, previo fresado de la Carpeta Asfáltica existente en un espesor de 0,05 m y un ancho de 6,00 m; el Reciclado de la Base Granular existente con el agregado de cemento Pórtland, piedra triturada 6-25 mm. Y arena silícea, de manera de conformar una nueva Base Granular Reciclada de 0,20 m de espesor y 7,70 m de ancho. También se prevé la construcción de ensanches y saneamiento en sectores de Suelo-Cal, sobre los que apoyará esta última capa.

En el sector rural se prevé ejecutar sobre la Base Granular reciclada dos capas de Base Negra de 0,06 m. de espesor con 7,30 m. y 7,50 m. de ancho respectivamente.

Concluyendo con una carpeta de rodamiento de concreto asfáltico de 0,05 m de espesor y 7,10 m de ancho.

En el sector urbano se prevé el perfil existente con cordón cuneta con la ejecución de pavimento de hormigón en 14 m de ancho y 0.22 de espesor, previa ejecución de una capa antibombeo de suelo-arena-cemento de 0.15 m de espesor.

Estructura para zona de sobre ancho de curvas:

La estructura proyectada en esta zona estará conformada por ensanche de suelo cal formada por una sub-base Suelo-Cal de 2,10 m de ancho y 0,20 m de espesor, una Base Granular reclamada de 1,90 m de ancho y 0,18 de espesor, una Base Negra de concreto asfáltico en caliente de 0,07 m. de espesor y 1,70 m de ancho y una carpeta de rodamiento de concreto asfáltico 0,05m de espesor y de 1,50 m de ancho en todo el desarrollo de la curva circular y en las transiciones de 45 metros de longitud desde y hacia los principios y fin de curva.

Fue como consecuencia de estos resultados obtenidos, la necesidad de una modificación de obra que llevo a un reemplazo de la base granular reciclada por una base estabilizada, también a la ejecución de una capa de suelo cal utilizando el espesor de material granular existente.

## 5. MODIFICACION DE OBRA N°1

### 5.1. MOTIVOS DE LA MODIFICACIÓN DE OBRA N°1

La modificación de obra surge como consecuencia de la necesidad de reajustar las cantidades en los ítems de la misma, detectada durante la ejecución de un relevamiento exhaustivo del tramo, en la cual se advirtieron obras de arte muy deterioradas (sifones, alcantarillas) y con accesos a los frentistas obsoletos para la nueva disposición hidráulica. En virtud de ello, la D.P.V propuso reemplazar las obras de arte existentes de mampostería y reparar las ejecutadas en hormigón armado.

Se propuso entre otras readecuaciones incorporar cordón cuneta revestido entre progresivas 0 a 2000 a ambos lados de la calzada con la tipología de calzada urbana del tramo anterior, reducir a una longitud de 2,2 km la ejecución de calzada de hormigón con un ancho de 14,00 mts en donde existe menor densidad poblacional y además incluir una readecuación del paquete estructural previsto en el proyecto para facilitar el proceso constructivo del mismo, sin que por ello deba ampliarse el plazo de ejecución de la obra.

En función de los trabajos mencionados y la readecuación de los ítems principales de la obra la Modificación de Obra N°1 implicaba una disminución en el precio del Contrato de (\$ 2.229.115,46), representando un 2,64% menos con respecto al monto del contrato original.

Debido a que se modificaron los tramos quedando de la siguiente forma.

#### 5.1.1. Diseño Estructural:

El diseño estructural se compone de dos secciones tipo debido a la existencia de una zona urbana.

Propone un trazado para la zona rural que prevé el ensanche de la calzada existente que actualmente es de 6 m, como así también otro para la zona urbana en la cual se prevé la pavimentación completa del perfil de 14 m de ancho entre cordones cuneta. Quedan dos tipos de perfiles transversales perfectamente definidos:

a) Perfil transversal zona rural entre progresivas 0.000 – 14.400 y 21.600 –23.940:

Ancho de zona de camino: 30,00 m

Ancho de coronamiento: 11,10 m

Ancho de calzada: 7,10 m

Ancho de banquina: 2,00 m

b) Perfil transversal zona urbana entre las progresivas 14.400 - 21.600:

Ancho de zona de camino: 30,00 m

Ancho de calzada: 14,00 m.

Además se adecuarán las curvas cerradas que presenta el tramo mediante la ejecución de sobreaño de 1,50 m en el desarrollo de las curvas horizontales, con una transición de aproximadamente de 80 m en el comienzo y fin de curva respectivamente, a fin de mejorar la condiciones de seguridad en esos sectores evitando de este modo que los vehículos pesados invadan en el carril contrario.

El peralte máximo en las mismas será del 6% dada la baja velocidad directriz del tramo en esos sectores. El perfil rural, es una estructura de pavimento flexible, con un ancho de calzada de 7.10 m. En dicho perfil, se fresó todo la carpeta de asfalto existente, y se mejoró la Subrasante con cal al 3%. Por encima de la misma se colocó una base granular de 20 cm y luego una base asfáltica de 12 cm con una carpeta de rodamiento de 5 cm.

En la *Figura 23* se muestra un perfil transversal de pavimento flexible:

Figura 23

## Perfil transversal tipo Rural



En el perfil urbano, representado en la *Figura 24*, se cuenta con una estructura de pavimento rígido, ya que el área urbana cuenta con cordones de vereda. En dichas progresivas se removió la carpeta asfáltica y se mejoró el suelo inferior con un suelo cemento de 15 cm. Luego se colocó un pavimento de hormigón de 22 cm H-30.

Figura 24

## Perfil transversal tipo Urbano



### 5.1.2. Drenaje:

El proyecto prevé la prolongación de algunas alcantarillas transversales y alcantarillas de acceso existentes. También se tuvo que prolongar muchos sifones, ya que la región es una zona productora de frutas y verduras, las cuales son abastecidas de agua de riego mediante acequias.

### 5.1.3. Seguridad:

El proyecto contempla la ejecución del señalamiento vertical y demarcación horizontal actualizada, de todo el tramo incluyendo en el caso de la vertical el tramo Avda. de Circunvalación hasta Villa Retiro a fin de orientar correctamente a los usuarios de la vía con la señalización informativa correspondiente. En este punto se ha puesto especial énfasis en la señalización horizontal y vertical en la zona de curvas cerradas y travesías urbanas.

## **5.2. PLAZO DE EJECUCION**

Se fija un plazo de ejecución de QUINIENTOS CUARENTA (540) días para la totalidad de las tareas previstas en la presente obra.

Fecha de inicio 27 de noviembre del 2012.

## 6. MANUAL DE AUTOCONTROL

Para el seguimiento de la ejecución de la obra la Empresa cuenta con un Manual de Autocontrol fundada en una política de calidad:

Política de la Calidad de AFEMA S.A.

- Anteponer el cumplimiento de las especificaciones a cualquier otro objetivo.
- Desarrollar los documentos necesarios de seguimiento de los procesos para garantizar que se cumplirán dichas especificaciones y que ello podrá ser verificado en cualquier momento.
- Actualizar esos documentos permanentemente perfeccionándolos en función de la experiencia que dará su uso.
- Fomentar la capacitación del personal como forma de incrementar la eficiencia colectiva, el desarrollo individual y lograr el compromiso con la Calidad de todos los niveles de la organización.
- Alentar y asesorar a los proveedores y subcontratistas para que desarrollen y practiquen un sistema de calidad compatible con el de la Empresa.
- Y, en fin, dedicar los mayores esfuerzos para lograr el éxito de la gestión encomendada en el tiempo y con las cualidades esperadas.

En el manual se redactaron procedimientos para aplicar en las áreas respectivas. Los más destacados para el tema abordado en la práctica son:

### 6.1. OBJETIVOS DE LOS PROCEDIMIENTOS (L)

#### **Nombre: Ensayos de Laboratorio más frecuentes**

Nomenclatura: PRO.L.001

Objetivo:

Brindar un ordenamiento a los ensayos más frecuentes para garantizar la realización de los mismos.

Aportar datos sobre cada tipo de ensayo (Extracción de muestras, requerimientos, frecuencias, etc.)

Instrucciones de Trabajo que lo complementan: Quince

#### **Nombre: Calibración de instrumentos de laboratorio**

Nomenclatura: PRO.L.002

Objetivo:

Sistematizar la calibración de los instrumentos de laboratorio con el fin de garantizar la confiabilidad de las mediciones.


Instrucciones de Trabajo que lo complementan: Ninguna

## 6.2. SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (S.A.C.)

La empresa cuenta con un sistema general de Autocontrol de Calidad, en la cual existe un Sistema de Aseguramiento de Calidad, que sirve como control interno dentro de la propia empresa. La empresa no solo provee a las reparticiones públicas, las cuales aseguran el cumplimiento de las pliegos, mediante controles rutinarios, con inspectores; sino también a clientes privados, como pueden ser Countries o planes de viviendas, los cuales al no tener un plan de control, solicitan informes en referencia a las tareas realizadas.

En el Plan General de Autocontrol, se presenta en forma ordenada las actividades de control realizadas sobre los diferentes elementos de la empresa con el fin de servir de guía en la presentación de informes al Comitente. En la figura 25 se muestra el Índice del SAC.

FIGURA 25 INDICE DE PLAN GENERAL DE AUTOCONTROL

	<b>SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (S.A.C.)</b>		
	PLAN GENERAL DE AUTOCONTROL MAN.C.03	1 de 13	Rev. 2 Fecha: 14/07/2014

### INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. DESCRIPCIÓN .....	2
1.2. ALCANCE .....	2
2. CAPÍTULO 2: "Autocontrol de Construcción" .....	3
2.1. DESCRIPCIÓN Y OBJETO .....	3
2.2. PRODUCTOS .....	4
2.2.1. PRIMARIOS .....	4
2.2.1.1. Suelos .....	4
2.2.1.2. Aridos .....	5
2.2.1.3. Cementos y cales .....	5
2.2.1.4. Aceros .....	6
2.2.1.5. Productos asfálticos .....	6
2.2.2. ESTRUCTURAS .....	7
2.2.2.1. Base de asiento .....	7
2.2.2.2. Terraplén .....	7
2.2.2.3. Subrasante .....	7
2.2.2.4. Subbase .....	8
2.2.2.5. Base .....	9
2.2.2.6. Mezcla asfáltica .....	10
2.2.2.7. Alcantarillas .....	10
2.2.2.8. Canales .....	11
2.2.2.9. Puentes .....	11
2.2.2.10. Pavimentos de hormigón .....	11
2.3. PROCESOS .....	12
2.3.1. Explotación de yacimientos para terraplén .....	12
2.3.2. Obra básica .....	12
2.3.3. Transporte, extendido y compactación de carpeta asfáltica .....	13

Se ha dividido en dos cuerpos básicos: *Productos* y *Procesos*. En la parte de *productos* se ha hecho una discriminación entre los productos primarios y procesados. En *procesos* se establecen los controles a realizar sobre alguna etapa constructiva y que

contemple controles sobre la ejecución y no sobre un producto. En las planillas que se enviarán al Comitente figurarán solo aquellos datos relevantes o resultados obtenidos acompañados del número de registro original en el que consten los resultados del control en forma completa. Todos los ensayos que se realizan a diario son ingresados por los laboralistas en forma manual, dejando así asentado toda actividad que realiza el laboratorio. Además sirve de una manera muy práctica para realizar estadísticas y poder apreciar fluctuaciones de los distintos ensayos, para poder así determinar tendencias de errores que luego serán debatidos y corregidos. A continuación se mostrará un ejemplo de las planillas del Sistema de Aseguramiento de Calidad.

En todos los casos se indicará que control se realiza, con qué frecuencia, el requerimiento, el registro original utilizado por la empresa y la planilla tipo en que serán comunicados los resultados al Comitente.

Mezcla asfáltica

Ensayo/control		Frecuencia	Requerim.	Registro original	Registro para el Comitente
Control en planta	Contenido de asfalto	Diario	S/ fórmula	Reg.L.001.14	CO.16
	Granulometría de recuperación	Diario	S/ fórmula	Reg.L.001.02	CO.16
	Granulometría de pastón blanco	diario	S/ fórmula	Reg.L.001.10	CO.16
	Temperatura	Verificación permanente, registro diario	< 173°C	Reg.L.001.28	CO.16
	Valores Marshall	C/ 500 tn	S/ pliego	Reg.L.001.13	CO.16
Control en obra	Temperatura en plancha	4 por día	> 130°C	Reg.L.001.28	CO.17
	Espesor	4 por día	S/ proyecto sin compactar	Reg.L.001.28	CO.17
	Densidad	C/ 100 ml	S/ pliego	Reg.L.001.12	CO.17
	Nivelación	Cada 25 m	Exceso +1cm Defecto -2cm	Reg.T.004.04	CO.17
	Ancho, flecha, pendiente	Cada 25 m	Proyecto ± 5 cm Flecha: 20% exceso y 0% en defecto Pendiente: ± 1%	Reg.T.004.02	CO.17

## 7. PRODUCTOS PRIMARIOS

El control sobre los productos primarios es sumamente necesario si se quiere obtener un producto final acorde a las exigencias. Se considerarán productos primarios todos aquellos insumos necesarios para llevar a cabo la estructura de la ruta.

### 7.1. SUELOS

Los suelos se pueden clasificar según su textura: fina o gruesa, y por su estructura: floculada, agregada o dispersa, lo que define su porosidad que permite una mayor o menor circulación del agua.

También se puede clasificar por sus características químicas, por su poder de absorción de coloides y por su grado de acidez (pH), que permite la existencia de una vegetación más o menos necesitada de ciertos compuestos. Es de nuestro interés ciertas características físicas y químicas, como así también la granulometría, en función de los requerimientos técnicos para cada elemento de la estructura.

#### 7.1.1. SUELO CAL

Consiste este ítem los suelos necesarios para ejecutar suelo - cal en los sectores que sea necesario el saneamiento de la capa de Subrasante. Se considerara como Subrasante aquella porción de superficie que servirá de asiento o fundación para el recubrimiento enripiado, subbase, o base a construir, es decir del paquete estructural. El material que se utiliza para este ítem, es el suelo que se encuentra una vez realizado el fresado, es decir debajo de la carpeta de rodamiento. Este material resulta de movimientos de suelo efectuados con anterioridad, excavación de cunetas y material de banquina. De los ensayos previos al diseño de la estructura se determinó que este suelo es un A4 con características aceptables y homogéneas para ser empleado en suelo cal. Se lo utilizara mejorado con un tenor del 3% de cal, adicionando la cal en bolsones a granel.

##### 7.1.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR

El pliego no especifica las características físicas del suelo, solamente aclara que el suelo deberá ser homogéneo, estar libre de suelo vegetal y sustancias perjudiciales. El contenido de sales, las constantes físicas y su granulometría deberán ser tales que mezclado con los demás materiales intervinientes en la mezcla haga cumplir las especificaciones de la misma al respecto.

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (VN E7-65)

ENSAYO DE INDICE DE PLASTICIDAD (VN E1-E2-65)

Como se puede observar en la *Figura 26*, el material en cuestión es un suelo A-4. En la *Figura 27*, se detallan ensayos globales de granulometrías sobre el material en cuestión.



Figura 26 Resultado del Ensayo de Granulométrico y de Plasticidad de Suelo-Cal

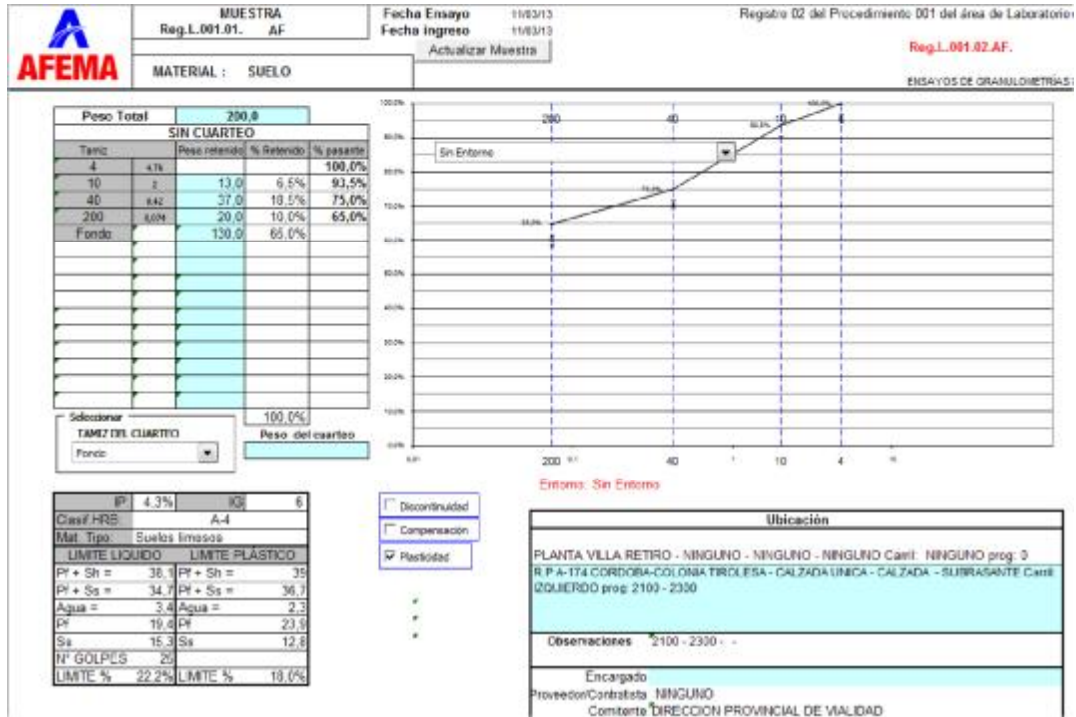


Figura 27 Resultado [Globales] de Ensayo de Granulometría de Suelo - Cal

**Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)**  
**AFEMA S.A. Villa Retiro**  
 Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba      **Ensayos de Granulometria**

Prog.	Muestra	Reg.	Ensayo	Material	Proveed	% Pasantes											
						2	1/2	1	3/4	1/2	3/8	4	8	10	16	30	40
<b>R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA</b>																	
<b>Material: Suelo Cal</b>																	
0022800	AF05798	AF.02611	01/03/2013	sc NN								100	95			75	64.9
2100 - 2300	AF05850	AF.02685	12/03/2013	sc NN								100	94			75	66.0

ENSAYO DE SALES TOTALES Y SULFATOS SOLUBLES (VN E18-89)

En la siguiente Figura 28, se muestra el resultado del ensayo de sales y sulfatos totales sobre la muestra de suelo a ensayar para el Suelo-Cal

Figura 28 Resultado del Ensayo de Sales de Suelo Cal

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)				
MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES		Registro 11 del Procedimiento 001 del Área de Laboratorio				
		L.001.18.AF.00423				
MUESTRA LABOR.	AF	05047	FECHA ELABORACION	11/03/13	FECHA ENSAYO	11/03/13
MATERIAL	Suelo					
REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	Se pesan 100 gr. (± 0,5g.) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energicamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.				
a) Solución NP1 50 cm <sup>3</sup> de líquido etilédrico concentrado diluido en 500 cm <sup>3</sup> de agua destilada.	REPOSO 24 HS					
b) Solución NP2 5g. de cloruro de bario disuelto en 100 cm <sup>3</sup> de agua destilada.	FLOCULA	Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en 18-4-d, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia				
	NO FLOCULA	Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "No flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.				

UBICACIÓN									
		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Resultados</th> </tr> <tr> <td colspan="2">NO FLOCULA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sales solubles inferior al 0,1%</td> </tr> </table>		Resultados		NO FLOCULA		Sales solubles inferior al 0,1%	
Resultados									
NO FLOCULA									
Sales solubles inferior al 0,1%									
PROPIEDAD	SUELO EXISTENTE	OBSERVACIONES	Progresiva 200 - 2300						
CONCEDENTE	D.P.V.								
LABORATORIO	YLLA RETIRO								
ENCARGADO ENSAYO									

**7.1.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

El suelo es un suelo limoso A4 según la clasificación HRB. Tiene un Límite Líquido de 22.2 % y un límite Plástico de 18 % de, lo que da un Índice Plástico de 4 %. El suelo tiene buenas características granulométricas y encuadra en las especificaciones requeridas. Además se puede observar que los análisis globales la tendencia de las granulometrías es pareja, sin presentar grandes variaciones. No representa problemas de sales ni sulfatos. Este material es apto para ser utilizado como Suelo-Cal.

**7.1.2. SUELO CEMENTO**

El suelo cemento se utiliza como base de asiento anti-bombeo para los pavimentos rígidos y los badenes. El suelo para generar dicho asiento es un suelo granular, también denominado suelo-arena. El mismo proviene de las canteras ubicadas sobre la ribera del Rio Suquía, al sur-este de la ciudad de Córdoba del Yacimiento Ruiz. El suelo tiene buenas características, ideales para su uso, por lo cual se lo utiliza de la misma forma que proviene de la cantera. El material ya tiene una correcta granulometría de material fino; el único tratamiento se que le hace es un zarandeo en el cual se le extrae los cantos rodados que se encuentran en poca cantidad. La preparación del suelo cemento se realiza en la empresa, mediante una planta, la cual dosifica el tenor de cemento. Como dato ilustrativo se detallan a continuación características de la mezcla propuesta a los fines del proyecto:

COMPOSICIÓN

Suelo-Arena 94%,Cemento Pórtland 6%

El tenor de cemento ha sido dosificado de manera tal de alcanzar una resistencia a la compresión de  $25 \text{ Kg/cm}^2 \leq R_c \leq 40 \text{ Kg/cm}^2$  a los 7 días.

#### **7.1.2.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

El pliego particular no especifica concretamente las condiciones a cumplir, pero el pliego general detalla lo siguiente:

Granulometría de la mezcla:

TAMIZ % QUE PASA

1 1/2" 100

1" 90 - 100

3/8" 80 - 100

Nº 4 70 - 95

Nº 10 50 - 80

Nº 40 20 - 40

Nº 200 10 - 5

Constantes Físicas de la mezcla Arena - Suelo:

Límite líquido Menor de 25

Índice plástico Entre 2 y 6

Contenido de sales del pasante tamiz Nº 40 de la mezcla Suelo-Arena:

Sales Totales Menor de 1,2 %

Sulfatos Solubles Menor de 0,4 %

#### **SALES TOTALES Y SULFATOS SOLUBLES (VN E18-89)**

El ensayo de sales y sulfatos totales ha sido explicado en el apartado [5.1.1. suelo-cal]. A continuación se muestra el resultado del ensayo sobre una muestra del acopio de suelo-arena destinado para el suelo-cemento. Se realizó este ensayo al comienzo de la obra, para poder certificar que los suelos no contienen sales. Este ensayo no se hace de rutina, ya que se sabe que los suelos de este proveedor no tienen esta problemática. El suelo analizado no Floclula, lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %. En las Figura 29 a 31, se muestran ensayos realizado a comienzo de la obra.

Figura 29 Ensayo de Sales Totales y Sulfatos Solubles

	MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES			SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del Área de Laboratorio L.091.16.AF.09421	
	MUESTRA L.001.01 AF 6558	FECHA ELABORACION	01/12/12	FECHA ENSAYO	01/12/12
MATERIAL: Suelo Arena					
<b>REACTIVOS</b> a) Solución NP 1 50 cm <sup>3</sup> de ácido clorhídrico concentrado diluido en 500 cm <sup>3</sup> de agua destilada.  b) Solución NP 2 5g. de cloruro de bario disueltos en 100 cm <sup>3</sup> de agua destilada.	<b>PROCEDIMIENTO</b>  REPOSO 24 HS  FLOCULA  NO FLOCULA	Se pesan 100 g. (± 0,5g.) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energéticamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.  Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en 18-4-d, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia.  Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa 'no flocula' lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1%.			
<b>UBICACIÓN</b>			<b>Resultados</b> NO FLOCULA Sales solubles inferior al 0,1%		
PROVEEDOR CONCEDEnte LABORATORIO ENCARGADO ENCARO	Cantera Ruiz D.P.V. VILLA RETIRO	<b>OBSERVACIONES</b>			

Figura 30 Ensayo de Granulometría Suelo-Cemento

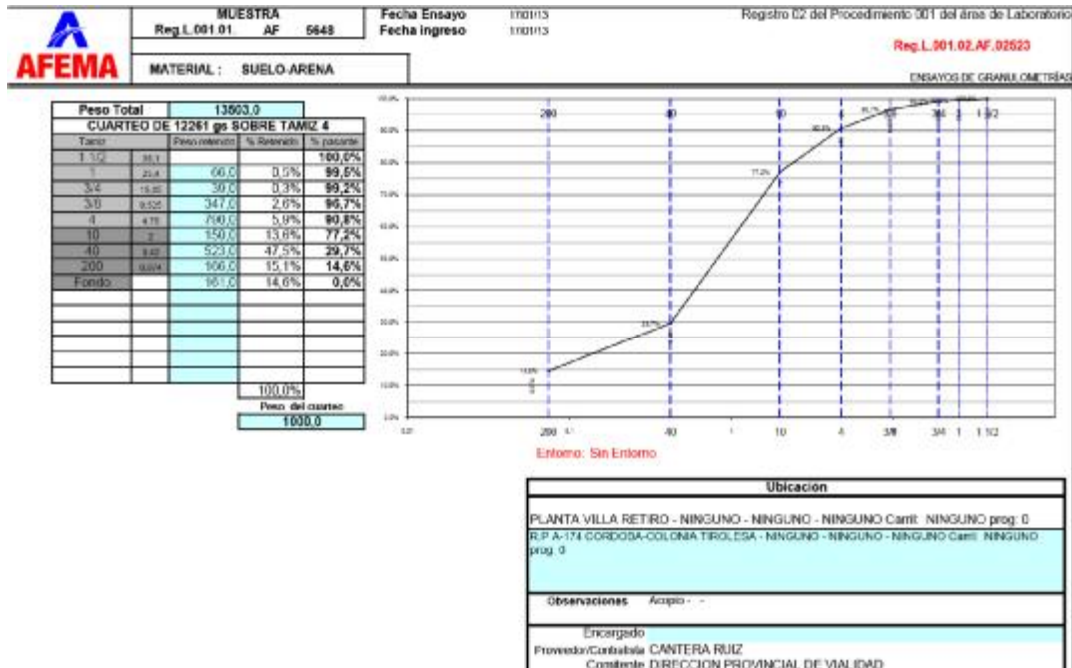


Figura 31 Ensayo de Plasticidad Suelo-Cemento

<b>AFEMA S.A</b>		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)			
OBRAS VIALES		Registro 32 del Procedimiento 001 del Área de Laboratorio			
		Req.001.32.AF.00041			
		<b>PLASTICIDAD</b>			
MUESTRA L.90191	AF	0029E	FECHA ELABORACION	07/09/13	FECHA ENSAYO
MATERIAL	suelo arena				

	L. LIQUIDO	L. PLASTICO
Peso filtro N°	8	1
Pf = suelo húmedo	52,8	36,2
Pf = suelo seco	48,4	34,3
Agua	6,4	1,9
Peso filtro	19,9	23,9
Peso seco	26,5	19,4
N° de golpes	20	
Límite %	23,5%	18,3%

<b>DIRECCIÓN</b>		<b>Resultados</b>	
Estado de: PLANTA VILLA RETIRO - RINGLIND RINGLIND - RINGLIND Cam. - RINGLIND prog. 1		INDICE DE PLASTICIDAD 5,2%	
PROVEEDOR	CANTERA RUIZ	OBSERVACIONES	
CONCEDENTE	LAS PARRONAS		
ENCARGADO OBRAS	VILLA RETIRO DANIEL DE LA RUBIA		

### 7.1.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como se puede observar, el suelo destinado para la preparación del Suelo-Cemento no presenta problemas de sales y sulfatos. La plasticidad cumple con las especificaciones y el entorno granulométrico es correcto. Por todas estas condicionantes, es que se eligió esta Cantera.

## 7.2. AGREGADOS

Los agregados son los principales constituyentes de los materiales que se utilizan en la ingeniería de caminos. Es de suma importancia ejecutar ensayos para determinar su calidad sobre estos ítems, ya que de no cumplir con las exigencias, el producto, ya sea la mezcla asfáltica o el hormigón, no cumplirán con las exigencias. Para realizar estos ensayos, en primer lugar, hay que tomar una muestra a ser ensayada. Todas las muestras son obtenidas de acopios ubicados en el predio de la empresa. En los agregados se produce un fenómeno que se llama segregación, que se caracteriza por el acumulamiento de partículas gruesas en la base del mismo, quedando el material fino en la cima. Para extraer material para su estudio, y que éste sea representativo se procede a extraer muestras parciales a 1/3 y 2/3 de la altura del acopio y luego en dos lugares diametralmente opuestos. Dichos materiales se mezclan hasta obtener una mezcla homogénea y se reducen por medio de cuarteos sucesivos, hasta obtener la cantidad deseada. El material así obtenido se lleva a laboratorio para su análisis.

### 7.2.1. ARENA SILÍCEA

La arena silícea que se utiliza es proveniente de la cantera Rio Segundo, ubicada en la localidad de Rio Segundo. La característica que tiene esta arena, es que le da trabajabilidad a la mezcla que se esté preparando, ya que la misma tiene sus bordes redondeados debido al viaje por la escorrentía del río de donde proviene. Para las aceptaciones de los materiales en la planta, para la producción concreto asfáltico o para

ser utilizados en la planta de hormigón, los análisis efectuados son los de módulo de finura y equivalente de arena. El primero nos da un indicio físico de la granulometría, y el segundo nos da una idea de la limpieza que tiene dicho material.

**7.2.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR**


Cabe aclarar que para este ítem el pliego específico solamente parámetros de sales totales y sulfatos solubles, contemplando también los parámetros granulométricos. La arena silícea deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Debe ser de granos duros y sin sustancias perjudiciales.
- Sales Totales menor a 1,5 %
- Sulfatos Solubles menor a 0,5 % (pasante tamiz N° 200).
- Granulometría: Deberá ser tal que compuesta con los demás elementos inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico especificado para la capa.

**ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA (VN - E10 – 82)**

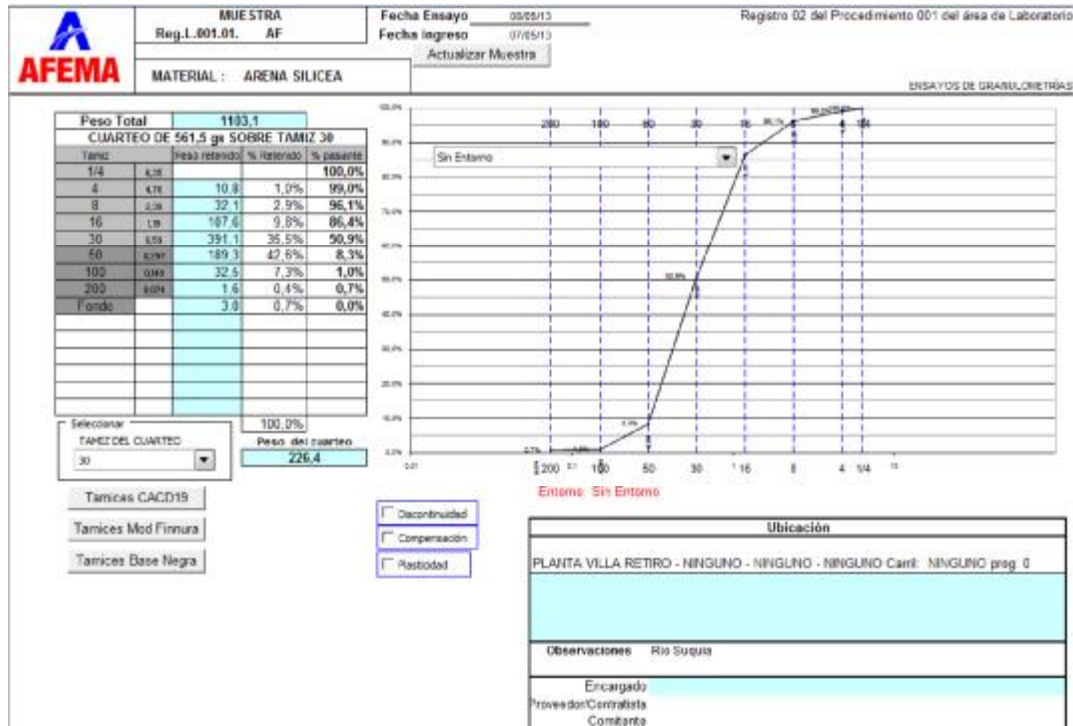
El ensayo de equivalente de arena nos da una relación de cuanto material fino o arcilloso existe en función del total. A continuación en la Figura 32, se muestra el resultado del ensayo de Equivalente de Arenas de Arena Silícea.

Figura 32 Ensayo Equivalente de Arena

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 84 del procedimiento 001 del área de Laboratorio			
		<b>ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA</b>			
MUESTRA L. 001-21	AF	FECHA ELABORACION	07/05/13		
SINTESIS: ARENA SILICEA		FECHA ENSAYO	07/05/13		
<b>Isbo N° 1</b>					
E.A.1=	$\frac{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de Arena}}{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de los Finos}} \times 100 =$	$E.A.1 = \frac{58.0}{65.0} \times 100 = 89.2\%$			
<b>Isbo N° 2</b>					
E.A.2=	$\frac{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de Arena}}{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de los Finos}} \times 100 =$	$E.A.2 = \frac{55.0}{63.0} \times 100 = 87.3\%$			
<b>UBICACION</b> Estado de: VALLES - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Cant. SINGULO prep. 8  VALLES - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Cant. SINGULO prep. 8		<table border="1"> <tr> <td><b>EQUIVALENTE ARENA</b></td> <td style="background-color: yellow;"><b>88%</b></td> </tr> </table>		<b>EQUIVALENTE ARENA</b>	<b>88%</b>
<b>EQUIVALENTE ARENA</b>	<b>88%</b>				
PROCEDIMIENTO SUELO CONCORDANCIA LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENLACE DANIEL DE LA RUBIA		OBSERVACIONES	MUESTRA INGRESADA		

El ensayo de granulometría se ha explicado en el apartado [5.1.1. suelo-cal]. A continuación en la Figura 33, se muestra el resultado del ensayo de Arena Silícea.

Figura 33 Ensayo de granulometría



**SALES TOTALES Y SULFATOS SOLUBLES (VN E18-89)**

Este ensayo no se realiza de manera rutinario debido a que la arena es proveniente de yacimientos naturales ubicados en la cuenca del Río Suquia. Se sabe y se han hecho los estudios correspondientes, que estas arenas no tienen cantidades de sales perjudiciales. Las arenas que comúnmente tienen alta cantidad de sales y sulfatos se encuentran en aquellas zonas donde la evaporación es mayor que la infiltración como en las provincias del NOA, o donde existe el aporte de aguas superficiales muy salinas, en la NE de la provincia de Córdoba.

**7.2.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Para el Ensayo de Equivalente Arena se obtuvo un valor de 88 %; este valor es bueno, ya que significa que posee poca cantidad de material fino. Cabe aclarar que este ensayo no es exigido en el pliego pero de todas formas se realiza para comprobar su limpieza. Los límites son distintos para sí el uso de la arena silíceo es producir hormigón o asfalto. En los hormigones es más importante, ya que la suciedad de la arena es perjudicial para el correcto fragüe. El concreto asfáltico es más permisivo en este caso que permite valores mayores al 50%. El contenido de Sales Totales deberá ser inferior a 1.5 % y Sulfatos Solubles menor a 0.5 % La granulometría deberá ser tal que, compuesta con los demás elementos inertes de la mezcla, haga cumplir el entorno granulométrico especificado para la mezcla. De las anteriores especificaciones concluimos que la arena sujeta a laboratorio cumple con las exigencias para ser utilizada en la mezcla del concreto asfáltico o para la elaboración de hormigón o base granular.

## 7.2.2. TRITURADOS

El agregado triturado se obtiene de cantera, en la cual mediante grandes voladuras y sistemas mecanizados de rotura, reducen los grandes bloques en cantos de distintos tamaños, que luego son clasificados mediante cribas y dan las distintas secciones. Por lo general las secciones son 0 – 6 – 12 – 19 – 25 mm.

El material normalmente utilizado en la planta y usado en obra es proveniente de la Cantera Diquecito, ubicada en Ruta E 55, Km 4, Ciudad de La Calera, Córdoba. Este material es de origen metamórfico.

Este material es utilizado, ya sea en la producción de hormigón y concreto asfáltico, sino también para la ejecución de las bases granulares. El material que se utiliza en la planta son fracciones de .

- 0-6 mm
- 6-19 mm
- 6-25 mm

Los ensayos de calidad ejecutados para este material son Granulometría, Desgaste Los Ángeles, Cubicidad y Lajosidad.

En función de los usos que se le dé a esta material, cambiarán los parámetros.

### 7.2.2.1. TRITURADO 0-6

El triturado 0-6 mm se utiliza para la elaboración de mezcla asfáltica como así también de hormigón. Constituye la parte fina de los agregados. Como los demás triturados, este tiene su origen en la roca madre, es de ahí que tiene aristas marcadas. Esta propiedad le da resistencia y genera fricción entre las partículas, siendo el principal responsable de la resistencia la deformación en mezclas asfálticas.

#### 7.2.2.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR

El triturado 0-6 o también denominado Arena de Trituración, deberá cumplir con las siguientes exigencias para la construcción de la carpeta asfáltica:

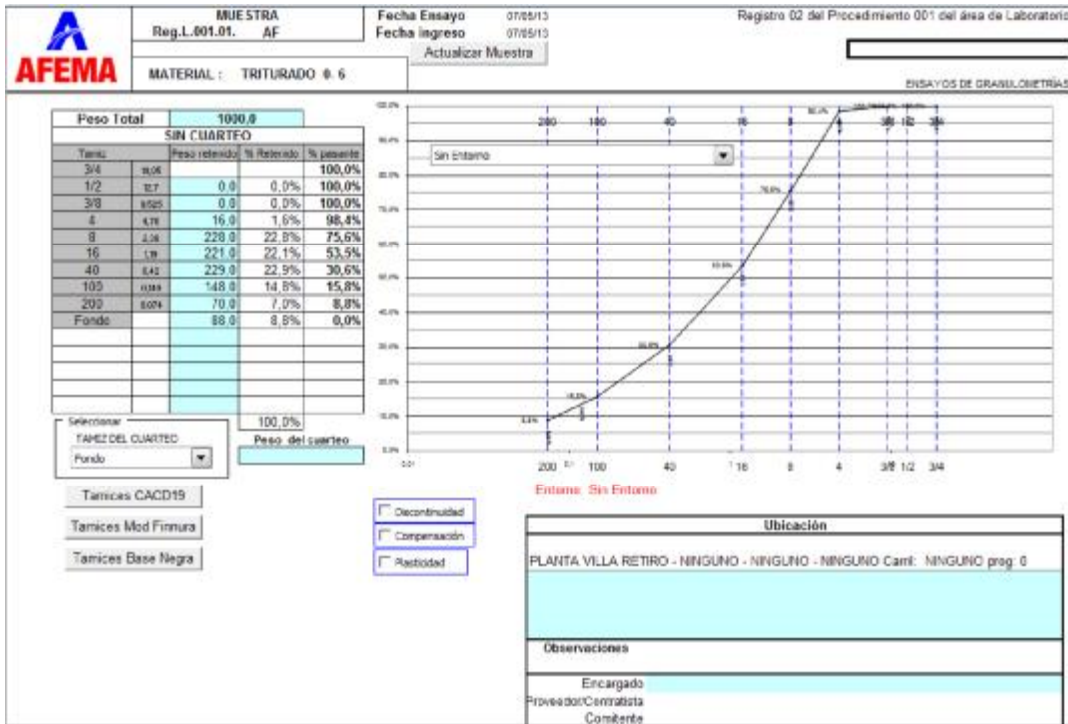
- Provenirá de la trituración de rocas sanas.
- Ser de una granulometría tal que junto con los otros componentes inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico establecido para la capa.
- La plasticidad de la fracción pasante tamiz 200 y por vía húmeda no debe superar el 10 % y la fracción pasante tamiz 40 no debe superar el 40 %.

### ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (VN E7-65)

El ensayo consiste en determinar los porcentajes de cada una de las respectivas fracciones. El ensayo de granulometría se ha explicado en el apartado [5.1.1. suelo-cal]. A continuación en la Figura 34, se muestra el resultado del ensayo sobre una muestra de Triturado 0-6.




Figura 34 Ensayo de Granulometría Triturado 0-6



**ENSAYO INDICE DE PLASTICIDAD (VN - E1 - E2 - 65)**

El resultado del ensayo de plasticidad está representado en la Figura 35. El procedimiento del ensayo ha sido explicado en el apartado [ 5.1.1. Suelo-Cal]. A continuación en la Figura 36, se muestra el resultado del ensayo sobre una muestra de Triturado 0-6.

Figura 35 ensayo de Plasticidad Triturado 0-6

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 32 del Procedimiento 001 del Área de Laboratorio <b>Reg.001.32.AF.</b>																																							
	<b>PLASTICIDAD</b>																																							
MUESTRA L. 001.01	AF	FECHA ELABORACION	04/03/13	FECHA ENSAYO	06/03/13																																			
MATERIAL	TRITURADO 0-6																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>L. LIQUIDO</th> <th>L. PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pescaño N°</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>PI + suelo húmedo</td> <td>40</td> <td>30,21</td> </tr> <tr> <td>PI + suelo seco</td> <td>35,56</td> <td>27,91</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>4,44</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>Pescaño</td> <td>14</td> <td>14,5</td> </tr> <tr> <td>Proposito</td> <td>21,56</td> <td>13,41</td> </tr> <tr> <td>N° de golpes</td> <td>25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Límite %</td> <td>20,6%</td> <td>17,2%</td> </tr> </tbody> </table>			L. LIQUIDO	L. PLASTICO	Pescaño N°	4	5	PI + suelo húmedo	40	30,21	PI + suelo seco	35,56	27,91	Agua	4,44	2,3	Pescaño	14	14,5	Proposito	21,56	13,41	N° de golpes	25		Límite %	20,6%	17,2%	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz</th> <th>% pasante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 10</td> <td>63,0%</td> </tr> <tr> <td>N° 40</td> <td>30,0%</td> </tr> <tr> <td>N° 200</td> <td>8,8%</td> </tr> </tbody> </table>		Tamiz	% pasante	N° 10	63,0%	N° 40	30,0%	N° 200	8,8%
	L. LIQUIDO	L. PLASTICO																																						
Pescaño N°	4	5																																						
PI + suelo húmedo	40	30,21																																						
PI + suelo seco	35,56	27,91																																						
Agua	4,44	2,3																																						
Pescaño	14	14,5																																						
Proposito	21,56	13,41																																						
N° de golpes	25																																							
Límite %	20,6%	17,2%																																						
Tamiz	% pasante																																							
N° 10	63,0%																																							
N° 40	30,0%																																							
N° 200	8,8%																																							
<b>UBICACIÓN</b> Estado de: CANTERAS - NINGUNO - MUNICIPIO - NINGUNO - Curs: NINGUNO prog: 0 p.p.: ITA CORDOBA COLOMBIA THORNSA		<b>Resultados</b> Material tipo: Fragmentos de Roca-Grava-Arenas Clasificación HRB: A2-4 INDICE DE PLASTICIDAD: 3,5% INDICE DE GRUPO: 0																																						
PROVEEDOR	CANTERA APADO																																							
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD																																							
LABORATORIO	VELLA RETIRO																																							
ENCARGADO ENSAYO																																								

SALES TOTALES Y SULFATOS SOLUBLES (VN E18-89)

Los triturados de la cantera de Diquecito no tienen problemas con las sales. En la Figura 36 se muestra el resultado del ensayo. El procedimiento del ensayo ha sido explicado en el apartado [5.1.1. Suelo-Cal].

