

CONVENIO

CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
RUTINARIO**

***PRIMER INFORME DE AVANCE***

PERIODO

JUNIO - JULIO, 1999

# INDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1.1</b>
--------------------------	------------

## **CAPITULO 2**

<b>PRUEBAS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA MEZCLA ASFALTICA.....</b>	<b>2.1</b>
---	------------

<b>2.1 Políticas de Muestreo.....</b>	<b>2.2</b>
<b>2.1.1 Periodicidad.....</b>	<b>2.2</b>
<b>2.1.2 Importancia de un Muestreo Representativo.....</b>	<b>2.3</b>
<b>2.1.3 Procedimiento de Muestreo.....</b>	<b>2.4</b>
<b>2.1.4 Capacitación a los Inspectores de Planta.....</b>	<b>2.5</b>
<b>INSERTO No.2.1 Instrucciones de muestreo para los inspectores de planta en el Programa de Mantenimiento Rutinario.....</b>	<b>2.6</b>
<b>INSERTO No.2.2 Resultados de verificación de calidad para mezcla asfáltica del PMR: parámetros de calidad de la mezcla.....</b>	<b>2.9</b>
<b>INSERTO No.2.3 Resultados de análisis histórico de muestras de agregado del PMR.....</b>	<b>2.10</b>
<b>INSERTO No.2.4 Notas de evaluación de informes de diseño de mezcla.....</b>	<b>2.14</b>
<b>INSERTO No.2.5 Ejemplo de informe de verificación de la calidad.....</b>	<b>2.15</b>
<b>INSERTO No.2.6 Ejemplo de informe de resultados verificación de la calidad.....</b>	<b>2.16</b>

## **CAPITULO 3**

<b>VERIFICACION DE COMPACTACION EN SITIO.....</b>	<b>3.1</b>
---	------------

<b>3.1 Presentación.....</b>	<b>3.2</b>
<b>INSERTO No.3.1 Resultados de las pruebas realizadas.....</b>	<b>3.4</b>

## **CAPITULO 4**

<b>PROPUESTA DE CONTROL DE OBRAS.....</b>	<b>4.1</b>
---	------------

<b>4.1 Justificación.....</b>	<b>4.2</b>
<b>4.2 Objetivos y Fundamentos del Método.....</b>	<b>4.2</b>
<b>4.3 Aspectos Básicos.....</b>	<b>4.3</b>
<b>4.4 El Sistema de Aseguramiento de la Calidad.....</b>	<b>4.3</b>
<b>4.4.1 Tipos de Ensayos de Laboratorio.....</b>	<b>4.4</b>
<b>4.4.2 Pago de la Obra Ejecutada en Función de la Calidad.....</b>	<b>4.5</b>
<b>4.5 Etapas del Proceso de Control de Obras para el Aseguramiento de la Calidad.....</b>	<b>4.5</b>

<b>4.5.1</b>	<b>Diseño, Planos y Especificaciones del Proyecto</b>	<b>4.5</b>
<b>4.5.2</b>	<b>El Cartel</b>	<b>4.6</b>
<b>4.5.3</b>	<b>La Oferta</b>	<b>4.7</b>
<b>4.5.4</b>	<b>La Calificación y Selección de Ofertas</b>	<b>4.9</b>
<b>4.6</b>	<b>Evaluación</b>	<b>4.10</b>
<b>4.7</b>	<b>Evaluación Financiera</b>	<b>4.10</b>
<b>INSERTO 4.1</b>	<b>Procedimientos para el pago de mezcla asfáltica en función de la calidad</b>	<b>4.11</b>

## **CAPITULO 5**

<b>AUDITORIA TECNICA DE PROYECTOS</b>	<b>5.1</b>	
<b>5.1</b>	<b>Presentación</b>	<b>5.2</b>
<b>5.2</b>	<b>Factores Atenuantes de la Labor de Auditoría Técnica en el Programa de Mantenimiento Rutinario</b>	<b>5.2</b>
<b>5.3</b>	<b>Resultados Generales de Auditoría en el Programa de Mantenimiento Rutinario</b>	<b>5.3</b>
<b>5.4</b>	<b>Resultados de Auditoría sobre el control que realiza el MOPT</b>	<b>5.5</b>
<b>5.5</b>	<b>Proyectos de la Auditoría Técnica</b>	<b>5.7</b>

## **CAPITULO 6**

<b>CONTROL DE PLANTAS</b>	<b>6.1</b>	
<b>6.1</b>	<b>Procedimiento General para el Control de Plantas</b>	<b>6.2</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Control de Uniformidad de la Producción</b>	<b>6.2</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Control de Operación Mecánica de Plantas</b>	<b>6.3</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Supervisión de la Entrega de la Mezcla</b>	<b>6.4</b>
<b>6.1.4</b>	<b>Supervisión de Muestras y Aprovisionamiento de Equipo para la Inspección</b>	<b>6.4</b>
<b>6.2</b>	<b>Seguimiento de la Producción Semanal por Planta</b>	<b>6.5</b>
<b>6.3</b>	<b>Diagnóstico de Plantas</b>	<b>6.6</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Planta Meco</b>	<b>6.6</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Planta Conansa</b>	<b>6.8</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Planta Sánchez Carvajal</b>	<b>6.8</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Planta Comesa, Virilla</b>	<b>6.9</b>
<b>6.3.5</b>	<b>Planta Pedregal, San Antonio</b>	<b>6.9</b>
<b>6.3.6</b>	<b>Planta Pedregal, Nicoya</b>	<b>6.10</b>
<b>6.3.7</b>	<b>Planta Belén, Tárcoles</b>	<b>6.11</b>
<b>6.4</b>	<b>Funciones y Actitudes de los Inspectores de Planta</b>	<b>6.11</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>6.15</b>	

## **1. INTRODUCCION**

Este primer informe, del convenio CONAVI – UCR, correspondiente al período del 1º de junio al 20 de julio, detalla los aspectos relativos a la verificación de la calidad, supervisión de plantas, auditoría técnica y en el Capítulo 6 se introduce una versión preliminar de la propuesta metodológica para el control de proyectos viales en Costa Rica.

La metodología propuesta, parte de la experiencia local e internacional, en materia de control de proyectos y aseguramiento de la calidad, por tanto, complementa lo que ya se tiene en el país, como herramienta de control para la ejecución de los proyectos.

Ante el importante cambio que se presenta, en cuanto a la disponibilidad de recursos para la ejecución de proyectos de carreteras, resulta muy oportuno actualizar los procedimientos con que la Administración fiscaliza la eficiencia de estas inversiones.

Esta propuesta se someterá, de inmediato, a un análisis pormenorizado; y en esta etapa, resulta muy provechosa y absolutamente necesaria, la retroalimentación, que en conjunto UCR y CONAVI aporten, teniendo como meta hacer Ingeniería del más alto nivel, en el control y la ejecución de los proyectos viales; para cumplir así nuestro compromiso con la sociedad, quien es la que aporta los recursos, para realizar inversiones oportunas y eficientes, que consoliden la conservación y el desarrollo de la infraestructura, que el país necesita para su crecimiento económico y su bienestar social.

Como un complemento de la excelencia, respecto a la calidad total, en la ejecución de proyectos viales, se inicia un proceso de “Auditoría Técnica”, con un enfoque de apoyo a la Dirección de Conservación y a la Ingeniería de Proyecto, de modo que se logre un alto “estándar” de control en los proyectos, con uniformidad de criterio; respecto a las exigencias con que se ejecutan todos los proyectos viales en las distintas regiones del país.

**CAPITULO 2**

**PRUEBAS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA  
MEZCLA ASFALTICA**



## **2. PRUEBAS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA MEZCLA ASFALTICA**

### **2.1 POLITICAS DE MUESTREO**

En el Programa de Mantenimiento Rutinario (PMR) se ha dado énfasis a la idoneidad de las políticas de muestreo. Se considera como muestreo a la toma de muestras representativas y en cantidad suficiente para evaluar los parámetros relevantes de la mezcla asfáltica.

Se ha dado prioridad al muestreo en planta, dado el control que se puede ejercer del mismo, al ser realizado por los inspectores de planta en el momento mismo de despacho. Sin embargo, el muestreo en planta se complementa ocasionalmente con muestras de campo.

#### **2.1.1 Periodicidad**

La metodología de muestreo se basa en el concepto de segmentos de producción, de manera que las plantas de mayor producción para el PMR son muestreadas en un período de dos semanas al mes, mientras que las plantas de menor producción para el PMR son muestreadas en un período de una semana al mes.