Figura 36 Ensayo de Sales Solubles Totales Triturado 0-6

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del Área de Laboratorio <b>L.001.18.AF.</b>							
	<b>MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES</b>							
MUESTRA L. 001.06	AF	FECHA ELABORACION		FECHA ENSAYO	26/11/12			
MATERIAL	TRITURADO 0-6							
REACTIVOS	PROCEDIMIENTO		Se pesan 100 gr. (±0,5g.) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energéticamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.					
a) Solución NP 1 50 cm <sup>3</sup> de ácido clorhídrico concentrado diluido en 500 cm <sup>3</sup> de agua destilada.	REPOSO 24 HS		Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en IS-4-4, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia.					
b) Solución NP 2 5g. de cloruro de bario disuelto en 100 cm <sup>3</sup> de agua destilada.	FLOCULA		Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "no flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.					
		NO FLOCULA						
<b>UBICACIÓN</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NO FLOCULA</td> </tr> <tr> <td>Sales solubles inferior al 0,1%</td> </tr> </tbody> </table>				Resultados	NO FLOCULA	Sales solubles inferior al 0,1%
Resultados								
NO FLOCULA								
Sales solubles inferior al 0,1%								
PROVEEDOR	CANTERA DIRECTO	OBSERVACIONES	material 36 de Cantera Diquecito					
CONCEDENTE	C.I.S.A							
LABORATORIO	VELLA RETIRO							
ENCARGADO ENSAYO	Daniel Ruiz							

#### **7.2.2.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Se observa que el triturado 0-6 mm tiene una curva granulométrica continua. Eso es de principal importancia, ya que hoy en día se utilizan solamente materiales con granulometrías continuas, ya sea para el uso de bases granulares como también para la confección de hormigón, y carpetas asfálticas.

El agregado tiene una límite líquido de 20,6% y un límite plástico de 17,2% lo que arroja un índice plástico de 3,5. Este valor es muy bueno, y el material es apto para ser utilizado en bases y/o carpetas asfálticas. Se deduce que el material son fragmentos de roca, grava y arena.

El material no presenta problemas de Sales y sulfatos totales.

#### **7.2.2.2. TRITURADO 6-19**

Este material es utilizado, junto con las demás fracciones de agregados, para la ejecución de bases, mezclas asfálticas y hormigones.

##### **7.2.2.2.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Los ensayos de calidad que se ejecutan regularmente para este material son los siguientes: Granulometría, Desgaste de los Ángeles, Cubicidad y Lajosidad.

El material deberá cumplir las siguientes exigencias para las carpetas asfálticas:

- Deberá provenir de la trituración de rocas sanas y limpias.
- Deberá presentar un desgaste menor de 35 % y que será efectuada sobre pastón seco, a la salida del horno de secado.
- Una cubicidad superior a 0,5.
- Ser de granulometría tal que junto con los demás componentes inertes haga cumplir el entorno granulométrico de la capa.
- El Contratante determinará determinaciones de Absorción, Durabilidad, Cubicidad y Lajosidad de cada partida para verificar la calidad de la piedra triturada.

#### **ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE PETREOS GRUESOS (VN - E13 – 67)**

A continuación se muestra en ensayo de peso específico del agregado pétreo del triturado 6-19, en la Figura 37.

Figura 37 Ensayo de Peso Especifico del Triturado 6-19

<b>AFEMA S.A</b>		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)					
OBRAS VIALES		Registro 06 del procedimiento 001 de Área de Laboratorio					
		Reg. L.901.96.AF.0003		<b>DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION</b>			
MUESTRA L.001.01	AP 03277	FECHA ELABORACION	4-mar-2013	FECHA ENSAYO	4-mar-2013		
MATERIAL: TRITURADO 6-19							
<b>ARIDO GRUESO</b>	Peso Seco (a estufa 110°C)	Peso Saturado sup. Seca	Peso sumergido	Densidad relativa aparente (S <sub>a</sub> )	Densidad relativa aparente saturado (S <sub>sa</sub> )	Densidad relativa real (S <sub>r</sub> )	Absorción Abs ( % )
Balanceo	A	B	C	A/(B-C)	B/(B-C)	A/(A-C)	(B-A)/A x 100
Tarifa N°1	4091,0	4123,7	2628,0	2,75	2,75	2,70	0,8%
<b>ARIDO FINO</b>	Peso de la muestra Sol. Sup. Seca	Peso matraz con agua saturado	Peso del matraz + agua + agua saturado	Peso de la muestra seca a estufa 110°C	Densidad relativa (S <sub>r</sub> )	Absorción Abs ( % )	
Passable					-	-	
Tarifa N°1							
<b>UBICACION</b>							
Formata de PLANA VILLA RETIRO - RINGERO - RINGERO - RINGERO Carril - RINGERO prog. 3							
PLANA VILLA RETIRO - RINGERO - RINGERO - RINGERO Carril - RINGERO prog. 3							
PROVEEDOR: CANTERA DOLICERTO	CONCESSION: DIRECCION PROVINCIAL DE VAS	OBSERVACIONES	MUESTRA DE ACOPIO - -				
LABORATORIO: VILLA RETIRO	ENCARGADO: DANIEL DE LA RUBIA						

ENSAYO DE DESGASTE LOS ÁNGELES (NORMA IRAM 1532)

A continuación se muestra un ensayo de Desgaste Los Angeles del triturado 6-19mm en la Figura 38

El mismo nos da una referencia de como se comporta el material con relación a la abrasión. Dicho ensayo no se realiza en la empresa sino que se realiza en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC.

Figura 38 Ensayo de desgaste los Angeles de T 6-19

<b>AFEMA S.A. Villa Retiro</b> Ruta 174 Km 7,1 Villa Retiro, Chaco	SISTEMA DE ASESURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Resolución de procedimiento 001 del área de laboratorio <b>Desgaste (Registro: L.001.08.AF.00032)</b>
<b>DESGASTE LOS ANGELES</b>	
Muestra Registro: L.001.01.AF.05B41	Fecha Fabricación: 04/03/2013
MATERIAL: TRITURADO 6-19	Fecha Ensayo: 26/03/2013

<b>Graduación: B</b>  1) Cantidad de material tomado: 5000 2) Retenido en Tamiz N°12: 3640 3) Diferencia: 1360	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESFERAS</th> <th>12</th> <th>11</th> <th>8</th> <th>6</th> </tr> <tr> <th>PAST</th> <th>RETINTE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>5/16"</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N°5</td> <td>N°4</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N°4</td> <td>N°6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> </tr> </tbody> </table>	ESFERAS		12	11	8	6	PAST	RETINTE	A	B	C	D	1 1/2"	1"	1250				1"	3/4"	1250				3/4"	1/2"	1250	2500			1/2"	3/8"	1250	2500			3/8"	5/16"			2500		N°5	N°4			2500		N°4	N°6				2500
ESFERAS		12	11	8	6																																																		
PAST	RETINTE	A	B	C	D																																																		
1 1/2"	1"	1250																																																					
1"	3/4"	1250																																																					
3/4"	1/2"	1250	2500																																																				
1/2"	3/8"	1250	2500																																																				
3/8"	5/16"			2500																																																			
N°5	N°4			2500																																																			
N°4	N°6				2500																																																		

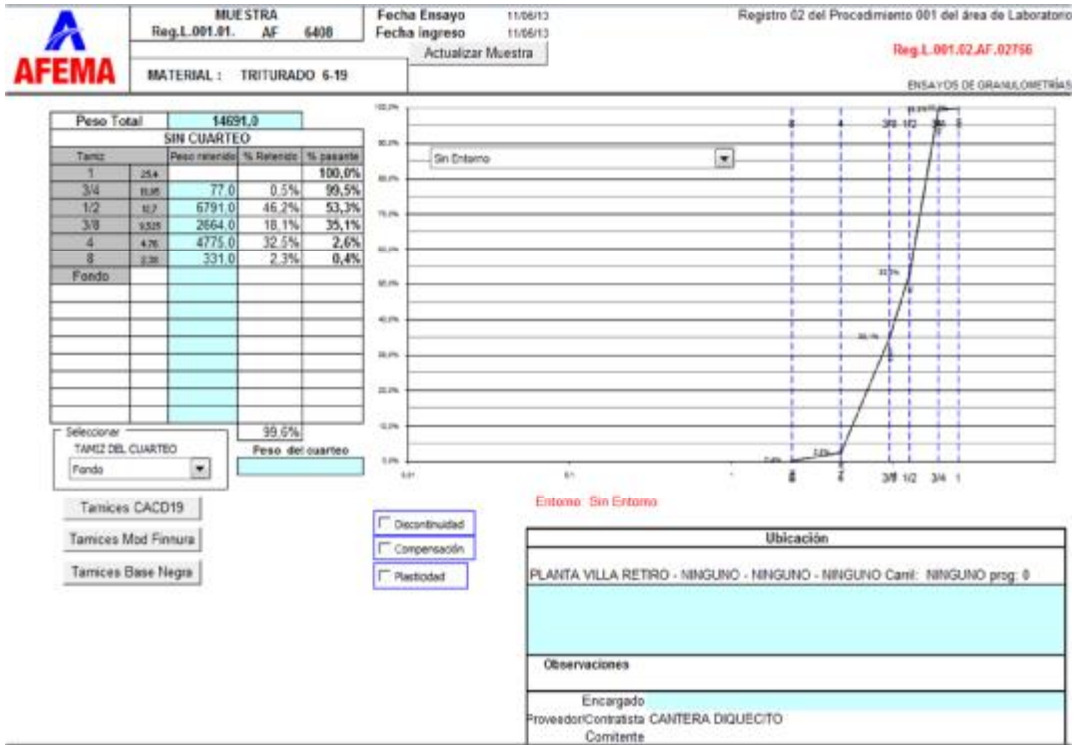
  

<b>UBICACION:</b> Lugar: PLANTA VILLA RETIRO (BO USAR) NINGUNO NINGUNO NINGUNO Cant. NINGUNO prog. 0 Colocado: R.P.A 174 CORDOBA CON ONDATORIOS NINGUNO NINGUNO NINGUNO NINGUNO Cant. NINGUNO prog. 0 Controlador: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD Proceder: CARRETERA DIRECTO Laboratorio: VILLA RETIRO	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                 31 Desgaste: <b>27,2%</b> </td> </tr> </table>	31 Desgaste: <b>27,2%</b>
31 Desgaste: <b>27,2%</b>		
Observaciones: MUESTRA ENTREGADA EN BING - -		

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (VN E7-65)**

El ensayo de granulometría se ha explicado en el apartado [5.1.1. suelo-cal]. A continuación en la Figura 39, se muestra el resultado del ensayo sobre una muestra de Triturado 6-19.

Figura 39 Ensayo de Granulometría Triturado 6-19



ENSAYO DE LAJOSIDAD Y ELONGACIÓN (NORMA V.N – E38-86)  
 En las Figuras 40 y Figura 41 se muestran los resultados del ensayo de Lajosidad y Elongación del Triturado 6-19 respectivamente.

Figura 40 Ensayo de Lajosidad Triturado 6-19

AFEMA S.A		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)																																																														
AF		Registro 20 del procedimiento 001 del área de Laboratorio																																																														
		Reg.L.001.20.AF																																																														
		<b>INDICE DE LAJOSIDAD</b>																																																														
FECHA ELABORACION	11/03/13	FECHA ENSAYO	11/03/13																																																													
MATERIAL	TRITURADO 6-19																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Clase de Granulometría</th> <th rowspan="2">Porcentaje retenido Ri (&gt; a 50) (2)</th> <th rowspan="2">Peso de la muestra (g a 100)</th> <th colspan="2">Partículas que pasan por las ranuras</th> <th rowspan="2">IEi x Ri (1)(4)(2)</th> </tr> <tr> <th>Peso p1 (g)</th> <th>Porcentaje IEi (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>2'12" - 2"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2" - 1'12"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1'12" - 1"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1" - 3/4"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>3/4" - 1/2"</td> <td>32,4</td> <td>2527</td> <td>1000</td> <td>39,6%</td> <td>12,8</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>1/2" - 3/8"</td> <td>18,1</td> <td>2525</td> <td>346</td> <td>13,7%</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>3/8" - 1/4"</td> <td>7,0</td> <td>552</td> <td>73</td> <td>13,2%</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>\Sigma Ri</math></td> <td>57,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>16,2</td> </tr> </tbody> </table>					Clase de Granulometría	Porcentaje retenido Ri (> a 50) (2)	Peso de la muestra (g a 100)	Partículas que pasan por las ranuras		IEi x Ri (1)(4)(2)	Peso p1 (g)	Porcentaje IEi (%)	A	2'12" - 2"			-	-	B	2" - 1'12"			-	-	C	1'12" - 1"			-	-	D	1" - 3/4"			-	-	E	3/4" - 1/2"	32,4	2527	1000	39,6%	12,8	F	1/2" - 3/8"	18,1	2525	346	13,7%	2,5	G	3/8" - 1/4"	7,0	552	73	13,2%	0,9		$\Sigma Ri$	57,5				16,2
Clase de Granulometría	Porcentaje retenido Ri (> a 50) (2)	Peso de la muestra (g a 100)	Partículas que pasan por las ranuras					IEi x Ri (1)(4)(2)																																																								
			Peso p1 (g)	Porcentaje IEi (%)																																																												
A	2'12" - 2"			-	-																																																											
B	2" - 1'12"			-	-																																																											
C	1'12" - 1"			-	-																																																											
D	1" - 3/4"			-	-																																																											
E	3/4" - 1/2"	32,4	2527	1000	39,6%	12,8																																																										
F	1/2" - 3/8"	18,1	2525	346	13,7%	2,5																																																										
G	3/8" - 1/4"	7,0	552	73	13,2%	0,9																																																										
	$\Sigma Ri$	57,5				16,2																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UBICACION</th> <th colspan="2">Calcula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Entrada de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Canal - NINGUNO prog: 0</td> <td colspan="2">                     Índice de Lajosidad = <math>\frac{\Sigma IEi Ri}{\Sigma Ri}</math> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">28,2%</td> </tr> </tbody> </table>					UBICACION		Calcula		Entrada de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Canal - NINGUNO prog: 0		Índice de Lajosidad = $\frac{\Sigma IEi Ri}{\Sigma Ri}$				28,2%																																																	
UBICACION		Calcula																																																														
Entrada de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Canal - NINGUNO prog: 0		Índice de Lajosidad = $\frac{\Sigma IEi Ri}{\Sigma Ri}$																																																														
		28,2%																																																														
PROVEEDOR	CANTERA DOLICITO	OBSERVACIONES	-																																																													
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE V																																																															
LABORATORIO	VILLA RETIRO																																																															
ENCARGADO ENSAYO																																																																


Figura 41 Ensayo de Elongación Triturado 6-19

AFEMA S.A		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)																																																														
AF		Registro 23 del procedimiento 001 del área de Laboratorio																																																														
		Reg.L.001.23.AF																																																														
		<b>INDICE DE ELONGACION</b>																																																														
FECHA ELABORACION	11/03/13	FECHA ENSAYO	11/03/13																																																													
MATERIAL	TRITURADO 6-19																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Clase de Granulometría</th> <th rowspan="2">Porcentaje retenido Ri (&gt; a 50) (2)</th> <th rowspan="2">Peso de la muestra (g a 100)</th> <th colspan="2">Partículas que no pasan por entre las ranuras</th> <th rowspan="2">IEi x Ri (1)(4)(2)</th> </tr> <tr> <th>Peso p1 (g)</th> <th>Porcentaje IEi (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>2'12" - 2"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2" - 1'12"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1'12" - 1"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1" - 3/4"</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>3/4" - 1/2"</td> <td>32,4</td> <td>2527</td> <td>347</td> <td>37,5%</td> <td>12,1</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>1/2" - 3/8"</td> <td>18,1</td> <td>2525</td> <td>547</td> <td>21,7%</td> <td>3,9</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>3/8" - 1/4"</td> <td>7,0</td> <td>552</td> <td>171</td> <td>30,8%</td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>\Sigma Ri</math></td> <td>57,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>18,2</td> </tr> </tbody> </table>					Clase de Granulometría	Porcentaje retenido Ri (> a 50) (2)	Peso de la muestra (g a 100)	Partículas que no pasan por entre las ranuras		IEi x Ri (1)(4)(2)	Peso p1 (g)	Porcentaje IEi (%)	A	2'12" - 2"			-	-	B	2" - 1'12"			-	-	C	1'12" - 1"			-	-	D	1" - 3/4"			-	-	E	3/4" - 1/2"	32,4	2527	347	37,5%	12,1	F	1/2" - 3/8"	18,1	2525	547	21,7%	3,9	G	3/8" - 1/4"	7,0	552	171	30,8%	2,2		$\Sigma Ri$	57,5				18,2
Clase de Granulometría	Porcentaje retenido Ri (> a 50) (2)	Peso de la muestra (g a 100)	Partículas que no pasan por entre las ranuras					IEi x Ri (1)(4)(2)																																																								
			Peso p1 (g)	Porcentaje IEi (%)																																																												
A	2'12" - 2"			-	-																																																											
B	2" - 1'12"			-	-																																																											
C	1'12" - 1"			-	-																																																											
D	1" - 3/4"			-	-																																																											
E	3/4" - 1/2"	32,4	2527	347	37,5%	12,1																																																										
F	1/2" - 3/8"	18,1	2525	547	21,7%	3,9																																																										
G	3/8" - 1/4"	7,0	552	171	30,8%	2,2																																																										
	$\Sigma Ri$	57,5				18,2																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UBICACION</th> <th colspan="2">Calcula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Entrada de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Canal - NINGUNO prog: 0</td> <td colspan="2">                     Índice de Elongacion = <math>\frac{\Sigma IEi Ri}{\Sigma Ri}</math> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">31,7%</td> </tr> </tbody> </table>					UBICACION		Calcula		Entrada de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Canal - NINGUNO prog: 0		Índice de Elongacion = $\frac{\Sigma IEi Ri}{\Sigma Ri}$				31,7%																																																	
UBICACION		Calcula																																																														
Entrada de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Canal - NINGUNO prog: 0		Índice de Elongacion = $\frac{\Sigma IEi Ri}{\Sigma Ri}$																																																														
		31,7%																																																														
PROVEEDOR	CANTERA DOLICITO	OBSERVACIONES	-																																																													
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE V																																																															
LABORATORIO	VILLA RETIRO																																																															
ENCARGADO ENSAYO																																																																

ENSAYO DE CUBICIDAD (VN-E16-67)

A continuación en la Figura 42, se muestra el resultado del ensayo de cubicidad sobre una muestra de Triturado 6-19.

Figura 42 Ensayo de Cubicidad Triturado 6-19

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 25 del procedimiento 601 del Área de Laboratorio Reg. L. 001.26.AF																																																				
MUESTRA L-301.84		AF	FECHA ELABORACION	11/03/13	FECHA ENSAYO	04/03/13																																																
MATERIAL: Triturado 6-19																																																						
Mecanismo		GRADUACION: C	Planilla de Cálculo																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pasa</th> <th>Retenido</th> <th>Cantidad (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/4"</td> <td>5/8"</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5/8"</td> <td>1/2"</td> <td>2209</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>2527</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CANTIDAD DE MATERIAL</td> <td>4736</td> </tr> </tbody> </table>		Pasa	Retenido	Cantidad (g)	3/4"	5/8"	0	5/8"	1/2"	2209	1/2"	3/8"	2527	CANTIDAD DE MATERIAL		4736	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TAMIZ DIRECTRIZ PASA</th> <th colspan="4">PORCENTAJE EN PESO RETENIDO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CRIBA RED I</th> <th colspan="2">CRIBA RED II</th> </tr> <tr> <th></th> <th>GRAMOS</th> <th>%</th> <th>GRAMOS</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/4"</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5/8"</td> <td>1987</td> <td>42.1%</td> <td>274</td> <td>5.8%</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>2439</td> <td>51.1%</td> <td>41</td> <td>0.8%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Σ I</td> <td>100.2%</td> <td>1/2 Σ II</td> <td>6.7%</td> </tr> </tbody> </table>				TAMIZ DIRECTRIZ PASA	PORCENTAJE EN PESO RETENIDO				CRIBA RED I		CRIBA RED II			GRAMOS	%	GRAMOS	%	3/4"	0		0		5/8"	1987	42.1%	274	5.8%	1/2"	2439	51.1%	41	0.8%		Σ I	100.2%	1/2 Σ II	6.7%
Pasa	Retenido	Cantidad (g)																																																				
3/4"	5/8"	0																																																				
5/8"	1/2"	2209																																																				
1/2"	3/8"	2527																																																				
CANTIDAD DE MATERIAL		4736																																																				
TAMIZ DIRECTRIZ PASA	PORCENTAJE EN PESO RETENIDO																																																					
	CRIBA RED I		CRIBA RED II																																																			
	GRAMOS	%	GRAMOS	%																																																		
3/4"	0		0																																																			
5/8"	1987	42.1%	274	5.8%																																																		
1/2"	2439	51.1%	41	0.8%																																																		
	Σ I	100.2%	1/2 Σ II	6.7%																																																		
UBICACIÓN Estado de:		Factor de cubicidad: 0,65																																																				
PROVEEDOR CONCEDENTE LABORATORIO ENCARGADO ENSAYO	CARTERA DEJEITO DIRECCION PROVINCIAL DE VIA	OBSERVACIONES																																																				

**7.2.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

La granulometría es continua en sus tamaños presentando tamaños que van desde el retenido tamiz 3/4" hasta pasante tamiz N°4.

El ensayo de desgaste arrojó un valor de 31.7%, mientras que el pliego exige un valor menor a 35%.

Los ensayos de Lajosidad y Elongación dan valores de 28.2% y 31.7% respectivamente, mientras que el pliego exige no indica un valor específico para dichos ítems. Si especifica un valor de referencia de Cubicidad. El ensayo de Cubicidad arrojó un valor de 0.65, mientras que el pliego exige un valor mayor a 0.5.

De lo expuesto concluimos que el material es apto.

El valor de peso específico es un dato importante para cuando se determine el grado de compactación y humedad óptima en el ensayo de CBR.

**7.2.2.3. TRITURADO 6-25**

Este material se utiliza para la base asfáltica, también denominada base negra. Adema se lo utiliza generalmente como correctores de bases granulares. Se utiliza el término corrector, haciendo referencia a la corrección de alguna propiedad deficiente; por lo general en la corrección de granulometrías.

**7.2.2.3.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

El Pliego de Especificaciones Técnicas particulares especifica lo siguiente con respecto al material triturado 6-25, en la sección utilizada para base granular.



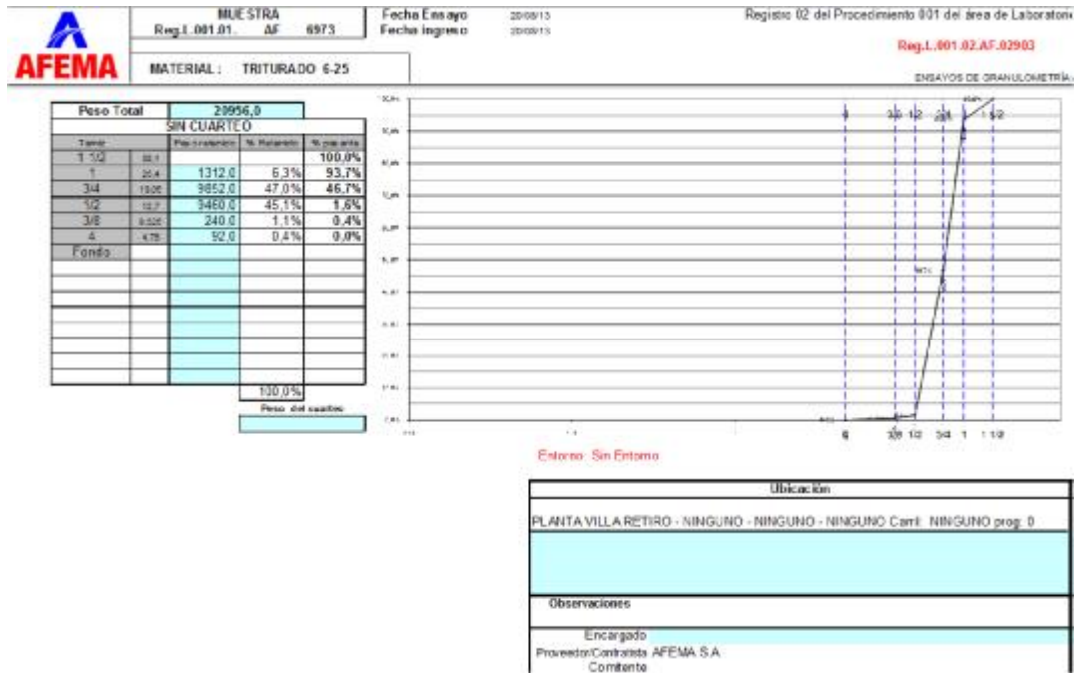
- Deberá provenir de la trituración de rocas sanas y limpias.
- Deberá cumplir con los ensayos VN – E – 66 – 82 y VN – E – 67 – 75, los cuales son "análisis del tipo y calidad de la roca de los agregados gruesos" y "análisis del tipo y calidad de la roca de los agregados gruesos exigencias"
- Deberá presentar un desgaste Los Ángeles menor de 35 % y que será efectuada sobre pastón seco, a la salida del horno de secado.
- Una Cubicidad superior a 0,5
- La Inspección podrá solicitar determinaciones de Absorción, Durabilidad, Cubicidad y Lajosidad de cada partida para verificar la calidad de la piedra triturada.
- Ser de granulometría tal que junto con los demás componentes inertes haga cumplir el entorno granulométrico de la capa.
- Entorno: La piedra triturada deberá cumplir el siguiente entorno:

Tamiz	% Porcentaje que pasa
1 1/2"	100
1"	90-100
3/4"	70-100
3/8"	10-20
Nº 4	2-4
Nº 10	0-2
Nº 200	0-1

#### ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (VN E7-65)

El ensayo de granulometría se ha explicado en el apartado [5.1.1. suelo-cal]. El resultado del ensayo se muestra en la Figura 43.

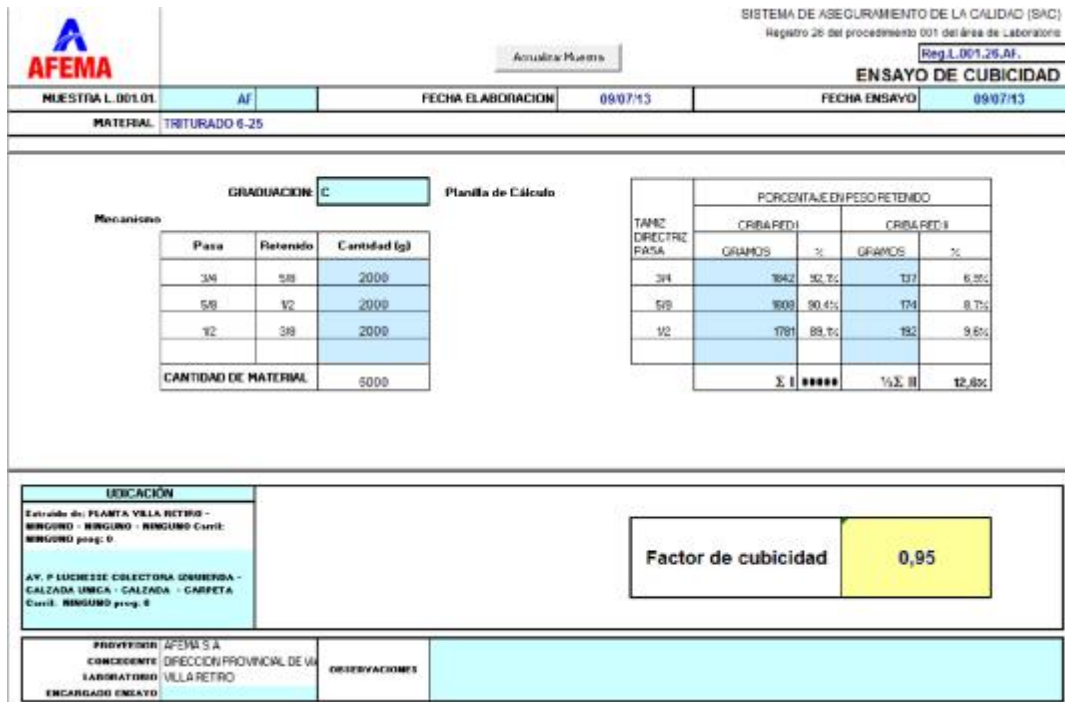
Figura 43 Ensayo de Granulometría Triturado 6-25



CUBICIDAD (VN-E16-67)

El ensayo de Cubicidad se ha explicado en el apartado [5.2.2.2. Triturado 6-19]. A continuación se muestra el resultado al ensayo en la Figura 44.

Figura 44 Ensayo de Cubicidad Triturado 6-25



LAJOSIDAD Y ELONGACIÓN (VN – E38-86)

En la Figura 45 se muestran los resultados del ensayo de Lajosidad y Elongación del Triturado 6-25. El mismo ha sido explicado en el apartado [5.2.2.2. Triturado 6-19].

Figura 45 Ensayo de Elongación Triturado 6-25

AFEMA S.A.		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)			
AF		Registro 25 del procedimiento 001 del Área de Laboratorio			
		Reg. L. 2014.01 AF 00031			
		INDICE DE ELONGACION			
MATERIAL	FECHA ELABORACION	FECHA ENSAYO			
TRITURADO 6-25	06/07/13	04/07/13			

Clase de Granulometría	Porcentaje retenido R <sub>i</sub> [ >= 0%] (2)	Peso de la muestra (p. g.) (3)	Partículas que no pasan por el tamiz (4)		IE x R <sub>i</sub> (1)(2)
			Peso (g)	Porcentaje (4)	
A	2.12" - 2"				
B	2" - 1.18"				
C	1.18" - 1"				
D	1" - 3/4"	98.8	2736	434	16.2%
E	3/4" - 1/2"	40.1	1297	337	27.2%
F	1/2" - 3/8"	13.7	408	150	47.1%
G	3/8" - 1/4"	15.1	189	138	69.8%
	Σ R <sub>i</sub>	94.8			Σ

UBICACION		INDICE DE ELONGACION = $\frac{\sum IE_i \times R_i}{\sum R_i}$ = 35.4%	
Distrito de: CANTERA 1 - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carr: NINGUNO prog: 1 Av: P UCHEROS DE COLECTOR AL ZOOBARRA - CALZADA UNICA - CALZADA - EN DE CARR: NINGUNO prog: 1			
PROVEEDOR	CANTERA EL GRAN CRIBU CONCEJERIA DPTO LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENLIVO	DESIGNACION	MATERIAL PARA INCORPORAR EN BASE GRANULAR - -

DESGASTE LOS ÁNGELES (IRAM 1532)

El ensayo de Desgaste de Los Ángeles se ha explicado en el apartado [5.2.2.2. Triturado 6-19]. El resultado del ensayo se muestra en la Figura 46.

Figura 46 15 Ensayo de Desgaste de los Ángeles Triturado 6-25

AFEMA S.A.		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)			
OBRAS MALES		Registro 26 del procedimiento 001 del Área de Laboratorio			
		Reg. L. 2014.08 AF 00006			
		DESGASTE LOS ANGELES			
MUESTRA L. 011.01	FECHA ELABORACION	FECHA ENSAYO			
AF	17/05/13	18/05/13			
MATERIAL	TRITURADO 6-25				

GRADUACION - A	CANTIDAD DE MATERIAL TOMADO	RETENIDO EN TAMIZ Nº 12	DIFERENCIA	ESFERAS					
				12	11	E	D		
	5000	3970	1030						
				1250	2500				
				1250	2500				
				1250	2500				
						2500			
						2500			
								5000	


  

UBICACION		DESGASTE	
Rubico de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carr: NINGUNO prog: 1 PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carr: NINGUNO prog: 1		20.6%	
PROVEEDOR	CANTERA COLECTOR CONCEJERIA DPTO LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENLIVO DANIEL DE LA RUBIA	DESIGNACION	MUESTRA DE ACOPO - -

PESO ESPECÍFICO DE PETREOS GRUESOS (VN - E13 – 67)

El ensayo de Peso Específico se ha explicado en el apartado [5.2.2.2. Triturado 6-19]. En la Figura 47 a continuación, se muestra el resultado al ensayo de Peso Específico.

Figura 47 Ensayo de Peso Especifico del Triturado 6-25

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 05 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.06.AF.00015					
		<b>DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN</b>					
MUESTRA L.001.01	A1	FECHA ELABORACION		4.mar.2012		FECHA ENSAYO	4.mar.2012
MATERIAL		TRITURADO 6-25					

ÁRIDO ORIBESO	Peso Seco (en estufa 110°C)	Peso Saturado sup. Seca	Peso sumergido	Densidad relativa aparente (B)	Densidad relativa aparente saturada sup. seca (B*)	Densidad relativa real (A)	Absorción (A-1) (%)
Relativo N°4	A	B	C	A/(B-C)	B/(B-C)	A/(A-C)	(B-A)/(A-C) x 100
	1587.0	1401.0	897.0	2.25	2.76	2.83	1.0%

ÁRIDO FINO	Peso de la muestra (en estufa 110°C)	Peso material con agua atrapado	Peso del material árido saturado	Peso de la muestra seca a 110°C	Densidad relativa (A)	Absorción (A-1) (%)
Planta Tarral						

<b>UBICACION</b> Estado de CANTILLA - NEGUNO - NEGUNO - NEGUNO CANT. NEGUNO prog. 2  RP A-174 CORREDA COLOR TRUJILLA - CILIZON BRICA - CALZADA - BUIS CASO - NEGUNO prog. 9-2008		PROVEEDOR CANTERA AMARCO CONCEDENTE DIRECCION PROVINCIAL DE VIAL LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO DANIEL DE LA RUBIA	OBSERVACIONES DOSAJE A PRESENTAR EXPEDIENTE 4015379/10 - -
---	--	--	---

**7.2.2.3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

De los ensayos vistos en los puntos anteriores vemos que, en cuanto a la granulometría, el material cumple con su denominación, ya que la mayoría de los tamaños de partículas se encuentran entre 6 mm y 25 mm.

Para el ensayo Desgaste Los Ángeles, en el cual se mide su resistencia mecánica, se obtuvo un valor muy aceptable de 20.6 %, siendo el valor máximo establecido por pliego de 35%. Se puede adelantar que este valor es aceptable también para las capas de concreto asfáltico que tienen mayores solicitaciones y, por lo tanto, este material también será propuesto para su utilización en la Base Negra.

En cuanto a los ensayos de forma, el pliego exige una Cubicidad mayor a 0.5, por lo cual el material en estudio la cumple ya que su valor es de 0.95; en cuanto a las exigencias para los ensayos de Lajosidad y Elongación, si bien el pliego no especifica valores, exige la realización de dichos ensayos, ya sea por el contratista o por la cantera mediante el protocolo de la misma.

**7.3. CEMENTOS**

El cemento a emplear será de tipo Cemento Portland Normal. Este se lo utilizará para la preparación de cemento elaborado para la ejecución de alcantarillas, para la construcción del pavimento rígido y para confeccionar el suelo-cemento.

El cemento que se utiliza, llega a la empresa en forma de granel, donde se lo almacena en las tolvas de las distintas plantas, ya sea la planta de hormigón elaborado o la planta de suelo-cemento. Debido a los grandes volúmenes que AFEMA produce para la obra

y además comercializa, también se ve obligada a comprar hormigón elaborado para dar abasto a las necesidades.

Los hormigones que se producen en la planta de hormigón son H30 que se lo utiliza para la construcción de pavimento rígido, proveniente de la cementera Loma Negra de la provincia de Catamarca, con una resistencia característica de 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

Por otro lado se elabora también H21 que se utiliza para las alcantarillas y hacer los sifones que se requiera. Para este hormigón se utiliza la correspondiente al Grupo Holcim.

En los ensayos de laboratorio se ha determinado que los hormigones elaborados con cemento de Loma Negra, sufren menos retracción por fragüe y obtienen mejores resistencias que las de la otra marca. Es por eso que el producto Loma Negra se utiliza para calzadas donde los requerimientos de resistencia a la compresión simple son mayores.

### **7.3.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Los hormigones elaborados que se compran aseguran el nivel de calidad requerido, el cual es garantizado por el fabricante mediante el Protocolo de Calidad.

Los análisis que nos brinda dicho protocolo son sobre las propiedades físicas, relacionados con las retracciones por fragüe y la granulometría; sobre los ensayos químicos, los cuales plantean las proporciones de los distintos Óxidos de la composición y los correspondientes a los ensayos a la compresión simple.

Dichos ensayos son los que efectúa el proveedor de manera rutinaria con lo cual asegura la calidad del mismo y va respaldado el producto. Ante inconvenientes o irregularidades observadas se pone en contacto con el proveedor.

En la página siguiente se muestra un protocolo de calidad del proveedor de Holcim. (Figura 48)

Figura 48 Protocolo de Calidad Holcim

Centro Tecnológico



Holcim (Argentina)  
Casilla de Correo 16  
X5101ACE – Malagueño  
Córdoba – Argentina  
Tel / Fax +54 351 498 1987

miguel.guzman@holcim.com  
www.holcim.com.ar  
Tel/Fax: 0800 777 6463

<b>Protocolo de ensayos físicos, químicos y mecánicos del producto:</b> Cemento Portland Compuesto CPC40 granel ("Filler Calcáreo" / Escoria)		<b>Planta de origen:</b> Malagueño, Córdoba
		<b>Norma IRAM 50000</b>
Emisor: Centro Tecnológico	Fecha de reporte: 03-03-13	Periodo de análisis 03-02-13 al 03-03-13

Análisis químicos	Unidad	Valor medio	Requisitos IRAM 50000
Tríóxido de azufre (SO <sub>3</sub> ) (IRAM 1504)	%	3,12	≤ 3,50
Perdida por calcinación (IRAM 1504)	%	4,51	≤ 14,5

Ensayos físicos	Unidad	Valor medio	Requisitos IRAM 50000
Retenido tamiz 75µ (IRAM 1621)	%	2,11	≤ 15,00
Superficie específica Blaine (IRAM 1623)	m <sup>2</sup> /kg	354	≥ 250
Expansión en autoclave (IRAM 1620)	%	0,10	≤ 0,80
Tiempo de fraguado inicial (IRAM 1619)	minutos	190	≥ 60
Contracción por secado 28 días (IRAM 1651-2)	%	-0,07	≤ 0,15

Ensayos mecánicos	Unidad	Valor medio	Coefficiente de variación (%)	Requisitos IRAM 50000
Resistencia a la compresión 2 días (IRAM 1622)	MPa	27,1	4,6	≥ 10
Resistencia a la compresión 28 días (IRAM 1622)	MPa	50,2	3,0	≥ 40 y ≤ 60

1. La información suministrada en el presente documento corresponde al promedio de los resultados de ensayos del cemento despachado en el período indicado.
2. La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al promedio de ensayos del período anterior.

Planta Malagueño tiene certificado por BVC su Sistema de Gestión de la Calidad bajo ISO 9001: 2008.

Arq. Miguel Guzmán  
Asesor Técnico  
Holcim (Argentina), Planta Malagueño

### 7.3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El protocolo de calidad asegura por parte del proveedor que el material entregado cumpla con las exigencias y los estándares requeridos. Queda para el contratista hacer los contra-ensayos correspondientes para asegurarse que el proveedor realmente provea el material.

### 7.4. CALES

La cal que se utiliza es cal hidratada de la firma San Juan, fraccionadas en bolsones a granel y despachados directamente en los tramos, distribuidos según el tenor correspondiente. Esta marca comercial ha sido usada con anterioridad por la empresa,

no habiendo tenido inconvenientes hasta el momento y el fabricante garantiza el cumplimiento de la Norma IRAM 1626, lo cual es exigido por el pliego.

El material a utilizar deberá estar libre de grumos o materias extrañas y no presentar alteraciones de su capacidad reactiva, debiendo acopiarse adecuadamente.

La Cal Hidratada contendrá un porcentaje de OCa + OMg mayor o igual al 65%. En el supuesto caso de que el porcentaje de óxido de calcio o el de la suma de óxidos aludidos sea superior al especificado, el Contratista deberá respetar el porcentaje de cal hidratada a incorporar sin derecho a exigir el pago de la diferencia en el pago del ítem. Por el contrario, cuando el porcentaje de OCa o la suma porcentual de los óxidos sea inferior a la establecida, se compensará la diferencia agregando más cal.

Para el cálculo de la cal a incorporar, se tendrá en cuenta el porcentaje de cal especificado (4%) en el proyecto en el cual se han supuesto los siguientes porcentajes:

- Suelo Seleccionado: 96 %
- Cal Hidratada: 4 %.

#### **7.4.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

La calidad de la cal, será valorada mediante el ensayo de cal útil vial (C.U.V.), según la norma correspondiente (Cal útil Vial - Anexo C). Deberá cumplir además las normas IRAM 1626 y 1508.

#### **ENSAYO CAL UTIL VIAL**

A continuación se muestra un resultado del ensayo de Cal Util Vial sobre una muestra que fue utilizada en el tramo. (Figura 49)

Figura 49 Ensayo de Cal Útil Vial



## ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAL UTIL VIAL

MATERIAL: Cal en bolsas  
MARCA: LA ALBORS

Fecha: 15/06/2013  
PK inicial: 7000  
PK final:

Normalidades de las soluciones:

N1 (Acido Clorhídrico): 1,00

Medición de la incorporación del Acido Clorhídrico:

n = ml para bajar el pH hasta 7 = 57 ml

FACTOR : 1,42

- Determinación de Cal Util Vial (como Hidróxido de Calcio):

$$CA(OH)_2 = \frac{0.037 \times n \times N1 \times 100\%}{3} = \frac{0.037 \times 057 \times 001 \times 100\%}{3} = 70,4 \%$$

### 7.4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En un comienzo se había comenzado a trabajar con un proveedor de la región, debido a los tiempos y coordinación que requiere de trabajar con proveedores de otras provincias. En los ensayos de rutina que se realizan sobre los productos, en este caso el ensayo de cal útil vial, se dio con que no cumplían con las exigencias. El porcentaje requerido de cal activa debía ser superior del 65 %.

El procedimiento que se realizó a continuación fue realizar un muestreo de los bolsones debido a la dificultad de realizar el ensayo sobre todos los bolsones que se encontraban despachados en obra, de dos equipos que esperaban ser utilizados en obra. Se detectó que los valores arrojados en el ensayo tenía una similitud en cuanto al color de la cal. Se notó que las muestras que no cumplían con el porcentaje requerido tenían un tono más oscuro.

Se informó al proveedor, el cual se justificó con la explicación de haberse confundido y haber despachado filler calcáreo en vez de Cal. Se identificaron los bolsones en función del color y se devolvieron los bolsones. Luego se retomó el proveedor original de San Juan.