Debe tenerse presente que la función del muestreo realizado por el LANAMME es la verificación de la calidad, de manera que se entiende que todos los proyectos del PMR funcionan bajo el principio de que el contratista suministra certificados de calidad periódicos (control de calidad). Es un principio generalmente aceptado que el número de muestras para la verificación de la calidad corresponde a una fracción del total de muestras evaluadas en el control de calidad (auto - control ejercido por el mismo contratista).

Para cada planta productora de mezcla asfáltica para el PMR se toma al menos un bache seco por semana de producción muestreada, con el propósito de complementar los análisis granulométricos a partir del agregado residual de extracciones de ligante asfáltico, para realizar un análisis de uniformidad del agregado de diseño (gravedad específica, absorción y granulometría) y para calibrar los métodos de determinación del contenido de asfalto y granulometría residual.

El muestreo de ligante asfáltico se realiza en la misma semana de producción para la cual se toman muestras de mezcla asfáltica y baches secos. El propósito del muestreo de ligante asfáltico es la preparación de especímenes de calibración para los métodos de determinación del contenido de asfalto y granulometría residual.

Los muestreos de agregado de apilamientos y combustibles se hacen de manera excepcional.

**Tabla No. 2.1 Periodicidad de muestreo en el PMR**

Licitación No.	Ubicación	Contratista	Periodicidad de muestreo de mezcla asfáltica
Proyectos que se abastecen de mezcla de la planta MECO La Uruca	San José, Heredia, Alajuela, Puntarenas, San Isidro del General	MECO, M & S	Muestreo de dos semanas en forma consecutiva, con una a dos muestras diarias
Proyectos que se abastecen de mezcla de la planta CONANSA	Guápiles y Siquirres	CONANSA	Muestreo de una vagoneta por semana (*)
Proyectos que se abastecen de mezcla asfáltica de la planta Pedregal de Nicoya	Guanacaste	ACOSOL	Muestreo de una semana en forma consecutiva, con una a dos muestras diarias
Proyectos que se abastecen de mezcla asfáltica de la planta Sánchez Carvajal	Río Claro y Coto Brus	Sánchez Carvajal	Muestreo de una semana en forma consecutiva, con una a dos muestras diarias
Proyectos que se abastecen de mezcla asfáltica de la planta COMESA	San Carlos, Limón, Turrialba y Cartago	COMESA	Muestreo de una semana en forma consecutiva, con una a dos muestras diarias
Proyectos que se abastecen de mezcla asfáltica de la planta Belén	Puntarenas y Orotina	Belén	Muestreo de una semana en forma consecutiva, con una a dos muestras diarias

Nota:

(\*) Se utiliza un sistema de muestreo continuo, en cantidad reducida, dados los registros históricos de uniformidad en la producción de esta planta.

**2.1.2 Importancia de un muestreo representativo**

El muestreo es el inicio de las pruebas de laboratorio, si no se hace bien, el resultado de las pruebas no puede ser correcto ni reflejar la realidad de la producción.

La idoneidad de la técnica de muestreo es tan importante como el cumplimiento de los procedimientos de ensayo. Es responsabilidad del encargado del muestreo el aplicar los procedimientos adecuados, así como demostrar rigurosidad técnica en la toma de las muestras y en su transporte.

La muestra debe representar la realidad de la producción y no un caso aislado. Para ello, deben respetarse los siguientes criterios:

- Se recomienda formar una muestra a partir de 3 posiciones o momentos de tiempo.
- Toda la producción debe tener iguales posibilidades de ser muestreada (selección aleatoria).

### **2.1.3 Procedimiento de muestreo**

Lo óptimo es garantizar un muestreo aleatorio, donde toda la mezcla a utilizar tenga igual probabilidad de ser seleccionada.

Los siguientes criterios aplican en la integración de una muestra a partir de la toma de tres diferentes posiciones de un peso definido de material (por ejemplo, una carga de vagoneta), o instantes de la producción:

- En apilamientos de agregado se debe separar el material en seis segmentos radiales horizontales, a partir de su sección transversal. Adicionalmente se debe utilizar la altura total del apilamiento para separarlo en tres diferentes segmentos verticales de profundidad similar. El muestreo debe corresponder a la toma de material de los tres diferentes segmentos verticales, seleccionando un segmento radial para cada caso (en forma aleatoria).
- En tanques de ligante asfáltico se deben muestrear al menos tres diferentes posiciones verticales del tanque, utilizando válvulas de descarga o dispositivos de muestreo. Cada vez que se abre una válvula se deben descartar al menos cuatro litros de ligante bituminoso, previo a la obtención de la muestra. En caso de que no se cuente con válvulas a diferentes elevaciones se deberá hacer el muestreo en tres diferentes períodos, de manera que se permita el flujo libre de ligante asfáltico al menos por 1 minuto entre muestreos.
- En caso de que se muestreen camiones cisterna transportando ligantes asfálticos se deben tomar tres muestras de 4 litros, dejando que transcurra un lapso de tiempo entre cada muestra de 30 segundos a 1 minuto. La muestra debe ser tomada a partir de una válvula o compuerta de muestreo, posterior a que se descartan los primeros 4 litros de flujo del ligante asfáltico.
- Para el muestreo de mezcla asfáltica en vagoneta, se deberán seleccionar tres puntos en forma aleatoria, para posteriormente excavar 15 cm con una tabla y adquirir una cantidad de 10 kg en cada punto.

#### **2.1.4 Capacitación a los inspectores de planta**

En el inserto No. 2.1 se presentan las instrucciones generales de muestreo para los inspectores de planta, incluyendo esquemas, haciendo referencia a la metodología de muestreo, periodicidad y programación de las labores de muestreo para los meses de agosto y setiembre de 1999.

**INSERTO No. 2.1**

**Instrucciones de muestreo para los inspectores de planta en el Programa de Mantenimiento Rutinario.**



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

San José, 16 de julio de 1999

**LM-IC-PMR-VC-47-99**

**Señores inspectores de planta,  
Programa de Mantenimiento Rutinario y  
Programa de Rehabilitación de los Cuatro Cuadrantes  
de San José.**

Estimados señores:

Por este medio me permito saludarlos y a la vez indicarles las siguientes reglas respecto a los muestreos del Programa de Mantenimiento Rutinario y del Programa de Rehabilitación de los Cuatro Cuadrantes de San José.

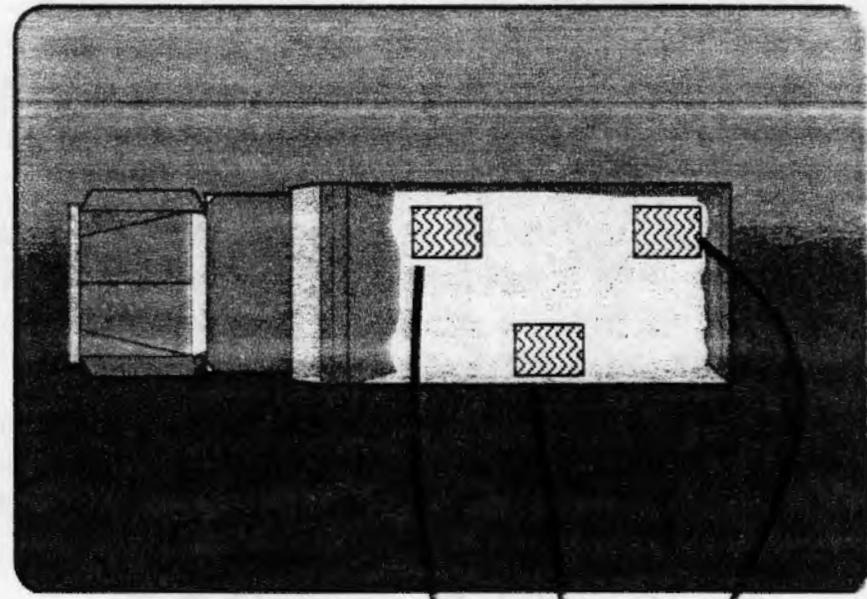
1. Respecto a las muestras de mezcla asfáltica.

Les solicitamos que cada una de las muestras que sean tomadas en las diferentes plantas, cumplan con los siguientes requisitos:

- Tomadas en tres diferentes posiciones de una vagoneta cargada, escogidas aleatoriamente y seleccionando diferentes puntos de muestreo cada vez que tomen una muestra diferente (ver Figura No. 1). Así, si seleccionaron las zonas delantera y trasera del lado derecho de la góndola y la zona intermedia del lado izquierdo, en un día particular, al día siguiente podrían escoger las zonas delantera derecha e izquierda y la zona trasera central, por ejemplo.
- A efecto de manejar muestras más pequeñas en el laboratorio, necesitamos que ustedes hagan la división de la muestra en el punto de muestreo. Así, en vez de llenar una única caja, les solicitamos que llenen 2 bolsas de 5 a 8 kg y una caja de aproximadamente 15 kg, para una misma muestra. Al llenar cada bolsa o caja, deberán asegurarse de que se tome un tercio de cada punto de muestreo, debiendo llenar simultáneamente cada recipiente, con "paladas" alternas (ver Figura No. 2).

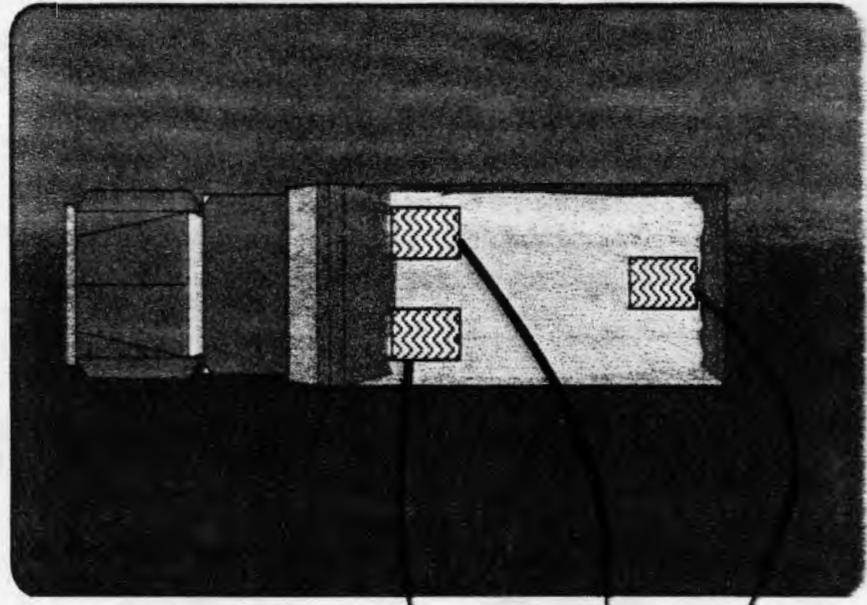
**Figura No.1: Selección de puntos de muestreo en góndola.**

**\*Mínimo tres posiciones, alternando\***



**Muestra  
de  
primera  
wagoneta**

**Primera wagoneta  
muestreada**

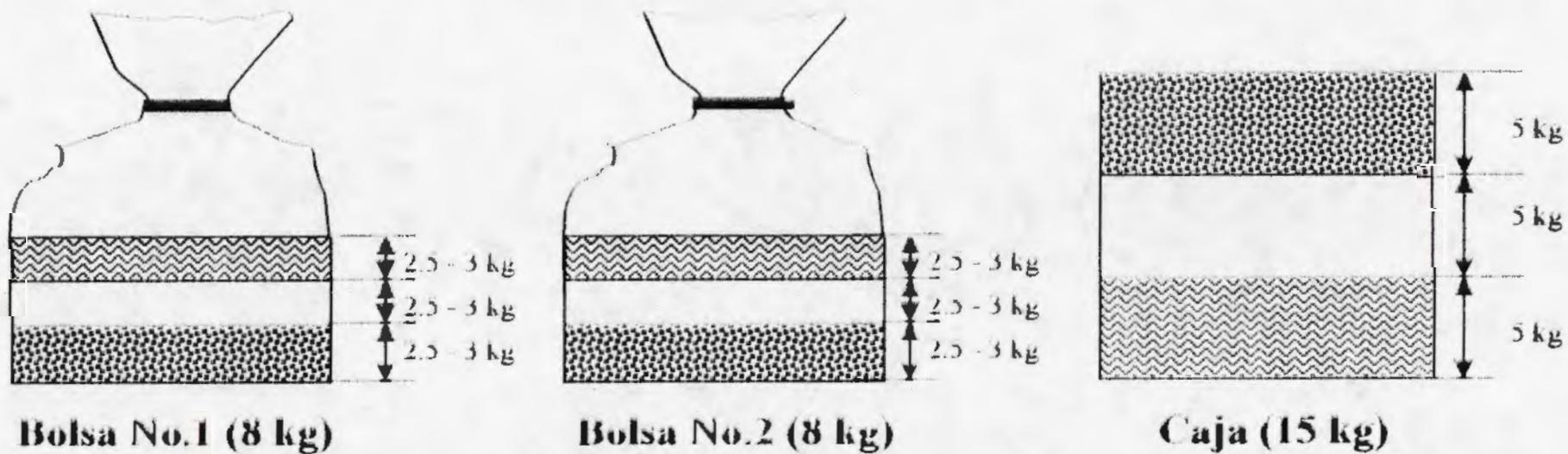


**Muestra  
de  
segunda  
wagoneta**

**Segunda wagoneta  
muestreada**

# Figura No.2: Forma de llenar los recipientes de muestra.

**\*Llenar alternadamente\***





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- Las 2 bolsas se colocarán en una caja aparte, independiente de la caja de 15 kg. Así, ustedes tendrán la muestra separada en dos cajas, una de las cuales tendrá su contenido separado en dos bolsas, adentro de la caja (ver Figura No. 3). Ambas cajas se deberán identificar con el mismo número de muestra y, en una de ellas, ustedes introducirán la boleta de muestreo con los detalles ya conocidos por ustedes (es muy importante que en la boleta de muestreo mencionen la dosificación, es decir, el porcentaje de cada tipo de agregado por fuente y el contenido de asfalto).
- En caso de contar con la posibilidad, nos ayudaría mucho si ustedes pudieran tomar las muestras de 8 kg de las bolsas, o al menos una de ellas, y colocarlas en una bandeja plana, estando aún calientes, con el propósito de separar muy bien la mezcla (con guantes y con el cuidado de no perder material) y permitir que enfríe. Posterior a la separación y enfriamiento, las muestras pueden ser colocadas en otras dos bolsas. Hacer esto sólo si se cuenta con facilidades en la planta.

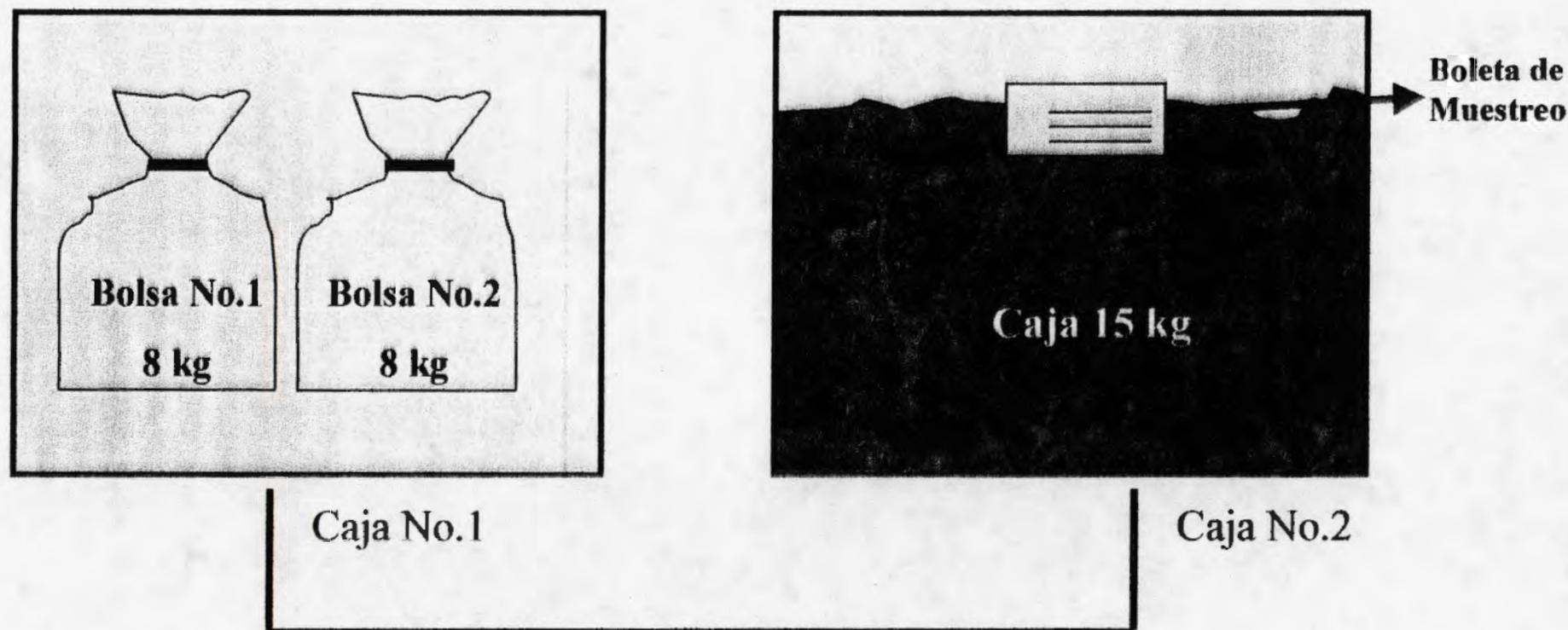
## 2. Respecto a las muestras de bache seco o de banda transportadora.