### 7.5. ACEROS

El acero no es un elemento que se utiliza de manera masiva. El acero participa en la estructura de las alcantarillas para resistir los esfuerzos de tracción y como elemento de unión en las losas de pavimentos rígidos.



Los aceros son provistos por ACINDAR. A los efectos del cómputo y medición del acero utilizado en la obra, se calculara el peso teniendo en cuenta los siguientes valores:

DIAMETRO [mm]	PESO [Kg/m]
4,2	0,109
6	0,222
8	0,935
10	0,617
12	0,888
14	1,208
16	1,578
20	2,466
25	3,853

Todos los materiales que son entregados en obra son acompañados con una identificación del material, del tipo de calidad, del cliente y un sistema de códigos los cuales hacen más simple el seguimiento de los mismos. A continuación se muestra una chapa de identificación (Figura 50). Es de notar que vienen certificados mediante calidad Norma IRAM.

Figura 50 Protocolo de Calidad Acero



### **7.5.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Los aceros a utilizar en forma de barras o mallas, responderán a las normas IRAM I.A.S. correspondientes a cada uno de ellos:

**Pasadores:** Serán barras de acero de sección circular lisas, laminadas en caliente con las características especificadas en la Norma IRAM y de dimensiones indicadas en la Especificación Particular. En las juntas de dilatación uno de los extremos del pasador estará cubierto con un manguito de diámetro interior, algo mayor que el de la barra del pasador y de una longitud de 10 a 12 cm, obturado en su extremo, permitiendo al pasador una carrera mínima de 2 cm. El manguito podrá ser de cualquier material no putrescible ni perjudicial para el hormigón, y que pueda, además, resistir adecuadamente los efectos derivados de compactación y vibrado del hormigón al ser colocado.

Los pasadores se colocaran de manera tal que resulten longitudinalmente paralelos al eje y a la rasante de la calzada con la separación y altura indicada en Especificación Particular o en planos tipo.

Previo a la colocación del hormigón, una mitad del pasador será engrasada o previamente pintada de modo tal que impida la adherencia entre el hormigón y el acero con el objeto de permitir el libre movimiento horizontal de las losas contiguas, en los casos de dilatación o contracción.

**Barras de unión:** Estarán constituidas por barras de acero conformadas, laminadas en caliente. Tipo de aceros ADN-420 y ADM-420. Deben estar libres de grasa y suciedades que impidan o disminuyan su adherencia con el hormigón. Las barras de unión se colocaran con la separación y dimensiones indicadas en la Especificación Particular.

**Armaduras:** Estará constituida por barras o mallas de acero de tipo aceros ADN-420, ADM- 420 y AM- 500, que cumplan con los requisitos establecidos en las normas IRAM. La armadura distribuida se colocara en el espacio comprendido entre el medio del espesor de las losas y 5 cm por debajo de la superficie expuesta.

### **7.5.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

El protocolo de calidad asegura por parte del proveedor que el material entregado cumpla con las exigencias y los estándares requeridos. Queda para el contratista hacer los contra-ensayos correspondientes para asegurarse que el proveedor realmente provea el material.

### **7.6. CEMENTOS ASFALTICOS**

El asfalto es un material ligante de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes que pueden ser naturales u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se presenta en proporciones variables en la mayoría de los petróleos crudos. El petróleo crudo, extraído de los pozos, es separado en sus constituyentes o fracciones en una refinería. Principalmente esta separación es llevada a cabo por destilación. Después de la separación, los constituyentes son refinados más cuidadosamente o procesados en productos que cumplan requerimientos específicos. De esta manera es como el asfalto, parafina, nafta, aceites lubricantes y otros productos útiles de alta calidad se obtienen en una refinería de petróleo, dependiendo de la naturaleza del crudo que está siendo procesado.

Debido a que el asfalto es la base o el constituyente pesado del petróleo crudo, no se evapora o hierve cuando es destilado. En consecuencia, el asfalto es obtenido como residuo o producto residual.

El asfalto de petróleo para uso en pavimentos es comúnmente llamado asfalto de pavimentación o cemento asfáltico para distinguirlo del asfalto hecho para otros usos, como ser con propósitos industriales o para techados. Los cementos asfáltico que son utilizados para realizar la mezcla asfáltica son de procedencia principalmente de YPF. El cemento a utilizar es de tipo CA-30.

Esta denominación viene establecida según la clasificación de los asfaltos en función de la viscosidad, que equivale a un asfalto 50-60 clasificado por penetración. Los asfaltos adquiridos por la empresa son clasificados por viscosidad y no por penetración.

El asfalto es sometido a un único ensayo que consiste en medir su viscosidad a diferentes temperaturas y con esto, verificar su comportamiento para saber si cumple con las características del producto adquirido.

Este ensayo nos permite realizar su curva de susceptibilidad que nos indica la propensión que presenta el asfalto a variar ciertas propiedades reológicas - especialmente la viscosidad- con la temperatura y determinar cuáles son las temperaturas óptimas de compactación y mezclado. La existencia de diferentes asfaltos convencionales dados en la norma IRAM 6845 tiene que ver con las distintas temperaturas de servicio a la que va a estar sometido el asfalto durante su vida útil, es decir, en climas fríos conviene pavimentos más blandos y en climas cálidos conviene asfaltos más duros.

De acuerdo a la experiencia previa en obras anteriores, los asfaltos CA-30 han tenido un buen comportamiento. A continuación, en la Figura 51, se muestra la clasificación de los asfaltos en función de las viscosidades a las distintas temperaturas y otros parámetros característicos.

Figura 51 Clasificación de acuerdo con la viscosidad a 60°C

Característica	Unidad	Clase de asfalto										Método de ensayo
		CA-5		CA-10		CA-20		CA-30		CA-40		
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
Viscosidad a 60 °C <sup>(1)</sup>	dPa s	400	800	800	1600	1600	2400	2400	3600	3600	4800	IRAM 6836 ó IRAM 6837
Viscosidad a 135 °C <sup>(1)</sup>	mPa s	175	-	250	-	300	-	350	-	400	-	IRAM 6836 ó IRAM 6837
Índice de Penetración de Pfeiffer <sup>(2)</sup>	-	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	-1,5	+0,5	5.1
Ensayo de Oliensis	-	Negativo										IRAM 6594
Solubilidad en tricloroetileno	g/100 g	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-	5.2
Punto de inflam. Cleveland vaso abierto	°C	230	-	230	-	230	-	230	-	230	-	IRAM IAP A 6555
<b>Ensayo sobre el residuo de pérdida por calentamiento – RTFOT</b>												IRAM 6839
Índice de durabilidad <sup>(3)</sup>	-	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	-	3,0	5.3
Ductilidad del residuo a 25 °C, 5 cm/min	cm	100	-	75	-	50	-	50	-	25	-	IRAM 6579

El producto viene acompañado con un protocolo de calidad, el cual certifica la calidad y establece una serie de recomendaciones.

En la página siguiente, en la Figura 52, se muestra un protocolo de calidad de Asfalto Asfasol 30 de proveedor YPF. Además de mostrar los parámetros característicos del mismo, también no da una serie de recomendaciones de temperaturas para la elaboración y compactación.

Figura 52 Protocolo de Calidad de Asfalto



YPF S.A.  
YPF Terminal La Plata

Pag 1 de 1

<b>CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD</b>
--

Denominación comercial Producto:	<b>Asfasol 30 (*)</b>	
(*) Corresponde al Tipo CA-30 de Iram 6835	N° de Lote:	<b>3F2X453</b>
Fecha de elaboración: <b>30/06/2013</b>	Fecha de Despacho:	<b>02/07/2013</b>

Ensayos	Unid.	Norma IRAM	Valor	Valores límites	
				Min.	Máx.
<b>Ensayos sobre el cemento asfáltico</b>					
Punto de ablandamiento	°C	6841	49,0	--	--
Viscosidad a 60°C (1)	dPa.sec	6837	2960	2400	3800
Índice de penetración	--	6804	-1,2	-1,5	0,5

**Rangos de temperaturas recomendadas**

Elaboración de la mezcla: **155 a 160 ° C.**

Aplicación y compactación: **145 a 150 ° C.**

Temperatura máxima de calentamiento en planta: **170 °C.** En ningún caso la llama del quemador deberá incidir directamente sobre el ligante asfáltico.

**NOTA:**

Los certificados de calibración de los equipo están disponibles en el Laboratorio  
Los resultados de los ensayos han sido obtenidos sobre una muestra representativa de la partida de referencia y deben ser considerados bajo los entornos de reproducibilidad correspondientes a la metodología de ensayo.

Certificado emitido electrónicamente y respaldado por Control de Calidad de asfaltos

La contramuestra se archivará en este Laboratorio durante 15 días corridos

**7.6.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Se verifica en todos los equipos que ingresan las viscosidades rotacionales, y que los mismos se encuentre en los intervalos de aceptación. En caso contrario dicho equipo es rechazado. El asfalto debe ser homogéneo, libre de agua, y no formar espuma cuando se lo caliente a 175 °C.

Se le hace el ensayo de Viscosidad Rotacional Brookfield, para determinar la viscosidad y determinar las temperaturas óptimas.

**ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD MEDIANTE UN VISCOSÍMETRO ROTACIONAL IRAM (6837)**

En la Figura 53, se observa un informe de un ensayo de viscosidad por medio del Viscosímetro de Brookfield. Se puede observar claramente que la viscosidad resultante cabe en el intervalo de un asfalto CA-30.

Figura 53 Ensayo de Viscosidad Brookfield

Rheocalc V3.1-1		Brookfield Engineering Labs						
Arch: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\ESCRITORIO\PROGRAMA VISCOSIDAD\REG01.6342								
Fecha: 03/06/2013		Hora: 10:51:21 a.m.		Tipo: RV		Husillo: 804-29		
Muestra: 6115								
#	Viscosidad (cP)	Veloc. (RPM)	% Par Esf. Cortante (%)	G. Velocidad (D/cm <sup>2</sup> )	G. Velocidad (1/seg)	Temperatura (°C)	Bath (°C)	Intervalo (mm:ss.t)
1	350000,00	1,00	35,0	875,00	0,25	59,8	EEEE	00:37:50,4
2	348666,67	1,50	52,3	1307,50	0,38	59,8	EEEE	00:03:10,3
3	348095,24	2,10	73,1	1827,50	0,53	59,8	EEEE	00:03:10,2
4	347600,00	2,50	86,9	2172,50	0,63	59,8	EEEE	00:03:10,3

Notas:

Se procede a realizar el ensayo a cinco diferentes temperaturas, cambiando para cada caso el spin y el volumen de asfalto. El resultado esta esquematizado en la Figura 54.

Figura 54 Ensayo de susceptibilidad térmica Asfalto CA-30

Temp de Ensayo = 60°C

Spin N°29

Velocidad	Viscosidad	Torque
rpm	Poise	%
1,00	2950	20
1,50	2920	52
2,00	2895	67
2,20	2925	73,4
<b>Promedio</b>	<b>2923</b>	

Temp de Ensayo = 145°C

Spin N°21

Velocidad	Viscosidad	Torque
rpm	Poise	%
20,00	3,3	13
30,00	3,31	19
40,00	3,31	26
50,00	3,33	33
<b>Promedio</b>	<b>3,3</b>	

Temp de Ensayo = 100°C

Spin N°29

Velocidad	Viscosidad	Torque
rpm	Poise	%
6,00	50,3	3,4
20,00	50,2	10,8
40,00	50,0	20,1
50,00	50,0	31
<b>Promedio</b>	<b>50,1</b>	

Temp de Ensayo = 155°C

Spin N°21

Velocidad	Viscosidad	Torque
rpm	Poise	%
20,00	2,12	8
30,00	2,13	13
40,00	2,13	17
50,00	2,13	20
<b>Promedio</b>	<b>2,1</b>	

Temp de Ensayo = 135°C

Spin N°21

Velocidad	Viscosidad	Torque
rpm	Poise	%
15,00	5,26	18
20,00	5,24	22
25,00	5,25	27
30,00	5,25	33
<b>Promedio</b>	<b>5,25</b>	

Temp de Ensayo = 170°C

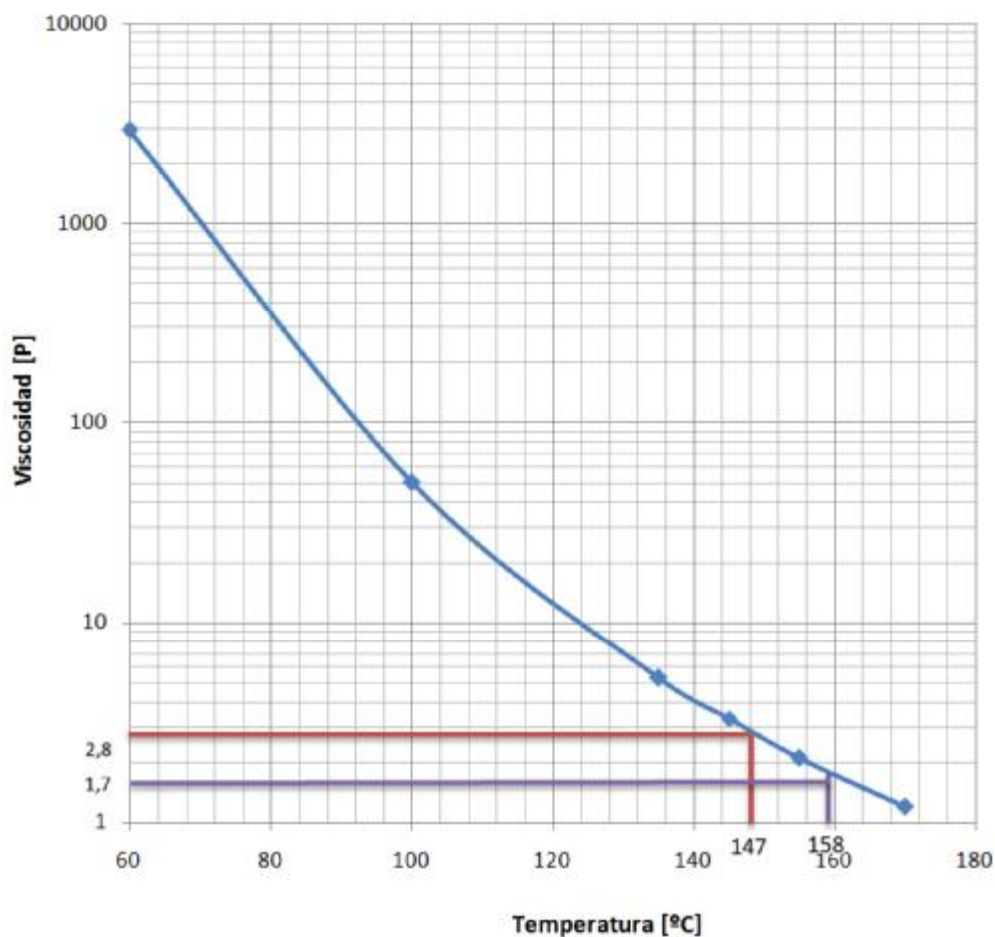
Spin N°21

Velocidad	Viscosidad	Torque
rpm	Poise	%
20,00	1,2	4,8
30,00	1,2	7,2
40,00	1,2	9,6
50,00	1,2	12,1
<b>Promedio</b>	<b>1,2</b>	

Con los resultados obtenidos de los ensayos de viscosidad a seis temperaturas diferentes 60 °C, 100 °C, 135 °C, 145 °C, 155 °C y 170 °C se grafica la curva de susceptibilidad térmica. En la Figura 55 se muestra la tabla de la susceptibilidad térmica.

Con este ensayo se puede ver la susceptibilidad térmica para observar cómo varía la viscosidad de asfalto con la temperatura y mediante el siguiente gráfico se pueden obtener las temperaturas óptimas de compactación y mezclado definidas anteriormente, en este caso la temperatura de mezclado es 158°C y la de compactación 162°C. Esto se ve reflejado en la siguiente Figura 55.

Figura 55 Gráfico de susceptibilidad térmica Asfalto CA-30



### 7.6.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Del estudio anterior, podemos decir que: el asfalto cumple con las características del producto adquirido, la temperatura óptima de mezclado se encuentra en el rango de temperaturas recomendadas, mientras que la de compactación coincide con el protocolo.

Además se realizan ensayos de punto de ablandamiento y determinación de la penetración utilizando un penetrómetro de aguja.

#### ENSAYO DE PUNTO DE ABLANDAMIENTO (IRAM 6841)

A continuación Figura 56 se muestran los resultados de un ensayo de punto de ablandamiento y determinación de la penetración utilizando un penetrómetro de aguja. El ensayo se realizó sobre un asfalto de tipo 70/100, ya que en el momento de realizar el ensayo, en la empresa no se contaba con Asfalto de tipo CA30, debido al desabastecimiento comentado en el apartado [3. Condicionantes de obra].



Figura 56 Ensayo de Punto de Ablandamiento y Penetración

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)		
		Registro 24 del procedimiento 001 del Área de Laboratorio		
		Reg...001.24.AF.00128		
VISCOSIDAD PENETRACION Y PUNTO DE ABLANDAMIENTO				
AFEMA S.A.	AF	08135	FECHA ELABORACION	FECHA ENSAYO
MATERIAL	C.A. 30			06/05/14
A. TABLA PUNTO DE ABLANDAMIENTO DE LOS PAVOS Y PENETRACION DESDE 10 ml. a 5°C. --				
TIEMPO (minutos)	TEMP	Viscosidad a 66 °C = 3260,0 Puntos: 2400 - 3600		
1	52 °C	Recuperación Torsional: 0 °C		
2	7.1 °C	Recuperación: 0 °C		
3	11.3 °C			
4	17.6 °C			
5	23.8 °C			
6	31.1 °C			
7	38.4 °C			
8	42.4 °C			
9	48.7 °C			
10	52.0 °C			
DEFINICION		PUNTO DE ABLANDAMIENTO = 52,0 °C		
Ejemplo de:		PENETRACION (100gr-5seg) = 51 ...110 mm		
MAYUS - MINUSMO - MINUSMO - MINUSMO Certe		Indice de Penetración = -0,7 ESP: CNTRC: -1,5 - 0,5		
MINUSMO prop. 8				
PROVEEDOR Y P.F. CORRIENTE DIRECCION PROVINCIAL DE V. LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO CHIRAFI DE LA RUBIA DANIEL		OBSERVACIONES		

## 7.7. AGUA

En los distintos procesos, como la ejecución del suelo-cemento, o suelo-cal, los compactados de las distintas capas granulares, o en la fabricación del hormigón se utiliza agua.

Las cantidades de agua que se utilizan son enormes, es por eso que la conexión de agua potable que brinda Aguas Cordobesas es insuficiente.

El agua que se utiliza proviene de un perforación profunda que tiene la empresa en el predio.

Dicha perforación tiene 158 m. Dicha perforación toma agua de la napa que está a la altura del Rio Suquia.

Dicha agua es de excelente calidad. Sin embargo la empresa también cuenta con conexión de agua potable, que utiliza para las instalaciones de administración y laboratorio.

### 7.7.1. CONDICIONES A CUMPLIR

El agua que se utiliza en los procesos productivos debe cumplir con las siguientes exigencias para que no se alteren las propiedades de los productos y/o procesos.

Estos ensayos tienen como objeto determinar el residuo del sólido después de evaporación e seco y el PH del agua para hormigones y suelo- cemento.

El residuo sólido y pH del agua para hormigones y suelo-cemento deberá estar Comprendido entre 5,5 y 8; el residuo, sólido a 100-110°C, determinado como se indica

en la Norma y no será mayor de 5g por litro; no contendrá materias nocivas, como ser: azúcares, sustancias húmicas y cualquier otra reconocida como tal; el contenido de sulfatos expresados como anhídrido sulfúrico, será como máximo, de 1g por litro.

### ENSAYO DE RESIDUO SÓLIDO Y PH DEL AGUA PARA HORMIGONES Y SUELO - CEMENTO (VN-E-35-89)

En la siguiente pagina, en la Figura 57, se observa el resultado del análisis químico de una muestra extraída de la perforación.

Figura 57 Ensayo de Sólidos y pH del Agua



**LABORATORIO JARSUN**  
ESPECTROFOTOMETRÍA DE PRECISIÓN

REMITENTE: DANIEL DE LA RUBIA

ORIGEN: AFEMA S.A

LUGAR Y FECHA: Córdoba, 02/07/2014

IDENTIFICACIÓN:	PERFORACIÓN Prof. 80 m	MÉTODO
NUM. DE LABORATORIO	14_051	
ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	170,85	2320 B SM Ed. 17
ALCALINIDAD DE HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	170,85	2321 B SM Ed. 17
ALCALINIDAD DE CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NO CONTIENE	2322 B SM Ed. 17
DUREZA TOTAL (mg/l)	173,40	2340 C. SM Ed.17
CONDUCTIVIDAD (microS/cm)	361,00	POTENCIOMÉTRICO
T.S.D. (mg/l)	267,87	POTENCIOMÉTRICO
pH a 25 °C	6,91	POTENCIOMÉTRICO
CALCIO Ca <sup>++</sup> (mg/l)	34,07	3500 Ca D. SM Ed.17
MAGNESIO Mg <sup>++</sup> (mg/l)	10,20	3500 Mg E. SM Ed.17
SODIO Na <sup>+</sup> (mg/l)	17,50	3500 K D SM Ed.17
POTASIO K <sup>+</sup> (mg/l)	1,85	3500 K D SM Ed.17
CARBONATOS CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NO CONTIENE	2320 B SM Ed. 17
BICARBONATOS HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	170,85	2320 B SM Ed. 17
SULFATOS SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	19,20	4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> C SM Ed.17
CLORUROS Cl <sup>-</sup> (mg/l)	14,20	4500 SM Ed.17
NITRATOS NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,740	NITROFENODISULFÓNICO
NITRITOS NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	< 0,01	4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B. SM Ed.17
ARSÉNICO As <sup>+++</sup> (mg/l)	NO DETECTABLE	3500 As <sup>3+</sup> D SM Ed.17
R.A.S	0,68	-
C.S.R.	0,25	-
COLOR	INCOLORA	ORGANOLÉPTICO
OLOR	INODORA	ORGANOLÉPTICO
ASPECTO	LÍMPIDA	ORGANOLÉPTICO

### **7.7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Se puede concluir que el agua en consideración es una agua que presenta excelentes cualidad, y es apta para el uso es todo proceso productivo.

El mismo no presenta problemas de sales y sulfatos, siendo este uno de los principales elementos perjudiciales, debido a los problemas que este conlleva

### **7.8. EMULSIONES**

Las emulsiones se utilizan para:

- Curado de Suelo-Cal - 0,90 litros por metro cuadrado de residuo asfáltico.
- Imprimación de Base Granular - 0,90 litros por metro cuadrado de residuo asfáltico.
- Riegos de Liga de Base Negra - 0,3 litros por metro cuadrado de residuo asfáltico
- Riego de Liga de Carpeta Asfáltica- 0,3 litros por metro cuadrado de residuo asfáltico.

La cantidad que en definitiva deberá regarse en cada caso se determinará en la obra de acuerdo con las necesidades técnicas. El Contratista será el único responsable por la correcta dosificación y ejecución de los riegos.

El producto EAI (emulsión de alta imprimación) consiste en una dispersión coloidal de glóbulos de agua (fase dispersa) en el ligante asfáltico (fase dispersante); a diferencia del producto EBCI que constituye una emulsión convencional donde la fase dispersa es el betún y la fase dispersante el agua. Esta emulsión cumple con las exigencias establecidas para el producto "CI" de la normativa IRAM 6691.

### **REQUISITOS**

Aspecto.

Los distintos tipos y clases de emulsiones asfálticas deben tener aspecto homogéneo. Dentro de los 30 días desde su entrega, debe obtenerse un producto uniforme por simple recirculación y no se debe observar separación de asfalto, excepto la originada por un eventual congelamiento o la película superficial que es normal en las emulsiones.

Requisitos de las emulsiones asfálticas.

El producto debe cumplir los requisitos indicados en la tabla de la figura 58, según su clase y tipo.

Figura 58 Emulsiones cationicas Requisitos de las emulsiones originales

Características	Unidad	Requisitos														Método de ensayo						
		Rotura rápida						Rotura media				Rotura lenta		Superestable			Imprimación		Rotura controlada		Reciclado en frío	
		CRR-0		CRR-1		CRR-2		CRM-1		CRM-2		CRL		CRS			CI		CRC		CRF	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Viscosidad (según IRAM 5719) a 50 °C	s	-	50	-	50	-	20	-	20	-	50	-	50	-	50	-	50	-	50	-	35	IRAM 5721
Residuo asfáltico por desulfuración (*)	g/100 g	57	-	72	-	85	-	90	-	90	-	90	-	90	-	90	-	90	-	90	-	IRAM 5719
Hidrocarburos volátiles	ml/100 ml	-	3	-	3	-	3	-	12	-	-	-	-	5	-	15	-	-	-	-	-	IRAM 5719
Contenido de agua	g/100 g	-	43	-	38	-	35	-	40	-	40	-	40	-	55	-	40	-	40	-	40	IRAM 5719
Asentamiento	g/100 g	-	5	-	5	-	5	-	10	-	5	-	5	-	15	-	5	-	5	-	10	IRAM 5719
Aspecto sobre lámina IRAM 860 µm	g/100 g	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	IRAM 5717 y 51
Resquebrajamiento y resistencia al agua (**)	-	80	-	50	-	80	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IRAM 5679
Modulo con resonancia	g/100 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	IRAM 5718
Mezcla con arena silicea y agua (**)	-	-	-	-	-	-	Debe cumplir el ensayo				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	
Mezcla de lechada estable para clima cálido (**)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
Carga de partículas	-	Negativo														IRAM 5690						

(\*) El residuo obtenido de acuerdo a la IRAM 5719 se utiliza posteriormente para realizar los ensayos descritos en la tabla 2.  
 (\*\*) En el caso que se proyecten pavimentaciones superficiales y estabilizaciones de arena se aconseja realizar estos ensayos con el agregado de óxido, en condiciones similares a las que existan en ella, en cuanto a las condiciones de mezcla y climáticas.

Requisitos del residuo asfáltico de las emulsiones asfálticas.

El residuo asfáltico obtenido al someter la emulsión al ensayo de la IRAM6719, deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla de la figura 59.

Figura 59 Emulsiones catiónicas convencionales: Requisitos del residuo de destilacion

Características	Unidad	Requisitos														Método de ensayo						
		Rotura rápida						Rotura media				Rotura lenta		Superestable			Imprimación		Rotura controlada		Reciclado en frío	
		CRR-0		CRR-1		CRR-2		CRM-1		CRM-2		CRL		CRS			CI		CRC		CRF	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Penetración del residuo (*)	0,1 mm	50	200	50	200	50	200	50	200	70	300	50	200	50	200	200	300	50	200	50	200	IRAM 6576
Ductilidad	cm	80	-	80	-	80	-	80	-	50	-	50	-	50	-	40	-	80	-	80	-	IRAM 6579
Solubilidad en 1,1,1-tricloroetano e hidrocetileno	g/100 g	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	95	-	IRAM 6585 y 5.2
Ensayo de Oleris	-	Negativo														IRAM 6594						

(\*) Las emulsiones convencionales con valores de penetración menores que los establecidos, se designan añadiéndole la letra d. Por las condiciones particulares de la obra, se puede establecer otros valores de penetración en el residuo de las emulsiones.

**7.8.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Será de aplicación para este ítem en todo lo que no se oponga en el Pliego Particular de Especificaciones y el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la DNV.

**ENSAYO DE VERIFICACIÓN UNIFORMIDAD DE RIEGO DISTRIBUIDORES MATERIAL BITUMINOSO (VN - E29 - 68)**

Este ensayo tiene por objeto verificar la uniformidad del riego bituminoso en la barra de distribución de un camión distribuidor, mediante el controlador del caudal bituminoso en toda su longitud, por grupos de dos o tres picos contiguos y comprobar la uniformidad

de riego bituminoso sobre la superficie de aplicación, por grupos de 7 a 10 picos contiguos.

### **7.8.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

La respectiva verificación de homogeneidad de los riegos se lleva a cabo en obra y no en laboratorio. Es por eso que no se tiene resultados de los mismos.

## **8. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS RESULTANTE**

### **8.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES**

Las actividades preliminares son todas aquellas actividades que son necesarias realizar antes de comenzar con la tarea de la materialización de la estructura.

#### **8.1.1. DESBOSQUE, DESTRONQUE Y LIMPIEZA**

Este trabajo comprende el desbosque, destronque, desenraizado, desarbustización, desmalezamiento y limpieza del terreno dentro de los límites de todas las superficies destinadas a la ejecución de desmontes, terraplenes, abovedamientos, cunetas, zanjas y préstamos para extracción de materiales hasta una profundidad de 0,40 m. Se efectuará también el corte de yuyos en todo el ancho de la zona de camino. Se efectuará el perfilado de los préstamos una vez utilizados para extracción de material para banquetas y otros trabajos. La capa superior de suelo vegetal será reservada para el posterior recubrimiento de taludes, banquetas y fondos de cuneta. Se retirará la señalización vertical obsoleta o en mal estado y su traslado hasta donde lo fije la Inspección y se hará el traslado de Línea de Media Tensión y otros como comprende todos los traslados de postes, tapas y cámaras de servicios (agua, luz, gas, teléfono, etc.) Comprende asimismo todas las gestiones que deban ejecutarse ante Reparticiones Públicas, Cooperativas, Entes Privados, etc. para efectuar los traslados citados.

##### **8.1.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Para este ítem rigen las prescripciones contenidas en el “Pliego de Especificaciones Técnicas Generales” de la DNV (Edición 1998), en lo referido a “Desbosque, Destronque y Limpieza” (Sección B-I), en todo aquello que no se oponga a las presentes especificaciones.

##### **8.1.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Las tareas son realizadas en obra y el encargado del tramo, como puede ser el capataz, bajo las órdenes del Director de la obra, deben controlar que los trabajos se realicen de manera correcta.

#### **8.1.2. PREPARACIÓN DE SUBRASANTE**

Se considerará como Subrasante aquella porción de superficie que servirá de asiento o fundación para el recubrimiento enripiado, sub-base, o base a construir. Esta superficie puede resultar de movimientos de suelo efectuados con anterioridad de las excavaciones necesarias para lograr la cota de rasante del proyecto, o de la apertura de caja para el ensanche del pavimento. Este trabajo consistirá en la compactación y perfilado de la Subrasante de un camino, para la construcción inmediata de un recubrimiento con suelo seleccionado, de un enripiado o de un firme.

##### **8.1.2.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

La Subrasante será conformada y perfilada de acuerdo a los perfiles indicados en los planos u ordenados por la Inspección y luego el Contratista adoptará el procedimiento constructivo que le permita lograr la densidad exigida. El mismo deberá prever que puede resultar necesario realizar la extracción de hasta los 0,30 metros superiores y

proceder luego al escarificado y re compactación de la base de asiento resultante, previo a la recolocación y compactación del material extraído. El material que en alguna parte de la Subrasante demuestre que no puede ser satisfactoriamente compactado deberá ser totalmente excavado y reemplazado por suelo apto extraído y transportado de los sitios elegidos por el Contratista y aprobado por la Inspección. Una vez terminada la preparación de la Subrasante en esa sección del camino, se la deberá conservar con la lisura y el perfil correcto, hasta que se proceda a la construcción de la capa superior. El ensayo Proctor especificado para el ítem es el correspondiente a la Norma VN. -E.5-93 - Método I. La densidad de obra, referidas porcentualmente a la máxima del ensayo descrito en el punto precedente serán las siguientes:

- Terraplén y banquetas 100 %.
- Base de asiento 97%

En las proximidades de las alcantarillas transversales, los terraplenes se deberán compactar a la densidad exigida para el resto de la obra, debiendo emplearse en esas zonas el equipo adecuado para lograr tal fin.

**ENSAYO DE CONTROL DE COMPACTACIÓN POR EL MÉTODO DE LA ARENA (VN-E8-66) figura 60.**

Figura 60 Resultado del Ensayo de Densidad de Base de Asiento

AFEMA S.A. Villa Retiro		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)	
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba.		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio	
		L.001.11.LD.069	
		<b>DENSIDAD</b>	
MUESTRA	L.001.01.AF.05749	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ENSAYO
MATERIAL	SUELO		
Datos Centralizados	Progrésiva: 16400 - 16525	Muestra del pozo	Datos para determinar Humedad
	Espesor de capa: 15	Peso Húmedo: 3176,0	PI + Sh: 493,0
		Peso seco: 2712,2	PI + Ss: 421,0
		% Humedad: 17,1%	Pesafiltro:
Datos de la arena	Arena total: 7000,0	Densidades	Mat. Retenido %:
	Resto de arena: 3578,0	Densidad húmeda: 1,891	%:
	Cono: 1146,0	Densidad seca: 1,615	Peso Específico:
	Diferencia: 2276,0	Densidad seca corregida:	Volumen retenido:
	Peso Específico: 1,355	Proctor	
	Volumen Pozo: 1679,7	Proctor: 1,614	Proctor corregido:
UBICACIÓN		Resultados	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA		Porcentaje de Densidad exigida	
CALZADA UNICA		Porcentaje de Densidad obtenida: <b>98,2%</b>	
CALZADA			
SUBRASANTE			
NINGUNO			
PROVISORIO	CARLO	LABORATORIO	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
COMITENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD	ENCARGADO ENSAYO	CONSTRUCCIONES
LABORATORIO	VILLA RETIRO		
ENCARGADO ENSAYO			

En el siguiente gráfico, Figura 61, se muestra el resultado de una serie de Ensayos de Densidad de la base de asiento del paquete estructural. En este caso hablar de base de asiento es similar a hablar de Subrasante, ya que en el caso de esta obra no se tiene un terraplén.

Figura 61 Resultado [Globales] de Ensayo de Densidad Base de Asiento

AFEMA S.A. Villa Retiro		Otra Tramo		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																		
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Expediente		CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD																		
Ubicación	Fecha	Espesor	Densidad			Arenas (bl)	Residuo de arena	Ceno	Diferencia	Peso esp arena	Volumen poco	Peso húmedo	Peso húmedo	Peso específico	Volumen	Residual en	Densidad	Densidad	Proceder	Densidad	Densidad	
			húmedo	seco	% de humedad																	húmedo
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TRUJILLA - CALZADA - SUBSISTANTE Cant. IZQUIERDO prog. 17000 Reg.06228	2205	21,0	2566	2623	14,3%	7000	3528	1144	2295	1,355	1654						1,770	1,540	1,550		99,9%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TRUJILLA - CALZADA - SUBSISTANTE Cant. IZQUIERDO prog. 17000-17100 Reg.06232	2205	20,0	1791	1888	12,8%	7000	4521	1144	1303	1,355	964						1,621	1,614	1,623		99,4%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TRUJILLA - CALZADA - SUBSISTANTE Cant. DERECHO prog. 15000-17000 Reg.06234	2205	20,0	2398	2623	14,3%	7000	3539	1144	2295	1,355	694						1,770	1,549	1,557		96,3%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TRUJILLA - CALZADA - SUBSISTANTE Cant. DERECHO prog. 17000-17400 Reg.06314	2205	20,0	3122	2602	16,4%	7000	3796	1144	2000	1,205	1041						2,006	1,741	1,742		96,3%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TRUJILLA - CALZADA - SUBSISTANTE Cant. IZQUIERDO prog. 17000-17500 Reg.06316	2205	20,0	3150	2600	17,1%	7000	3604	1144	2126	1,255	1001						1,981	1,931	1,932		96,4%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TRUJILLA - CALZADA - SUBSISTANTE Cant. IZQUIERDO prog. 17500 Reg.06338	2105	15,0	2195	2142	16,5%	6000	2704	1144	2110	1,255	1097						2,052	1,791	1,771		95,4%	

**8.1.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Se puede observar que los resultados de los Ensayos de Densidad son satisfactorios para el nivel de compactación exigido por pliego. El valor exigido por pliego es de 97 % y los resultados de la Figura 61 muestran que los valores promedian el 99%. Esto es lógico, ya que si o si debe ser cumplido. En el caso de que una cancha no cumpla con la compactación exigida, se procede a re compactarla hasta que cumpla con el grado de compactación.

**8.1.3. FRESADO DE PAVIMENTO EXISTENTE:**

El presente ítem comprende todos los trabajos necesarios para efectuar el fresado del pavimento asfáltico existente en base a un plan de fresado, las áreas y la profundidad del mismo. A los fines del proyecto se supuso el fresado de un espesor del 0,07 m. El equipo requerido para la remoción de las capas asfálticas y/o granulares consistirá en una máquina fresadora autopropulsada, con potencia propia, tracción y estabilidad suficiente para mantener con exactitud el espesor de corte y pendiente transversal previstos. Deberá disponer de dispositivos que permitan establecer con exactitud y automáticamente el espesor de corte a ambos extremos de la máquina con la tolerancia indicada, tomando referencia del pavimento existente por medio de un sistema de patines o zapatos o bien mediante controles de índole independiente, permitiéndole así obtener una correcta lisura longitudinal y pendiente transversal.

**8.1.3.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

El Contratista deberá contar por lo menos con un equipo de fresado en frío, cuya potencia y capacidad productiva aseguren la ejecución de los trabajos dentro de las exigencias del cronograma previsto. Asimismo deberá contar, desde el inicio de las actividades, con la cantidad de elementos que el equipo requiera para su manejo y continuo funcionamiento, tal como lo son los elementos de corte de la fresadora. La remoción del pavimento bituminoso deberá ejecutarse a la temperatura ambiente, por la acción del fresado con equipo ambulo-operante, debiendo reducirse el número de pasadas del mismo tanto como resulte factible, a fin de minimizar las perturbaciones que se ocasiona a los usuarios de la calzada afectada. Rige para la ejecución de la tarea



lo establecido en la Sección D-XII del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales Año 1998 de la Dirección Nacional de Vialidad.

### **8.1.3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Los trabajos en obra son controlados por los capataces y supervisados por los Directores Técnicos. Ambos son responsables que las tareas se realicen de acuerdo con lo establecido. En caso de que el trabajo deba ser modificado debido a la no concordancia entre lo establecido previamente y lo encontrado en la obra, este deberá contar con la aprobación de la Inspección.

## **8.2. SUBBASE**

Las Subbase son los elementos inferiores del paquete estructural. Las mismas asientan sobre las base de asiento y sustentan a la base que se proyecta por encima. Esta se efectuará solo en el pavimento flexible, y además será mejorada con cal. Este trabajo consiste en el suministro, extensión, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material aprobado, detallado en el apartado [5. Materiales], el cual formara parte de la estructura del pavimento; de acuerdo con lo indicado en los documentos de proyecto, ajustándose a las cotas y alineamientos horizontales y verticales y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas.

### **8.2.1. CONSTRUCCIÓN DE SUBBASE SUELO – CAL:**

El Proyecto contempla la construcción de una sub base de suelo-cal en los sectores que sea necesario el saneamiento de la capa de Subrasante y en la zona de sobrecancho de curvas horizontales como Sub-base Suelo-cal de la estructura proyectada, para llevar el ancho de coronamiento a 8,10 m., de acuerdo a los perfiles tipo, planos y órdenes de la Inspección. El objetivo del agregado de cal, para este caso, es la de darle impermeabilidad y, mejorar las características de estabilidad y resistencia a la capa. Los materiales componentes de ésta, son suelo seleccionado y cal hidratada, que ya fueron estudiados en el punto [5.1.1. y 5.4]. Aquí veremos las condiciones que deben cumplir los ensayos de laboratorio necesarios para el control de calidad de la capa. Para el cálculo de la cal a incorporar, se tendrá en cuenta el porcentaje de cal especificado, la sección transversal del proyecto y la densidad de la mezcla exigida en el tramo. A los fines del proyecto se han supuesto los siguientes porcentajes:

- Suelo Seleccionado: 96 %
- Cal Hidratada: 4 %

En este trabajo se distribuye la cal útil vial, a lo largo de la cancha en la cual se está trabajando. Se reparten a cierta distancia, para que una vez distribuidas a lo ancho de la calzada y mezcladas con el suelo, cumpla con la dosificación propuesta. Se deberá ejecutar un espesor tal que una vez perfilado se obtenga el espesor proyectado. Una vez compactado cada tramo se efectuará un perfilado y eliminación del material sobrante y un riego de agua para luego efectuar un curado con Emulsión Catiónica de Curado Rápido.

#### **8.2.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR**

Para esta capa no se especifican valores de resistencia, solamente se especifica el porcentaje de cal a agregar, que es del 4% y que la cal tenga un porcentaje de Cal Útil Vial del 65%.

La mezcla suelo-cal deberá ser compactada al 98% de la densidad referida al ensayo Proctor. El valor de densidad deberá basarse en la curva Proctor de una muestra representativa de la mezcla de suelo-cal. La cal Hidratada a utilizar deberá contener un

porcentaje de OCa + OMg mayor o igual al 65% y deberá cumplir con las normas IRAM 1626 o 1508 según su tipo. El material a utilizar deberá estar libre de grumos o materias extrañas y no presentar alteraciones de su capacidad reactiva, debiendo acopiarse adecuadamente. La distribución de cal se realizará de manera uniformemente sobre la capa de material suelto. Esta distribución podrá ser mediante rastrillos adecuados a tal fin; distribuidores mecánicos independientes adosados al equipo mezclador, debiendo ser todo equipo aprobado previamente por la Inspección de obra. La uniformidad se verificará con el ensayo de VN. E-34 - 65 y Ensayo de Homogeneidad de mezclado, por control colorimétrico con una solución al 2% de fenoltaleína disuelta en alcohol puro de 95° "Baume". No menos del 90% de la superficie analizada deberá estar homogéneamente coloreada. Todo material removido no podrá ser reincorporado a la capa, la cual no deberá presentar planos de compactación.

**ENSAYO DE HOMOGENEIDAD PARA LA MEZCLA DE LOS TIPOS SUELO - CAL Y DE SUELO - CEMENTO (VN - E34 - 65)**

En el siguiente resultado se pueden observar un ensayo de Densidad mediante el cono de arena, sobre un análisis de una capa de Subbase. Dicho ensayo se explicó en el apartado [6.1.2. Preparación de la Subrasante]. En la figura 62 se muestran los valores que se deben ingresar en la planilla de cálculo y los resultados que arroja la misma.