- El peso de material requerido para las muestras de bache seco o banda transportadora es aproximadamente 20 kg.
- En el caso de las plantas de bache, requeriremos de la colaboración del operador, para tomar la muestra de bache seco respectiva.
- En el caso de las plantas continuas (de tambor mezclador), ustedes podrán tomar la muestra de la banda transportadora al final del día de producción, cuando la planta ya ha terminado de trabajar y no hay peligro alguno para la toma de la muestra.
- En ambos tipos de muestreo, lo recomendable es tomar muestras de tres diferentes posiciones, escogidas al azar. Así se pueden escoger tres diferentes partes de un bache seco, o tres diferentes posiciones de la banda transportadora (ver Figura No. 4).

## 3. Respecto a las muestras de ligante asfáltico (asfalto).

- Las muestras a tomar dependerán de las facilidades del tanque de la planta (válvulas de muestreo o dispositivo "ladrón" para toma de muestras desde la parte superior). En caso de que no haya ninguna facilidad, se deberán tomar cuando el camión cisterna descargue en la planta. Aquí es nuevamente importante tratar de tomar la muestra en tres diferentes momentos; es decir, tomar una tercera parte de la muestra, dejar que fluya el asfalto, tomar otra tercera parte de la muestra,

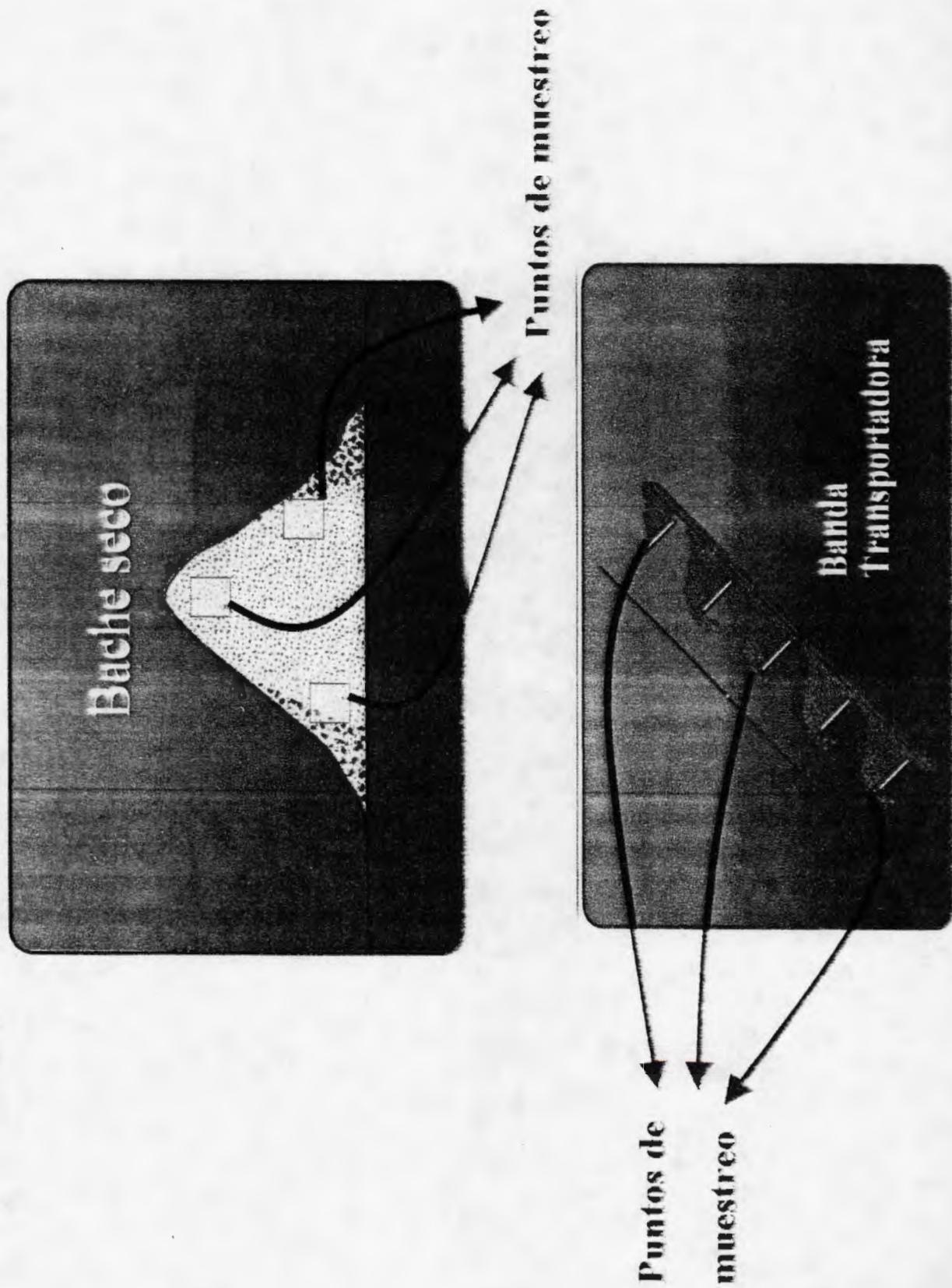
**Figura No.3: Estado final de una muestra tomada.**



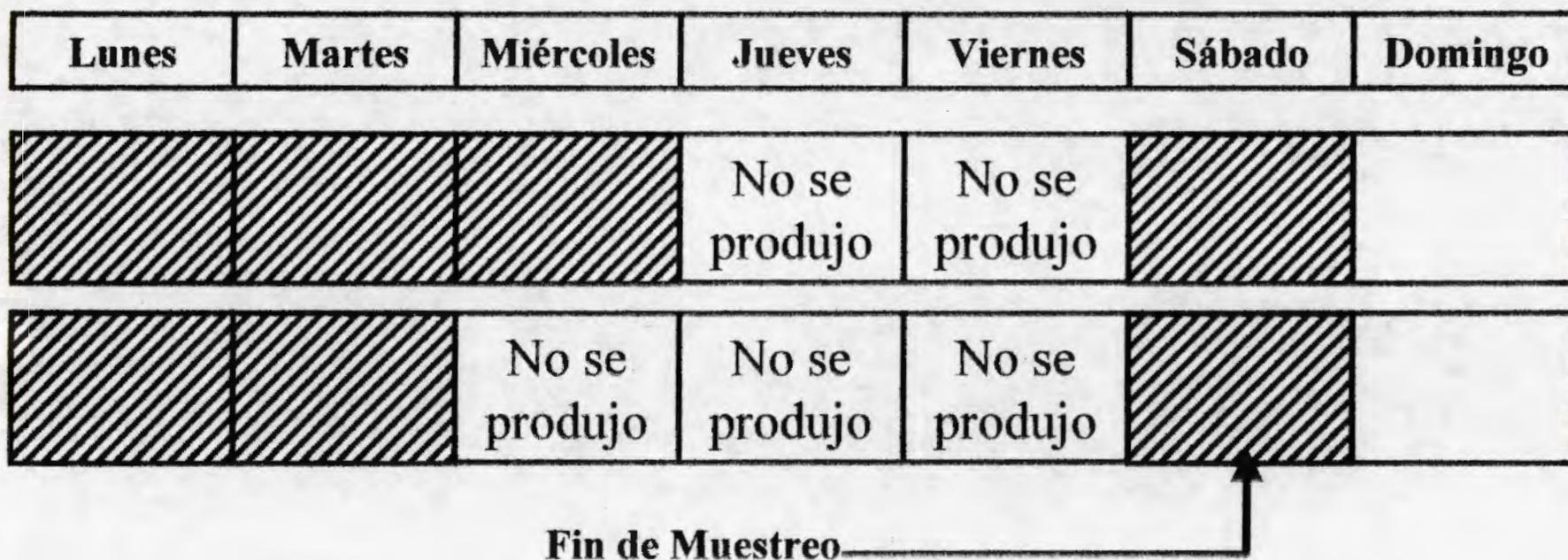
- 1- Identificar con número de muestra según bitácora de planta (el mismo en ambas cajas).
- 2- Cerrar bien
- 3- Proteger del polvo y la humedad

**Figura No.4: Toma de muestras de bache seco o de banda transportadora.**

**\*Siempre tres posiciones para formar una muestra\***



**Figura No.5: Casos donde no hay muestreos por no producción de la planta asfáltica.**



**Caso de muestreo por 7 días, con ausencia de producción por 5 días.**



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

dejar que fluya el asfalto y tomar la última tercera parte de la muestra. Debiendo cerrar e identificar el recipiente, incluyendo la fecha de muestreo (importante).

- El tamaño de muestra total es un galón (aproximadamente 4 litros). Tomando tres muestras de aproximadamente 1.3 litros en cada momento (total de 4 litros).

#### 4. Respecto a la cantidad de muestras.

- Para las plantas de MECO La Uruca y Pedregal Belén. Se seleccionarán dos semanas de muestreo al mes, que serán comunicadas a ustedes por el Ing. Oscar Martínez, en las cuales ustedes nos harán el favor de tomar: 14 muestras de mezcla asfáltica (dos días se tomarán dos muestras), 3 muestras de agregado de banda transportadora y una muestra de ligante asfáltico (asfalto).
- Para las plantas de Sánchez-Carvajal, Pedregal Nicoya, COMESA y Belén Tárcoles. Se seleccionará una semana de muestreo al mes, que será comunicada a ustedes por el Ing. Oscar Martínez, en la cual ustedes nos harán el favor de tomar: 7 muestras de mezcla asfáltica (un día se tomarán dos muestras), 2 muestras de agregado de banda transportadora o de bache seco y una muestra de ligante asfáltico (asfalto).
- Para la planta de CONANSA. Se tomará una muestra de mezcla asfáltica por semana, una muestra de bache seco cada dos semanas y una muestra de ligante asfáltico (asfalto) por mes.
- En caso de que haya algún día sin producción de mezcla asfáltica y estuviera programado un muestreo, el muestreo se retrasará un día. Esto mismo se realiza en caso de que el atraso sea mayor. Lo importante, en estos casos, es cumplir con la cantidad de muestras para una semana, aunque haya que extenderse por los días donde no hay producción (ver Figura No. 5).
- En los casos donde se utilizan agregados de diferentes tajos (por ejemplo las plantas de MECO y COMESA), cuando ustedes detecten un cambio en los porcentajes de dosificación de los agregados utilizados (por ejemplo en MECO, cuando se usa más agregado de Guápiles que de Santa Ana, respecto a lo que se venía usando), les solicitamos que tomen una muestra de agregado de bache seco, independientemente de si se está en el período de muestreo o no.
- Cuando ustedes consideren conveniente realizar un muestreo fuera del período pre-definido, ustedes podrán hacerlo y con mucho gusto procesaremos las muestras. En tales casos ayuda mucho si incluyen la causa del muestreo extraordinario en la boleta de muestreo (por ejemplo un cambio en el contenido de asfalto que se aplica en la planta o por solicitud de algún ingeniero de proyecto).



LANAMME

Me permito indicarles la programación de muestreos para los meses de agosto y setiembre, en la Figura No. 6 adjunta.

Quedo a sus órdenes para cualquier aclaración o consulta.

Les agradezco mucho la atención a la presente.

Atentamente,

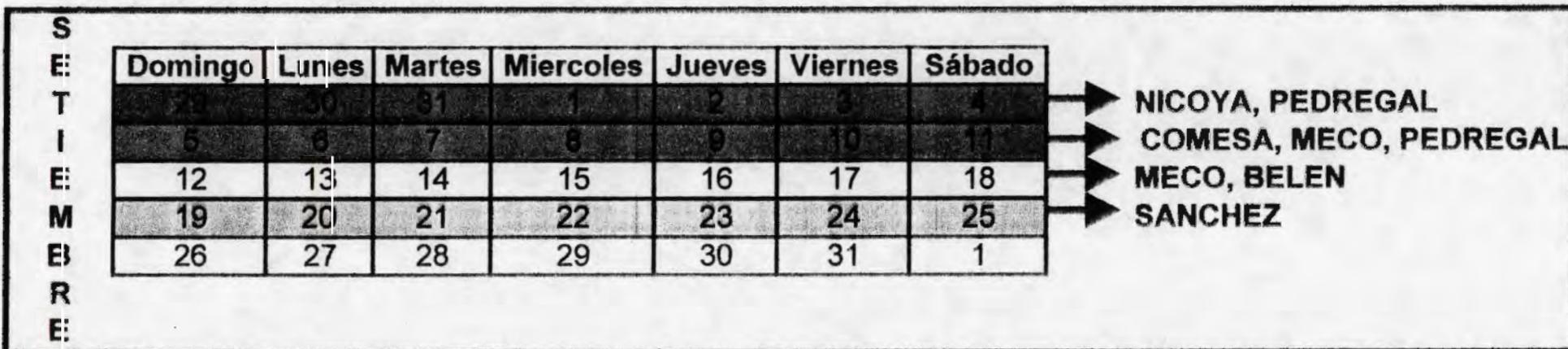
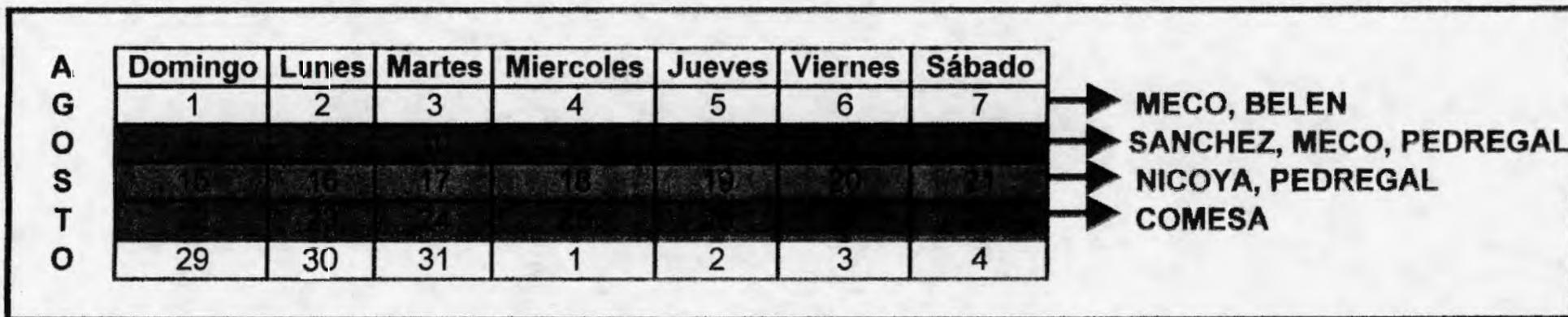
A handwritten signature in black ink, appearing to read "P. Castro", is written over a horizontal line.

**Ing. Pedro Castro Fernández, MBA, MSc.,  
Coordinador, Verificación de la Calidad,  
Programa de Mantenimiento Rutinario,  
Laboratorio Nacional de Materiales y  
Modelos Estructurales,  
Universidad de Costa Rica.**

**CC:**

**Ings. Fernando Rodríguez, Edgar Corrales,  
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera, Marco Rodríguez, Oscar Martínez**

**FIGURA No.6: SEMANAS DE MUESTREO POR PLANTA**



## 2.2 RESULTADOS

La Tabla No. 2.2 muestra el detalle de las muestras que se han procesado y reportado para el período en cuestión.