Figura 62 Resultado de Ensayo de Densidad Suelo - Cal

<b>AFEMA S.A. Villa Retiro</b> Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del Área de Laboratorio L.001.11.LD.000																					
		<b>DENSIDAD</b>																					
MUESTRA	L.001.01.AF.07081	FECHA ELABORACION	FECHA ENSAYO: 31/08/2013																				
MATERIAL	Suelo Cal																						
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Datos Generales</td> <td>Progresiva:</td> <td>475-650</td> </tr> <tr> <td>Espesor de capa</td> <td>20</td> </tr> </table>		Datos Generales	Progresiva:	475-650	Espesor de capa	20	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Material del pozo</td> <td>Peso Húmedo</td> <td>2510,0</td> </tr> <tr> <td>Peso seco</td> <td>2105,7</td> </tr> <tr> <td>% Humedad</td> <td>15,9%</td> </tr> </table>		Material del pozo	Peso Húmedo	2510,0	Peso seco	2105,7	% Humedad	15,9%								
Datos Generales	Progresiva:		475-650																				
	Espesor de capa	20																					
Material del pozo	Peso Húmedo	2510,0																					
	Peso seco	2105,7																					
	% Humedad	15,9%																					
<table border="1"> <tr> <td rowspan="6">Datos de la arena</td> <td>Arena total</td> <td>7000,0</td> </tr> <tr> <td>Resto de arena</td> <td>4170,0</td> </tr> <tr> <td>Cono</td> <td>1146,0</td> </tr> <tr> <td>Diferencia</td> <td>1054,0</td> </tr> <tr> <td>Peso Especifico</td> <td>1,355</td> </tr> <tr> <td>Volumen Pozo</td> <td>1242,8</td> </tr> </table>		Datos de la arena	Arena total	7000,0	Resto de arena	4170,0	Cono	1146,0	Diferencia	1054,0	Peso Especifico	1,355	Volumen Pozo	1242,8	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Densidades</td> <td>Densidad húmeda</td> <td>2,020</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca</td> <td>1,743</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca corregida</td> <td></td> </tr> </table>		Densidades	Densidad húmeda	2,020	Densidad seca	1,743	Densidad seca corregida	
Datos de la arena	Arena total		7000,0																				
	Resto de arena		4170,0																				
	Cono		1146,0																				
	Diferencia		1054,0																				
	Peso Especifico		1,355																				
	Volumen Pozo	1242,8																					
Densidades	Densidad húmeda	2,020																					
	Densidad seca	1,743																					
	Densidad seca corregida																						
		<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">Datos para determinar Humedad</td> <td>Pf + Sh</td> <td>1000,0</td> </tr> <tr> <td>Pf + Ss</td> <td>862,8</td> </tr> <tr> <td>Pesafiltro</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mat. Retenido %"</td> <td></td> </tr> </table>		Datos para determinar Humedad	Pf + Sh	1000,0	Pf + Ss	862,8	Pesafiltro		Mat. Retenido %"												
Datos para determinar Humedad	Pf + Sh	1000,0																					
	Pf + Ss	862,8																					
	Pesafiltro																						
	Mat. Retenido %"																						
		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Proctor</td> <td>Proctor</td> <td>1,772</td> </tr> <tr> <td>Proctor corregido</td> <td></td> </tr> </table>		Proctor	Proctor	1,772	Proctor corregido																
Proctor	Proctor	1,772																					
	Proctor corregido																						
<table border="1"> <tr> <td colspan="2"><b>UBICACION</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CALZADA UNICA CALZADA SUB-BASE CENTRAL</td> </tr> </table>		<b>UBICACION</b>		R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA		CALZADA UNICA CALZADA SUB-BASE CENTRAL		<table border="1"> <tr> <td colspan="2"><b>Resultados</b></td> </tr> <tr> <td>Porcentaje de Densidad exigida</td> <td>98%</td> </tr> <tr> <td>Porcentaje de Densidad obtenida</td> <td>98,3%</td> </tr> </table>		<b>Resultados</b>		Porcentaje de Densidad exigida	98%	Porcentaje de Densidad obtenida	98,3%								
<b>UBICACION</b>																							
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA																							
CALZADA UNICA CALZADA SUB-BASE CENTRAL																							
<b>Resultados</b>																							
Porcentaje de Densidad exigida	98%																						
Porcentaje de Densidad obtenida	98,3%																						
PROVEEDOR	AFEMA S.A. y CIA U.T.E.	COMITENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD																				
LABORATORIO	VILLA RETIRO	DESGARDO/ENSAYO																					

En la siguiente Figura 63 se muestran los resultados globales de los ensayos realizados sobre las Subbase Suelo-Cal entre las progresivas 5+500 y 6+200.



de espesor tal, que luego de compactada y perfilada tenga el espesor indicado. Esta correcta distribución se basa en la experiencia y el grado de esponjamiento y grado de compactación del material.

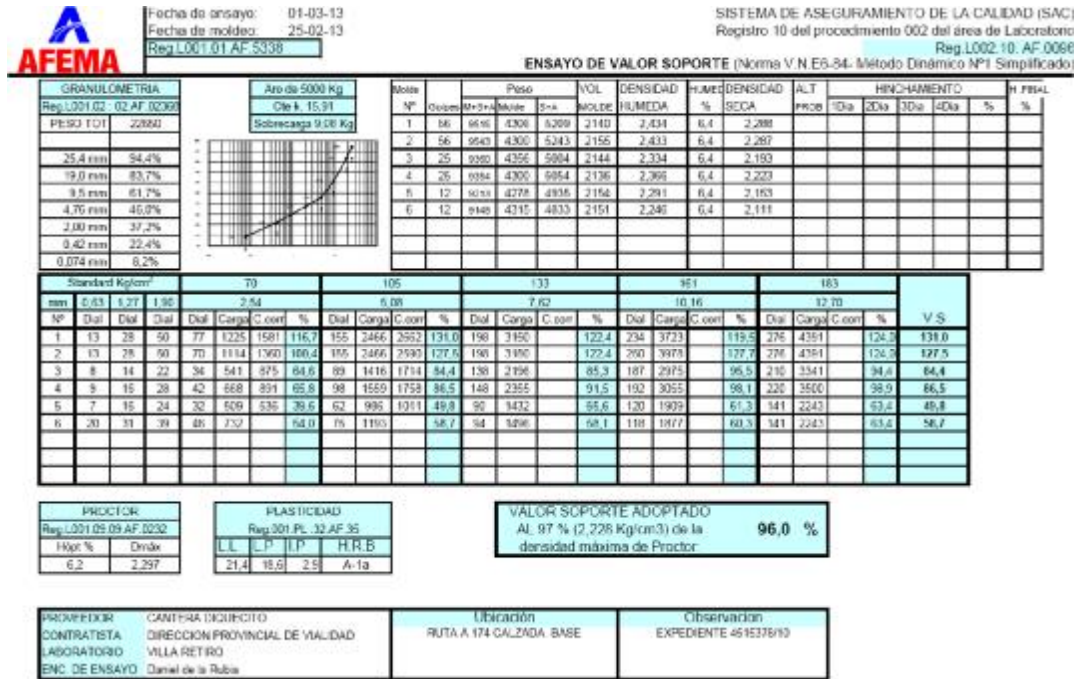
**8.3.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR:**

El material destinado a la formación de la base o sub-base deberá responder a las condiciones de granulometría, plasticidad, valor soporte y contenido de sales que se indican en la especificación particular. El ensayo de valor soporte se efectuara como se establece en la Norma de Ensayo VN-E-6- 84 “Valor Soporte e Hinchamiento de Suelos Método Dinámico Simplificado No 1”. La fórmula de la mezcla será tal que el Valor Soporte 80% se deberá alcanzar con una densidad menor o igual al 97% de la densidad máxima, correspondiente a 56 golpes por capa. Según el pliego la compactación de la capa reciclada se hará hasta lograr una densidad mayor o igual al 100% del ensayo Proctor AASHTO T-180. Además deberá cumplir con el CBR 80 al 97 % de la densidad máxima de Proctor. Inmediatamente después de concluido el proceso constructivo y, previa ejecución de los controles topográficos, lisura y densidad, se realizara la Imprimación. A continuación se muestra el detalle de la mezcla (figura 64), del Ensayo Proctor, junto con el ensayo de Valor Soporte e hinchamiento (figura 65), y se define la densidad máxima de Proctor.

Figura 64 Dosificación Base Granular [CBR]

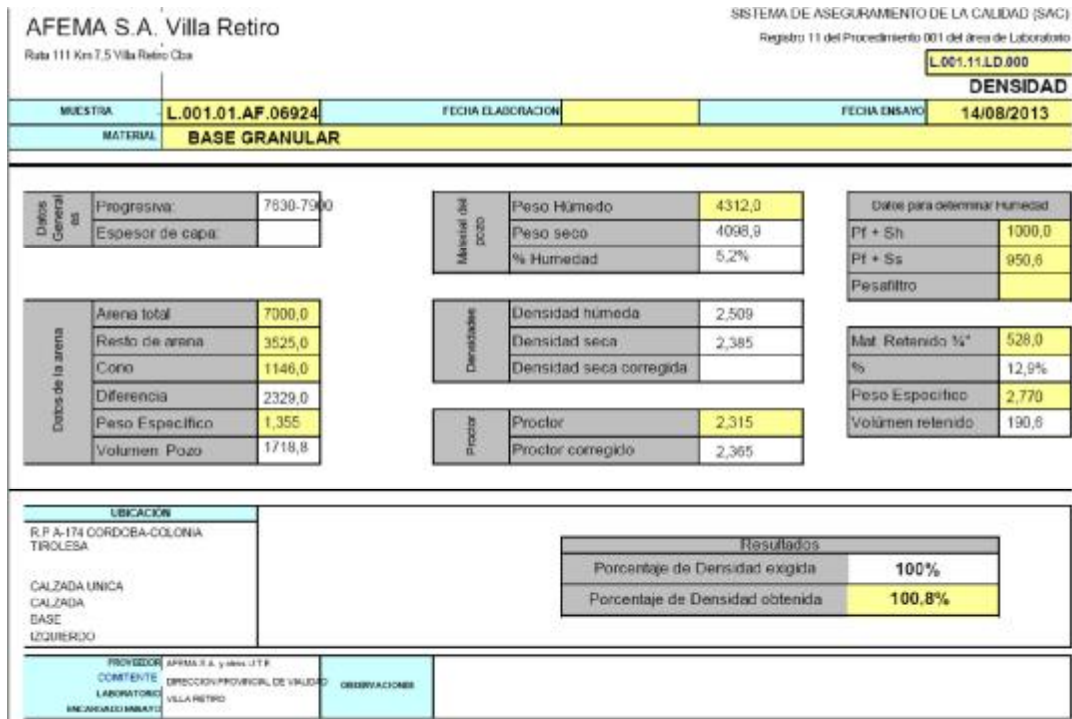


Figura 65 ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE BASE GRANULAR



En la Figura 66 se muestra el resultado de un ensayo de Densidad mediante el Cono de Arena de una capa de base granular.

Figura 66 Resultado del Ensayo de Densidad de Base Granular



En la Figura 67 se muestran los resultados globales de una serie de ensayos tomados entre las progresivas 13+250 y 14+600.

Figura 67 Resultado [Globales] de Densidad de Base Granular

AFEMA S.A. Villa Retiro		Otra Tramo		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																			
Ruta 111 Km 7.5 Villa Retiro Cba		Expediente		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD																DENSIDAD (metodo de la arena)			
Ubicación	Fecha	Espesor	suelo húmedo		suelo seco	% de humedad	Aforo total	Peblo de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen poco	Peso húmedo Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el poco	Peso Especifico S <sub>200</sub>	Volumen Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca	Densidad seca corrigida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Criterial	
			mas	men																			
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril IZQUIERDO prog. 1030-1030 Reg.05180	13/05	21,0	5614	5347	5,0%	7000	2583	1145	3171	1,355	2343	608	11,4%	2,25	266	2,339	2,265			2,290	2,250	99,6%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril IZQUIERDO prog. 1410D-1430 Reg.05180	14/05	21,0	8302	8190	3,4%	7000	1107	1140	4747	1,355	3583	1072	20,6%	2,71	604	2,305	2,317	2,222	2,310			96,2%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril DERECHO prog. 1410D-1430 Reg.05180	15/05	20,0	2600	2392	8,8%	7000	4478	1190	1376	1,355	1915	83	3,8%	2,71	30	2,452	2,386			2,316	2,328	101,2%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril IZQUIERDO prog. 1380D-1450 Reg.05180	15/05	20,0	4987	4155	4,5%	7000	3412	1145	2442	1,355	1802	511	12,2%	2,71	164	2,434	2,309			2,315	2,362	58,6%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril DERECHO prog. 1400 Reg.05181	15/05	21,0	4275	4075	4,6%	7000	3530	1145	2324	1,355	1715	401	9,8%	2,71	145	2,483	2,376			2,315	2,363	101,0%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril IZQUIERDO prog. 1370 Reg.05200	15/05	20,0	4023	4225	4,1%	7000	3390	1110	2020	1,355	1814	408	4,9%	2,71	75	2,467	2,362			2,310	2,357	102,0%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril CENTRAL prog. 1310-1400 Reg.05215	20/05	21,0	6000	4347	5,4%	7000	3145	1145	2705	1,355	1866	490	12,4%	2,71	170	2,500	2,370			2,315	2,325	100,5%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril DERECHO prog. 1330D-1347 Reg.05215	23/05	20,0	4711	4520	4,6%	6000	2268	1145	2696	1,355	1916	371	8,2%	2,71	134	2,459	2,363			2,315	2,347	100,3%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril CENTRAL prog. 1320D-1350 Reg.05215	31/05	20,0	6420	6122	4,7%	7000	2200	1145	3674	1,355	2036	350	5,7%	2,71	126	2,404	2,320			2,320	2,342	99,3%	
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESIA - CALZADA - BASE Caril DERECHO prog. 1320D-1350 Reg.05220	31/05	20,0	4200	4102	4,7%	7000	2910	1145	3674	1,355	2036	350	5,7%	2,71	126	2,404	2,320			2,330	2,310	99,2%	

**8.3.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Como se puede observar, las densidades exigidas, no se cumplen del completo. En la Figura 45 se puede observar que no todas las densidades allí mostradas, superan el 100 % del grado de compactación exigido. El pliego especifica que se debe cumplir con la compactación de la capa granular hasta lograr una densidad mayor o igual al 100% del ensayo Proctor AASHTO T-180. La densidad así exigida sería de 2.876 para el 100% de densidad. En dicho caso el valor soporte equivalente para dicho estado es un CBR (Valor soporte) de 129%. Por otro lado el ensayo establece que el valor soporte adoptado de comparación para el 97 % de la densidad máxima es de 96 %. Este valor es altamente superior al 80% que establece el pliego para el 97% de densidad máxima. Entonces si el pliego especifica un CBR del 80% para una base granular, cualquier grado de densidad máxima superior al 94,3% es aceptable. Para poder aprobar una cancha que no cumpla exactamente con la densidad máxima del 100% respecto del Proctor, pero si cumpla con un grado de CBR 80%, se debe conversar con la Inspección y llegar a un consenso, ya que los valores de densidad obtenido, que son los que se controlan en obra mediante el cono de arena, no están tan alejado del 100%.

**8.3.2. BASE GRANULAR CEMENTADA**

En este ítem están comprendidos todos los trabajos necesarios para la ejecución de una Base Cementada anti bombeo para los badenes y pavimento de hormigón, según cómputo métrico, según perfil tipo y planos del proyecto, y la provisión de todos los materiales (carga, transporte, descarga, acopio adecuado, etc.) Como dato ilustrativo se

detallan a continuación características de la mezcla propuesta a los fines del proyecto, analizadas cada una de las partes intervinientes en los apartados [5.1.2. y 5.3.]: Arena

Silíceo Gruesa 78 % Suelo Seleccionado 16 % Cemento Pórtland 6 % Se propone una capa de 0,15 m de espesor y 7,30 metros de ancho. El método constructivo comprende el desarrollo de las siguientes etapas: La superficie de la Subrasante deberá contar con la aprobación de la Inspección previa a la ejecución de la Base Cementada. A los efectos de posibilitar una correcta ejecución de la Base Cementada la misma será ejecutada en una sola capa. Se deben realizar los trabajos de la compactación en un tiempo no mayor de cuatro (4) horas a partir de haber agregado el cemento Pórtland a la mezcla. Luego se efectuará el quitado del material en exceso mediante moto niveladora y otro equipo adecuado aprobado por la Inspección. Se cuidará que el material removido no vuelva a incorporarse a la capa ni se utilice para reponer espesores. La superficie debe quedar totalmente libre de él, para lo cual se efectuarán los barridos y operaciones que fuese necesario para su total eliminación. El perfilado se concluirá con pasadas de rodillo neumático liviano o el autorizado por la Inspección, efectuando los riegos de agua que fuera necesario para lograr una correcta terminación. Concluida la operación anterior se procederá de inmediato a curar la capa mediante el riego de curado de curado rápido. A los fines del proyecto se ha supuesto un riego de un 0,9 litro por metro cuadrado, explicado en el apartado [5.8.], pero la Inspección en obra determinará la cantidad correcta a regar, de acuerdo a las necesidades técnicas de la obra. El curado debe efectuarse sobre superficie húmeda pero cuidando que no quede agua libre, para lo cual se efectuarán los riegos necesarios a los efectos de obtener esas condiciones de humedad superficial. Las Juntas de construcción se efectuarán cortando los bordes de la capa construida en forma preferentemente vertical de tal manera que no haya ningún tipo de superposición entre ésta y la que se deba construir y además se cuidará de que dichas juntas sigan siempre la línea recta. No se permitirá el tránsito general ni de obra por encima de los tramos concluidos de la Capa. Solamente se admitirá, como excepción la circulación del equipo vial, en secciones cortas, que fuera estrictamente necesario para seguir los trabajos y las pasadas de rodillo neumático antes mencionadas. Dicho equipo no podrá transitar antes de los siete días de concluidas la capa, lapso que podrá ser ampliado por la Inspección, si lo considera conveniente.


### **8.3.2.1. CONDICIONES A CUMPLIR:**

Para que dicha capa sea de características deseadas los materiales deben cumplir con los parámetros requeridos, dicho controles se explicaron en el apartado [5. Materiales]. El único detalle que dice el pliego es que se debe alcanzar una resistencia a la compresión de  $25 \text{ Kg/cm}^2 \leq R_c \leq 40 \text{ Kg/cm}^2$  a los 7 días. Además la compactación de la mezcla (Suelo-Arena-Cemento) se exigirá el 100 % de la densidad máxima del ensayo de compactación según norma V.N.E- 19-66 (Diámetro del molde: 4", Pisón: 2,5 Kg; Altura de caída: 30,5 cm.; N° de golpes por capa: 25). El Cemento Pórtland a emplear será Cemento Pórtland Normal que cumpla con el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. La determinación de las densidades de compactación en obra se efectuará mediante el método del cono de arena (Norma VNE- 8-66). El ancho será de 7,30 m y el espesor de 0,15 m. No se admitirán menores que los del perfil tipo.

### **ENSAYO DE COMPACTACION DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO Y SUELO-CAL (VN- E19-66)**

En la siguiente Figura 68, se muestra el resultado del Ensayo de Dosificación de Cemento de la Base Granular, de una muestra obtenida de un camión, con destino a obra. Se puede observar que para el 6 % de cemento se cumple con la compresión requerida.

Figura 68 Dosificación Base Granular Cementada

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 06 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.26.AF.0013													
	<b>ENSAYO A COMPRESION SIMPLE</b>													
MUESTRA L.001.01.	AF	06/85	FECHA ELABORACION	31 jul. 2013										
MATERIAL <b>SUELO-CEMENTO</b>														
PORCENTE: <span style="color: blue;">6%</span> <small>hexan</small>														
Prueba Nº	Fecha ensayo	Día	Címetro	Sección cm <sup>2</sup>	Altura cm	Densidad g/cm <sup>3</sup>	% Humedad	Lect. Del Día	Factor air	Carga Tot. Kg	Res. má	Factor Cor	Resultado Compresión	
1	31-jul	T	18.14	80.71	11.76	1.873	14	165	15.91	2869.26	1.16	0.91	36.66	33.45
2	31-jul	T	18.14	80.71	11.76	1.906	14	164	15.91	2827.44	1.16	0.91	36.27	33.35
3	31-jul	T	18.14	80.71	11.76	1.880	14	166	15.91	2869.26	1.16	0.91	36.66	33.42

DIRECCIÓN División de PLANTA	<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>COMPRESION a 7 días      33,31      Kg/Cm<sup>2</sup></b> </div>
PROVEEDOR: CANTABARDE COORDENANTE: VILLA RETIRO LABORATORIO: ENCARGADO ENLACE	OBSERVACIONES: R.P.A. 174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA - Programa 1300 puesto en obra -

El Ensayo de Densidad por el método del Cono de Arena se ha explicado en el apartado [6.1.2.]. El resultado del ensayo sobre la Base Granular Cementada se muestra en la Figura 69.



Figura 69 Ensayo de Densidad Base Granular Cementada

AFEMA S.A. Villa Retiro		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)	
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio	
		L.001.11.LD.096	
		<b>DENSIDAD</b>	
MUESTRA	L.001.01.AF.07080	FECHA ELABORACION	FECHA ENSAYO
MATERIAL	SUELO-CEMENTO		
Datos General es	Progresiva: 20200-20300	Material del pozo	Datos para determinar Humedad
	Espesor de capa: 15	Peso Húmedo: 2067,0	Pf + Sh: 1000,0
		Peso seco: 2356,1	Pf + Ss: 884,2
		% Humedad: 13,1%	Pesafiltro
Datos de la arena	Arena total: 7000,0	Densidades	Mat Retenido 1/2"
	Resido de arena: 4173,0	Densidad húmeda: 2,150	%
	Cono: 1146,0	Densidad seca: 1,901	Peso Especifico
	Diferencia: 1681,0	Densidad seca corregida	Volúmen retenido
	Peso Especifico: 1,355	Proctor	
	Volúmen Pozo: 1240,8	Proctor corregido	
UBICACION		Resultados	
R.P A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA		Porcentaje de Densidad exigida: 100%	
CALZADA UNICA CALZADA BASE IZQUIERDO		Porcentaje de Densidad obtenida: 100,1%	
PROVEEDOR	AFEMA S.A y otra U.T.E.	OBSERVACIONES	
COMITENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD		
LABORATORIO	VILLA RETIRO		
ENCARGADO ENSAYO			


Además también se muestran los resultados globales de densidades en un tramo del la Ruta A-174. En la Figura 70 se puede apreciar el resultado.

Figura 70 Resultados [Globales] de Ensayo Densidad Base Granular Cementada

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra Tramo Expediente		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio															
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		CONCEDENTE		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD															
Ubicacion		Fecha	Espesor	DENSIDAD (metodo de la arena)															
				Peso Húmedo	Peso seco														
				% de Humedad	Arena total														
					Resido de arena														
					Cono														
					Diferencia														
					Peso esp arena														
					Volúmen pozo														
					Peso húmedo Reten. 3/4														
					% ret. 3/4 en el pozo														
					Peso Especifico S&S														
					Volúmen Retenido en 3/4														
					Densidad húmeda														
					Densidad seca														
					Densidad seca corregida														
					Proctor														
					Proctor corregido														
					% Densidad Obtenida														
R.P A-174 CORDOBA-COLONIA TR0115A - CALZADA - BASE Cent DERECHO exp. 17150 Reg 66335	30/05	25,0	3068	2790	11,2%	7000	3301	1146	1953	1,355	1481					2,142	1,915	1,898	100,9%
R.P A-174 CORDOBA-COLONIA TR0115A - CALZADA - BASE Cent DERECHO exp. 17450 Reg 66337	31/05	25,0	3520	2500	10,7%	7000	5722	1146	2134	1,365	1575					2,108	1,904	1,898	100,3%
R.P A-174 CORDOBA-COLONIA TR0115A - CALZADA - BASE Cent DERECHO exp. 17520 Reg 66340	01/06	25,0	3705	2000	12,7%	7000	3400	1146	2404	1,300	1774					2,116	1,780	1,890	99,2%
R.P A-174 CORDOBA-COLONIA TR0115A - CALZADA - BASE Cent DERECHO exp. 17530 Reg 66339	07/06	15,0	2700	2500	10,7%	7000	4000	1146	1790	1,300	1300					2,088	1,780	1,900	99,2%
R.P A-174 CORDOBA-COLONIA TR0115A - CALZADA - BASE Cent DERECHO exp. 17550 Reg 66342	07/06	15,0	2161	2191	10,7%	7000	1088	1146	1788	1,365	1300					2,052	1,890	1,901	99,2%

Se han tomado testigos calados en obra para verificar la resistencia final. En la Figura 71, se muestra el resultado de un ensayo de compresión simple.

Figura 71 Resultado del Ensayo de Compresión simple de Testigos Base Granular Cementada

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD CONTROL DE CALIDAD																	
DESTINO: Rehabilitacion Ruta Provincial A-174																	
ENSAYO DE COMPACTACION DE MEZCLAS DE SUELO CEMENTO      NORMA DE ENSAYO V.N.E 19-86																	
TESTIGOS CALADOS DE (CAMINO)					ENSAYO A LA COMPRESION SIMPLE								EXIGENCIA PLEGO				
Muestra N°	Progresivas	Lado	Edad	Prob. N°	Fecha de Ejecucion	Fecha de Rotura	Espesor De La Capa Cm	Espesor De Rotura	Diámetro Del Testigo	Relacion Altura Diámetro	Lectura Dial	Factor Del Aro	Carga Kgts	Seccion Probeta	Resist. Kg	Factor De Correccion	RESISTENCIA CORREGIDA Kg/cm <sup>2</sup>
1	28,320	I.C	10	1	03/09/13	13/09/13	20,2	32,71	9,84	1,33	165	15,910	3625,15	76,67	34,24	0,903	33,5
OBSERVACIONES: PLANILLA MODELO TESTIGOS SUELO CEMENTO CALADOS																	

### 8.3.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Si bien no en todos los casos se logra la compactación exigida por pliego, que es del 100% de densidad máxima, los valores están muy cerca. El fin del grado de compactación exigido para la capa es para que la misma no sea una capa de material suelto, sino que tenga un cierto grado de compactación, el cual será necesario para obtener la resistencia a la compresión. El factor limitante es la resistencia, que este sí se cumple. Este dependerá del grado de compactación y el tenor de cemento. Si el material no fuera correctamente compactado, la compresión nunca se obtendría, por más tener de cemento que dicha mezcla presente.

Podemos decir, que los valores obtenidos son satisfactorios, obteniendo una resistencia a la compresión simple de 33,31 kg/cm<sup>2</sup>, que está dentro del rango de aceptación. Además el resultado del testigo también arroja un valor positivo de 30,9 kg/cm<sup>2</sup>.

### 8.3.3. BASE NEGRA ASFALTICA

Este ítem comprende la ejecución de una base negra asfáltica en caliente para realizar lo indicado en los perfiles tipo del proyecto. La Base Negra proyectada deberá cumplir las especificaciones ya antes mencionados en el apartado [5.1. Materiales]. Los materiales a emplear son:

- Piedra Triturada (6-25 mm)
- Arena de Trituración (0-6 mm)
- Arena Silíceo
- Cemento Asfáltico

#### 8.3.3.1. CONDICIONES A CUMPLIR:

- Los límites granulométricos dentro de los cuales deberá encuadrarse la mezcla de los agregados minerales de la “fórmula de obra” serán los siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA
1 ½	100
1"	90 - 100
¾"	80 - 95
Nº 8	30 - 45
Nº 200	2 - 6

La curva correspondiente a la mezcla de los agregados deberá ser cóncava y no presentar quiebres ni inflexiones.

- La arena silíceo no deberá intervenir en proporción superior al 25 % en la mezcla total.
- La relación filler-betún deberá cumplir con:  
CCs=menor a 1 Siendo: C = Concentración en volumen del filler en el sistema "filler-betún" (considerándose filler a la fracción de la mezcla de áridos que pasa el tamiz Nº 200); Cs = Concentración crítica de filler.
- Los Valores Marshall a cumplir son los límites que se dan a continuación y que serán de cumplimiento para la mezcla asfáltica están referidos al Ensayo Marshall Norma de Ensayo (VN E-9-86) 75 golpes.
- Estabilidad mínima 600 Kg
- Fluencia 2 - 4,5 mm
- Vacíos totales 3 - 7 %
- Relación betún-vacíos 65 - 75 %
- Relación Estabilidad - Fluencia 1.800 Kg/cm - 4.000 Kg/cm
- Estabilidad Residual mayor 75 %
- Habrá que hacer el ensayo de Estabilidad Remanente de la mezcla bituminosa que deberá responder a la exigencia del ensayo establecido en la Norma (VN E-32-7).

Caso que la Estabilidad Remanente arroje valores comprendidos entre 75 y 65 % se comunicará por escrito al Contratista el resultado del ensayo, advirtiéndole que resultados por debajo de 65 % implicará el rechazo de la obra y la no certificación de los trabajos. El tramo en cuestión quedará en observación hasta la recepción definitiva a los efectos de detectar eventuales fallas en el comportamiento de la mezcla.

Se deberá controlar la "Formula de Obra" y verificar las tolerancias granulométricas y del contenido de asfalto. La "fórmula de obra" aprobada será controlada durante el proceso constructivo a los efectos de constatar si cumple con las especificaciones precedentes y con las tolerancias que se detallan a continuación:

Tolerancias granulométricas de los agregados minerales:  
Desde el tamiz de mayor abertura al 3/8" (9 mm.) inclusive +/- 5 % Desde el tamiz Nº 4 al Nº 10 inclusive : +/- 4 % Desde el tamiz Nº 40 al Nº 100 inclusive : +/- 3 % Tamiz Nº 200 : +/- 2 %

Tolerancia en el contenido de asfalto:

Tolerancia porcentual: +/- 0.20 %

Exigencia de Compactación:

La densidad a obtener en obra no deberá ser inferior a 97 % de la correspondiente al ensayo descrito en la Norma "Ensayo Marshall" (VN E-9-86).

Tolerancia en el espesor de la capa y ancho de la misma:

El espesor de la Base Negra en la generalidad de la obra será de (teórico 0,12 m) en dos capas de 0,06 m y tendrán una tolerancia en menos o en más de 0,004 m. es decir, deberá situarse entre 0,056 m y 0,064 respectivamente. No se admitirán anchos

inferiores a los proyectados. El ancho según perfil tipo es de 7,50 m la primer capa y de 7,30 la segunda.

**ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA POR EL MÉTODO MARSHALL (VN-E9-86)**

A continuación se muestra el resultado de la dosificación de la base negra para determinar el contenido de asfalto y la composición de agregados (figura 72). En primer lugar se propuso una mezcla de áridos tal que cumpla con los entornos establecidos por la Dirección Provincial de Vialidad. Luego se definió el contenido de asfalto, siguiendo el procedimiento de determinación del contenido óptimo de ligante por el Método Marshall.

Figura 72 DOSAJE BASE NEGRA

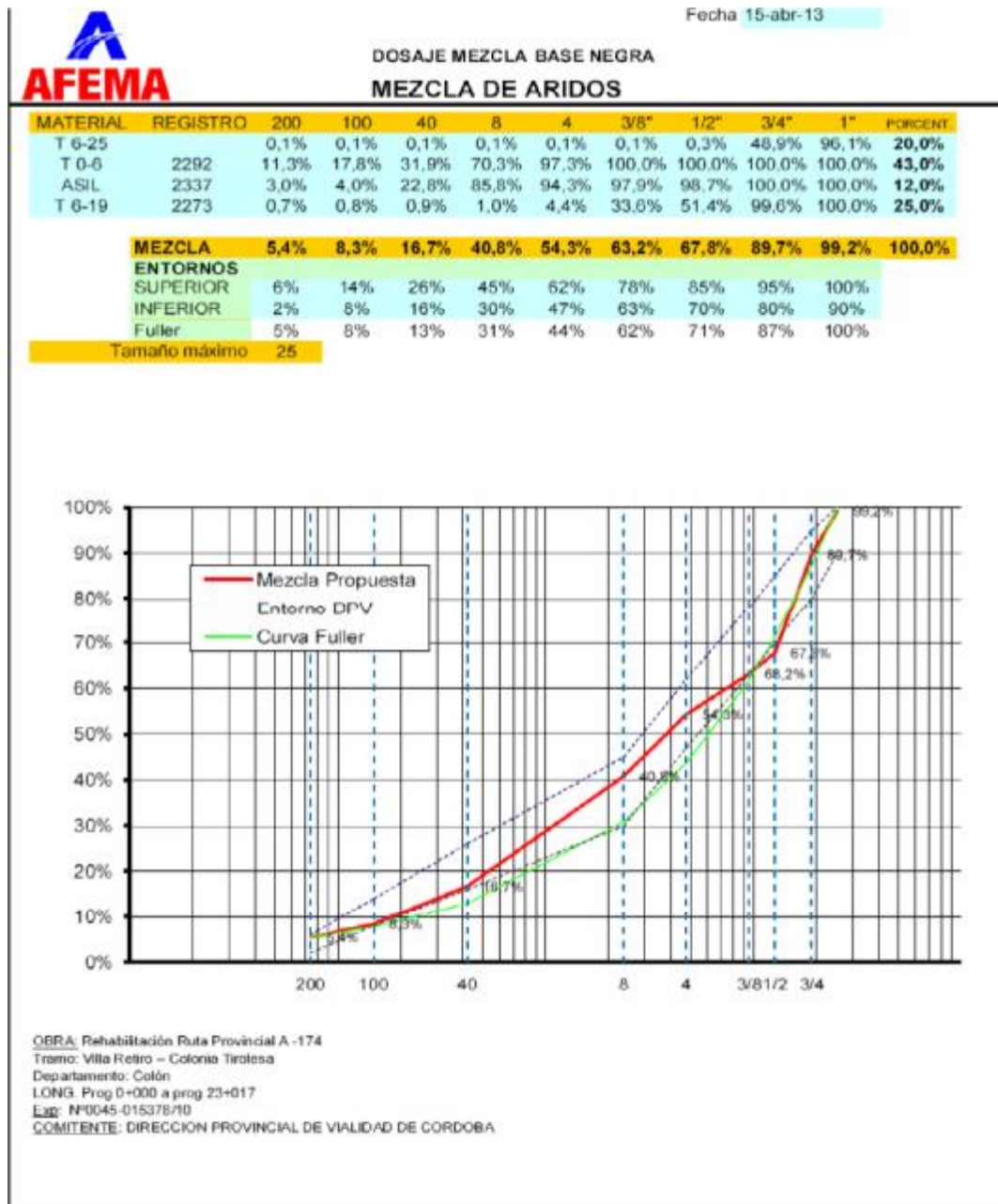


Figura 73


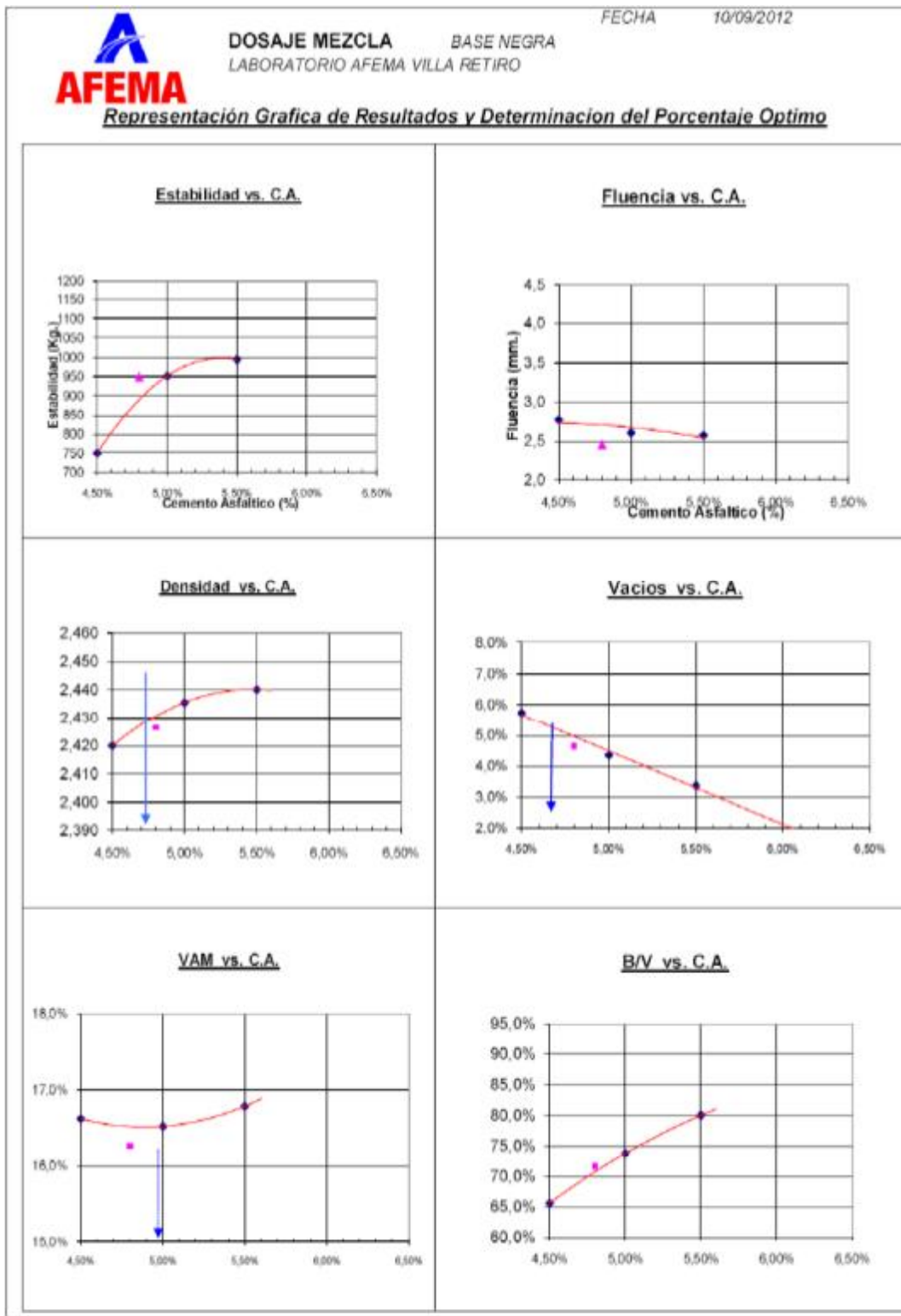
	<b>DOSAJE MEZCLA</b>		<b>BASE NEGRA</b>		Fecha <b>25-feb-13</b>				
	Los materiales utilizados para la realizacion de la dosificacion son: 0 T 6-25            CANTERA DIQUECITO 2292 T 0-6        CANTERA DIQUECITO 2337 ASIL           ARENERA 2273 T 6-19        CANTERA DIQUECITO MEJORADOR DE ADHERENCIA AL 0.2 %								
<b>Resumen de granulometrias individuales</b>									
	0	2292	2337	2273					
<b>Tamices</b>	<b>T 6-25</b>	<b>T 0-6</b>	<b>ASIL</b>	<b>T 6-19</b>					
1	100,0%	100,0%							
3/4	48,9%	100,0%	100,0%	99,6%					
1/2	0,3%	100,0%	98,7%	51,4%					
3/8	0,1%	100,0%	97,9%	33,6%					
4	0,1%	97,3%	94,3%	4,4%					
8	0,1%	70,3%	85,8%	1,0%					
200	0,1%	11,3%	3,0%	0,7%					
fondo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%					
<b>Composicion de aridos</b>									
	0		2292		2337		2273		
<b>Tamices</b>	20%		43%		12%		25%		
	Parcial Acumulado		Parcial Acumulado		Parcial Acumulado		Parcial Acumulado		
1									
3/4	119	119	0	233					
1/2	113	232	0	233					
3/8	1	232	0	233					
4	0	232	13	246	5	737	85	954	
8	0	232	135	381	12	749	10	964	
200	0	232	295	676	116	865	1	965	
fondo	0	233	56	732	4	860	2	967	
Σ	233		500		140		291		1163
<b>Composicion de mezcla</b>									
% Asfalto	Mezcla	Asfalto	Aridos						
4,7%	1.220 gs	57 gs	1.163 gs						



Figura 75



Contenido inferior de ligante asfáltico según curva VAM Vs %de ligante	4,5%
Contenido de ligante asfáltico según curva Densidad Vs %de ligante	5,0%
Contenido de ligante asfáltico según curva Vacios Vs %de ligante	4,8%
<b>OPTIMO ADOPTADO</b>	<b>4,8%</b>





Figura 77 Resultado del Ensayo Marshall Completo Base Negra

AFEMA S.A. Villa Retiro		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)													
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio													
		Marshall Registro: L.001.13.AF.02190													
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON															
Muestra Registro: L.001.01.AF.06918		Fecha Elaboración: 12/08/2013					Fecha Ensayo: 12/08/2013								
MATERIAL: BASE NEGRA															
Residual	Probeta	Peso seco	Volumen	Densidad Marshall	Vacios	Asfalto en Volumen	V.A.M	B/V	Altura Probeta	Factor Corrección	Lectura dial	Estabilidad	Fluencia	Estabilidad-Fluencia	
	1	2	3=12	4	5	6=4+5	7=55	8	9	10=6+9+13	11	12=10+11			
	g	g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%	%	%	mm			kg	mm	kg/cm <sup>2</sup>		
1	1236	507	2.438	4,8%	11,3%	16,1%	70,3%	63,4	1,00	110	1239,7	2,9	4275		
2	1233	507	2.432	5,0%	11,3%	16,3%	69,2%	63,2	1,00	109	1228,4	2,9	4236		
3	1238	509	2.432	5,0%	11,3%	16,3%	69,3%	63,4	1,00	105	1183,4	2,9	4081		
4	1240	510	2.431	5,0%	11,3%	16,3%	69,1%	63,5	1,00	100	1127,0				
<b>Promedio</b>			<b>2,433</b>	<b>4,9%</b>	<b>11,3%</b>	<b>16,2%</b>	<b>69,5%</b>				<b>1217,2</b>	<b>2,9</b>	<b>4197</b>		
<b>Especificación</b>				<b>4-7</b>		<b>&gt;14</b>	<b>65-73</b>				<b>&gt;600</b>	<b>2-4,5</b>	<b>&gt;1800</b>	<b>&gt;4500</b>	

<b>UBICACION</b>		<b>% de ASFALTO 4,6%</b>		<b>Material Proveedor: Aridos Mezcla</b>	
<b>Entrada:</b>		<b>Registro L.001.14.AF.02212</b>		TRITURADO 6-25 CANTERA DUECTO 46,0 39,1	
PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO				TRITURADO 6-19 CANTERA DUECTO 16,0 5,5	
Carril NINGUNO prog. 0				TRITURADO 0-6 CANTERA DUECTO 36,0 32,4	
<b>Colocada:</b>		<b>RICE 2,560</b>		ARENA SUICIA SAGUI ARBERIA 15,0 14,3	
R.P.A-114 CORDOBA-COLONIA TIROLESA - CALZADA UNICA - CALZADA - BASE NEGRA Carril DERECHO prog. 6625/7475		<b>Registro L.001.05.AF.02175</b>		Asfalto 4,6	
<b>Contente:</b> DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD		Factor de Aro: 11,27 Kg/cm <sup>2</sup>		Temperatura de Elaboración: 160 °C	
<b>Proveedor:</b> AFEMA S.A				Temperatura de Moldeo: 140 °C	
<b>Laboratorio:</b> VILLA RETIRO				<b>RESIDUAL</b>	
				Prom Normales 1217 <b>92,6%</b>	
				Prom Residuales 1127 <b>Especificación &gt;75%</b>	
				- - IP CAPA - c/Sobresanchos l.d.	

Dicha muestra se tomó de planta, a la salida antes de ser cargada a un camión. Cuando se tomó dicha muestra, se realizó lectura de la temperatura. Dicha temperatura se registra diariamente y continuamente durante todo el día. La temperatura medida fue de 160 °C, lo cual es la temperatura adecuada para la elaboración de la mezcla. Se realiza este ensayo en forma rutinaria, todos los días, cada 300 tn, y cada vez que se pone en marcha la planta asfáltica. Se toma una muestra y se hacen las probetas para el ensayo Marshall y se ensaya a estabilidad y fluencia. Además se toma una muestra y se determina la densidad Rice. Por otro lado otra parte de la muestra es utilizada para hacer la recuperación de material granular para determinar el porcentaje de asfalto y granulometría del árido, figura 78.



### 8.3.3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De la tabla anterior podemos observar que se cumple con todos los parámetros; la Densidad Marshall es exacta a la de la fórmula de dosificación al igual que el % de asfalto, el cual es el ideal. Un valor alto de relación E/F indica que la mezcla es rígida y frágil y, por lo tanto, puede verse reducida su durabilidad. Es conveniente aclarar que otras especificaciones recomiendan valores máximos de 4000 kg/cm. De todas formas, se considera que el valor es aceptable, ya que todos los valores son menores que el límite. Los resultados de la recuperación de áridos se encuentran dentro de los límites granulométricos. El contenido de arena silícea no supera el 25%, como indica el pliego. También se puede concluir que los valores de los distintos Ensayos Marshall realizados a lo largo del periodo en estudio, no presentaron gran dispersión, lo cual refleja la homogeneidad de toda la producción de asfalto. Como este ensayo se realiza a diario, una vez observados parámetros que no cumplen con la dosificación y especificaciones propuestas, se procede a frenar la producción y a calibrar la planta. Para dicho trabajo en primer lugar se procede a hacer el ensayo de granulometría de pastón seco y verificar cada una de las partes de la planta, para ver si presentan algún grado de desperfecto.

## 8.4. RODAMIENTO

La parte de la estructura destinada al rodamiento es la parte superior de la estructura. Esta puede estar materializada mediante losa de hormigón, o mediante una capa bituminosa. El hecho de decidir, si en un determinado tramo de la ruta se coloca losas de hormigón o una capa asfáltica, depende del mantenimiento, costo inicial unitario por metro cuadrado y la serviciabilidad que desee para dicha ruta. Las losas de hormigón requieren menos mantenimiento, solo un mantenimiento de juntas, y su rehabilitación es compleja, mientras que una carpeta asfáltica tiene por lo general un índice de rugosidad menor, por ende un valor de serviciabilidad mayor, lo que termina reflejándose en más confort. Para esta ruta, como ya se explicó en el apartado [2. Descripción de la Obra], se utilizan estas dos metodologías, la carpeta de rodamiento asfáltica en el sector rural y pavimento de hormigón en la trama urbana.

### 8.4.1. CARPETA DE RODAMIENTO ASFÁLTICA

En este punto estudiaremos las mezclas asfálticas que conforman la parte superior del paquete estructural; se verán las condiciones de diseño impuestas por el comitente para esta Carpeta. Primeramente se analizarán los diseños de dichas mezclas mediante el método Marshall, culminado con la propuesta de dosaje. Luego se analizarán los distintos ensayos y sus respectivos resultados. Con esta mezcla de concreto asfáltico en caliente se efectuará:

- La Capa de Rodamiento proyectada a lo largo del tramo.
- Sobre anchos y Peraltes de las curvas.

La Base Negra proyectada deberá cumplir las especificaciones ya antes mencionados en el apartado [5. Materiales]. Los materiales a emplear son:

- Piedra Triturada (6-19 mm)
- Arena de Trituración (0-6 mm)
- Arena Silícea
- Cemento Asfáltico

**8.4.1.1. CONDICIONES A CUMPLIR:**

□ Los límites granulométricos dentro de los cuales deberá encuadrarse la mezcla de los agregados minerales de la “fórmula de obra” serán los siguientes:

TAMIZ % QUE PASA

1" 100  
 3/4" 95 -100  
 1/2" 75 - 95  
 3/8" 60 - 85  
 N° 4 50 - 70  
 N° 8 40 - 60  
 N° 40 8 - 20  
 N° 100 4 - 12  
 N° 200 2 - 10

La curva correspondiente a la mezcla de los agregados deberá ser cóncava y no presentar quiebres ni inflexiones. Se deja constancia, debido a que la granulometría de los áridos puede variar, que el Contratista corregirá en todo momento la mezcla de obra, a los fines de cumplir las especificaciones establecidas.

- En la Fórmula de Obra del Contratista, la Arena Silíceo no intervendrá en más del 25 %.
- La relación filler-betún deberá cumplir con:

$C/C_s = \text{menor a } 1$

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

- Los Valores Marshall a cumplir son los límites que se dan a continuación y que serán de cumplimiento para la mezcla asfáltica están referidos al Ensayo Marshall Norma de Ensayo (VN E-9-86) 75 golpes.
- Estabilidad mínima 800 Kg
- Fluencia 2 - 4,5 mm
- Vacíos totales 3 - 5 %
- Relación betún-vacíos 55 - 70 %
- Relación Estabilidad - Fluencia 2.100 Kg/cm - 4.000 Kg/cm
- Estabilidad Residual mayor 75 %
- Habrá que hacer el ensayo de Estabilidad Remanente de la mezcla bituminosa que deberá responder a la exigencia del ensayo establecido en la Norma (VN E-32-67).
- Se deberá controlar la “Formula de Obra” y verificar las tolerancias granulométricas y del contenido de asfalto.
- Exigencia de Compactación:

La densidad a obtener en obra no deberá ser inferior a 97 % de la correspondiente al ensayo descrito en la Norma “Ensayo Marshall” (VN E-9-86).

- Tolerancia en el espesor de la capa y ancho de la misma:

El espesor de la carpeta de rodamiento (teórico 0,05 m) tendrá una tolerancia en menos o en más de 0,004 m. es decir, deberá situarse entre 0,046 m. y 0,054 m. Las secciones donde el espesor de la capa sea inferior a 0,046 m no serán aprobadas y en consecuencia no intervendrán en el cálculo. No se admitirán anchos inferiores a los proyectados. El ancho de diseño es de 7,10 m.

En la figura 80 y 81, se muestra el resultado de la dosificación de la carpeta de rodamiento. En primera medida se determina el contenido de asfalto y la composición de agregados necesaria para que el resultado final sea una mezcla que cumpla con las condiciones anteriormente descritas.

Figura 80 DOSIFICACION DE CARPETA ASFALTICA

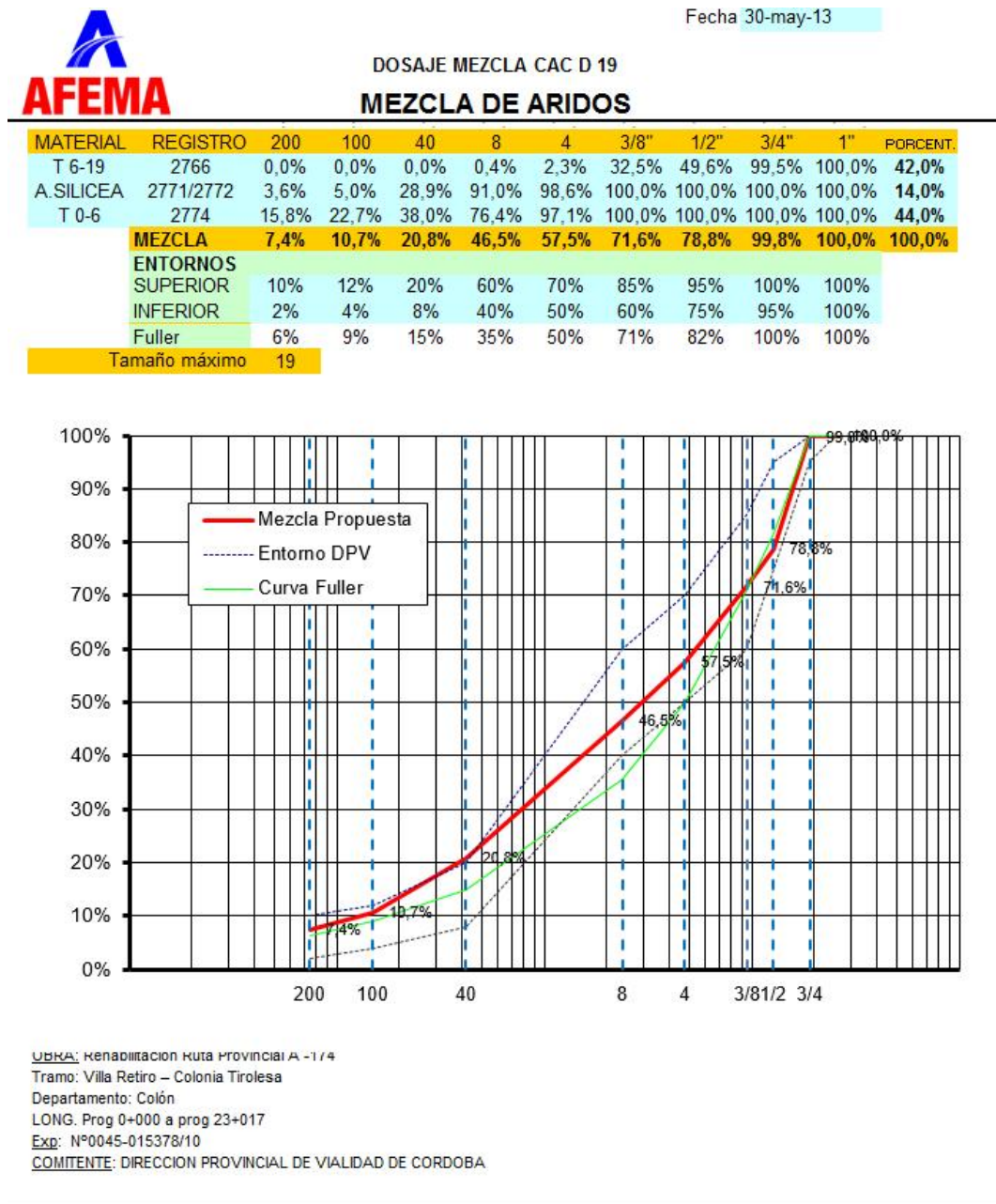
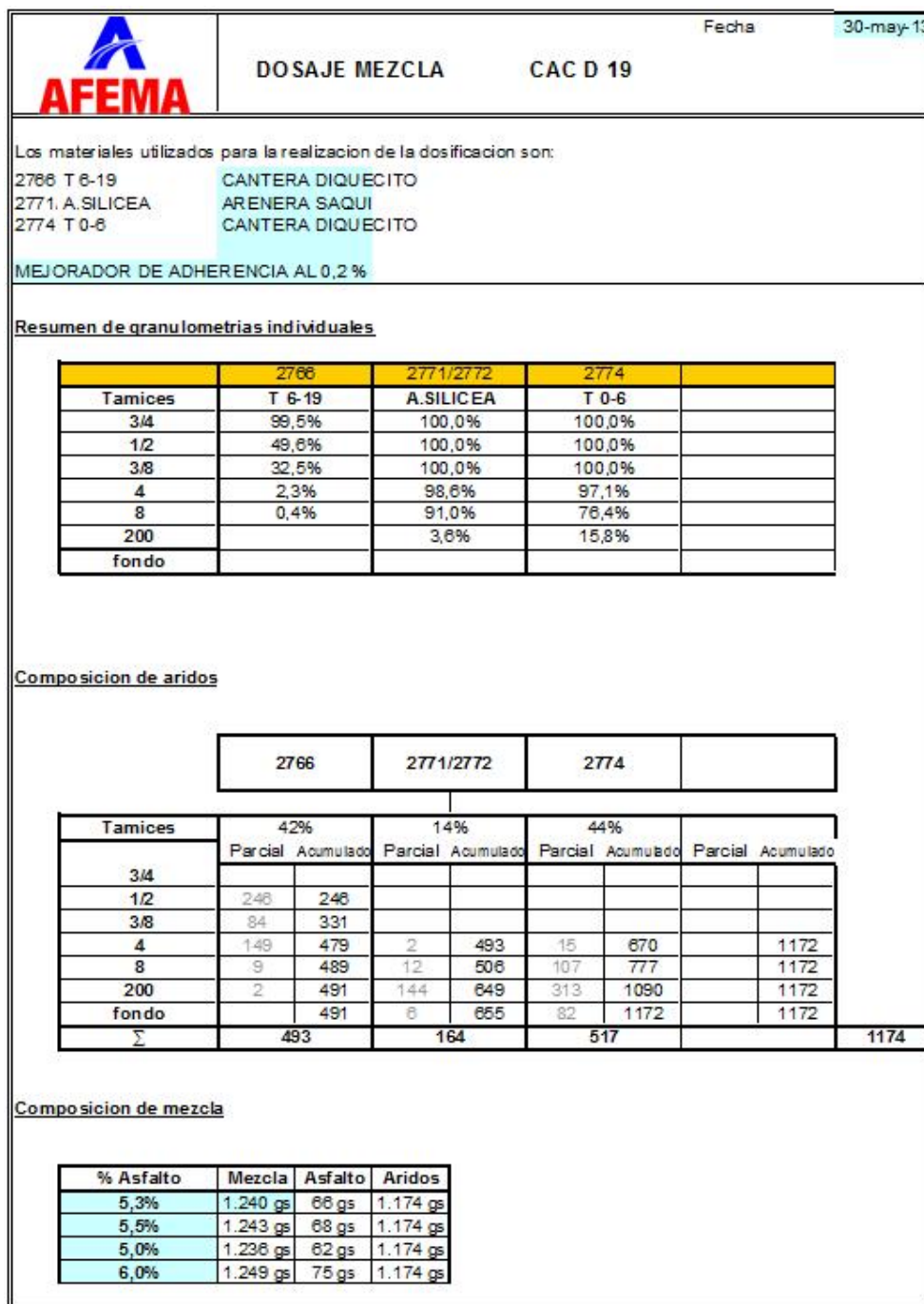


Figura 81



Se establecen los porcentajes de asfalto y la correspondiente cantidad de áridos para confeccionar las probetas a ensayar.

A continuación se Realiza un ensayo de granulometría (figura 82), sobre el material preparado para la confección de probetas para determinar si se encuentra dentro del entorno granulométrico. Se puede observar que la curva de la granulometría es cóncava y está dentro de los entornos establecidos.



OBRA DE REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174

Figura 84 DOSAJE MARSHALL CON 5.0% DE C.A

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 081 del área de Laboratorio																																																																																										
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON												FECHA EN SAJO																																																																																
MUESTRA L. 091.01		FECHA ELABORACION										30-may-2013																																																																																
MATERIAL C.A.C D 19																																																																																												
Proced.	Nº	Proc. 1999 01 016	Volamen	Dens. Nominal	% de Vacios	% de Agua Volumen	V.M.M %	01 V %	OP. 0504 Doble	Factor Conec.	UNI 001 001	ESPECIMEN Lactas	Fluencia	E I F																																																																														
	4	1236.0	012	2.414	4.4%	12.7%	90.6%	73.3%	03.0	0.99	126	1171.0	2.6	4036																																																																														
	5	1234.0	013	2.405	4.7%	12.0%	90.8%	71.7%	03.4	1.00	130	1127.0	2.4	4036																																																																														
	6	1234.0	012	2.410	4.6%	12.7%	90.6%	72.8%	03.5	1.00	123	1180.0	2.6	4405																																																																														
<b>PROMEDIO</b>				2.410	4.6%		90.6%	72.9%				1160.1	2.5	4050.4																																																																														
<b>ESPECIFICACIONES</b>				75 GOLPES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UBICACION</th> <th colspan="2">RICE</th> <th colspan="2">COMPOSICION DE AREDOS</th> <th colspan="2">RESIDUAL</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>2.505</th> <th></th> <th>MATERIAL</th> <th>%</th> <th>OROSI</th> <th>1142</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A - 174</td> <td>Registro</td> <td></td> <td>T 0-10</td> <td>42.0%</td> <td>CANTERA DIQUELOTO</td> <td>Especificacion</td> <td>&gt;70%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tramo: Villa Petric - Camino Trocha</td> <td>CGA</td> <td></td> <td>A.S.L.CGA</td> <td>11.0%</td> <td>ARENERA SAGU</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Departamento: Cacha</td> <td></td> <td></td> <td>T 0-5</td> <td>44.0%</td> <td>CANTERA DIQUELOTO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">C.O.R.O. Prog 1-0004 prog 21-011</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TEMP DE ELABORACION</td> <td>100 °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Esp. MARSHALL 01010</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TEMP DE MUELEO</td> <td>140 °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CONTENITE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD</td> <td></td> <td>5.0%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fecha de Arc</td> <td>11.27</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DE CONCORDIA</td> <td></td> <td></td> <td>CGA ASFALTO CA30 CON 0.2% MEJORADO</td> <td>Terri</td> <td>100.0%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														UBICACION		RICE		COMPOSICION DE AREDOS		RESIDUAL				2.505		MATERIAL	%	OROSI	1142	OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A - 174		Registro		T 0-10	42.0%	CANTERA DIQUELOTO	Especificacion	>70%	Tramo: Villa Petric - Camino Trocha		CGA		A.S.L.CGA	11.0%	ARENERA SAGU			Departamento: Cacha				T 0-5	44.0%	CANTERA DIQUELOTO			C.O.R.O. Prog 1-0004 prog 21-011							TEMP DE ELABORACION	100 °C	Esp. MARSHALL 01010							TEMP DE MUELEO	140 °C	CONTENITE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD			5.0%				Fecha de Arc	11.27	DE CONCORDIA				CGA ASFALTO CA30 CON 0.2% MEJORADO	Terri	100.0%		
UBICACION		RICE		COMPOSICION DE AREDOS		RESIDUAL																																																																																						
		2.505		MATERIAL	%	OROSI	1142																																																																																					
OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A - 174		Registro		T 0-10	42.0%	CANTERA DIQUELOTO	Especificacion	>70%																																																																																				
Tramo: Villa Petric - Camino Trocha		CGA		A.S.L.CGA	11.0%	ARENERA SAGU																																																																																						
Departamento: Cacha				T 0-5	44.0%	CANTERA DIQUELOTO																																																																																						
C.O.R.O. Prog 1-0004 prog 21-011							TEMP DE ELABORACION	100 °C																																																																																				
Esp. MARSHALL 01010							TEMP DE MUELEO	140 °C																																																																																				
CONTENITE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD			5.0%				Fecha de Arc	11.27																																																																																				
DE CONCORDIA				CGA ASFALTO CA30 CON 0.2% MEJORADO	Terri	100.0%																																																																																						
PROVEEDOR AFEMA S.A. DOMICILIO: CPV CORDOBA LABORATORIO: VILLA PETRIC ENCARGADO: EMARFO																																																																																												

Y 5,5% de contenido de cemento asfaltico

Figura 85 DOSAJE MARSHALL CON 5,5% DE C.A

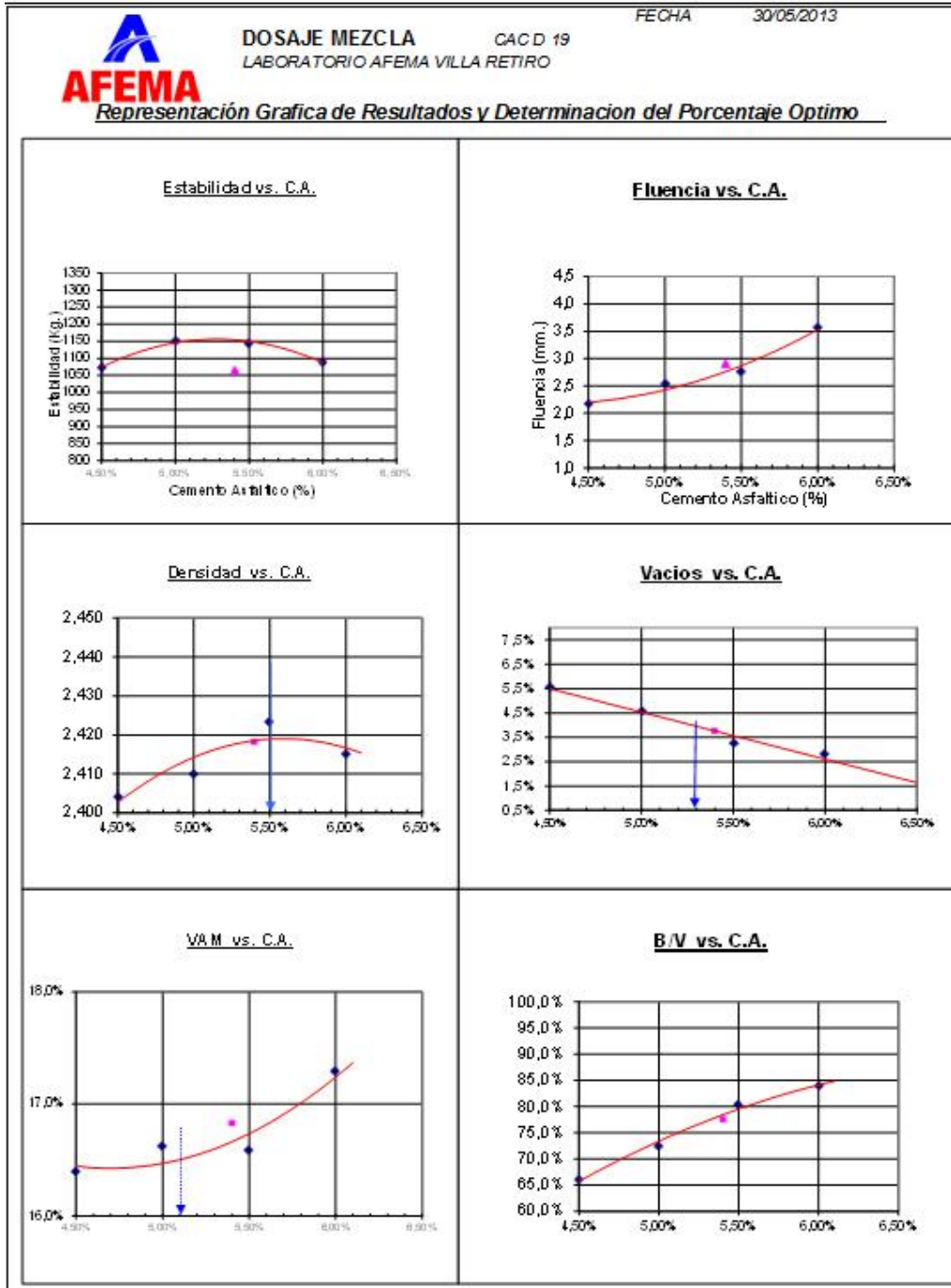
AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 081 del área de Laboratorio																																																																																										
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON												FECHA EN SAJO																																																																																
MUESTRA L. 091.01		FECHA ELABORACION										30-may-2013																																																																																
MATERIAL C.A.C D 19																																																																																												
Proced.	Nº	Proc. 1999 01 016	Volamen	Dens. Nominal	% de Vacios	% de Agua Volumen	V.M.M %	01 V %	OP. 0504 Doble	Factor Conec.	UNI 001 001	ESPECIMEN Lactas	Fluencia	E I F																																																																														
	7	1240.0	012	2.420	3.1%	13.4%	90.4%	81.3%	03.3	1.00	101	1130.0	2.6	4000																																																																														
	8	1241.0	013	2.418	3.4%	13.3%	90.7%	78.8%	03.0	1.01	102	1181.0	2.9	4004																																																																														
	9	1240.0	013	2.423	3.3%	13.3%	90.6%	80.3%	03.0	1.01	98	1120.0	2.6	4034																																																																														
<b>PROMEDIO</b>				2.423	3.3%		90.6%	80.4%				1142.1	2.8	4134.3																																																																														
<b>ESPECIFICACIONES</b>				75 GOLPES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UBICACION</th> <th colspan="2">RICE</th> <th colspan="2">COMPOSICION DE AREDOS</th> <th colspan="2">RESIDUAL</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>2.505</th> <th></th> <th>MATERIAL</th> <th>%</th> <th>OROSI</th> <th>1142</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A - 174</td> <td>Registro</td> <td></td> <td>T 0-10</td> <td>42.0%</td> <td>CANTERA DIQUELOTO</td> <td>Especificacion</td> <td>&gt;70%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tramo: Villa Petric - Camino Trocha</td> <td>CGA</td> <td></td> <td>A.S.L.CGA</td> <td>11.0%</td> <td>ARENERA SAGU</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Departamento: Cacha</td> <td></td> <td></td> <td>T 0-5</td> <td>44.0%</td> <td>CANTERA DIQUELOTO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">C.O.R.O. Prog 1-0004 prog 21-011</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TEMP DE ELABORACION</td> <td>100 °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Esp. MARSHALL 01010</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TEMP DE MUELEO</td> <td>140 °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CONTENITE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD</td> <td></td> <td>5.0%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fecha de Arc</td> <td>11.27</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DE CONCORDIA</td> <td></td> <td></td> <td>CGA ASFALTO CA30 CON 0.2% MEJORADO</td> <td>Terri</td> <td>100.0%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														UBICACION		RICE		COMPOSICION DE AREDOS		RESIDUAL				2.505		MATERIAL	%	OROSI	1142	OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A - 174		Registro		T 0-10	42.0%	CANTERA DIQUELOTO	Especificacion	>70%	Tramo: Villa Petric - Camino Trocha		CGA		A.S.L.CGA	11.0%	ARENERA SAGU			Departamento: Cacha				T 0-5	44.0%	CANTERA DIQUELOTO			C.O.R.O. Prog 1-0004 prog 21-011							TEMP DE ELABORACION	100 °C	Esp. MARSHALL 01010							TEMP DE MUELEO	140 °C	CONTENITE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD			5.0%				Fecha de Arc	11.27	DE CONCORDIA				CGA ASFALTO CA30 CON 0.2% MEJORADO	Terri	100.0%		
UBICACION		RICE		COMPOSICION DE AREDOS		RESIDUAL																																																																																						
		2.505		MATERIAL	%	OROSI	1142																																																																																					
OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A - 174		Registro		T 0-10	42.0%	CANTERA DIQUELOTO	Especificacion	>70%																																																																																				
Tramo: Villa Petric - Camino Trocha		CGA		A.S.L.CGA	11.0%	ARENERA SAGU																																																																																						
Departamento: Cacha				T 0-5	44.0%	CANTERA DIQUELOTO																																																																																						
C.O.R.O. Prog 1-0004 prog 21-011							TEMP DE ELABORACION	100 °C																																																																																				
Esp. MARSHALL 01010							TEMP DE MUELEO	140 °C																																																																																				
CONTENITE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD			5.0%				Fecha de Arc	11.27																																																																																				
DE CONCORDIA				CGA ASFALTO CA30 CON 0.2% MEJORADO	Terri	100.0%																																																																																						
PROVEEDOR AFEMA S.A. DOMICILIO: CPV CORDOBA LABORATORIO: VILLA PETRIC ENCARGADO: EMARFO																																																																																												

Los ensayos a realizar son todos aquellos que incluyen el Ensayo de Marshall completo.



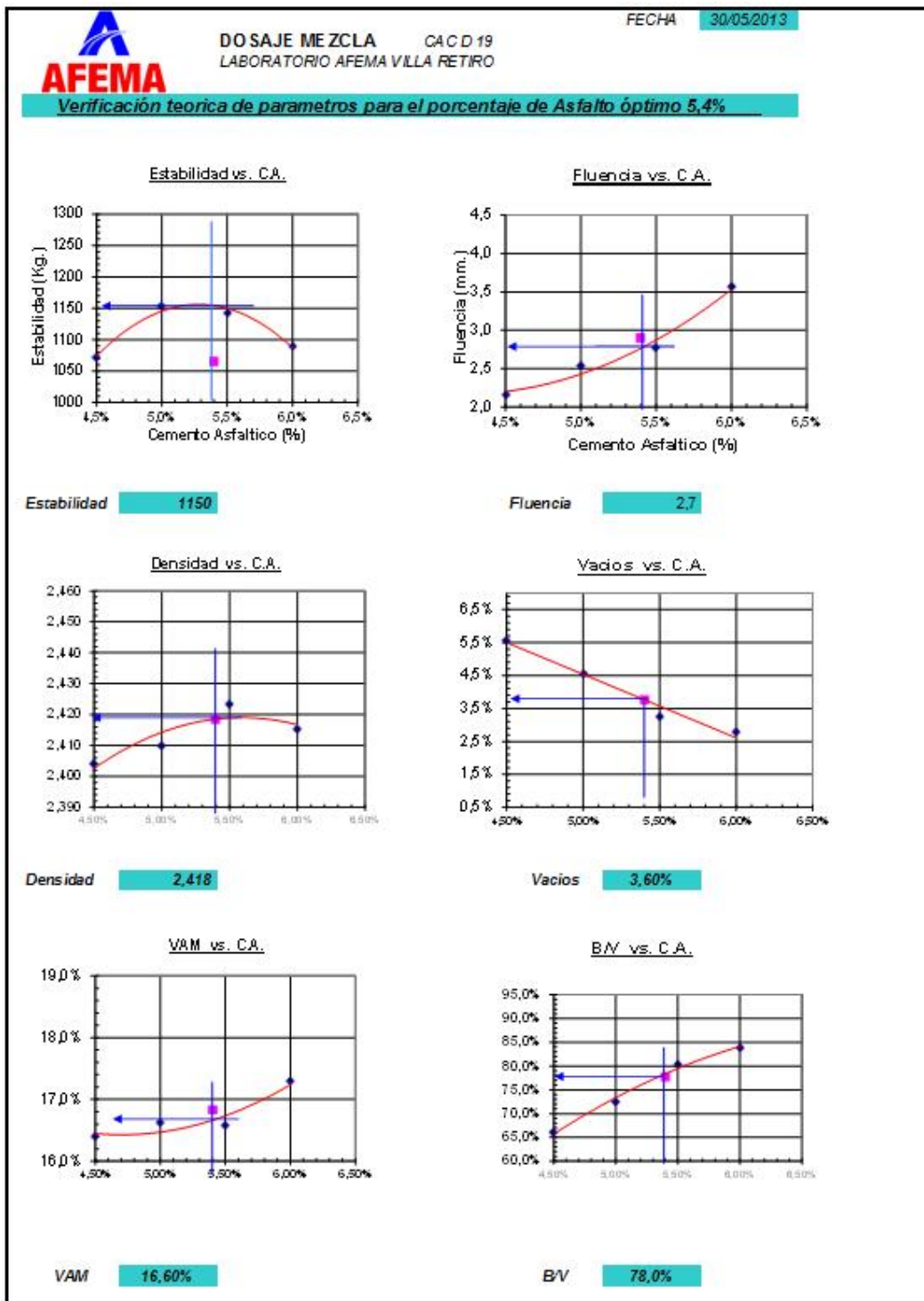


Figura 87 REPRESENTACION GRAFICA DE RESULTADOS MARSHALL



Contenido inferior de ligante asfáltico según curva VAM Vs %de ligante	5,1%
Contenido de ligante asfáltico según curva Densidad Vs %de ligante	5,5%
Contenido de ligante asfáltico según curva Vacios Vs %de ligante	5,3%
<b>OPTIMO ADOPTADO</b>	<b>5,4%</b>

Figura 88 VERIFICACION TEORICA DE PARAMETROS MARSHALL



El dosaje final de la mezcla contiene 5,4 % de cemento asfáltico en peso. Con dicho contenido de asfalto obtenemos una estabilidad de 1150 kg, una fluencia de 2.7 mm, una densidad de 2.418 tn/m<sup>3</sup> y un porcentaje de vacios de 3.6 %.

Dichos resultados se pueden observar de forma esquemática en esta página

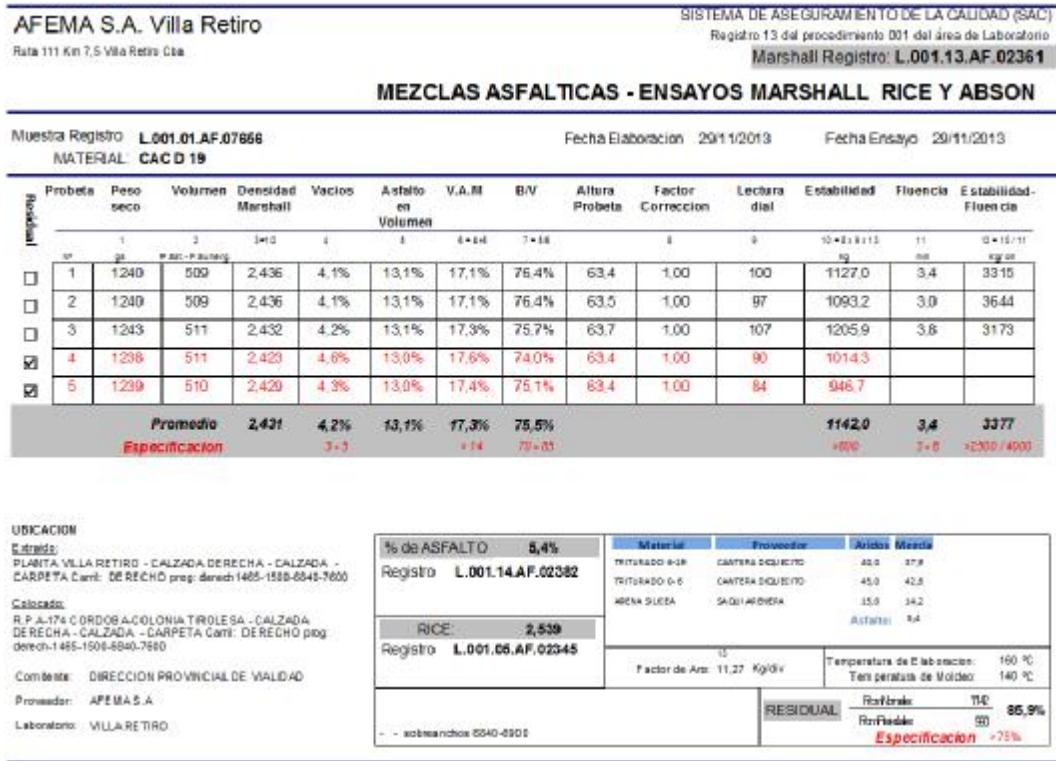
Figura 89 VERIFICACION ÓPTIMA DE MARSHALL

MUESTRA L. 001-01		FECHA ELABORACION		FECHA EN SAYO									
MATERIAL C.A.C D 19				30-may-2013									
Proctor	Peso seco (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Dens. Marshall (g/cm <sup>3</sup> )	% de Fraccion	% de agua	W.M.N.	Ø 1 V %	PP. 0.075	Factor Corre.	SACI (g/1)	Distorsión (mm)	Fluencia (mm)	E I F (g/cm <sup>3</sup> )
13	1230.0	809	2.421	3.7%	13.7%	10.7%	78.2%	63.2	1.00	97	1090.2	2.8	3894
14	1228.0	809	2.418	3.8%	13.0%	17.8%	76.8%	62.8	1.01	91	1030.8	3.0	3453
15	1230.0	811	2.413	4.0%	13.0%	17.8%	76.8%	64.7	0.98	91	894.8		
16	1234.0	805	2.424	3.8%	13.7%	10.9%	78.3%	63.8	1.00	78	879.1		
PROMEDIO			2.418	3.8%		16.8%	77.6%				1046.5	2.9	3670.5
ESPECIFICACIONES			75 GOLPEB	3 - 6		> 15	70 - 85				> 808	2 - 4,5	2188 - 4500
UBICACION		RICE		COMPOSICION DE AREDOS		RESIDUAL		887		83.3%			
OBRA: Rehabilitacion Ruta Provincial A-174		Riego		MATERIAL		T 8-12		1085		+7.5%			
Tramo: Villa Rieja - Colonia Trujillo		CGA		A SILICA		CANTERA DOLICOTO							
Departamento: Colon				T 6-6		ARENERA BAGUI							
C.O.R.O. Próg 8-1804 págs 21-411						CANTERA DOLICOTO							
Ej. 18-000-00000		5.4%											
COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DE CONCORDIA		Riego		100.0%									
		CGA ASFALTO CAJON CON 0.2% MEJORADO		Teb1		100.0%						Factor de Arc 11.27	
PROVEEDOR: APDIA S.A		CONITENTE: DPU CORDOBA		OBSERVACIONES		VERIFICACION DE PUNTO DE OPTIMA							
LABORATORIO: VILLA RETIRO		ENCARGADO: EMBAYO											

Y la verificación en la figura 89.

A continuación se muestra en la Figura 90, el resultado de un Ensayo Marshall completo en el cual además contiene la parte de determinación de la densidad Rice, y recuperación del agregado para determinar la granulometría del agregado mineral en la Figura 90 en la siguiente página.

Figura 90 ENSAYO MARSHALL CONCRETO ASFALTICO GRUESO



En la siguiente Figura 91, se puede observar el resultado del ensayo de granulometría realizado a partir de la recuperación del árido de la mezcla asfáltica. Dicho procedimiento se explico en el apartado [5.1. Suelos]

Figura 91 ENSAYO GRANULOMETRIA CONCRETO ASFALTICO GRUESO

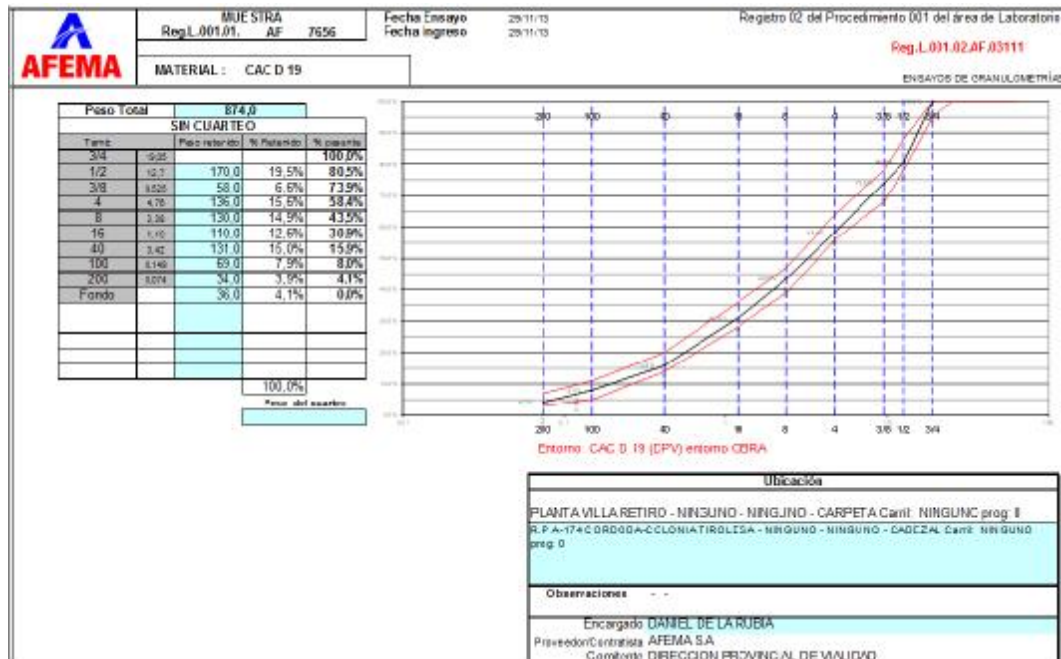


Figura 92 RESUMEN GENERAL DE ENSAYOS MARSHALL DE LA OBRA



<b>Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)</b>	
<b>AFEMA S.A. Villa Retiro</b>	Ensayos Marshall
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba	

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD  
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA

Prog	Muestra	Registro	F.Elab.	D.Marsh	%Vac.	VAM	BV	Estab.	Fluen.	E/F	Rice	%Asf	%Resid
------	---------	----------	---------	---------	-------	-----	----	--------	--------	-----	------	------	--------

**CONCEDENTE** DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD

**R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA - CALZADA DERECHA - CALZADA**

MEZCLA TIPO		CACD19											
5010 - 6670	AF.07537	.AF.02339	07/11/2013	2,437	3,7	17,0	78,0	1,086	3,3	3,492	2,532	5,4	83
6670-8840	AF.07543	.AF.02340	11/11/2013	2,438	3,7	17,1	78,3	1,088	3,8	3,167	2,530	5,5	83
0-65-100-890	AF.07683	.AF.02359	27/11/2013	2,428	3,7	17,3	78,8	1,100	3,9	2,957	2,520	5,6	88
1500-6840-7600	AF.07858	.AF.02381	29/11/2013	2,431	4,2	17,3	75,5	1,077	3,4	3,377	2,539	5,4	86
izqu-7235-8100	AF.07857	.AF.02382	30/11/2013	2,431	4,1	17,2	76,4	1,165	3,7	3,303	2,534	5,4	88
5-7350-DEREC-	AF.07684	.AF.02383	02/12/2013	2,428	4,2	17,3	75,7	1,156	4,1	3,036	2,534	5,4	80
<b>PROMEDIO</b>				2,432									5,46

**R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA - CALZADA IZQUIERDA - CALZADA**

MEZCLA TIPO		CACD19											
4570 , 5510	AF.07534	.AF.02338	06/11/2013	2,436	3,8	17,0	78,9	1,044	3,9	2,876	2,527	5,5	81
5510-8245	AF.07558	.AF.02341	13/11/2013	2,438	3,9	17,0	77,2	1,129	3,7	3,257	2,538	5,4	86
785-1500izqui	AF.07655	.AF.02380	28/11/2013	2,434	3,9	17,3	77,4	1,141	3,9	3,175	2,533	5,5	83
<b>PROMEDIO</b>				2,436									5,46

**R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA - CALZADA UNICA - CALZADA**

MEZCLA TIPO		CACD19											
11,38-13,18	AF.07417	.AF.02318	19/10/2013	2,400	4,8	17,4	72,7	1,219	3,8	3,429	2,520	5,3	85
0000000	AF.07427	.AF.02320	21/10/2013	2,450	3,3	16,2	79,8	1,328	4,1	3,327	2,533	5,3	87
11,98-14,07	AF.07438	.AF.02321	22/10/2013	2,421	4,1	17,2	76,4	1,410	3,9	3,616	2,524	5,4	100
11,98-14,07	AF.07439	.AF.02322	22/10/2013	2,441	3,7	16,6	77,8	1,361	3,9	3,435	2,535	5,3	100
1500-1745	AF.07450	.AF.02328	24/10/2013	2,438	3,1	16,8	81,8	969	3,3	3,055	2,515	5,7	88
1745-2925	AF.07452	.AF.02330	25/10/2013	2,422	3,7	17,4	78,7	965	3,3	3,108	2,515	5,7	86
1500-2850	AF.07466	.AF.02331	26/10/2013	2,440	3,7	17,5	78,8	1,084	3,7	3,120	2,534	5,7	85
2925-3850	AF.07500	.AF.02332	28/10/2013	2,413	3,8	17,1	77,9	1,066	3,7	3,133	2,508	5,5	80
2850-3705	AF.07508	.AF.02334	29/10/2013	2,422	4,1	17,2	76,3	1,145	3,7	3,271	2,525	5,4	84
3400-3705	AF.07508	.AF.02334	29/10/2013	2,422	4,1	17,2	76,3	1,145	3,7	3,271	2,525	5,4	84
3705-4570	AF.07520	.AF.02336	04/11/2013	2,433	3,5	17,0	79,5	1,075	3,8	2,998	2,521	5,6	84
3850-5010	AF.07522	.AF.02337	05/11/2013	2,439	3,1	17,0	81,6	1,000	3,7	2,925	2,518	5,7	85
0000000	AF.07580	.AF.02343	13/11/2013	2,436	4,0	17,2	76,6	1,096	3,7	3,172	2,538	5,4	84
100-785 izq	AF.07839	.AF.02358	23/11/2013	2,427	3,6	17,0	79,1	1,100	4,0	3,036	2,516	5,5	79
<b>PROMEDIO</b>				2,429									5,49

En la Figura 92 se detallan los resultados de Ensayo Marshall sobre una serie de muestras.