**Tabla No. 2.2 Cantidad de ensayos de verificación de la calidad para el Programa de Mantenimiento Rutinario**

Planta	Parámetros Marshall	Contenido de asfalto	Granulometría residual	Gravedad específica Y absorción en agregado bache seco banda
NICOYA	2	2	2	5
COMESA	4	5	5	2
CONANSA	3	2	2	0
MECO	11	0	10	0
TOTAL	20	9	19	7

Nota: ensayos realizados entre los meses de junio y julio de 1999, con corte al 19 de julio de 1999.

### 2.2.1 Parámetros de calidad para la mezcla asfáltica

La información correspondiente a la evaluación de los parámetros de calidad para la mezcla asfáltica, para el período cubierto por este informe, para la nueva etapa del PMR (licitaciones 98) se presenta en el Inserto No. 2.2.

### 2.2.2 Compactación en sitio

La información correspondiente a la evaluación de compactación en sitio, disponible a la fecha, se presenta en la sección correspondiente a Verificación de compactación en sitio.

### 2.2.3 Parámetros de calidad para los agregados

Con el propósito de complementar los resultados correspondientes al seguimiento histórico de plantas que producen mezcla asfáltica para el PMR, se han analizado muestras de agregado, generalmente de bache seco (plantas de bache) o bache húmedo (plantas continuas).

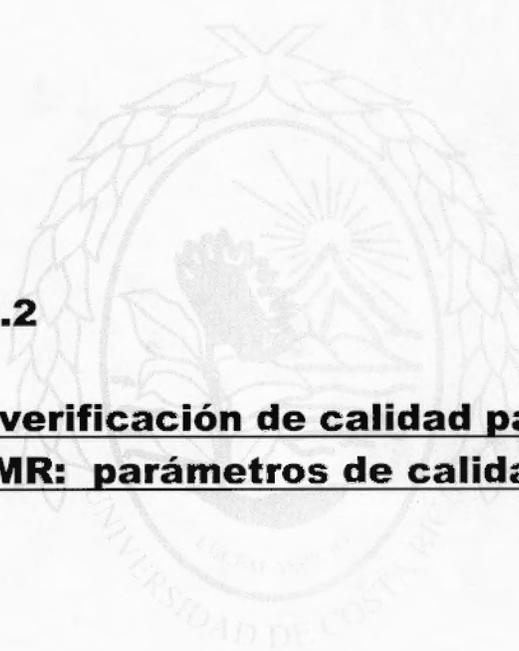
La evaluación de los parámetros de calidad se enfatiza en las propiedades de gravedad específica, absorción y granulometría.

El Inserto No. 2.3 contiene los resultados del período analizado para las plantas que producen mezcla asfáltica para el PMR.



**INSERTO No. 2.2**

**Resultados de verificación de calidad para mezcla  
asfáltica del PMR: parámetros de calidad de la mezcla**





Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

		Diseño de mezcla vigente julio - 1998		1267	1334	1357	1386	1410
		Valor diseño	Tolerancia / Especificación					
Muestra No.				1267	1334	1357	1386	1410
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				Calle Blancos				
Fecha				12/5/99	17/5/99	26/5/99	1/6/99	4/6/99
				Mezcla Planta				
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	-	1833	1914	1833	1769
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	-	30	33	24	25
Estabilidad/Flujo	Kg/mm	406	309 - 503	-	611	580	764	708
Gravedad específica máxima teorica		2.470	-	-	2.478	2.477	2.493	2.499
Densidad Marshall	%	2372	-	-	2382	2383	2342	2326
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	-	3.9	3.8	6.1	6.9
V.A.M.	%	14.7	>12	-	-	-	-	15.5
V.F.A.	%	73	65 - 75	-	-	-	-	55.5
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	63.0	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	4.0	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	-	-	-	-	1.13
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	-	-	-	-	5.13
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	-	-	-	-	5.46
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	-	-	-	-	165
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	-	-	-	-	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	-	-	-	-	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	-	-	-	-	79
Malla N° 4	%	61	57 - 65	-	-	-	-	53
Malla N° 8	%	45	36 - 40	-	-	-	-	37
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	-	-	-	-	12.1
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	-	-	-	-	5.8

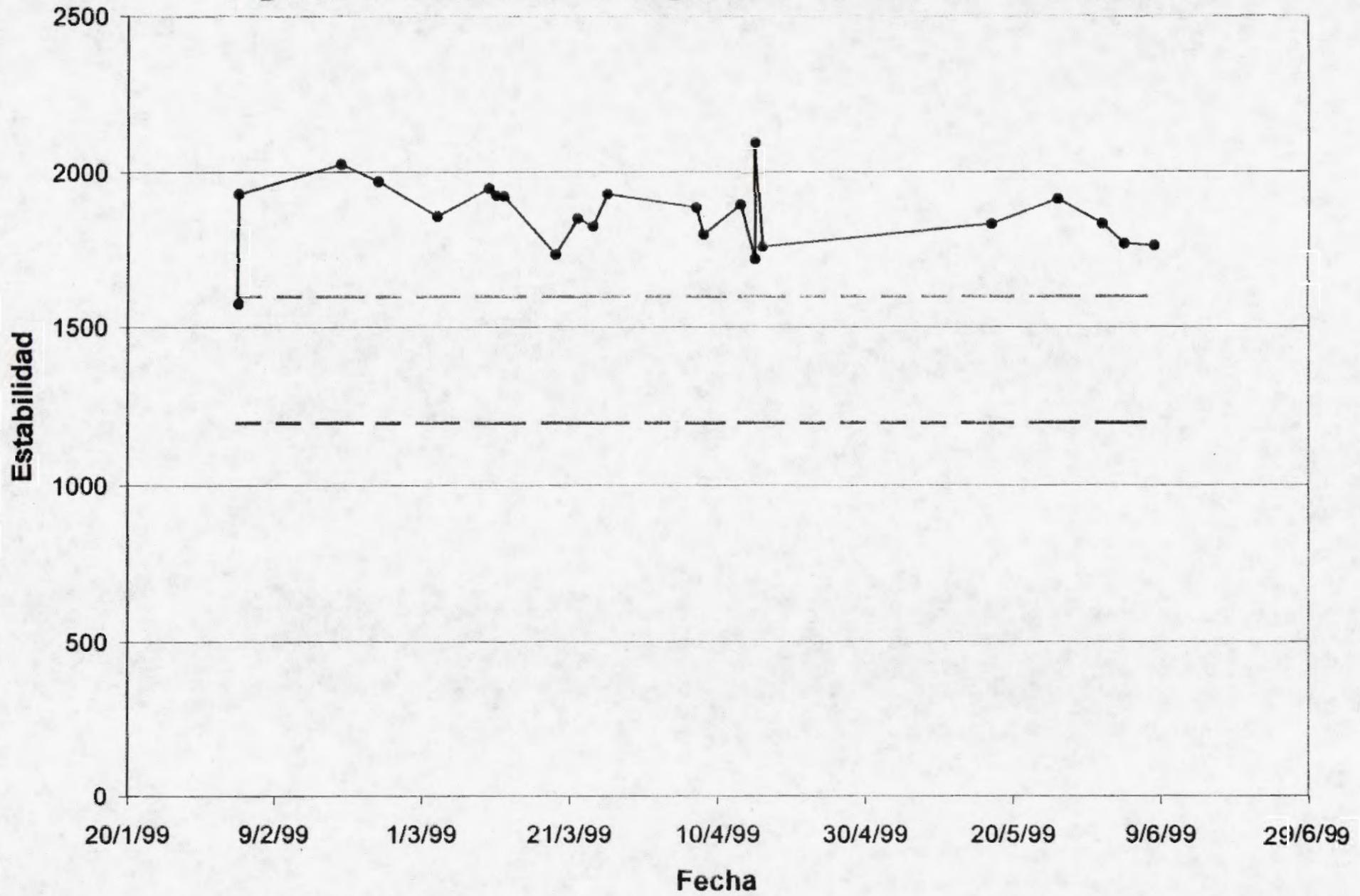


**Diseño de mezcla vigente  
julio - 1998**

<b>Valor diseño</b>	<b>Tolerancia /</b>
---------------------	---------------------