#### 8.4.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De la tabla anterior vemos que se cumple con todas las tolerancias.

La Densidad Marshall podemos decir que ronda los 2,43 tn/m<sup>3</sup>, que es la misma que se determinó a la hora de la dosificación. Si la Densidad Marshall se encuentra en rango

de aceptación, será lo más probable que todos los demás parámetros también se cumplan.

El porcentaje de asfalto es de 5,4 % lo cual es igual al dosaje de diseño. Los demás parámetros como Estabilidad mínima, Fluencia, Vacíos totales, Relación betún-vacíos, Relación Estabilidad - Fluencia, Estabilidad Residual están todos dentro de los parámetros de diseño.

La relación E/F recomienda valores máximos de 4000 kg/cm. Estos valores no se alcanzan y son ampliamente superiores al valor mínimo de 2100 kg/cm.

Los resultados de la recuperación de áridos se encuentran dentro de los límites granulométricos.

En general, los distintos valores que constituyen el Ensayo Marshall no presentaron gran dispersión, lo cual refleja la calidad de la producción de asfalto.

#### **8.4.2. PAVIMENTO DE HORMIGON**

Este ítem incluye el pavimento de hormigón simple de 0,22 m de espesor, a construir en la zona urbana de la Colonia Tirolesa y Santa Elena y la reconstrucción de los badenes existentes, de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto y las instrucciones que imparta la Inspección.

La construcción de los pavimentos de hormigón, se regirá por lo indicado en la reglamentación CIRSOC en su versión actualizada, en lo que no se oponga a la presente especificación

##### **8.4.2.1. CONDICIONES A CUMPLIR:**

La compactación del hormigón se ejecutará cuidadosamente mediante reglas vibrantes de superficie. El alisado y terminación superficial de la calzada se ejecutarán con medios aprobados que aseguren una adecuada terminación superficial en cuanto a la lisura, rugosidad, gálibo, respetando las cotas de diseño y produciendo un correcto escurrimiento de las aguas. El perfecto drenaje superficial deberá ser cumplido tanto en las áreas reconstruidas como en las adyacentes.

En todos los casos se limpiará el pavimento ejecutado, quedando al finalizar las tareas y antes de abandonar la zona, toda el área en condiciones de total librado al tránsito, el cual deberá proveerse a los 28 días de hormigonado.

- Resistencia del pavimento:  
La determinación de los valores de resistencia a la compresión y espesores del pavimento ejecutado se realizará en base a ensayos practicados sobre probetas extraídas del pavimento mediante caladoras rotativas. En cuanto a resistencia y trabajabilidad que deben cumplir los hormigones, se establecen los siguientes valores:

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

- Juntas:

El aserrado se llevará a cabo dentro de un periodo de 6 a 12 horas como máximo y siempre dentro de las mismas jornadas de labor en que se ejecutó el hormigonado, pudiendo reducirse dicho tiempo en las épocas de verano, acorde a las órdenes de la Inspección.

La profundidad del corte será de 1/3 del espesor mínimo de la losa. Las juntas deben realizarse por aserrado con máquina cortadora a sierra circular, que sea capaz de lograr un rendimiento compatible con el área del estipulado, antes que el hormigón produzca tensiones con el riesgo de agrietamiento de las losas.

Juntas de dilatación: Se construirán con material compresible, aprobado por la Inspección y de un espesor mínimo de 2 cm. Cuando el pavimento a ejecutar termine coincidentemente con una junta de dilatación anteriormente ejecutada, ya sea con viga, pasadores o ambos, la nueva junta de dilatación se ejecutará de acuerdo al criterio de la Inspección.

Juntas de contracción y construcción: Serán simuladas a borde superior y ubicadas de tal modo que los paños que se forman no tengan superficies mayores a 20 m<sup>2</sup>, salvo modificaciones en contrario por parte de la Inspección.

- Sellado de juntas:

Se ejecutará después de haber procedido a la correcta limpieza de los mismos, removiendo y extrayendo todo material extraño que pueda existir en ella, hasta una profundidad mínima de 5 cm, empleando las herramientas adecuadas, soplado, cepillado, secado, según fuera necesario; efectuándose las operaciones en una secuencia ordenada tal que no se perjudiquen zonas limpiadas con operaciones posteriores.

El relleno de juntas se hará con mezclas plásticas de bajo módulo aplicables en frío, debiendo el material cumplir las siguientes condiciones:

- Módulo de deformación menor de 30 Kg./cm<sup>2</sup>
- Elongación de rotura mayor de 1.200 %
- Recuperación elástica luego de la compresión mínimo 90 %

Su colocación se hará de acuerdo a las indicaciones del fabricante, especificaciones del presente Pliego y órdenes impartidas por la Inspección.

- Curado del hormigón:

El riego se efectuará en forma uniforme; el líquido debe aplicarse a las dos horas de hormigonado como máximo, y siempre se garantizará un espesor de película adecuado a la época del año en que se trabaja.



Se deberá realizar el curado con productos químicos aprobados por la Inspección.

Como membrana de curado sólo se aceptarán membranas a base de resinas de base solvente, y serán aplicadas en dos capas de acuerdo con las indicaciones de los proveedores, a las órdenes de la Inspección y las necesidades técnicas de la obra.

- Lisura superficial:  
Se verificará la lisura superficial obtenida en el pavimento mediante el empleo de regla de 3m, en el sentido longitudinal.  
En base a esto no se deberán detectar irregularidades superiores a los 4mm.

**ENSAYO DE CONTROL DE HORMIGONES ELABORADOS EN OBRAS (VN-E3 -69)**

En la siguiente Figura 93 se muestra una ficha que describe la labor de campo y las anotaciones que se toman durante el trabajo de colado de hormigón. Estas muestras se toman en forma rutinaria a medida que los camiones hormigoneros van arribando a la zona de colado.

Figura 93 CONTROL DE ASENTAMIENTO E IDENTIFICACION DE MUESTRAS

Rotación	Tipo Horm.	Muestra	Fecha	m3	Canst.	Nº Probeta	Losas	Ancho	Largo	Espesor	m3 Especimen	Espesor Med	Obs.
<b>Programación: 1758 - 1900</b>													
0001-00030965	H32	L.0001.01 AF.05597	13/12/2012	3	6	1, 2, 3, 4	1A - 2A - 3A						Losas Rotas: 6A y 7A - 6A
0001-00030963	H32		13/12/2012	11	8		4A - 5A - 6A						
0001-00030970	H32	L.0001.01 AF.05598	13/12/2012	7	7	5, 6, 7, 8	7A - 8A						
0001-00030968	H32		13/12/2012	7,5	6,5		9A - 10A						
<b>Totales</b>				<b>34,5</b>			<b>1A - 10A</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>0,22</b>	<b>33</b>	<b>0,23</b>	
0001-00031023	H32	L.0001.01 AF.05599	13/12/2012	3	13,5	9, 10, 11, 12	11A - 12A						Losas Rotas: 12A
0001-00031021	H32		13/12/2012	11	6,5		13A - 14A - 15A						
0001-00031025	H32	L.0001.01 AF.05596	13/12/2012	7	4	13, 14, 15, 16	16A - 17A						
<b>Totales</b>				<b>26</b>			<b>11A - 17A</b>	<b>3</b>	<b>35</b>	<b>0,22</b>	<b>23,1</b>	<b>0,25</b>	
0001-00031047	H32	L.0001.01 AF.05510	13/12/2012	11	4	17, 18, 19, 20	18A - 19A - 20A						
0001-00031055	H32		13/12/2012	11	6,5		21A - 22A - 23A						
0001-00031050	H32	L.0001.01 AF.05511	13/12/2012	9	8,5	21, 22, 23, 24	24A - 25A						
0001-00031070	H32		13/12/2012	7,5	11		26A - 27A						
<b>Totales</b>				<b>37,5</b>			<b>18A - 27A</b>	<b>3</b>	<b>52</b>	<b>0,22</b>	<b>34,52</b>	<b>0,24</b>	
0001-00031077	H32	L.0001.01 AF.05518	13/12/2012	7	6,5	25, 26, 27, 28	R. 6A - 7A						Res.
<b>Totales</b>				<b>7</b>			<b>R. 6A - 7A</b>	<b>3</b>	<b>3,2</b>	<b>0,22</b>	<b>4,87</b>	<b>0,25</b>	
0001-00031075	H32	L.0001.01 AF.05519	14/12/2012	11	4	29, 30, 31, 32	18 - 20 - 30						Losas Rotas: 4B
0001-00031069	H32		14/12/2012	11	7,8		48 - 60 - 60						
0001-00031026	H32	L.0001.01 AF.05420	14/12/2012	7	10	33, 34, 35, 36	70 - 85						
0001-00031101	H32		14/12/2012	3	17		90 - 100						
<b>Totales</b>				<b>32</b>			<b>18 - 100</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>0,22</b>	<b>33</b>	<b>0,25</b>	
0001-00031113	H32	L.0001.01 AF.05632	15/12/2012	11	7,5	35 - 40, 41 - 42	110 - 120 - 130						
0001-00031114	H32		15/12/2012	11	9		140 - 150 - 160						
0001-00031116	H32	L.0001.01 AF.05633	15/12/2012	11	6	43 - 44, 45 - 46	170 - 180 + P. Badén	3	6,06	0,22	4,83		
0001-00031117	H32		15/12/2012	7,5	7		180 - 200 - 210	3	53	0,22	34,56		
<b>Totales</b>				<b>40,5</b>			<b>110 - 210 + P. Badén</b>				<b>38,98</b>	<b>0,23</b>	
0001-00031120	H32	L.0001.01 AF.05634	17/12/2012	11	6	47 - 48, 49 - 50	220 - 230 - 240						Losas Rotas: 20B, 21B, 26B, 27A, 29B
0001-00031121	H32		17/12/2012	11	3,5		250 - 260 - 270						
0001-00031122	H32	L.0001.01 AF.05635	17/12/2012	11	11	51 - 52, 53 - 54	280 - Badén EN - ES	3	12,73	0,22	8,42		
0001-00031124	H32		17/12/2012	2	6		Badén ES	3	30,6	0,22	22,04		
<b>Totales</b>				<b>36</b>			<b>220 - 280 + Badén EN - ES</b>				<b>36,45</b>	<b>0,25</b>	
0001-00031151	H32		19/12/2012	0,5			R. 12A						Res.
<b>Totales</b>				<b>0,5</b>			<b>R. 12A</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0,22</b>	<b>1,32</b>	<b>0,25</b>	
0001-00031296	H32	L.0001.01 AF.05639	23/01/2013	7,5	6,5	55 - 56, 57 - 58	Cordeón Curseta I (1725 - 1905)						
<b>Totales</b>				<b>7,5</b>				<b>3,25</b>	<b>40</b>	<b>0,22</b>	<b>7,43</b>	<b>0,22</b>	
0001-00031323	H32		25/01/2013	7,5	6,5		Badén Oeste (Bis - Cordeón)						
0001-00031331	H32		25/01/2013	1									
<b>Totales</b>				<b>8,5</b>			<b>Badén</b>						

El material para dichas losas, es un hormigón H30, con relativamente poco asentamiento, para así poder mantener alta la relación agua-cemento.

Este hormigón elaborado es provisto por la empresa HOLCIM, y no fabricado en la empresa como los demás productos que la misma elabora. Esto se debe a la magnitud de los volúmenes que se requieren.

La superficie a hormigonar se calcula según el cómputo métrico analítico en 105.903 m<sup>2</sup>. El espesor de la capa es de 0,22 m, entonces el volumen necesario es de 23.298 m<sup>3</sup>.

No obstante, en la Empresa, el año pasado en vísperas de concluir el proyecto, se hizo una dosificación el hormigón tentativa. En la siguiente Figura 94 se muestra el resultado de la dosificación de hormigón H30.

Figura 94 DOSIFICACION DE HORMIGON H30

DOSIFICACION DE LABORATORIO				<b>AFEMA S.A</b>		OBRAS VIALES
Referencia de la amasada:		Hormigon H30 ASENTAMIENTO 5		Fecha:		03/10/2012
Material	% de áridos	Dosificación kg/m <sup>3</sup>	Agua kg/cm <sup>3</sup>	% Absorc.	% Humedad	Dosificación por amasada
Cemento		385,00				19,25 Kg
Agua		155,00	170,00			6,65 Kg
Aditivo plastificante		2,70	1,62			0,11 Kg
Aditivo superfluid.						
Tercer aditivo						
Arena fina				1,00		
Arena gruesa	42%	787,00		1,00	3,60	40,45 Kg
Triturado 6/19	26%	480,00		0,90	0,90	24,00 Kg
Triturado 19/32	32%	584,00				29,20 Kg
Contenido de aire						
<b>TOTALES</b>	<b>100%</b>	<b>2394</b>	<b>155</b>			
Agua/cemento		0,40		Volumen amasada		50 lt
Aditivo Plastif.		0,7	% en peso del cemento			
Aditivo aireante			% en peso del cemento			
Aditivo 3			% en peso del cemento			
Observación:						
Probeta N°	Edad	Fecha de Ensayo	Resistencia	Promedio	Observación	
1	7	10-oct	270	267		
2	7	10-oct	264			
3	28	31-oct	343	347		
4	28	31-oct	347			
5	28	31-oct	350			

**ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS DE HORMIGON ENDURECIDO (IRAM 1546)**

A continuación, en la Figura 95, se muestra el resultado de una serie de ensayos realizados en el laboratorio de AFEMA S.A. sobre las muestras obtenidas rutinariamente, durante el colado de las losas de hormigón en el perfil urbano.

Figura 95 Ensayo de Compresión Simple de Probetas de Hormigón

AFEMA S.A. Villa Retiro Registro 7 del Procedimiento 01 del Área Laboratorio  
 Ruta 111 Km. 7 a Villavieja Cda. Reg. L.001.07 NR :

**ENSAYOS DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON A COMPRESION**

Comitente: GOBIERNO PROVINCIAL DE MENDOZA Fecha: 29 de octubre de 2019

Muestra Nº Prob	Structura	Asent. (cm)	Fecha Colado	Fecha Rotura	Edad	Tip. Esq.	Carga Tn	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia [MPa]	Nº Homolog	Observaciones
Proveedor: AFEMA S.A											
L00LOAF22000 Cantidad de probetas: 2											
51	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	0,5	25/09/19	26/09/19	01	100	20,75	344	33,7		Ferros: 001-0001001
52	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	0,5	26/09/19	26/09/19	01	100	20,20	355	33,1		
L00LOAF22000 Cantidad de probetas: 2											
51	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7	26/09/19	26/09/19	01	100	21,07	411	39,4		Comprobación de la
52	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7	26/09/19	26/09/19	01	100	20,10	320	31,3		
L00LOAF22000 Cantidad de probetas: 2											
51	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7,5	26/09/19	26/09/19	01	100	21,31	350	34,3		Ferros: 001-0001001 -- Lote: 70-80
52	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7,5	26/09/19	26/09/19	01	100	21,34	350	34,0		
L00LOAF22000 Cantidad de probetas: 2											
70	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7,5	26/09/19	26/09/19	01	100	21,30	347	34,0		Ferros: 001-0001001 -- Lote: 80-100-110
71	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7,5	26/09/19	26/09/19	01	100	21,34	350	34,0		
L00LOAF22000 Cantidad de probetas: 2											
70	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	0	26/09/19	26/09/19	01	100	21,30	347	34,0		Ferros: 001-0001001 -- Lote: 100-110-120
71	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	0	26/09/19	26/09/19	01	100	21,34	411	39,4		
L00LOAF22000 Cantidad de probetas: 2											
77	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7	26/09/19	26/09/19	01	100	20,89	358	35,3		Comprobación de la
78	ELABORACION DE LOSA DE HORMIGON REFORZADO PARA LA REHABILITACION DE LA RUTA PROVINCIAL A-174	7	26/09/19	26/09/19	01	100	20,21	310	31,4		

Las probetas de hormigón se moldean en el lugar de ejecución de losa (figura 96 97) y luego de 24 hs se las lleva al laboratorio para dejarlas que fragüen en una cámara que AFEMA tiene especialmente para dicho fin (figura 99). Dicha cámara mantiene la humedad cerca del 100%, mediante el riego continuo de las probetas con un sistema de aspersores y un sistema de recolección y recirculación continua del agua.

Figura 96



Figura 97



Figura 98



Figura 99



Además de ensayar las probetas hechas a pie de obra a partir del hormigón fresco, También se ensayan testigos de hormigón que son calados a modo de control a lo largo del tramo. Dichos calados se realizan mediante una moto caladora con un cilindro saca testigos.

A continuación se muestra en el Figura 100 el resultado del Ensayo de Compresión Simple de Testigos obtenidos en la Ruta A-174.

Figura 100 Ensayo de Compresión Simple de Testigos de Hormigón

AFEMA		SISTEMA DE ASECURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 29 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg L.001.29.AF.000113												
MUESTRA L.001.01.		AF	06103	FECHA ELABORACION				FECHA ENSAYO				25-abr-2013		
MATERIAL		TESTIGO HORMIGON H30												
PROBETA Nº	Fecha Elaboración	Días	Sección cm²	Altura cm	Diámetro cm	Let. Del Div.	Factor age	Carga Tot. Kg	Rol. No	Factor Corr. alt	Resultado Compresión			
											Kg/Cm²	Rol. X 1000	Correg. X 1000	
1	26-mar	28	86,8	28,50	16,13	27388	1,0	28271,5	2,62	1,01	354,88	1,008	354,83	
2	27-mar	29	81,2	28,60	16,17	27138	1,0	28396,7	2,61	1,00	351,88	0,996	349,72	
3	28-mar	28	81,0	28,50	16,16	27238	1,0	28187,6	2,62	1,01	350,00	1,008	350,00	
4	04-abr	21	81,5	28,70	16,19	27888	1,0	27853,9	2,63	1,01	343,88	1,051	363,77	

<b>UBICACION</b> Estado de: R.P.A. 112 CORDOBA COLOMBIA TROQUELA		<b>COMPRESION</b> 349,50 Kg/Cm²	
		<b>CORREGIDA POR EDAD</b> 354,37 Kg/Cm²	
PROVEEDOR: PROCESSE CONCRETANTE: DPV LABORATORIO: TALLA RETIRO ENCARGADO: ENERTO	DISEÑADOR:		

### 8.4.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La rama de Hormigones es en AFEMA una actividad nueva. Hace apenas tres años que AFEMA cuenta con una planta de hormigón, habiendo sido una empresa dedicada exclusivamente del rubro asfáltico.

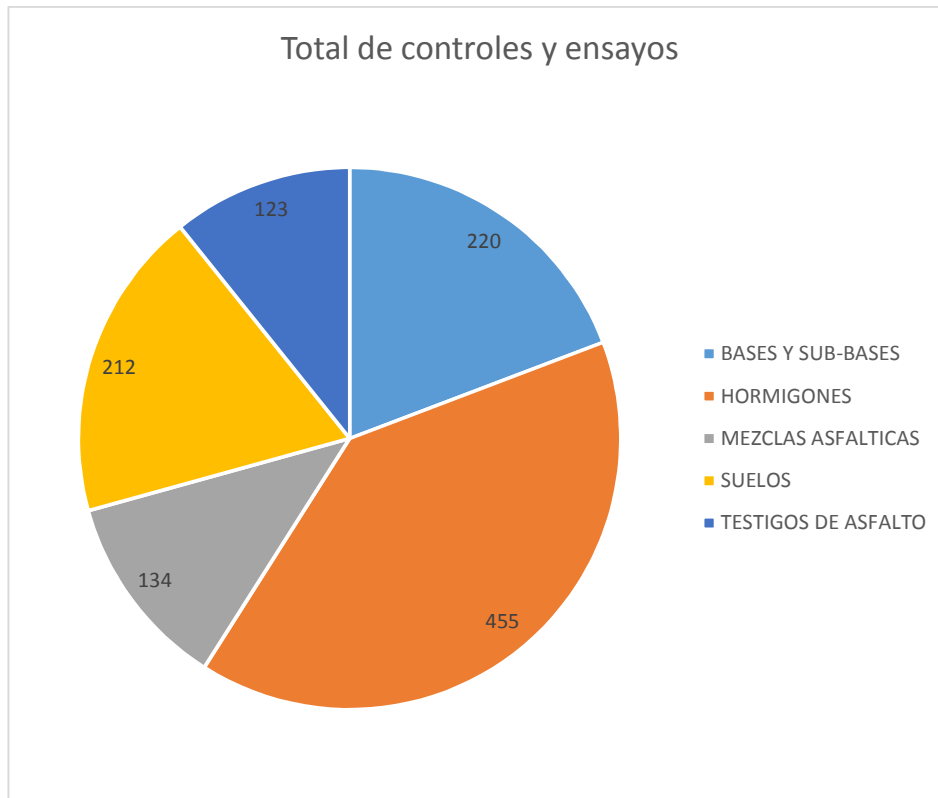
El ítem hormigón, como ya se detalló anteriormente, no es un ítem menor. Con más de 23.000 m<sup>3</sup> de hormigón colado en toda la obra, los controles son muy rigurosos y el control debe ser continuo.

De los resultados de los Ensayo anteriormente mencionados, se nota que todos cumplen con los requisitos antes expuestos. La ejecución de casi de la mayoría del tramo de hormigón, los ejecuta la empresa CISA, la cual trabaja en UTE con AFEMA, como se mencionó en el apartado [3. Condicionante de Obra]. No obstante los controles se realizan en el laboratorio central de AFEMA.

### 8.5. RESUMEN DE ENSAYOS DE CONTROL DE LA OBRA


Se tomaron 1211 muestras para el control de calidad de la obra distribuidas de acuerdo a lo indicado en la figura 101.

Figura 101 DISTRIBUCION DE ENSAYOS



Los controles de recepción de suelo arena se determinaban en función de lo indicado en los manuales de calidad, por lo que los controles eran diarios en planta orientados principalmente a la determinación de las granulometrías del material, como se observa en los resúmenes presentados en la figura 102.

Figura 102 GRANULOMETRIAS DE SUELO ARENA

 **Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)**

**AFEMA S.A. Villa Retiro**  
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Coa

Ensayos de Granulometria


Prog.	Muestra	Reg.	Ensayo	Material	Proveed	% Pasantes														
						2	1½	1	¾	½	3/8	4	5	10	16	30	40	100	200	
<b>R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA</b>																				
<b>Material: SUELO-ARENA</b>																				
0000000	AF05566	AF.02487	05/12/2012	SUAR CRUIZ	100	99	97				95	91		81			27	10,2		
0000000	AF05585	AF.02488	05/12/2012	SUAR CRUIZ	100	99	98				95	90		79			27	10,3		
0000000	AF05575	AF.02490	06/12/2012	SUAR CRUIZ	100	99	97	97			94	88		78			25	10,8		
0000000	AF05558	AF.02553	01/12/2012	SUAR CRUIZ	100	99	99	99			97	93		84			28	11,7		
0000000	AF05648	AF.02554	17/01/2013	SUAR CRUIZ		100	100	99			97	91		77			30	14,6		
0000000	AF05725	AF.02557	08/02/2013	SUAR CRUIZ	100	99	97				90	83		73			33	11,9		
0000000	AF05728	AF.02558	08/02/2013	SUAR CRUIZ		100	99				92	84		73			36	17,1		
0000000	AF05743	AF.02572	15/02/2013	SUAR GAZZONI	100	99	97				95	89		79			36	19,2		
0000000	AF05785	AF.02585	21/02/2013	SUAR GAZZONI	100	98	97				94	87		77			32	20,0		
0000000	AF05789	AF.02589	22/02/2013	SUAR GAZZONI	100	97	94				89	80		72			41	24,0		
0000000	AF05778	AF.02595	26/02/2013	SUAR GAZZONI	100	99	98				95	90		78			34	20,0		
0000000	AF05785	AF.02599	23/02/2013	SUAR GAZZONI		100	99				96	91		80			21	10,2		
0000000	AF05791	AF.02803	28/02/2013	SUAR GAZZONI		100	100				98	92		77			23	8,2		
0000000	AF05808	AF.02810	04/03/2013	SUAR GAZZONI	100	97	96				95	92		79			39	23,3		
0000000	AF05858	AF.02839	15/03/2013	SUAR GAZZONI	100	100	99				92	85		74			24	11,6		

Figura 103 GRANULOMETRIA



El seguimiento de los parámetros de las mezclas asfálticas tanto para Base Negra como para la Carpeta asfáltica, consisten en la determinación de Granulometrías, Rice, Recuperación asfáltica y parámetros Marshall cada 500 tn por día. Los valores diarios son los presentados en las figuras 104 y 105 y en las figuras 106 a 108 podemos observar los ensayos respectivos.

Figura 104 GRANULOMETRIAS DE BASE NEGRA



Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)																	
AFEMA S.A. Villa Retiro											Ensayos de Granulometria						
Ruta 111 Km 7.5 Villa Retiro Cba																	
Prog	Muestra	Reg	Ensayo	Material	Proveed	% Pasantes											
						2	1½	1	¾	1/2	3/8	4	8	10	16	30	40
<b>R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA</b>																	
<b>Material: BASE NEGRA</b>																	
2080/2485	AF08039	AF.02888	20/04/2013	BN AFE		100	89	70	67	57	47					18	4,3
0000000	AF08050	AF.02889	22/04/2013	BN AFE		100	87	71	67	57	45					18	3,7
2060/2750	AF08041	AF.02890	19/04/2013	BN AFE		100	86	70	66	57	47					18	4,2
2485/3285	AF08052	AF.02892	22/04/2013	BN AFE		100	87	72	68	56	44					19	4,0
2750/3280	AF08064	AF.02896	23/04/2013	BN AFE		100	89	71	67	57	47					19	4,3
2750/3280	AF08065	AF.02898	23/04/2013	BN AFE		100	87	69	65	57	44					17	4,6
1610/1890	AF08231	AF.02736	21/05/2013	BN AFE		100	83	69	65	57	42					17	4,3
1610/2030	AF08231	AF.02736	21/05/2013	BN AFE		100	83	69	65	57	42					17	4,3
1615 / 2090	AF08237	AF.02736	22/05/2013	BN AFE		100	83	68	64	56	43					18	4,0
1615 / 2005	AF08237	AF.02736	22/05/2013	BN AFE		100	83	68	64	56	43					18	4,0
1890 / 2060	AF08238	AF.02737	22/05/2013	BN AFE		100	82	67	63	55	44					18	4,1
2030 / 2060	AF08238	AF.02737	22/05/2013	BN AFE		100	82	67	63	55	44					18	4,1
3280 / 3925	AF08245	AF.02740	23/05/2013	BN AFUTE		100	81	67	64	55	43					18	4,3
3400 / 3800	AF08256	AF.02741	23/05/2013	BN AFUTE		100	83	69	66	56	44					18	4,1
3285 / 4185	AF08265	AF.02742	24/05/2013	BN AFUTE		100	81	67	64	57	44					17	4,3
3850 / 4145	AF08286	AF.02743	24/05/2013	BN AFUTE		100	80	67	63	56	43					17	4,7
2005 / 2410	AF08343	AF.02744	29/05/2013	BN AFUTE		100	88	69	66	56	44					17	4,7

Figura 105 MARSHALL DE BASE NEGRA Y CARPETA

**AFEMA**

<b>Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)</b>													
<b>AFEMA S.A. Villa Retiro</b>										<b>Ensayos Marshall</b>			
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Coa													
R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA													
Prog	Muestra	Registro	F.Elab.	D.Marsh.	%Vac.	VAM	BW	Estab.	Fluen.	E/F	Rice	%Asf.	%Resid
<b>CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD</b>													
<b>R.P.A-174 CORDOBA-COLONIA TIROLESA - CALZADA DERECHA - CALZADA</b>													
<b>MEZCLA TIPO: BN</b>													
3650 / 4145	AF.06266	.AF.02071	24/05/2013	2,438	4,6	16,5	71,9	1,225	3,2	3,824	2,556	4,9	100
3285 /4145	AF.06266	.AF.02070	24/05/2013	2,427	5,2	16,7	69,1	1,127	2,9	3,882	2,559	4,8	100
415-1000	AF.07614	.AF.02352	20/11/2013	2,438	4,9	16,2	69,9	1,080	3,8	3,200	2,563	4,7	77
400-415	AF.07614	.AF.02352	20/11/2013	2,438	4,9	16,2	69,9	1,080	3,8	3,200	2,563	4,7	77
<b>PROMEDIO</b>				<b>2,435</b>									<b>4,73</b>
<b>MEZCLA TIPO: CACD19</b>													
0000000	AF.00783	.AF.00381	27/07/2008	2,341	6,0	18,4	67,6	718	2,0	3,570	2,490	5,3	101
0000000	AF.00787	.AF.00383	28/07/2008	2,363	6,1	18,9	67,9	1,023	2,3	4,443	2,516	5,4	100
5010 - 6570	AF.07537	.AF.02339	07/11/2013	2,437	3,7	17,0	78,0	1,086	3,3	3,492	2,532	5,4	83
6570-6840	AF.07543	.AF.02340	11/11/2013	2,436	3,7	17,1	78,3	1,068	3,6	3,167	2,530	5,5	83
0-65-100-890	AF.07653	.AF.02359	27/11/2013	2,428	3,7	17,3	78,8	1,100	3,9	2,957	2,520	5,6	88
1500-8940-7800	AF.07656	.AF.02361	29/11/2013	2,431	4,2	17,3	75,5	1,077	3,4	3,377	2,539	5,4	86
Hizqu-7235-8100	AF.07657	.AF.02362	30/11/2013	2,431	4,1	17,2	76,4	1,165	3,7	3,303	2,534	5,4	88
5-7350-DEREC-	AF.07684	.AF.02363	02/12/2013	2,428	4,2	17,3	75,7	1,156	4,1	3,036	2,534	5,4	80
<b>PROMEDIO</b>				<b>2,412</b>									<b>5,44</b>

Figura 108 RICE



Figura 107 RECUPERACION ASFALTICA



Figura 106 ESTABILIDAD MARSHALL



Para recepción de cementos asfálticos en planta elaboradora se toma muestra de cada uno de los camiones de cemento asfáltico y se realizan los ensayos de Viscosidad y penetración y punto de ablandamiento, una vez verificados que los valores son adecuados se procede a su descarga en los tanques de la planta asfáltica.

Los ensayos se pueden observar en las figuras 109 Y 110.



Figura 109 PUNTO DE ABLANDAMINETO



Figura 110 VISCOSIDAD DEL CEMENTO ASFALTICO



### 8.5.1. Ensayos de Hormigón elaborado

Con una rutina de controles también indicados en las Instrucciones de Trabajo redactados en nuestro manual de autocontrol, se cumple con los mismos y se pueden observar valores de testigos de hormigón elaborado para las losas, según se observa en la figura 36. Y la verificación en testigos extraídos del tramo para controlar los 22 cm de espesor de las losas, como se observa en la figura 111.

Figura 111 PROBETAS DE HORMIGON

AFEMA S.A. Villa Retiro  
Rub 100 Km 7.0 Villa Retiro, Cox

Registro 7 del Procedimiento 01 del área laboratorio  
Reg. 1.001.00 Nº 1

### ENSAYOS DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON A COMPRESION

Comitente: GOBIERNO PROVINCIAL DE MARIPOSA  
Fecha: 10 de septiembre de 2019

Muestra Nº Prob	Estructura	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha cobrada	Fecha Rotura	Edad (d)	Edad (mes)	Carga (Tn)	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia (MPa)	Número	Observaciones
Proveedor: AFEMA S.A.											
Categoría de probetas: 7											
03	LA PAV. CONCRECIÓN PARA LA CARRETERA CONVENCIONAL DE 120-120 Fig. 0101	0,5	23/04/13	26/02/15	26	132	20,75	244	33,7		Firma: 18-09-2019-0001288 - ...
07		0,5		26/02/15	26	132	20,00	233	33,1		
Categoría de probetas: 2											
01	LA PAV. CONCRECIÓN PARA LA CARRETERA CONVENCIONAL DE 120-120 Fig. 0101	7	23/04/13	26/02/15	26	132	20,22	241	33,6		Firma: 18-09-2019-0001288 - ...
05		7		26/02/15	26	132	20,15	239	33,3		
Categoría de probetas: 7											
05	LA PAV. CONCRECIÓN PARA LA CARRETERA CONVENCIONAL DE 120-120 Fig. 0101	7,5	23/04/13	26/02/15	26	132	21,31	259	34,3		Firma: 18-09-2019-0001288 - ...
09		7,5		26/02/15	26	132	21,34	253	34,0		
Categoría de probetas: 2											
01	LA PAV. CONCRECIÓN PARA LA CARRETERA CONVENCIONAL DE 120-120 Fig. 0101	2,4	24/07/14	26/02/15	26	460	49,26	472	64,1		Firma: 18-09-2019-0001288 - ...
04		2,4		26/02/15	26	460	49,01	466	63,8		
Categoría de probetas: 2											
01	LA PAV. CONCRECIÓN PARA LA CARRETERA CONVENCIONAL DE 120-120 Fig. 0101	4	24/07/14	26/02/15	26	460	49,26	472	64,1		Firma: 18-09-2019-0001288 - ...
74		0		26/02/15	26	132	20,75	244	33,7		

Figura 112 TESTIGO DE HORMIGON



## 9. MODIFICACION DE OBRA N°2

Se aprueba la modificación de obra mencionada con una ampliación del plazo de 4 meses y surge de que a la fecha de solicitarse se había alcanzado el 94,77% de la obra y como el tramo se encontraba parcialmente habilitado al tránsito vehicular, se observaba un sostenido crecimiento del tránsito inducido por las mejoras realizadas lo que trajo aparejado un aumento en las demandas de movimientos en tramos de caminos contiguos al intervenido y la consiguiente necesidad de realizar intervenciones mejorativas en los mismos.

Por ello, la modificación de la obra consistía en la repavimentación de un tramo de 22 kms. Comprendidos entre Colonia Tirolesa y el ingreso a la Colonia Vicente Agüero en Colonia Caroya, con una capa asfáltica de 0,05 mts. de espesor por 6,90 mts. de ancho, y obras mejorativas accesorias, así como la pavimentación de un subtramo de la avenida Japón, para vincular de manera rápida y directa a las rutas provinciales A174, E-53, la Variante Juárez Celman y la Ruta Nacional N°9 Norte (avda. Juan B. Justo).

### 9.1. ESTUDIO DE ESTADO EXISTENTE DEL TRAMO

En esta nueva etapa de obra, era necesario evaluar el estado y conocer la estructura y dimensionar los deterioros de la ruta para lo cual se comenzó a realizar estudios al respecto

#### 9.1.1. Calicatas y estructura

Se procedió como en toda obra nueva a ejecutar a realizar calicatas, pero como las tareas eran un refuerzo de 0,05 mts de espesor de carpeta asfáltica, consideramos necesario una exploración solo a los efectos de disponer de información básica al respecto.

De la campaña de calicatas se obtuvieron los siguientes resultados:

##### 9.1.1.1. Informe de calicata en ruta A-174

Tramo Córdoba – Colonia Caroya  
 Empresa contratista: AFEMA S.A.  
 Obra: RP A-174 tramo Córdoba - Colonia Tirolesa  
 Fecha: 15/01/2014  
 Progresiva: 27.100  
 Lado: derecho  
 Superficie de muestreo: 1 m x 1 m

Espesores observados en el paquete estructural:

- 5 cm carpeta asfáltica,
- 20 cm base granular algo cementada,
- 15 cm subbase.

Figura 114 APERTURA DE CALICATA

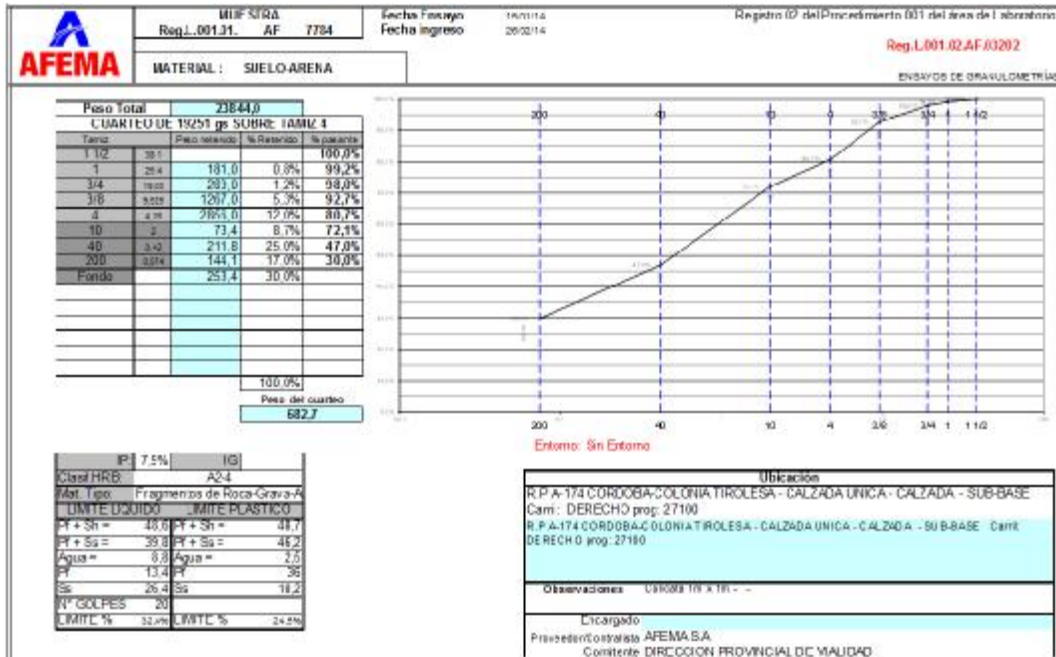


Figura 113 ESPESORES DE ESTRUCTURA EN CALICATA



En laboratorio decidí realizar una granulometría y clasificar el material existente en la subbase y los resultados se muestran en la figura 115.

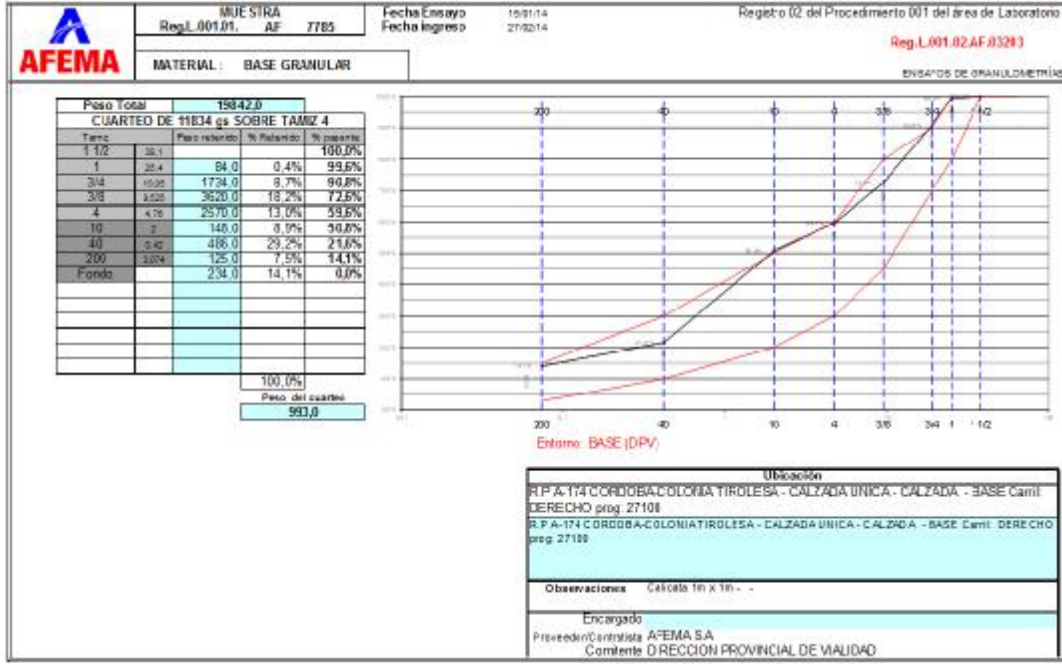
Figura 115 GRANULOMETRIA SUBBASE DE CALICATA



Del ensayo se determina que la misma está conformada por un material A2-4 con un Índice plástico de 7.9%, con las características de un suelo arena.

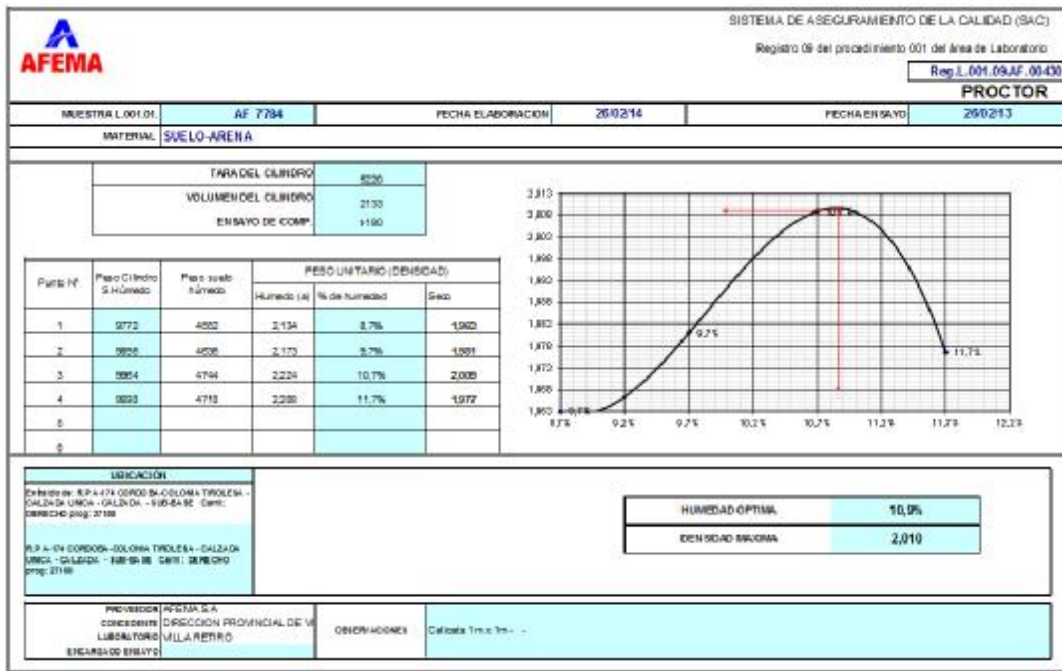
Luego de la muestra extraída de la base existente se realizó también una granulometría que se indica en la figura 73, a la cual la comparamos con un entorno granulométrico típico, que se puede observar en la figura 116.

Figura 116 GRANULOMETRIA DE BASE DE CALICATA



Además, se realizó una determinación de la densidad máxima de la subbase como se indica en la figura 117.

Figura 117 ENSAYO PROCTOR DE SUBBASE DE CALICATA



## 9.2. DESCRIPCION DEL ESTADO GENERAL DE LA ZONA

Para la etapa en que se encontraba la obra (previa al inicio de repavimentación), consideramos que esta información era suficiente para conocer la obra a ejecutar encima de ella.

Por otro lado, la carpeta existente se encontraba como se muestra en la imagen de la figura 118.

*Figura 118 ESTADO DE LA OBRA PREVIA A LA EJECUCION DE LA CARPETA*



Para la realización de la carpeta asfáltica la inspección ordeno una toma de fisuras previo a la colocación de la misma, que se realizó en los tramos indicados y también bacheos con fresadora en lugares puntuales (figura 119 y 120).

*Figura 119 BACHEO CON FRESADORA*



*Figura 120 TOMADO DE FISURAS*



*Figura 121*



*Figura 122*



### **9.3. DESARROLLO DE LA COLOCACION DE LA CARPETA DE REFUERZO**

Una vez realizado el bacheo con fresadora y el tomado de fisuras se ejecutó el riego de liga como se observa en la figura 123 y la colocación de la carpeta asfáltica con los mismos materiales que se habían ejecutado la obra hasta Colonia Tirolesa.



Figura 123 RIEGO DE LIGA



Los dosajes, procesos constructivos y procedimientos de trabajo ya fueron explicados y se realizaron con el mismo rigor y sin aspectos relevantes a comentar, como se muestra en la imagen 124.


Figura 124



#### 9.4. RESULTADOS EN LA CARPETA COLOCADA

Una vez colocada la carpeta asfáltica, se verificaba espesores y densidades obtenidas en el proceso constructivo y se tenían valores esperados en los ensayos, como se indica en los resúmenes de las densidades de testigos mostradas en la figura 125.

Figura 125 DENSIDAD DE TESTIGOS DE MEZCLA ASFALTICA




Registro 16 del Procedimiento 891 del Área de Laboratorio  
**DENSIDAD DE TESTIGOS DE MEZCLA ASFALTICA**

**COMITENTE DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD**

UBICACION	PROGRESIVA	FECHA EXTRACCION PROBEA	FECHA ELABORACION PROBEA	Req nº	ESPCSOR	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD	MARSHALL	RICE	% VACIOS	% DENSIDAD	OBSERVACIONES
<b>RUTA: R.P A 174 TIROLESA - CAROYA</b>													
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre IZQUIERDO	35300	09/04/2014	09/04/2014	00979	41,3	792,0	216,0	2,411	2,422	2,520	4,3%	99,6%	- izquierda -
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre CENTRAL IZQUIERDO	39950	10/04/2014	09/04/2014	00979	42,6	736,0	210,0	2,374	2,412	2,513	5,5%	96,4%	- IZQ - CENT -
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre IZQUIERDO	36900	10/04/2014	09/04/2014	00980	44,1	751,0	316,0	2,377	2,412	2,513	5,4%	96,6%	- IZQ - IZQ -
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre IZQUIERDO	36950	10/04/2014	09/04/2014	00991	46,5	836,0	353,0	2,366	2,412	2,513	5,6%	96,2%	- IZQ - DER -
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre IZQUIERDO	38000	24/04/2014	23/04/2014	00992	54,4	966,0	411,0	2,364	2,424	2,515	5,2%	96,4%	- izquierda -
CALZADA DERECHA - CARPETA Carre DERECHO	40600	09/05/2014	07/05/2014	00997	56,2	1014,0	423,0	2,387	2,429	2,527	5,1%	96,7%	- derecha - centro -
CALZADA DERECHA - CARPETA Carre CENTRAL DERECHO	41.200	11/06/2014	10/06/2014	01000	5,3	937,0	400,0	2,342	2,415	2,519	7,6%	97,0%	- - -
CALZADA DERECHA - CARPETA Carre CENTRAL DERECHO	41.500	11/06/2014	10/06/2014	01001	4,7	839,0	360,0	2,331	2,415	2,519	7,5%	96,6%	- - -
CALZADA DERECHA - CARPETA Carre CENTRAL DERECHO	41.800	11/06/2014	10/06/2014	01002	5,7	1024,0	440,0	2,327	2,415	2,519	7,6%	96,4%	- - -
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre CENTRAL IZQUIERDO	42.100	11/06/2014	09/06/2014	01003	5,8	1031,0	443,0	2,327	2,418	2,510	7,3%	96,2%	- - -
CALZADA IZQUIERDA - CARPETA Carre CENTRAL IZQUIERDO	41.800	11/06/2014	09/06/2014	01004	4,7	882,0	352,0	2,276	2,418	2,510	9,2%	94,2%	- - -

Parámetros Marshall de mezcla asfáltica colocada en el tramo, mostradas en la figura 126.

Figura 126 RESUMEN DE ENSAYOS MARSHALL

 <b>Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)</b> <b>AFEMA S.A. Villa Retiro</b> Ruta 111 Km 7.5 Villa Retiro Coa													
Ensayos Marshall													
R.P.A 174 TIROLESA - CAROYA													
Prog	Muestra	Registro	F. Elab.	D. Marsh.	%Vac.	VAM	B/V	Estab.	Flu.en.	E/F	R/ce	%Asf.	%Resid
<b>CONCEDENTE</b> DIRECCION PROVINCIAL DE VALIDAD													
R.P.A 174 TIROLESA - CAROYA - CALZADA UNICA - CALZADA													
<b>MEZCLA TIPO</b> CACD19													
0000000	AF.08007	.AF.02475	20/03/2014	2,425	3,9	17,3	77,3	961	3,3	3,100	2,524	5,5	86
0000000	AF.08012	.AF.02478	21/03/2014	2,431	3,8	17,1	77,9	1.078	3,6	3,017	2,526	5,5	100
0000000	AF.08013	.AF.02480	22/03/2014	2,427	4,3	17,3	75,3	938	3,5	2,910	2,535	5,4	84
0000000	AF.08013	.AF.02479	22/03/2014	2,427	4,3	17,3	75,3	938	3,5	2,910	2,535	5,4	100
0000000	AF.08014	.AF.02481	25/03/2014	2,428	4,1	17,3	76,1	1.330	3,9	3,391	2,530	5,4	100
0000000	AF.08017	.AF.02484	26/03/2014	2,428	4,0	17,3	76,9	882	3,3	2,910	2,527	5,5	86
0000000	AF.08021	.AF.02485	27/03/2014	2,416	4,0	17,1	76,7	1.096	3,4	3,176	2,517	5,4	100
0000000	AF.08039	.AF.02488	28/03/2014	2,422	3,6	17,0	78,6	924	3,5	2,889	2,513	5,5	82
0000000	AF.08040	.AF.02489	29/03/2014	2,414	4,2	17,4	75,7	977	3,4	2,922	2,520	5,5	100
0000000	AF.08042	.AF.02491	31/03/2014	2,418	3,9	17,2	77,1	1.017	3,5	3,268	2,517	5,5	78
0000000	AF.08051	.AF.02492	01/04/2014	2,428	3,9	17,4	77,9	1.068	3,5	3,381	2,525	5,6	80
0000000	AF.08059	.AF.02493	08/04/2014	2,422	3,9	17,1	77,3	1.116	3,8	3,224	2,520	5,5	82
0000000	AF.08066	.AF.02495	09/04/2014	2,414	3,9	17,5	77,5	1.048	3,5	3,232	2,513	5,6	87
0000000	AF.08069	.AF.02496	09/04/2014	2,413	3,9	17,4	77,4	1.086	3,6	3,032	2,511	5,6	100
0000000	AF.08074	.AF.02497	10/04/2014	2,410	4,2	17,4	75,9	1.006	3,6	2,904	2,515	5,5	84
0000000	AF.08075	.AF.02498	11/04/2014	2,410	4,0	17,3	77,1	1.152	3,8	3,411	2,509	5,5	80
0000000	AF.08081	.AF.02501	14/04/2014	2,404	4,1	17,4	76,3	1.138	3,6	3,443	2,507	5,5	84
0000000	AF.08084	.AF.02502	15/04/2014	2,414	3,9	17,1	77,4	1.175	3,7	3,317	2,511	5,5	83
0000000	AF.08093	.AF.02503	16/04/2014	2,415	4,0	17,2	76,9	969	3,5	2,900	2,515	5,5	85
0000000	AF.08094	.AF.02504	17/04/2014	2,405	3,9	17,3	77,3	913	3,4	3,010	2,503	5,6	78
0000000	AF.08095	.AF.02505	21/04/2014	2,405	4,2	17,2	75,5	1.220	3,9	3,471	2,511	5,4	83
0000000	AF.08096	.AF.02506	22/04/2014	2,424	3,6	17,3	79,0	1.127	3,6	3,100	2,515	5,6	100
0000000	AF.08108	.AF.02508	24/04/2014	2,427	3,7	17,1	78,5	1.031	3,8	2,890	2,520	5,5	88
0000000	AF.08116	.AF.02509	25/04/2014	2,418	4,0	17,2	77,0	1.023	3,8	3,004	2,518	5,5	79
0000000	AF.08119	.AF.02510	26/04/2014	2,412	4,0	17,3	76,8	1.051	3,4	3,215	2,513	5,5	85
0000000	AF.08138	.AF.02514	05/05/2014	2,420	4,0	17,2	76,6	1.462	4,3	3,475	2,522	5,5	88
0000000	AF.08320	.AF.02557	07/06/2014	2,396	4,4	18,0	75,3	1.189	3,4	3,482	2,507	5,7	100
0000000	AF.08328	.AF.02559	09/06/2014	2,419	3,6	17,5	79,3	977	3,6	3,059	2,510	5,7	77
0000000	AF.08331	.AF.02560	09/06/2014	2,415	4,1	17,8	76,9	1.040	3,6	3,162	2,519	5,7	85
0000000	AF.08354	.AF.02564	11/06/2014	2,414	3,7	17,7	79,0	1.020	3,4	3,307	2,507	5,8	85
0000000	AF.08362	.AF.02567	12/06/2014	2,418	3,5	17,6	80,3	965	3,4	3,099	2,505	5,8	89
0000000	AF.08381	.AF.02569	13/06/2014	2,419	3,5	17,4	80,1	907	3,2	2,909	2,506	5,8	86
0000000	AF.08382	.AF.02570	14/06/2014	2,420	3,6	17,4	79,4	930	3,4	2,875	2,510	5,7	84
0000000	AF.08487	.AF.02601	05/07/2014	2,418	3,6	17,1	79,1	1.026	3,3	3,313	2,508	5,6	88
<b>PROMEDIO</b>				2,417									5,55

**9.4.1. DEFECTOS EN LA CARPETA ASFALTICA**

Una vez colocada la carpeta asfáltica se comenzaron a visualizar en algunos sectores fisuras que se manifestaban inmediatamente después de colocada la carpeta (figura 127 a 128), por lo cual durante el proceso de compactación se realizaron diversas modificaciones en los procesos para minimizar la manifestación de las mismas.

*Figura 127 FISURAS EN LA CARPETA ASFALTICA NUEVA*



*Figura 128 ZONA DE FISURA IMPORTANTE REFLEJADA*



## **9.5. ESTUDIO DEL PROBLEMA**

Ante la situación presentada en obra, La Inspección de la obra ordeno realizar extracción de paños de carpeta para realizar estudios como los observados en la siguiente imagen de la figura 129.

Figura 129 EXTRACCION DE PAÑOS DE CARPETA.



Se enviaron muestras a distintos laboratorios para analizar las características de la "MEZCLA COLOCADA", y también se solicitó determinaciones en campaña de mediciones de deflexión y radio de curvatura, para conocer el estado general de la estructura, por lo que se realizaron mediciones antes y después de la colocación de la carpeta de refuerzo.

Con base en los radios de curvatura y la condición de que valores inferiores a 80m indican la presencia de zonas débiles bajo las capas asfálticas.

### **9.5.1. AUSCULTACIÓN UTILIZANDO EL EQUIPO DE LA VIGA BENKELMAN.**

Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible, por acción de cargas vehiculares, pueden ser determinadas haciendo uso de uno de los deflectómetros utilizados, tal como la "Viga Benkelman".

Llamado así en honor al Ing. A.C. Benkelman, quién la desarrollo en 1953, como parte del programa de ensayos viales de la WASHO (WASHO Road Test).

Desde entonces su uso se ha difundido ampliamente en proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles, tanto por su practicidad como por la naturaleza directa y objetiva de los resultados que proporciona.

#### **9.5.1.1. CARACTERISTICAS DE LA VIGA BENKELMAN**

El deflectómetro Benkelman funciona según el principio de la palanca. Es un instrumento completamente mecánico y de diseño simple. Según se esquematiza en la figura 87, la viga consta esencialmente de dos partes:

- (1) Un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante tres apoyos (dos delanteros fijos "A" y uno trasero regulable "B") y
- (2) Un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro o pivote "C", uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (punto "D") y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un micrómetro de movimiento vertical (punto "E"). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas.

El extremo "D" o "punta de la viga" es de espesor tal que puede ser colocado entre una de las ruedas dobles del eje trasero de un camión cargado.

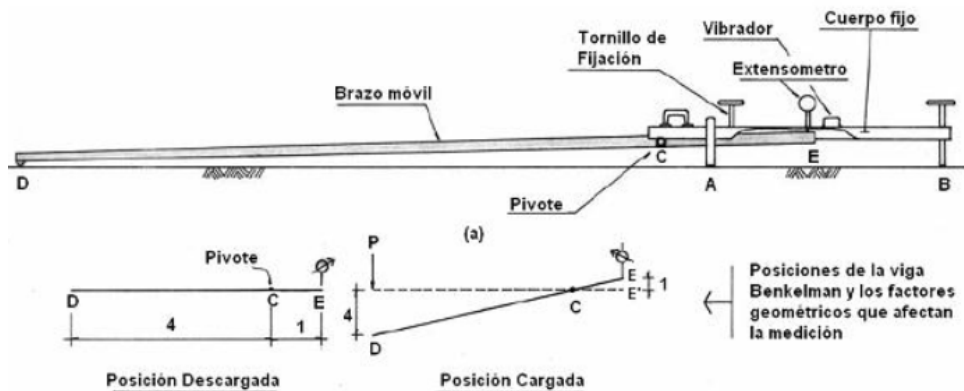
Por el peso aplicado se produce una deformación del pavimento, consecuencia de lo cual la punta baja una cierta cantidad, con respecto al nivel descargado de la superficie. Como efecto de dicha acción el brazo DE gira en torno al punto fijo "C", con respecto al cuerpo AB, determinando que el extremo "E" produzca un movimiento vertical en el vástago del micrómetro apoyado en él, generando así una lectura en el dial indicador.

Si se retiran luego las ruedas cargadas, el punto "D" se recupera en lo que a deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial del micrómetro.

La operación expuesta representa el "principio de medición" con la Viga Benkelman. Lo que se hace después son sólo cálculos en base a los datos recogidos.

Así, con las dos lecturas obtenidas es posible determinar cuánto deflectó el pavimento en el lugar subyacente al punto "D" de la viga, durante el procedimiento descrito. Es de notar que en realidad lo que se mide es la recuperación del punto "D" al remover la carga (rebote elástico) y no la deformación al colocar ésta. Para calcular la deflexión deberá considerarse la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el micrómetro (EE') no están en escala real sino que dependen de la relación de brazos existentes (Ver figura 130).

Figura 130 ESQUEMA Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LA VIGA BENKELMAN



**9.5.1.2. “ENSAYO DE DEFLEXIÓN RECUPERABLE Y DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE RECUPERACIÓN ELASTO RETARDADA DE PAVIMENTOS CON REGLA BENKELMAN”  
NORMA DE ENSAYO VN - E28 – 77**

**OBJETO**

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar simultáneamente con una Regla Benkelman la deflexión recuperable y la curva de recuperación elasto retardada de un pavimento flexible, producida por una carga estática.

A tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de cubiertas, espaciado entre ruedas duales, y presión de inflado, están normalizadas.

**ELEMENTOS**

- a) Una regla Benkelman con su correspondiente flexímetro (al 0,01 mm. y recorrido 12 mm.) y las siguientes dimensiones fundamentales:

Longitud del brazo de ensayo, desde el pivote a la punta de prueba = 2,438 m.

Longitud del brazo de ensayo, desde el pivote al punto de apoyo del vástago del dial registrador = 1,219 m.

Los demás detalles de la regla se hallan en el plano adjunto.

- b) Un camión para ensayo con las siguientes características:

El eje trasero pesará en la balanza, 8,175 kg. igualmente distribuidos en sus dos ruedas duales y estará equipado con cubiertas y cámaras neumáticas. Las cubiertas deberán ser 10.00” x 20”; 12 telas e infladas a 5,6 kgs. /cm<sup>2</sup> (80 lbs. por pulgada cuadrada).

La distancia entre los puntos medios de la banda de rodamiento de ambos neumáticos de cada rueda dual debe ser de 32 cm.

- c) Un medidor de presión de inflado.  
d) Un termómetro de 0° a 100°C. con divisiones de cada grado  
e) Un barreno para ejecutar orificios en el pavimento de 4 cm. de profundidad y 10 mm. de diámetro.  
f) Un cronómetro  
g) Una cinta métrica de acero de 2 m. y otra de 25 m.

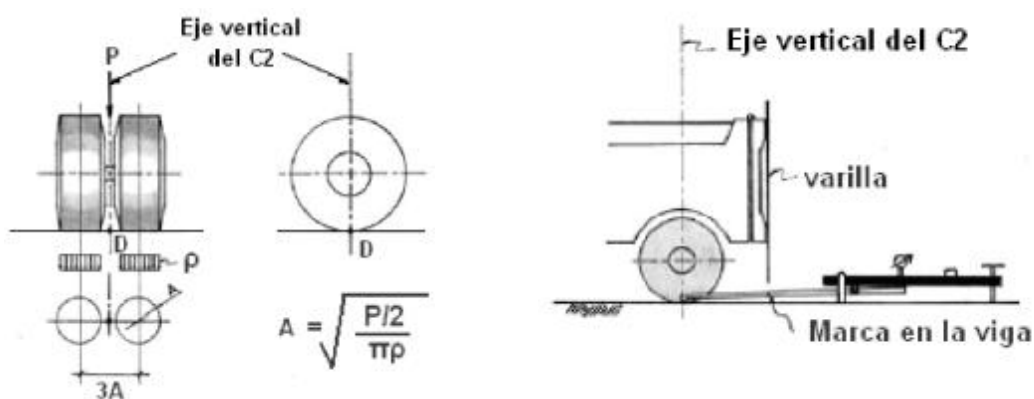
**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

- a) El punto del pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea será localizado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde, según la tabla N° 1.

Figura 131 TABLA N°1

<u>Ancho de la trocha</u>	<u>Distancia desde el borde del pavimento</u>
2,70 m.	0,45 m.
3,00 m.	0,60 m.
3,30 m.	0,75 m.
3,60 m. ó más	0,90 m.

Figura 132 CONFIGURACION GEOMETRIACA DEL SISTEMA DE CARGA DE LA VIGA BENKELMAN



Las mediciones se realizan colocando la punta de la viga entre las dos ruedas y midiendo la deflexión cuando el vehículo se aleja. Los resultados de las deflexiones se leen en un dial indicador.

### CÁLCULOS

La deflexión Recuperable (D) se calcula mediante la expresión:

$$D = 2 \times L \text{ (expresada en 0,01 mm.)}$$

Donde L es la última lectura registrada

Para trazar curva de Recuperación Elasto- Retardada se calculas las deflexiones para cada uno de los tiempos registrados, mediante la expresión:

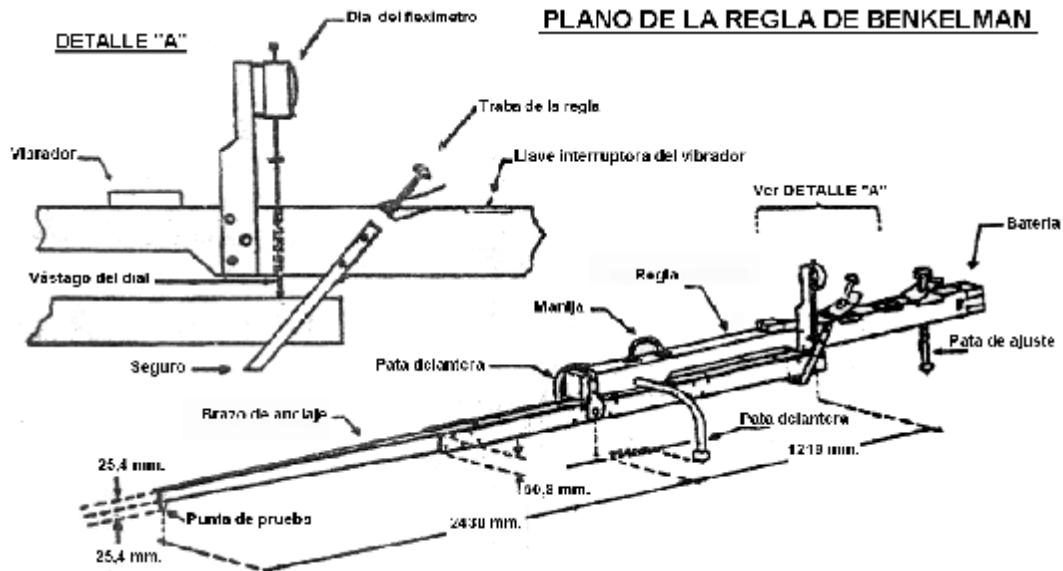
$$D_i = 2 \times l_i \text{ (expresada en 0,01 mm.)}$$

Donde  $l_i$  son las lecturas para 5, 10, 15,.....seg

ADJUNTO: PLAN DE REGLA BENKELMAN



Figura 133 PLANO DE REGLA BENKELMAN



### 9.5.1.3. "ENSAYO RADIO DE CURVATURA" NORMA DE ENSAYO VN

- E65 – 83

#### OBJETO

Esta norma detalla el procedimiento a seguir para determinar el Radio de Curvatura con dos (2) Reglas Benkelman.

A tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de cubiertas, espaciados entre ruedas duales y presión de inflado, están normalizados, en la Norma de Ensayo VN-E28-77, apartado 2-b.

#### APARATOS

Dos reglas Benkelman con sus correspondientes flexímetros según lo indicado en la Norma VN - E28 - 77 apartado 28-2-a-b-c-d-e- y g.

#### PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- El punto del pavimento a ensayar (punto A), deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino (línea N° 1) e igualmente se marcará otra línea paralela a la misma (línea N° 2), distante 25 cm hacia atrás (de acuerdo al sentido de avance del equipo). El punto A será localizado sobre la línea N° 1 a una distancia prefijada del borde, según la tabla N° 1 de Norma VN - E28 - 77. Por el punto así localizado se trazará la normal a la línea N°1 que cortará a la línea N°2 en el punto 8.
- La rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto A, procediendo como se indica en la Norma VN - E28 - 77, apartado 28- 3 b.
- Se coloca una de las reglas (N° 1 en adelante) sobre el pavimento, detrás del camión, aproximadamente perpendicular al eje de carga y de modo que la punta de prueba coincida con el punto A y la regla no roce contra los neumáticos de la rueda dual.

d) Se coloca la otra regla (N° 2 en adelante) sobre el pavimento, detrás del camión en posición inclinada con respecto a la regla N° 1 (sin que lleguen a tocarse entre sí) y de modo que la punta de prueba coincida con el punto B.

e) Se retiran las tablas de las reglas y se ajustan las bases por medio de los tornillos traseros de modo tal que los brazos de medición queden en contacto con los vástagos de los diales.

f) Los flexímetros se ajustan de modo que los vástagos tengan un recorrido libre comprendido entre 4 y 6 mm. Se giran las esferas de los flexímetros hasta que las agujas queden en "0" (cero) y se verifican las lecturas golpeando suavemente los flexímetros con un lápiz. Girar las esferas si fuera necesario y repetir la operación hasta obtener la posición "0" (cero). Poner en marcha el cronómetro y cada 60 segundos leer el flexímetro de la regla N° 1 golpeándolo suavemente con un lápiz.

Cuando dos lecturas sucesivas no difieran en más de 0,01 mm. se da por estabilizada la deformación producida por la carga en ambos puntos.

g) Se giran las esferas de los flexímetros, si es necesario, hasta que las agujas quedan en cero (golpeando suavemente con un lápiz) e inmediatamente se hace avanzar suave y lentamente el camión, poniendo en marcha el cronómetro. Se efectúa la lectura del flexímetro de la regla N° 1 cada 60 segundos golpeándolo suavemente con un lápiz. Cuando dos lecturas sucesivas no difieran en más de 0,01 mm. se da por finalizada la recuperación, registrándose la última lectura observada (L1).

Simultáneamente se efectúa la lectura del flexímetro de la regla N° 2 golpeándolo suavemente con un lápiz registrándose el valor leído (L 2).

Deberán tenerse en cuenta las mismas indicaciones y limitaciones de la Norma VN - E28 - 77 en los párrafos 28-3-i, j, k y l.

El radio de curvatura se calcula con la expresión:

$$RC = \frac{6250}{4(L1 - L2)}$$

RC= Radio de curvatura en metros.

#### 9.5.2. MEDICIONES DE DEFLEXION Y RADIO DE CURVATURA REALIZADAS

Se siguieron instrucciones impartidas por la inspección para realizar mediciones de deflexión en las zonas fisuradas como se indican en las figuras 134 y 135.

Figura 134 MEDICIONES CON VIGA BENKELMAN DE DEFLECCION Y RADIO DE CURVATURA





	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro del Procedimiento 001 del área de Laboratorio <b>Reg.001.28.AF.0015</b>																																																									
	<b>VIGA BENKELMAN DEFLEXION CARACTERISTICA</b> FECHA ENSAYO <b>19/07/14</b>																																																									
<b>Constante de la viga 2</b>																																																										
temperatura °C <b>22</b> K= factor de ajuste <b>0,988</b>	Ancho de trocha <b>3,00</b> Distancia del borde (mts) <b>0,60 mt</b>																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Prog</th> <th>CARBL / huella</th> <th>L0 mm</th> <th>L25 mm</th> <th>D0 mm</th> <th>D25 mm</th> <th>D0-D25 mm</th> <th>Rc mm</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>27550</td> <td>ID</td> <td>15</td> <td>3</td> <td>30</td> <td>6</td> <td>24</td> <td>130</td> <td rowspan="5">CARPETA FRESADA SOBRE BASE EXISTENTE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>27560</td> <td>II</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>24</td> <td>2</td> <td>22</td> <td>142</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>27570</td> <td>ID</td> <td>22</td> <td>8</td> <td>44</td> <td>16</td> <td>28</td> <td>112</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>27580</td> <td>II</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>30</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>155</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>27590</td> <td>ID</td> <td>20</td> <td>7</td> <td>40</td> <td>14</td> <td>26</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table>	N°	Prog	CARBL / huella	L0 mm	L25 mm	D0 mm	D25 mm	D0-D25 mm	Rc mm	OBSERVACION	1	27550	ID	15	3	30	6	24	130	CARPETA FRESADA SOBRE BASE EXISTENTE	2	27560	II	12	1	24	2	22	142	3	27570	ID	22	8	44	16	28	112	4	27580	II	15	5	30	10	20	155	5	27590	ID	20	7	40	14	26	120		
N°	Prog	CARBL / huella	L0 mm	L25 mm	D0 mm	D25 mm	D0-D25 mm	Rc mm	OBSERVACION																																																	
1	27550	ID	15	3	30	6	24	130	CARPETA FRESADA SOBRE BASE EXISTENTE																																																	
2	27560	II	12	1	24	2	22	142																																																		
3	27570	ID	22	8	44	16	28	112																																																		
4	27580	II	15	5	30	10	20	155																																																		
5	27590	ID	20	7	40	14	26	120																																																		
C = CENTRO B = BORDE																																																										
UBICACION RUTA: A 174 COLONIA TIROLESA - COLONIA CAROYA	DO promedio <b>34</b> 0,01mm Radio de curvatura promedio <b>132</b> mm Desviacion standard <b>8</b> <b>Deflexion caracteristica 50</b> 0,01mm																																																									
PROVEEDOR COMITENTE D.P.V CORDOBA LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO D DE LA RUBIA	OBSERVACIONES TRAMO FRESADO Y EJECUTADO POR CISA																																																									

Figura 135

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro del Procedimiento 001 del área de Laboratorio <b>Reg.001.28.AF.0014</b>																																																																																																																																																																																																																												
<b>VIGA BENKELMAN DEFLEXION CARACTERISTICA</b>																																																																																																																																																																																																																													
FECHA ENSAYO <b>14/05/14</b>																																																																																																																																																																																																																													
Constante de la viga <b>2</b>																																																																																																																																																																																																																													
temperatura °C <b>22</b> K= factor de ajuste <b>0,988</b>	Ancho de trocha <b>3,00</b> Distancia del borde (mts) <b>0,60 mt</b>																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Prog</th> <th>CARRIL / huella</th> <th>L0</th> <th>L25</th> <th>DO</th> <th>D25</th> <th>D0-D25</th> <th>Re</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>0,01mm</th> <th>0,01mm</th> <th>0,01mm</th> <th>0,01mm</th> <th>0,01mm</th> <th>mm</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>23680</td><td>DC</td><td>18</td><td>3,5</td><td>36</td><td>7</td><td>29</td><td>108</td><td>CARPETA NUEVA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>2</td><td>26750</td><td>DB</td><td>25</td><td>20</td><td>50</td><td>40</td><td>10</td><td>313</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>3</td><td>27500</td><td>DC</td><td>15</td><td>4</td><td>30</td><td>8</td><td>22</td><td>142</td><td>CARPETA VIEJA CON FISURA</td></tr> <tr><td>4</td><td>29670</td><td>DH</td><td>15</td><td>13</td><td>30</td><td>26</td><td>4</td><td>781</td><td>CARPETA VIEJA CON FISURA</td></tr> <tr><td>5</td><td>41550</td><td>DC</td><td>13</td><td>5,5</td><td>26</td><td>11</td><td>15</td><td>208</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>6</td><td>42440</td><td>DH</td><td>12</td><td>9</td><td>24</td><td>18</td><td>6</td><td>521</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>7</td><td>43040</td><td>IC</td><td>27</td><td>19,5</td><td>54</td><td>39</td><td>15</td><td>208</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>8</td><td>43020</td><td>IC</td><td>43</td><td>35</td><td>86</td><td>70</td><td>16</td><td>195</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>9</td><td>42990</td><td>IB</td><td>38</td><td>20</td><td>76</td><td>40</td><td>36</td><td>87</td><td>CARPETA VIEJA SOBRE BACHE</td></tr> <tr><td>10</td><td>42985</td><td>IB</td><td>26</td><td>22</td><td>52</td><td>44</td><td>8</td><td>391</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>11</td><td>42365</td><td>IB</td><td>29</td><td>17</td><td>58</td><td>34</td><td>24</td><td>130</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>12</td><td>34160</td><td>IB</td><td></td><td>24</td><td>0</td><td>48</td><td>-48</td><td>-65</td><td>CARPETA VIEJA CON FISURA</td></tr> <tr><td>13</td><td>34140</td><td>IC</td><td>28</td><td>17,5</td><td>56</td><td>35</td><td>21</td><td>149</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>14</td><td>27580</td><td>IC</td><td>7</td><td>0</td><td>14</td><td>0</td><td>14</td><td>223</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>15</td><td>27580</td><td>IB</td><td>5,5</td><td>3,5</td><td>11</td><td>7</td><td>4</td><td>781</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>16</td><td>27580</td><td>IB</td><td>37,5</td><td>26</td><td>75</td><td>52</td><td>23</td><td>136</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>17</td><td>27500</td><td>IB</td><td>43,5</td><td>45,5</td><td>87</td><td>91</td><td>-4</td><td>-781</td><td>CARPETA VIEJA CON FISURA</td></tr> <tr><td>18</td><td>27500</td><td>IC</td><td>22</td><td>25</td><td>44</td><td>50</td><td>-6</td><td>-521</td><td>CARPETA VIEJA CON FISURA</td></tr> <tr><td>19</td><td>23580</td><td>IC</td><td>16,2</td><td>11</td><td>32,4</td><td>22</td><td>10,4</td><td>300</td><td>CARPETA VIEJA SIN FISURA</td></tr> <tr><td>20</td><td>23580</td><td>IC</td><td>45,8</td><td>22</td><td>91,6</td><td>44</td><td>47,6</td><td>66</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nº	Prog	CARRIL / huella	L0	L25	DO	D25	D0-D25	Re	OBSERVACION				0,01mm	0,01mm	0,01mm	0,01mm	0,01mm	mm		1	23680	DC	18	3,5	36	7	29	108	CARPETA NUEVA SIN FISURA	2	26750	DB	25	20	50	40	10	313	CARPETA VIEJA SIN FISURA	3	27500	DC	15	4	30	8	22	142	CARPETA VIEJA CON FISURA	4	29670	DH	15	13	30	26	4	781	CARPETA VIEJA CON FISURA	5	41550	DC	13	5,5	26	11	15	208	CARPETA VIEJA SIN FISURA	6	42440	DH	12	9	24	18	6	521	CARPETA VIEJA SIN FISURA	7	43040	IC	27	19,5	54	39	15	208	CARPETA VIEJA SIN FISURA	8	43020	IC	43	35	86	70	16	195	CARPETA VIEJA SIN FISURA	9	42990	IB	38	20	76	40	36	87	CARPETA VIEJA SOBRE BACHE	10	42985	IB	26	22	52	44	8	391	CARPETA VIEJA SIN FISURA	11	42365	IB	29	17	58	34	24	130	CARPETA VIEJA SIN FISURA	12	34160	IB		24	0	48	-48	-65	CARPETA VIEJA CON FISURA	13	34140	IC	28	17,5	56	35	21	149	CARPETA VIEJA SIN FISURA	14	27580	IC	7	0	14	0	14	223	CARPETA VIEJA SIN FISURA	15	27580	IB	5,5	3,5	11	7	4	781	CARPETA VIEJA SIN FISURA	16	27580	IB	37,5	26	75	52	23	136	CARPETA VIEJA SIN FISURA	17	27500	IB	43,5	45,5	87	91	-4	-781	CARPETA VIEJA CON FISURA	18	27500	IC	22	25	44	50	-6	-521	CARPETA VIEJA CON FISURA	19	23580	IC	16,2	11	32,4	22	10,4	300	CARPETA VIEJA SIN FISURA	20	23580	IC	45,8	22	91,6	44	47,6	66	
Nº	Prog	CARRIL / huella	L0	L25	DO	D25	D0-D25	Re	OBSERVACION																																																																																																																																																																																																																				
			0,01mm	0,01mm	0,01mm	0,01mm	0,01mm	mm																																																																																																																																																																																																																					
1	23680	DC	18	3,5	36	7	29	108	CARPETA NUEVA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
2	26750	DB	25	20	50	40	10	313	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
3	27500	DC	15	4	30	8	22	142	CARPETA VIEJA CON FISURA																																																																																																																																																																																																																				
4	29670	DH	15	13	30	26	4	781	CARPETA VIEJA CON FISURA																																																																																																																																																																																																																				
5	41550	DC	13	5,5	26	11	15	208	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
6	42440	DH	12	9	24	18	6	521	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
7	43040	IC	27	19,5	54	39	15	208	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
8	43020	IC	43	35	86	70	16	195	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
9	42990	IB	38	20	76	40	36	87	CARPETA VIEJA SOBRE BACHE																																																																																																																																																																																																																				
10	42985	IB	26	22	52	44	8	391	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
11	42365	IB	29	17	58	34	24	130	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
12	34160	IB		24	0	48	-48	-65	CARPETA VIEJA CON FISURA																																																																																																																																																																																																																				
13	34140	IC	28	17,5	56	35	21	149	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
14	27580	IC	7	0	14	0	14	223	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
15	27580	IB	5,5	3,5	11	7	4	781	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
16	27580	IB	37,5	26	75	52	23	136	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
17	27500	IB	43,5	45,5	87	91	-4	-781	CARPETA VIEJA CON FISURA																																																																																																																																																																																																																				
18	27500	IC	22	25	44	50	-6	-521	CARPETA VIEJA CON FISURA																																																																																																																																																																																																																				
19	23580	IC	16,2	11	32,4	22	10,4	300	CARPETA VIEJA SIN FISURA																																																																																																																																																																																																																				
20	23580	IC	45,8	22	91,6	44	47,6	66																																																																																																																																																																																																																					
C = CENTRO B = BORDE																																																																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">UBICACIÓN</th> <th style="width: 70%;">DO promedio</th> </tr> <tr> <td>RUTA: A 174 COLONIA TIROLESA - COLONIA CAROYA</td> <td style="text-align: right;">0,01mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Radio de curvatura promedio</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Desviacion standard</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Deflexion caracteristica <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">0,01mm</td> </tr> </table>		UBICACIÓN	DO promedio	RUTA: A 174 COLONIA TIROLESA - COLONIA CAROYA	0,01mm		Radio de curvatura promedio		Desviacion standard		Deflexion caracteristica <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span>		0,01mm																																																																																																																																																																																																																
UBICACIÓN	DO promedio																																																																																																																																																																																																																												
RUTA: A 174 COLONIA TIROLESA - COLONIA CAROYA	0,01mm																																																																																																																																																																																																																												
	Radio de curvatura promedio																																																																																																																																																																																																																												
	Desviacion standard																																																																																																																																																																																																																												
	Deflexion caracteristica <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span>																																																																																																																																																																																																																												
	0,01mm																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">PROVEEDOR</th> <th style="width: 70%;">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <td>COMITENTE D.P.V CORDOBA</td> <td rowspan="3">SEGÚN INDICACIONES DE Inspeccion</td> </tr> <tr> <td>LABORATORIO VILLA RETIRO</td> </tr> <tr> <td>ENCARGADO ENSAYO <b>D DE LA RUBIA</b></td> </tr> </table>		PROVEEDOR	OBSERVACIONES	COMITENTE D.P.V CORDOBA	SEGÚN INDICACIONES DE Inspeccion	LABORATORIO VILLA RETIRO	ENCARGADO ENSAYO <b>D DE LA RUBIA</b>																																																																																																																																																																																																																						
PROVEEDOR	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																												
COMITENTE D.P.V CORDOBA	SEGÚN INDICACIONES DE Inspeccion																																																																																																																																																																																																																												
LABORATORIO VILLA RETIRO																																																																																																																																																																																																																													
ENCARGADO ENSAYO <b>D DE LA RUBIA</b>																																																																																																																																																																																																																													

**9.5.3. Evaluación física de las características del pavimento**

En la siguiente Tabla , se presenta un breve informe de las características geométricas del tramo de ruta, evaluada con la viga Benkelman.

FOTO	DESCRIPCION
	<p>Progresiva 43100 Sobre la superficie del pavimento en buen estado, existe un canal de riego paralelo al trazado de la calzada</p>
	<p>Progresiva 41000 Sobre la superficie del pavimento en buen estado, no existe drenaje</p>
	<p>Progresiva 22600 Sobre la superficie en buen estado, no existe un buen drenaje.</p>

### 9.6. RESULTADOS DE LA MEZCLA COLOCADA

Como se indicó en el punto anterior los paños de carpeta asfáltica nueva que se extrajeron de la carpeta asfáltica ejecutada, fueron ensayados por nuestro laboratorio en cuanto a la determinación de contenido de asfalto, espesores y granulometrías.

*Figura 136 EXTRACCION DE PAÑOS DE CARPETA ASFALTICA*



Otros paños extraídos fueron enviados al Laboratorio Central de Vialidad de la Provincia, a la empresa IECSA, a YPF y al IMAE, cuyos resultados se indican a continuación.

Figura 137 RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS POR LA EMPRESA IECSA

LABORATORIO CENTRAL ROSARIO IECSA																			
RECUPERACION DE ASFALTO GRANULOMETRIA Y CARÁCTERIZACION DE LOS ASFALTOS RECUPERADOS DE CARPETA RUTA PROV. A 174 CONDOBA																			
Progresiva	Fecha de Producción	Lugar de Extracción	Prog.	Capa	Tipo de Mezcla	Ubic.	Visc. 60°C	Pto. de Abl.	% de Húm.	% de Asf.	Granulometría								
											# 1"	# 3/4"	# 1/2"	# 3/8"	# 4"	# 8"	# 40"	# 100"	# 200"
	06/05/14	Planta (Bolsa)		1	Carpeta		8048	60,0°C	0,15	5,45	100,0	99,1	86,9	77,2	61,3	46,3	20,0	9,8	5,9
	06/05/14	Planta (Bolsa)		1'	Carpeta		8688	60,5°C	0,15	5,34	100,0	98,4	85,5	71,5	58,0	43,1	19,3	8,8	5,4
	06/05/14	Pan	41,050	1	Carpeta		7580	58,0°C	0,15	5,65	100,0	100,0	90,4	85,0	68,1	53,2	25,2	10,7	6,8
	06/05/14	Pan	41,050	1'	Carpeta		6720	58,0°C	0,15	5,49	100,0	100,0	94,0	82,3	65,9	51,6	21,8	10,1	6,1
		Testigo Chico	41,080		Carpeta	Capa Sup.	7760	59,2°C	0,10	5,47	100,0	100,0	93,3	83,3	66,0	51,1	21,7	9,5	5,9
		Testigo Grande	26,150	1	Carpeta	Capa Sup.	6688	58,5°C	0,20	5,22	100,0	100,0	85,0	76,5	61,7	46,0	21,4	10,9	7,0
		Testigo Grande	26,130	1'	*Base	*Capa Inf.	66533	69,4°C	0,55	4,80	100,0	96,0	88,7	81,5	65,4	48,9	17,4	7,9	5,2

\* Nota : Testigo grande sobre fisura de la prog. 26,130 capa inferior (apoyo de la carpeta)

Figura 138 RESULTADO DE ENSAYOS DEL IMAE



"Año 2014 – Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown, en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo"

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS.

##### 4.1.a.1. Ensayo de Penetración sobre residuo.

Ensayo realizado a 25°C, con 100 gr. de peso durante 5 segundos. Promedio de 3 (tres) penetraciones. Expresado en 1/10 mm.

Penetración: 39, 40 y 39 (1/10 mm.)

Promedio: 39 ± 1.9 1/10 mm

##### 4.1.a.2. Determinación del punto de ablandamiento.

P.A.: 52.5 °C y 52.6 °C

Promedio: 52.55 °C

##### 4.1.a.3. Determinación de la viscosidad.

Ensayo realizado a 60°C, con un Spindle N° 27 y velocidad de rotación de 1 rpm y distintas velocidades, con toma de datos cada minuto

Viscosidad del Asfalto					
Temperatura de ensayo (°C)	Revoluciones x minuto	Viscosidad (P)	Torque (%)	Esfuerzo Cortante Ss (dinas/cm <sup>2</sup> )	Tiempo de Corte SR (1/s)
60	1,0	4500,0	22,5	1530,0	0,34
60	1,0	4720,0	23,6	1604,8	0,34
60	1,0	4580,0	22,9	1557,2	0,34
60	1,0	4540,0	22,7	1543,6	0,34
-	-	-	-	-	-

Viscosidad					
Temperatura de ensayo (°C)	Revoluciones x minuto	Viscosidad (P)	Torque (%)	Esfuerzo Cortante Ss (dinas/cm <sup>2</sup> )	Tiempo de Corte SR (1/s)
60	1,5	4573,3	34,3	2332,4	0,51
60	2,2	4627,3	50,9	3461,2	0,75
60	3,2	4543,8	72,7	4943,6	1,09
60	3,9	4492,3	87,6	5956,8	1,33
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Figura 139 RESULTADO DE ENSAYOS EN LABORATORIOS DE YPF

**3.2.- Contenido, recuperado del ligante y granulometría del esqueleto granular****3.2.1.- Contenido de ligante**

Sobre el pan de mezcla asfáltica recibido, se determinó el contenido de ligante asfáltico, el mismo se indica a continuación en la tabla 2:

Ensayo	Método	Resultado
Contenido de Asfalto Método "Abson"; (%)	VN-E17:1987	5,07

Tabla 2. Contenido de ligante.

**3.2.2.- Análisis reológico del ligante recuperado**

La recuperación del ligante se realizó siguiendo los lineamientos descriptos por la normativa ASTM D-5404:2011 (metodología del Rotavapor).

Sobre el ligante recuperado, se determinó la viscosidad a 60°C. A continuación en la tabla 3 se indican los resultados obtenidos:

Ensayo	Método	Viscosidad
Viscosidad rotacional a 60°C, sp2θ, 1 RPM; dPa*s	ASTM D4402:2012*	7440
Viscosidad rotacional a 60°C, sp2θ, 1 RPM; dPa*s	ASTM D4402:2012*	7430
Viscosidad rotacional a 60°C, sp2θ, 1 RPM; dPa*s	ASTM D4402:2012*	7430

Tabla 3. Parámetros del ligante recuperado.



AT&D Asfaltos: Av 60 y calle 128 – CP 1923- Berisso Pcia de Buenos Aires  
Tel.: (0221) 429-8300 Int 26131/08 – Fax: (0221) 429- 8608 e-mail: [especialidades@ypf.com](mailto:especialidades@ypf.com)

**9.6.1. ENSAYOS DE RIGIDEZ**

También se ensayaron muestras de testigos extraídos para determinación de Rigidez para lo cual se realizaron los ensayos en los laboratorios de YPF y a continuación se muestran los resultados, y en el ANEXO 2 se detalla la Norma UNE-EN 12697-26 con la que se realiza el mismo.



Figura 140 RESULTADOS DE MODULO DINAMICO


**Asfaltos / Informe Técnico**

[DLEA-PE\_-243. ANEXO C]

Identificación	Evaluación de Stiffness		
	Temperatura °C	Rise-time ms	Valor [MPa]
Testigo 1	10	124	5338
Testigo 1	20	124	1817

Tabla 1. Valores de Stiffness del testigo ensayado.

Como los resultados obtenidos de modulo eran aceptables y arrojaban resultados más bien del comportamiento de una mezcla bien flexible y no rígida se presuponía la inspección, se enviaron cuatro muestras más y los resultados se repitieron en todos FIGURA 141.

Figura 141 VERIFICACION DE RESULTADOS

**Asfaltos / Informe Técnico** [DLEA-PE\_-243. ANEXO C]

A continuación detallamos los resultados obtenidos sobre cada una de las muestras analizadas:

Identificación Interna	Rise Time [us]	Espesor [mm]	Stiffness@10°C [MPa]	Stiffness@20°C [MPa]	Stiffness@40°C [Mpa]
M148-2014	124	49	5328	2465	263
M149-2014	124	55	6720	2585	324
M150-2014	124	48	6648	2795	334
M151-2014	124	54	6021	2270	197

Tabla 2. Valores de Stiffness.

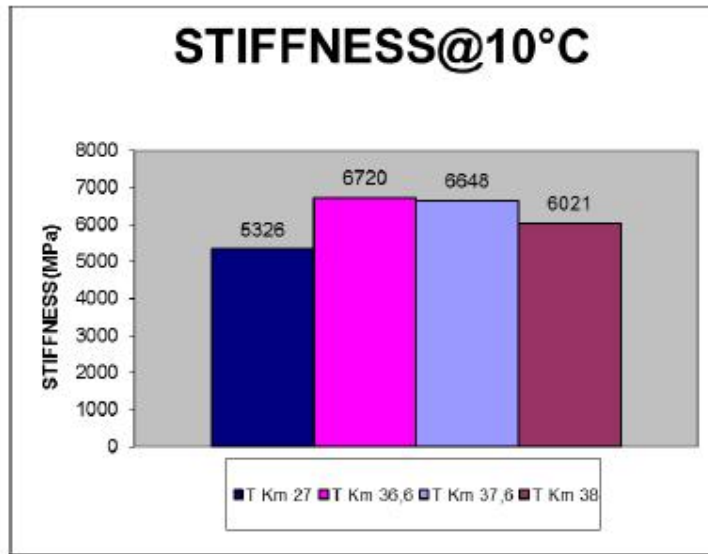


Imagen 1. Valores de Stiffness a 10°C.

**9.6.2. ADHERENCIA ENTRE CAPAS DE CARPETAS**

También se realizaron ensayos de tracción por compresión diametral tanto en nuestro laboratorio como en uno externo para verificar resultados obteniendo los valores indicados a continuación.

Figura 142 ENSAYO DE CORTE PARA EVALUAR ADHERENCIA ENTRE CAPAS

Laboratorio Central Rosario																		
Ensayos de Corte para evaluar adherencia entre capas																		
Factor del Aro		E= 41.050																
Fecha Ensayo	Programa	Carpetas	Capa	Carro	Trinche	Indicador	Espesor (cm)				Longitud	Temp. de Ensayo	Carga de Rotura (kN)	Diámetro (mm)			Superficie (cm²)	σ <sub>u</sub> (kg/cm²) al corte
							d1	d2	d3	d4	Longitud			d1	d2	d3	Superficie	
15/05/14	41.050	1	Carpetas			1.1	31,2	32,0	30,8	31,4	34	25,0°C	819,15k	10,0	10,0	10,0	10,00	11,0 kg/cm²

Siguiendo los lineamientos indicados por la Comisión Permanente del Asfalto, (Ver Anexo 1).

### 9.7. COMPORTAMIENTO A FATIGA DE SUELOS ESTABILIZADOS

El agrietamiento en pavimentos debido a fatiga bajo carga repetida ha sido reconocido por muchos años como la forma más común de falla. Los pavimentos asfálticos con capa de base granular, alcanzan la falla por un intenso agrietamiento por fatiga y raramente por deformación permanente. Se ha definido el término fatiga como “falla en el pavimento como resultado de aplicaciones repetidas de deformación bajo el nivel al cual causa ruptura en una aplicación simple”. El agrietamiento por fatiga de la capa resulta de deformaciones repetidas a la tensión en el fondo de esta capa. Las grietas comienzan en el fondo de la capa y entonces se propagan hacia arriba causando pérdida de módulo de resiliencia lo cual alterara la distribución de esfuerzos y deformaciones en la estructura total de pavimento y en el suelo de la subrasante.

La causa de falla por fatiga está relacionada con las características resilientes de cada componente del pavimento. En pavimentos con bases estabilizadas y superficie de rodamiento delgada, es inevitable una cierta cantidad de agrietamiento y las grietas normalmente se reflejan a través de la superficie del asfalto FIGURA 143.

*Figura 143*



Estas grietas no son importantes mientras sean suficientemente pequeñas para posibilitar que la carga sea transferida a través de ellas y prevenir que el agua penetre fácilmente por ellas. Con el conocimiento de la resistencia a la tensión del suelo estabilizado, es posible preagrietar una base a un patrón de grietas deseado mediante la aplicación de una carga por rueda específica por un cierto periodo de tiempo. Si las grietas son muy pequeñas con una buena interconexión y si una superficie de rodamiento apropiada es capaz de acomodarse con los movimientos diferenciales

pequeños a través de las grietas, entonces, la base de suelo estabilizado puede propiamente ser considerada como una base flexible parecida a una grava o roca triturada, en vez de considerarse como una base rígida (tipo losa).

La falla por fatiga es evidenciada por la aparición de pequeñas grietas en la superficie de rodamiento llamadas “piel de cocodrilo” o grietas de “mapeo”. La falla progresiva por fatiga puede tomar la forma de descascamiento, el cual indica que el pavimento es estructuralmente inadecuado. Por lo tanto, si el pavimento agrietado será reencarpetado, la nueva carpeta deberá ser hecha antes que las capas originales hayan sufrido una pérdida significativa de módulo de resiliencia, después de lo cual será necesaria una reconstrucción completa.

### **9.7.1. Agrietamiento por reflexión**

Los agrietamientos por reflexión ocurren si una capa de asfalto se apoya sobre una capa con grietas o juntas, lo cual muestra movimientos horizontales muy grandes debido a variaciones en la temperatura, o cuando no existe o existe muy poca transferencia de carga a través de las grietas o juntas.

Los agrietamientos por reflexión pueden ser causados por deformaciones horizontales controladas por la temperatura de los materiales subyacentes. Estas deformaciones provocarán esfuerzos de tensión en la capa superior, llevando a grietas de reflexión, con y sin la presencia del tránsito.

Si la transferencia de cargas a través de las grietas o juntas es baja, resultando en un gran desplazamiento vertical relativo debido a las cargas generadas por el tránsito, provocará esfuerzos cortantes muy altos en la capa de asfalto alrededor del área de las juntas.

Si los esfuerzos cortantes son mayores que la resistencia del asfalto o el número de repeticiones de cargas es suficiente para causar fatiga, las grietas aparecerán en la parte superior de la capa de asfalto en la misma posición de las grietas o juntas de la capa subyacente.

## 10. BREVE COMENTARIO DE LOS PLAZOS DE LA OBRA

COMITENTE: AGENCIA CORDOBA DE INVERSION Y FINANCIAMIENTO (A.C.I.F. S.E.M.)

CONTRATISTA: AFEMA S.A. - CONSTRUCCIONES DE INGENIERIA S.A. - U.T.E.

MONTO DE CONTRATO: \$ 84.310.513,13.-

MODIFICACION DE OBRA N°1: - \$ 2.229.115,46,-

TOTAL DE CONTRATO: \$ 82.081.397,67,-

PLAZO DE EJECUCIÓN: 18 meses.

FECHA DE LICITACIÓN: 22 DE MARZO DE 2011.-

MES BASE: FEBRERO/2011

FECHA DE INICIO: 27 DE NOVIEMBRE 2012

MODIFICACIÓN DE OBRA N° 2: \$ 24.547.719,16.-

TOTAL DE CONTRATO: \$ 106.629.116,84.-

Figura 144

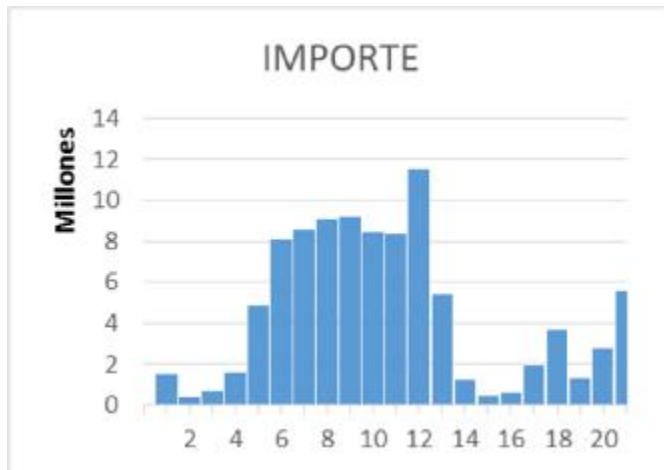
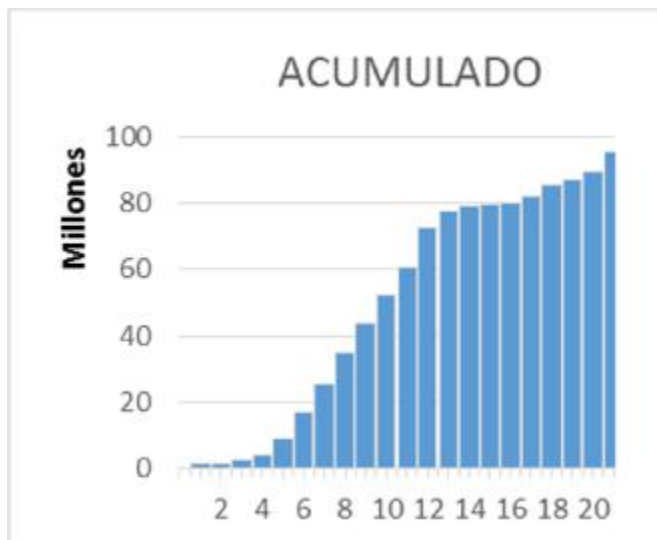


Figura 145



La obra fue desarrollada en tiempos conforme a la planificación como se observa en los gráficos de las figuras 144 y 145, está a punto de finalizar para realizar la RP recepción provisoria.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A pocos meses de licitada la obra en Marzo del 2011, que se comenzó como se indicó con las calicatas de todo el tramo, pudimos observar que no encontrábamos en la obra las estructuras sobre las que habían previsto hacer la obra de rehabilitación, lo que llevo a la modificación de obra n°1, sin haber comenzado la misma.

Esto pone de manifiesto la importancia que tienen los estudios previos a toda obra para que los proyectos sean adecuados a las necesidades que requiere la estructura a reparar y de esa manera poder asignarle montos adecuados para su ejecución.

Debido al mal diagnóstico de la estructura existente y tomando la empresa esta como cierta, se había previsto en los análisis de precio y ejecución de la obra que los ítems de reciclado de la base iban a ser importantes, cosa que luego se modificó por una base granular nueva y un desarrollo totalmente distinto al propuesto inicialmente.

Por otro lado se pone de manifiesto que no surgieron inconvenientes de calidad durante el desarrollo de la obra, haciendo énfasis en el aseguramiento de la calidad en todos las etapas y procesos. Ya que los problemas que fueron apareciendo se detectaban a tiempo para poder darles soluciones y no afectar a la calidad final.

En cuanto a la etapa desarrollada con la segunda modificación de obra y que también es general para muchas rutas de nuestras redes de caminos, se pone en evidencia que las etapas de conservación a realizarle a las mismas podrían mejorarse sustancialmente si no se tomaran las rutas a rehabilitar con tan bajos niveles de servicio, lo que lleva a la rehabilitación completa de las estructuras.

Y un análisis más adecuado ante los síntomas de deterioro que tenía la carpeta asfáltica existente en el segundo tramo a reforzar, que permitiera poner en evidencia las causas reales de manifestación de fisuras reflejas, ya que la batería de ensayos realizados debería haber sido interpretado con detenimiento para evitar problemas en las capas nuevas de capeta colocada.

Considero que es muy importante interactuar entre los distintos actores involucrados en la obra para lograr un producto de excelencia para los usuarios de la red vial.

## **ANEXOS**



## ANEXO I

EFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
ENSAYO DE INMERSIÓN - TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL**1.- Objeto y Campo de Aplicación**

El presente procedimiento describe los pasos a seguir para determinar la pérdida de cohesión que se produce por la acción del agua sobre las mezclas bituminosas que emplean asfaltos convencionales y/o modificados.

Se obtiene un índice numérico de la pérdida de cohesión producida al comparar las resistencias a tracción por compresión diametral entre probetas mantenidas al aire y probetas duplicadas sometidas a la acción del agua por un tiempo y a una temperatura dada.

Al solo efecto de poner de manifiesto de un modo más directo la acción del agua sobre la mezcla, el moldeo de las probetas se efectúa con un tenor de vacíos de aire de siete por ciento (7%) (\*), con independencia de los vacíos con que fue dosificada y se coloque la mezcla.

**2.- Aparatos y Material Necesarios**

Se requiere disponer de los aparatos indicados en la norma de Vialidad Nacional VNE- 9 - 86 "Ensayo de Estabilidad y Fluencia por el Método Marshall", Punto 9.2: "Aparatos".

La prensa utilizada en el ensayo de estabilidad y fluencia Marshall, es adecuada para efectuar el ensayo de tracción por compresión diametral. Los platos de carga deben tener un diámetro mínimo de aproximadamente 100 mm. El plato superior estará provisto de una rótula universal.

Dispositivo de sujeción de la probeta. Puede emplearse las mordazas del ensayo de estabilidad Marshall, a las que se les habrá intercalado en la parte superior e inferior piezas metálicas o de madera dura, de aproximadamente 12 mm de ancho por 12 mm que se ajusten a la curvatura de las mordazas y probetas. La longitud de las mismas abarcará el ancho de las mordazas. Estos aditamentos permitirán el posicionamiento de las probetas a ensayar tal que estén contenidas en el plano diametral perpendicular a las bases de las mordazas.

**3.- Preparación de las Probetas**

Se prepararán seis (6) probetas con la técnica "Marshall" con el número de golpes por cara que satisfaga la condición de alcanzar un porcentaje de vacíos de aire del 7% (+/- 1%) (\*) (Ver nota del final). Para determinar la energía de compactación correspondiente es aconsejable recurrir a la representación gráfica de los vacíos versus moldeo a diferentes energías de compactación.

Se dividen las seis probetas en dos grupos de tres, de manera que la densidad Marshall media de cada uno de ellos, sea aproximadamente la misma.

**Grupo 1 de probetas:** Las tres probetas de este grupo se mantienen al aire en un recinto o estufa a una temperatura de 25° C ( $\pm$  1° C) durante 24 horas. Finalizado este período, se introducen en un baño de agua regulado a 25° C ( $\pm$  1° C) durante dos horas, determinando a continuación su resistencia a tracción indirecta por compresión diametral. (\*) (Ver nota del final)



## COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO

**Grupo 2 de probetas:** Las tres probetas de este grupo se sumergen en un baño de agua regulado a 60° C (± 1° C) durante 24 horas. Finalizado este periodo, se introducen en un baño de agua regulado a 25° (C ± 1° C) durante dos horas, determinando a continuación su resistencia a tracción indirecta por compresión diametral. (\*) (Ver nota del final)

## 4.- Ejecución del Ensayo

## 4.1.- Medida geométrica de las probetas

**Diámetro:** Con un calibre se determina el diámetro, con una aproximación de ± 0,1 mm, de la probeta en seis planos, dos a dos perpendiculares: dos en el plano superior de la probeta, dos en el plano medio y dos en el plano inferior. Se registra el diámetro promedio "d" de las seis mediciones. La diferencia entre dos medidas individuales no será superior a 1mm.

**Altura:** La altura de la probeta se mide también con precisión de ± 0,1 mm en cuatro puntos definidos por los extremos de dos planos diametrales perpendiculares, con un radio de 10 mm inferior al radio de la probeta. Se registra la altura promedio "h" de las cuatro mediciones. La diferencia entre dos medidas individuales no será superior al 5% de la altura media, con un máximo de 5 mm.

## 4.2.- Rotura de las probetas

Se retira la probeta del baño termostático y se sitúa en la mordaza acondicionada como se indica en el punto 2, con dos de sus generatrices opuestas en contacto con las piezas separadoras.

Si se dispone de elementos de medida de deformación vertical y horizontal se colocan en posición de medida y se ajustan a cero. No es obligatorio efectuar estas mediciones.

Se aplica la carga a la probeta manteniendo una velocidad de deformación de 50,8 milímetros por minuto constante, hasta que rompa la probeta.

El tiempo transcurrido entre el momento en que se retira una probeta del recinto termostático y la rotura de la misma en la prensa no debe exceder de 30 segundos.

Se registran o anotan los valores de la carga de rotura y opcionalmente los de desplazamiento vertical y horizontal.

## 5.- Resultados

## 5.1.- Cálculo de la resistencia a tracción indirecta

La resistencia a compresión diametral, tracción indirecta de una probeta, se calcula con la fórmula siguiente, aproximando a la primera cifra decimal.

$$R = \frac{2 P}{\pi h d}$$

Donde:

R = Resistencia a compresión diametral en KPa

P = Carga máxima de rotura.

π = Constante 3,14159....



## COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO

h = Altura de la probeta.  
d = Diámetro de la probeta.

## 5.2.- Cálculo de la resistencia conservada

## Índice de resistencia conservada

Se calcula el valor medio de la resistencia a tracción indirecta de cada grupo de probetas. Con estos valores se calcula el índice de resistencia conservada por medio de la siguiente expresión:

$$\text{IRC \%} = R_2 / R_1 \times 100$$

Donde:

- $R_1$  = Resistencia media a tracción por compresión diametral del grupo de probetas no mantenidas en agua, (Grupo 1).  
 $R_2$  = Resistencia media a tracción por compresión diametral del grupo de probetas mantenidas 24 horas en agua a 60° C, (Grupo 2).

Los resultados se darán con una aproximación del +/- 1%.

(\*) Nota: Para el caso exclusivo de las mezclas drenantes el moldeo de las probetas se efectuará con la densidad de diseño en lugar del con el 7% de vacíos indicado en el Punto 3 del presente Anexo. Asimismo, y exclusivamente para mezclas drenantes, para el Grupo 1 y Grupo 2 de probetas, la temperatura del baño de agua de dos horas previo al ensayo será de 15° C en lugar de los 25° C indicados en el Punto 3.

## ANEXO 2

EN 12697-26:2012

- 28 -

AENOR

## ANEXO C (Normativo)

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA SOBRE PROBETAS CILÍNDRICAS (IT-CY)

**C.1 Principio**

Este anexo describe un método para determinar la rigidez elástica de las mezclas bituminosas, aplicando un ensayo de tracción indirecta. El método es aplicable a probetas cilíndricas de diferentes diámetros y espesores, fabricadas en laboratorio o extraídas como testigos de una capa de carretera.

**C.2 Equipo****C.2.1 Dispositivos generales**

**C.2.1.1 Termómetro y/o termopares y/o sensores de resistencia de platino**, de un rango de medición adecuado y que puedan efectuar mediciones a  $\pm 0,1$  °C, para determinar la temperatura de la probeta y del entorno de almacenamiento y de ensayo.

**C.2.1.2 Soporte**, que permita sujetar un cilindro de material de ensayo para el corte de las probetas.

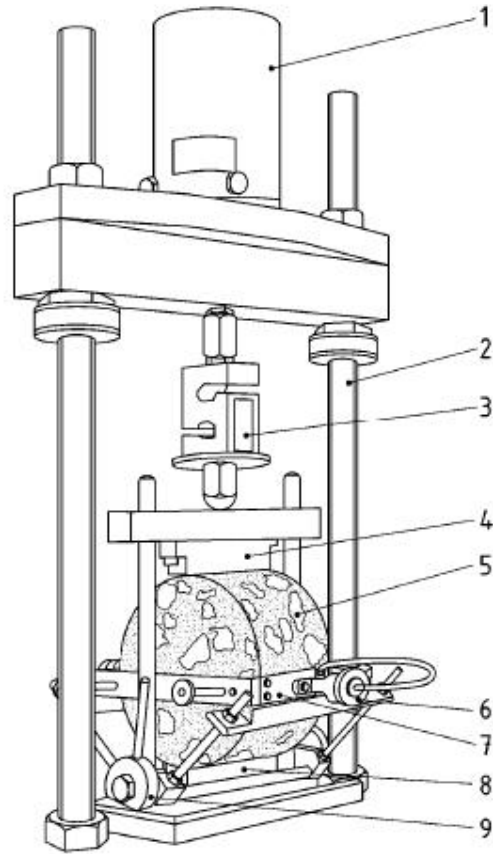
**C.2.1.3 Sierra**, que pueda cortar probetas y ajustar las probetas a las dimensiones requeridas.

NOTA Se recomienda una hoja de sierra con punta de diamante.

**C.2.2 Equipo de ensayo****C.2.2.1 Estructura de carga fabricada en acero**

NOTA En la figura C.1 se muestra un ejemplo adecuado.

**C.2.2.2 Dos pletinas de carga de acero inoxidable**, que sean conformes con la tabla C.1. La cara en contacto con la probeta debe ser cóncava y ocupar la anchura completa de ésta. Los bordes de las pletinas de carga deben redondearse para evitar que se produzcan cortes en la probeta durante el ensayo. Se debe disponer de un medio para centrar la pletina inferior con el eje de carga de la estructura de carga de acero. La pletina superior debe estar en contacto con el sistema de carga por medio de una rótula.



Leyenda

- 1 Actuador neumático de carga
- 2 Estructura de carga de acero
- 3 Célula de carga
- 4 Pletina superior de carga
- 5 Probeta
- 6 Ajuste de LVDT
- 7 Bastidor de montaje de LVDT
- 8 Pletina inferior de carga
- 9 Soporte de alineación de LVDT

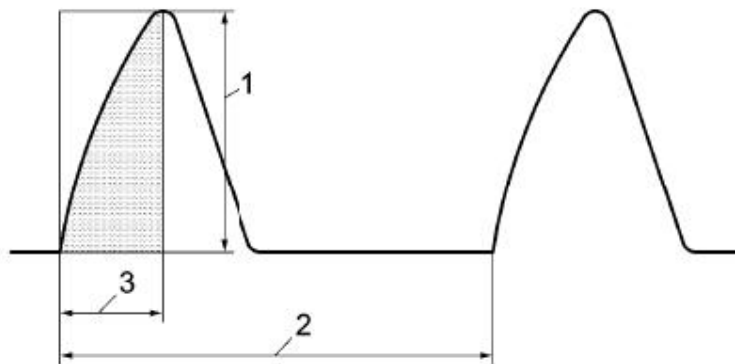
Figura C.1 – Ejemplo del equipo de ensayo

Tabla C.1 – Dimensiones de las pletinas de carga

Diámetro nominal de la probeta mm	Anchura de la pletina de carga mm	Tolerancia en el radio del segmento cóncavo mm
80	10 ± 0,1	40 ± 1
100	12 ± 0,1	50 ± 1
120	15 ± 0,1	60 ± 1
150	19 ± 0,1	75 ± 1
200	25 ± 0,1	100 ± 1

### C.2.2.3 Sistema de carga, (véase la figura C.1).

C.2.2.3.1 Este sistema debe incorporar un actuador de carga adecuado, que pueda aplicar una carga a lo largo del diámetro vertical de la probeta a través de las pletinas de carga. El actuador de carga debe poder aplicar impulsos de carga repetidos que se alternen con periodos de descanso. La carga debe tener la forma de una onda de medio seno o parecida (véase la figura C.2). Durante el ensayo se deben controlar los tiempos de carga.



#### Leyenda

- 1 Carga máxima
- 2 Periodo de repetición de los impulsos
- 3 Periodo ascendente

Figura C.2 – Forma del impulso de carga, mostrando el periodo ascendente y la carga máxima

C.2.2.3.2 El periodo ascendente, medido a partir del comienzo del impulso de carga, que es el tiempo necesario para que la carga aplicada aumente de cero hasta el valor máximo, debe ser  $(124 \pm 4)$  ms. El valor de la carga máxima se debe ajustar para alcanzar una deformación horizontal transitoria máxima de referencia del 0,005% del diámetro de la probeta.

NOTA Para conseguir esto, puede ser necesario ajustar la altura del cabezal (véase la NOTA 1 del apartado C.4.1).

**C.2.2.3.3** La carga aplicada se debe medir, utilizando un dispositivo de medición de la carga que tenga una exactitud del 2%. El periodo de repetición de los impulsos (véase la figura C.2) debe ser  $(3,0 \pm 0,1)$  s.

**C.2.2.3.4** El factor de superficie de carga debe ser la relación entre la superficie sombreada en la figura C.2 y el producto del tiempo de subida por la carga máxima. Cuando este factor se desvía de 0,60, el módulo de rigidez medido se debe corregir aplicando el método descrito en el apartado C.4.3.3.

NOTA 1 El factor de superficie de carga recomendado es 0,60.

NOTA 2 El periodo ascendente recomendado es  $(124 \pm 4)$  ms, pero se pueden aplicar otros periodos ascendentes diferentes. El impulso de carga a aplicar se selecciona para conseguir una deformación horizontal transitoria máxima. La experiencia muestra que los valores adecuados de deformación horizontal máxima son de  $(7 \pm 2)$   $\mu\text{m}$  para una probeta de 150 mm de diámetro nominal, y de  $(5 \pm 2)$   $\mu\text{m}$  para una probeta de 100 mm de diámetro nominal, aunque con algunos materiales se pueden necesitar otros valores de deformación horizontal máxima para generar una carga y una respuesta de deformación que sean adecuadas.

NOTA 3 Cuando el módulo de rigidez de un material sea relativamente alto, el tiempo de carga corto, o la temperatura de ensayo baja, la capacidad del sistema de carga puede ser insuficiente para generar la carga y la deformación horizontales especificadas. En este caso, se puede necesitar una muestra de diámetro más pequeño o de espesor reducido.

**C.2.2.4** Anillo de acero, con un diámetro exterior de  $(100 \pm 5)$  mm o de  $(150 \pm 5)$  mm. La anchura del anillo no debe ser mayor de 70 mm, y el diámetro interior se debe seleccionar de manera que permita simular un módulo de rigidez efectivo a la tracción indirecta comprendido entre 1 500 MPa y 3 000 MPa.

NOTA El anillo de acero puede equiparse con un bastidor con mordazas ajustables para los transductores diferenciales variables lineales, y un sistema integral para transmitir la carga aplicada a lo largo del diámetro vertical del anillo.

**C.2.3** Sistema de medición de la deformación, que pueda registrar la deformación diametral horizontal transitoria de la probeta durante la aplicación del impulso de carga. La exactitud de la medición debe ser mejor a  $0,2$   $\mu\text{m}$  sobre un rango de  $\pm 50$   $\mu\text{m}$ . La deformación horizontal máxima registrada debe ser la amplitud del cambio que se produce en el diámetro horizontal de la probeta.

NOTA 1 En la figura C.3 se muestra una disposición adecuada para medir la deformación diametral horizontal. Se montan dos Transductores Diferenciales Variables Lineales (*Linear Variable Differential Transformers*, LVDT), uno frente al otro, en un bastidor rígido fijado a la probeta (véase la figura C.4). Durante el ensayo, el bastidor solamente debe estar sujeto por las mordazas y no debe estar en contacto con ninguna otra parte del equipo.

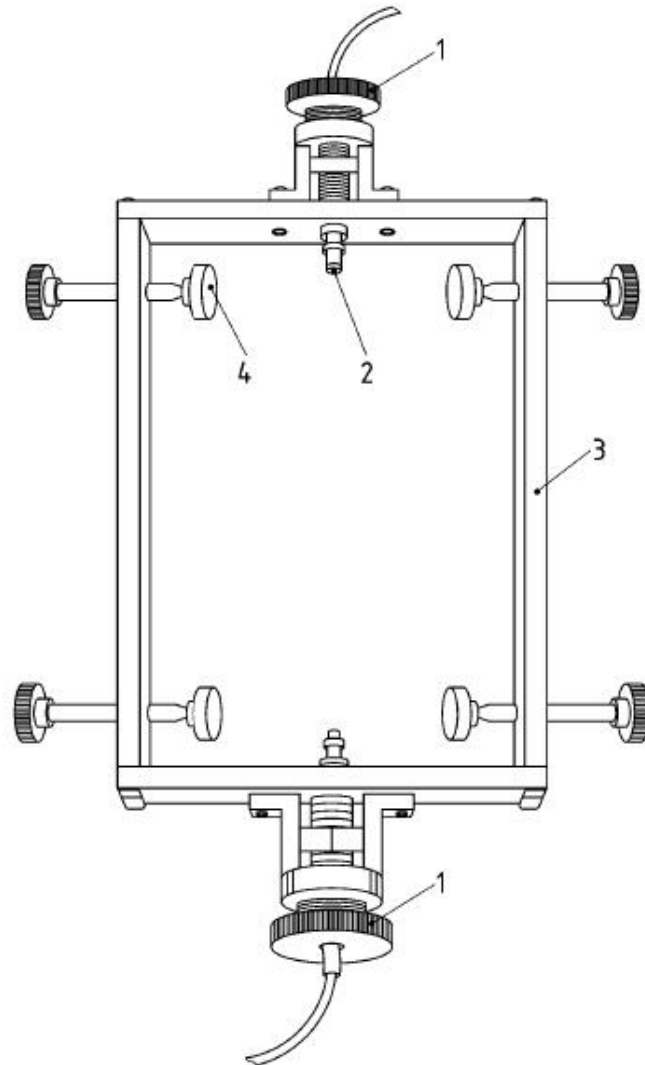
NOTA 2 Con objeto de reducir al mínimo la distorsión del bastidor, para apretar las mordazas se puede utilizar un torsiómetro.

NOTA 3 Puede ser necesario utilizar LVDTs con extremo de disco para el ensayo de materiales de granulometría abierta.

NOTA 4 Se aceptan otros equipos de medición de la deformación que sean adecuados, como los extensómetros. La exactitud debe ser  $0,2$   $\mu\text{m}$ .

**C.2.4** Equipo de registro, formado por una unidad de interfaz digital conectada a un microcomputador, que debe controlar y registrar las señales eléctricas de los transductores de carga y de deformación. La velocidad de toma de datos debe ser tal que, durante la aplicación de un impulso de carga, la señal procedente de cada transductor sea escaneada con una frecuencia de 500 Hz como mínimo.

**C.2.5** Recinto a temperatura constante, constituido por una cabina o una habitación adecuada con circulación forzada de aire, donde se pueda acondicionar la probeta y realizar el ensayo.

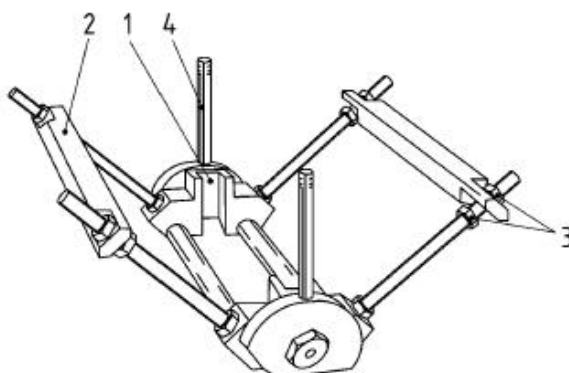


Leyenda

- 1 Ajuste de LVDT
- 2 LVDT
- 3 Bastidor de montaje de LVDT
- 4 Mordazas de fijación

Figura C.3 – Montaje para la medición de la deformación diametral horizontal





## Leyenda

- 1 Canal de centrado del bastidor de carga
- 2 Bastidor de alineación del bastidor de LVDT
- 3 Tuercas de ajuste de la barra de alineación
- 4 Palanca de liberación de la barra de alineación

Figura C.4 – Soporte de alineación de LVDT

## C.3 Preparación de la probeta

## C.3.1 Preparación

C.3.1.1 Las probetas cilíndricas deben tener un espesor comprendido entre 30 mm y 75 mm, y un diámetro nominal de 80 mm, 100 mm, 120 mm, 150 mm o 200 mm. Ambas dimensiones se deben elegir con relación al tamaño del árido nominal máximo de la mezcla.

NOTA 1 Se recomienda que el espesor de la probeta debería ser lo más próximo posible al espesor de la capa de donde se ha obtenido, pero sin que sea mayor de 75 mm ni menor de 30 mm.

NOTA 2 Las muestras de ensayo pueden ser testigos extraídos de capas de pavimento compactado o de placas compactadas en laboratorio, o se pueden preparar en moldes de laboratorio adecuados. No obstante, no se puede afirmar que las probetas preparadas en laboratorio darán resultados idénticos a los obtenidos con probetas cortadas de una capa de pavimento compactado.

NOTA 3 Los resultados sobre diferentes diámetros no se deberían comparar a menos que se hayan realizado estudios adicionales.

C.3.1.2 Cada testigo debe tener el diámetro nominal  $\pm 5$  mm. Utilizando la sierra, cada testigo de material sometido a ensayo se debe recortar para que forme un cilindro recto. Todas las partículas de árido que sobresalgan se deben retirar de la superficie del testigo recortando a nivel la superficie del testigo. El cilindro se debe instalar en ajustar en el soporte y serrar en rebanadas que tengan un espesor de 30 mm a 75 mm, constituyendo cada rebanada una probeta.

NOTA Se deberían evitar las zonas de unión entre capas de pavimento o la superficie de una probeta. Si no se pueden eliminar las trazas de la zona de unión, la probeta no es homogénea y se debería rechazar o registrar esta circunstancia en el informe del ensayo.

C.3.1.3 El espesor de cada probeta se debe medir de acuerdo con la Norma EN 12697-29.

C.3.1.4 Utilizando un marcador adecuado, se debe trazar un diámetro sobre una cara plana de la probeta. A continuación se traza un segundo diámetro a  $(90 \pm 10)^\circ$  respecto del primero. Ambos diámetros se deben identificar de forma apropiada.

#### C.4 Modo operativo

##### C.4.1 Montaje de la probeta

C.4.1.1 Las pletinas de carga se deben limpiar, utilizando un disolvente, si fuese necesario.

C.4.1.2 La probeta, una vez llevada hasta la temperatura especificada, se debe instalar para el ensayo con uno de sus diámetros marcados colocado en posición vertical. El procedimiento de instalación, incluyendo el ajuste de los transductores y el sistema de medición, debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA 1 En el reglaje de la altura del cabezal, debería tenerse en cuenta que el requisito es obtener una carga máxima definida en un tiempo de subida de referencia. La forma del impulso de carga está influenciada por el módulo de rigidez y el tamaño de la probeta sometida a ensayo. La altura del cabezal debería ajustarse para obtener un factor de superficie de carga de  $(0,60 \pm 0,10)$ . Para ensayos de rutina, el factor de superficie de carga de referencia es 0,60.

NOTA 2 En el caso de LVDT, es importante que el bastidor de montaje esté sujeto uniformemente y de forma segura a la probeta. Se debería tener cuidado de no efectuar un apriete excesivo de las mordazas. Una manera de conseguirlo consiste en aplicar un par de torsión constante a cada una de las mordazas de fijación.

##### C.4.2 Medición de la rigidez

###### C.4.2.1 Impulsos de carga de acondicionamiento

Se deben aplicar, al menos, 10 impulsos de acondicionamiento para permitir que el equipo se ajuste a la magnitud de la carga y a su duración, para obtener la deformación diametral horizontal y el tiempo de carga especificados.

###### C.4.2.2 Medición de la deformación

C.4.2.2.1 Si fuese necesario, los dispositivos para medir la deformación se deben regular aproximadamente para aplicarlos en la parte central de sus rangos de funcionamiento. A la probeta se le deben aplicar cinco impulsos de carga adicionales y, para cada aplicación del impulso, se debe medir y registrar la variación de carga aplicada y la deformación diametral horizontal en el tiempo, y se debe determinar el factor de superficie de carga.

C.4.2.2.2 El cabezal se debe posicionar para que el factor de superficie de carga esté dentro del intervalo de 0,50 a 0,70. Si este posicionamiento no se consigue, se debe desechar la probeta y rechazar los resultados. El valor de referencia recomendado para el factor de superficie de carga debe ser 0,60.

NOTA 1 Si la deformación diametral horizontal es menor de  $3 \mu\text{m}$  o mayor de  $20 \mu\text{m}$ , entonces la temperatura de ensayo o el método de ensayo no son adecuados.

NOTA 2 Si la tensión vertical es menor de 0,5 kN, entonces la temperatura de ensayo o el método de ensayo no son adecuados.

###### C.4.2.3 Cálculo del módulo de rigidez medido

C.4.2.3.1 Utilizando las mediciones de los 5 impulsos de carga, para cada impulso de carga se debe determinar el módulo de rigidez medido, aplicando la siguiente fórmula:

$$E = \frac{F \times (v + 0,27)}{(z \times h)} \quad (\text{C.1})$$

donde

$E$  es el módulo de rigidez medido, expresado en megapascuales (MPa);

$F$  es el valor máximo de la carga vertical aplicada, expresado en newtons (N);

$z$  es la amplitud de la deformación horizontal (véase la figura C.5) obtenida durante el ciclo de carga, expresada en milímetros (mm);

$h$  es el espesor medio de la probeta, expresado en milímetros (mm);

$\nu$  es el coeficiente de Poisson.

C.4.2.3.2 Si el coeficiente de Poisson no se determina, se debe suponer un valor de 0,35 para todas las temperaturas.

C.4.2.3.3 El módulo de rigidez medido se debe ajustar a un factor de superficie de carga de 0,60, aplicando la siguiente fórmula:

$$E' = E \times (1 - 0,322 \times (\log(E) - 1,82) \times (0,60 - k)) \quad (C.2)$$

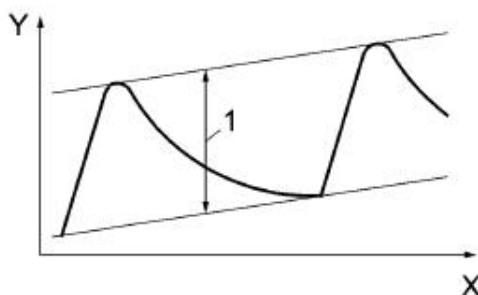
donde

$E'$  es el módulo de rigidez, expresado en megapascales (MPa), para un factor de superficie de carga de 0,60;

$k$  es el factor de superficie de carga medido;

$E$  es el módulo de rigidez medido, expresado en megapascales (MPa), para un factor de carga  $k$ , expresado en grados Celsius (°C).

NOTA La ecuación (C.2) sólo es válida para módulos de rigidez comprendidos entre 2 000 MPa y 5 000 MPa, a 20 °C.



Leyenda

X Tiempo

Y Deformación

l Amplitud de deformación

Figura C.5 – Amplitud de deformación

#### C.4.2.4 Módulo de rigidez de la probeta

C.4.2.4.1 La probeta se debe extraer del equipo de ensayo, girar ( $90 \pm 10$ )° alrededor de su eje horizontal, y sustituir de acuerdo con el procedimiento de ensayo descrito en el apartado C.4.1. El ensayo y los cálculos se deben repetir de acuerdo con los apartados C.4.2.2 y C.4.2.3.

C.4.2.4.2 Si el valor medio del módulo de rigidez de este ensayo está comprendido entre el +10% o el -20% del valor medio registrado para el primer ensayo, el valor medio de los dos ensayos se debe calcular y registrar como el módulo de rigidez de la probeta.

C.4.2.4.3 Si la diferencia entre los dos valores es mayor que la especificada anteriormente, los resultados se deben rechazar.

## **BIBLIOGRAFIA**

Dirección Nacional de Vialidad (1998) - Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

Gobierno de la Provincia de Córdoba (2011) – Llamado a Licitación Pública Internacional N° 01/2011

AFEMA S.A. (2011) - Plan General de Autocontrol

Final Rodríguez Juan Manuel (2012) - Informe Técnico PS (Estudios y control de calidad de materiales para la ejecución de obras viales)

Final Manger Nicolás (2013) Seguimiento de control de calidad para la ejecución de obras viales.

Berardo, Baruzzi, Vanoli, Freire, Tartabini, Dapás (2008) Principios de Diseño Geométrico Vial Tomo I y II

Cátedra de Transporte III (2013) - Apuntes de clases Cátedra de Transporte III - UNC

Dirección Nacional de Vialidad (1979) - Normas de ensayos de la Dirección Nacional de Vialidad

IRAM (1992) - Normas de Ensayo Estandarizadas

Dirección Provincial de Vialidad, Córdoba. Manual Curso-Taller de actualización y entrenamiento: Laboratorio vial, VIª (2011)

Dirección Nacional Vialidad, Normas de Ensayos (1994).

Norma Española AENOR UNE-EN 12697-26 Noviembre 2012 Mezclas Bituminosas, Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente Parte 26 Rigidez.

Comisión Permanente del Asfalto, proyecto de PLIEGO DE ESPECIFICACIONES, TECNICAS GENERALES PARA MEZCLAS ASFALTICAS, Versión 2010.