<b>Muestra No.</b>				<b>1409</b>			
<b>Ruta</b>				-			
<b>Planta</b>				Calle Blancos			
<b>Fecha</b>				<b>8/6/99</b>			
				<b>Mezcla Planta</b>			
<b>Propiedades</b>	<b>UNIDADES</b>						
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	1762			
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	25			
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	408	309 - 503	705			
Gravedad específica máxima teorica		2.470	-	2.501			
Densidad Marshall	%	2372	-	2369			
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	5.3			
V.A.M.	%	14.7	>12	13.8			
V.F.A.	%	73	65 - 75	61.6			
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	-			
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-			
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-			
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	1.31			
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	4.97			
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	5.28			
Contenido de ceniza	%	-	-	-			
Contenido de agua	%	-	-	-			
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	160			
<b>Agregados (% pasando)</b>							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100			
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100			
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	74			
Malla N° 4	%	61	57 - 65	52			
Malla N° 8	%	45	36 - 40	35			
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	12.7			
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	6.5			

Figura No. CONANSA-1: Seguimiento Histórico de Estabilidad



— Tolerancia Mínima — Tolerancia Máxima ● Valores de Estabilidad

# Figura No. CONANSA-2 : Seguimiento Histórico de Flujo

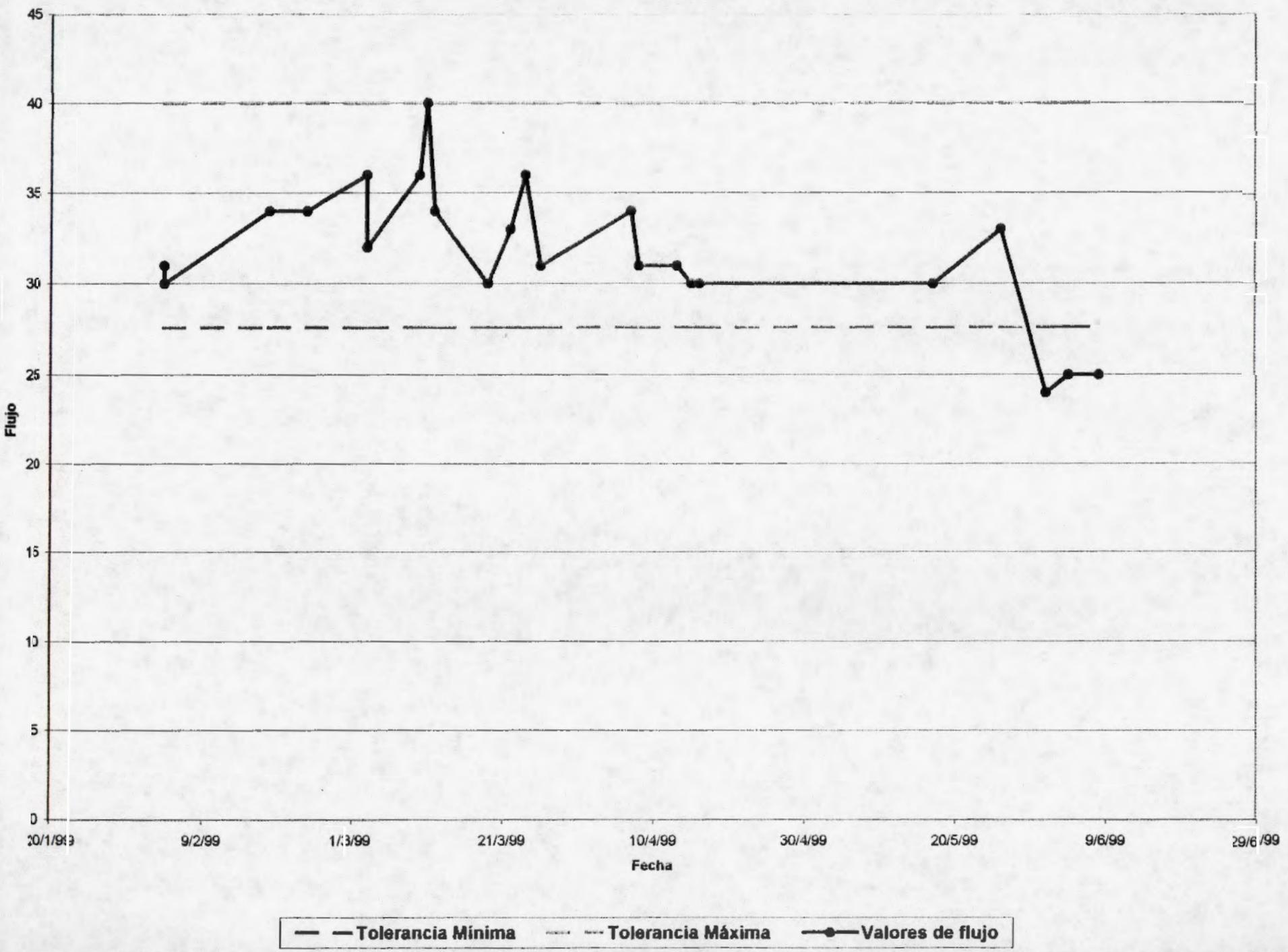


Figura No. CONANSA - 3: Seguimiento Histórico de % de Vacíos

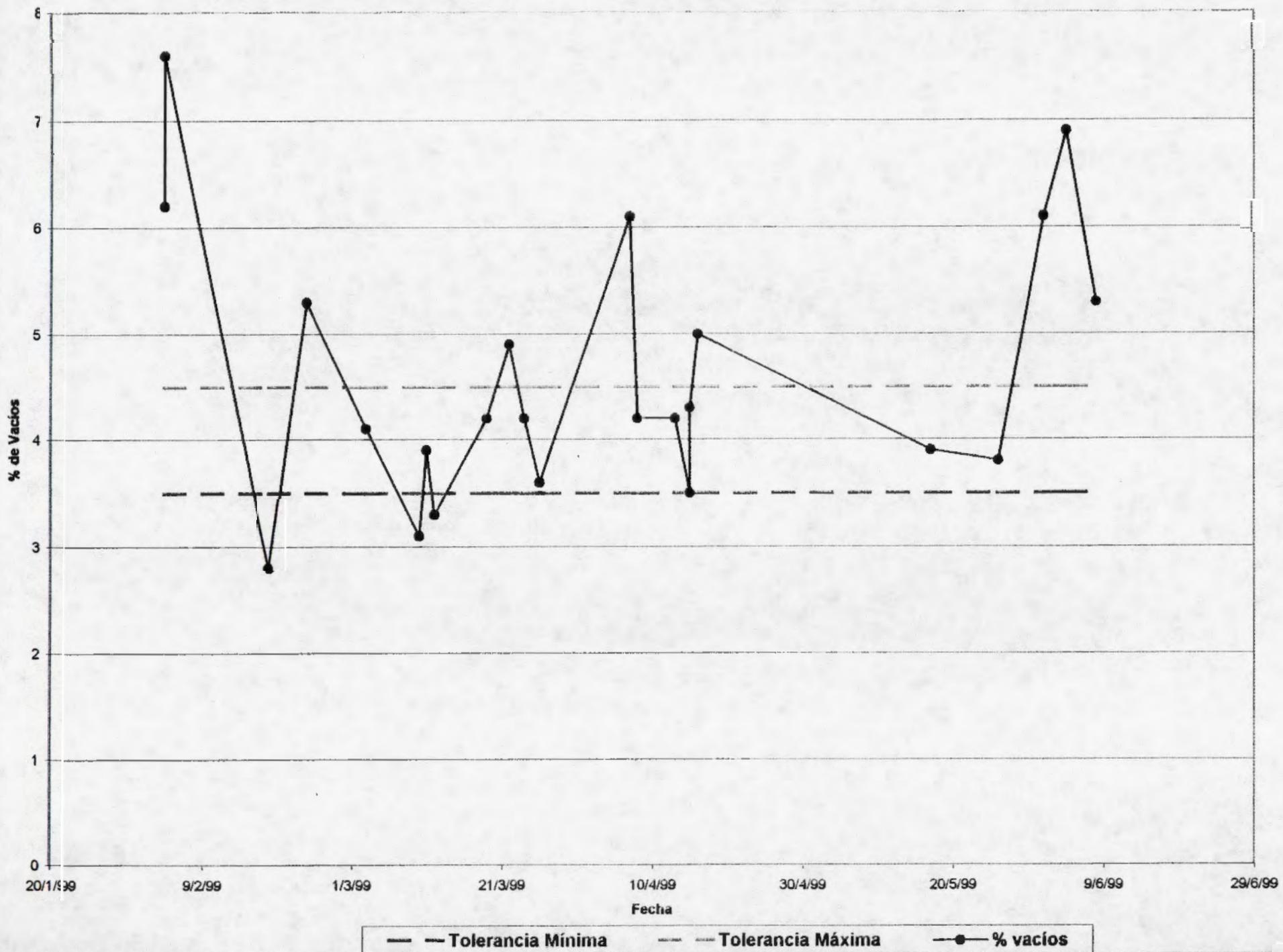
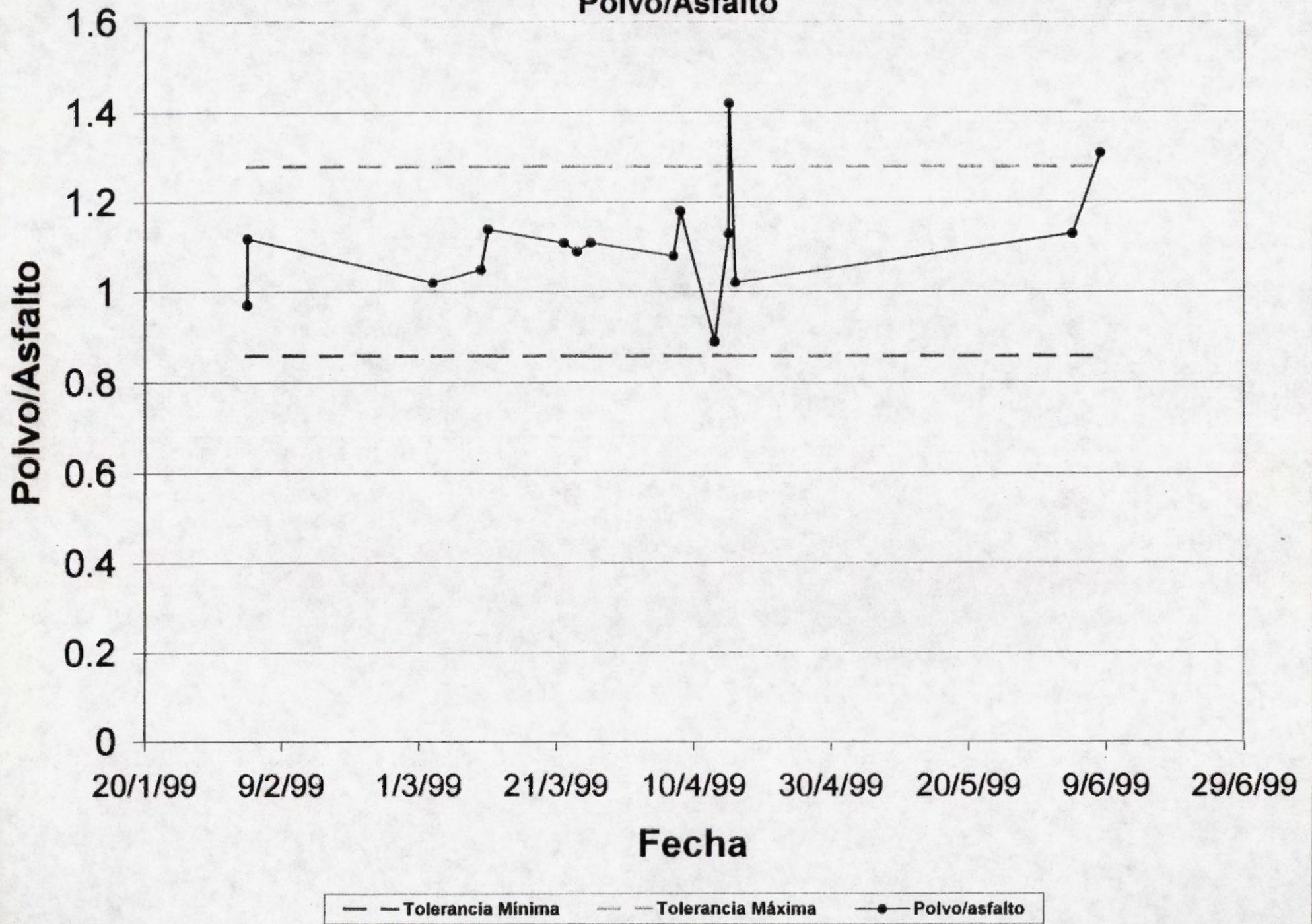
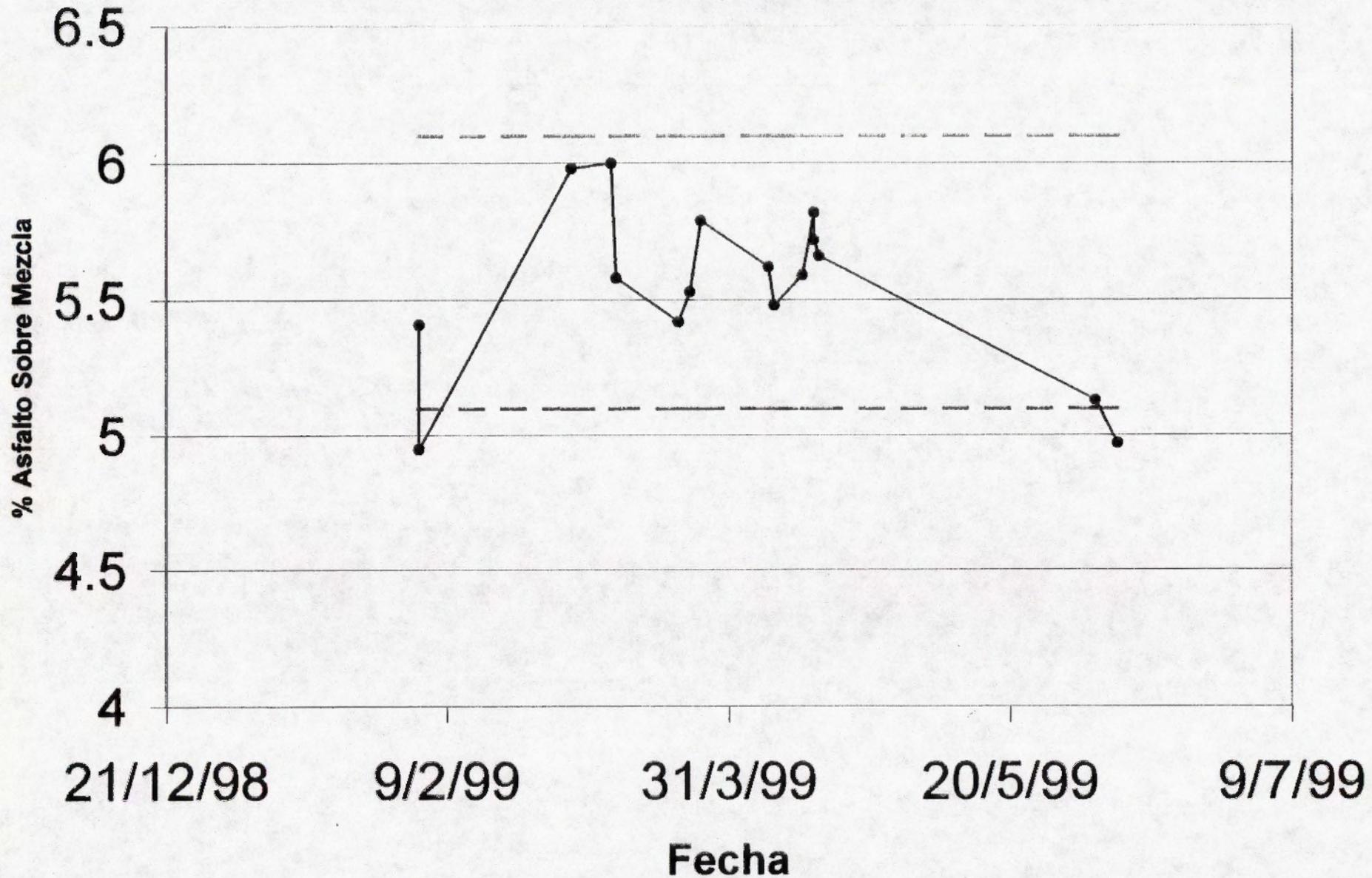


Figura No. CONANSA -4 : Seguimiento Histórico de Relación  
Polvo/Asfalto

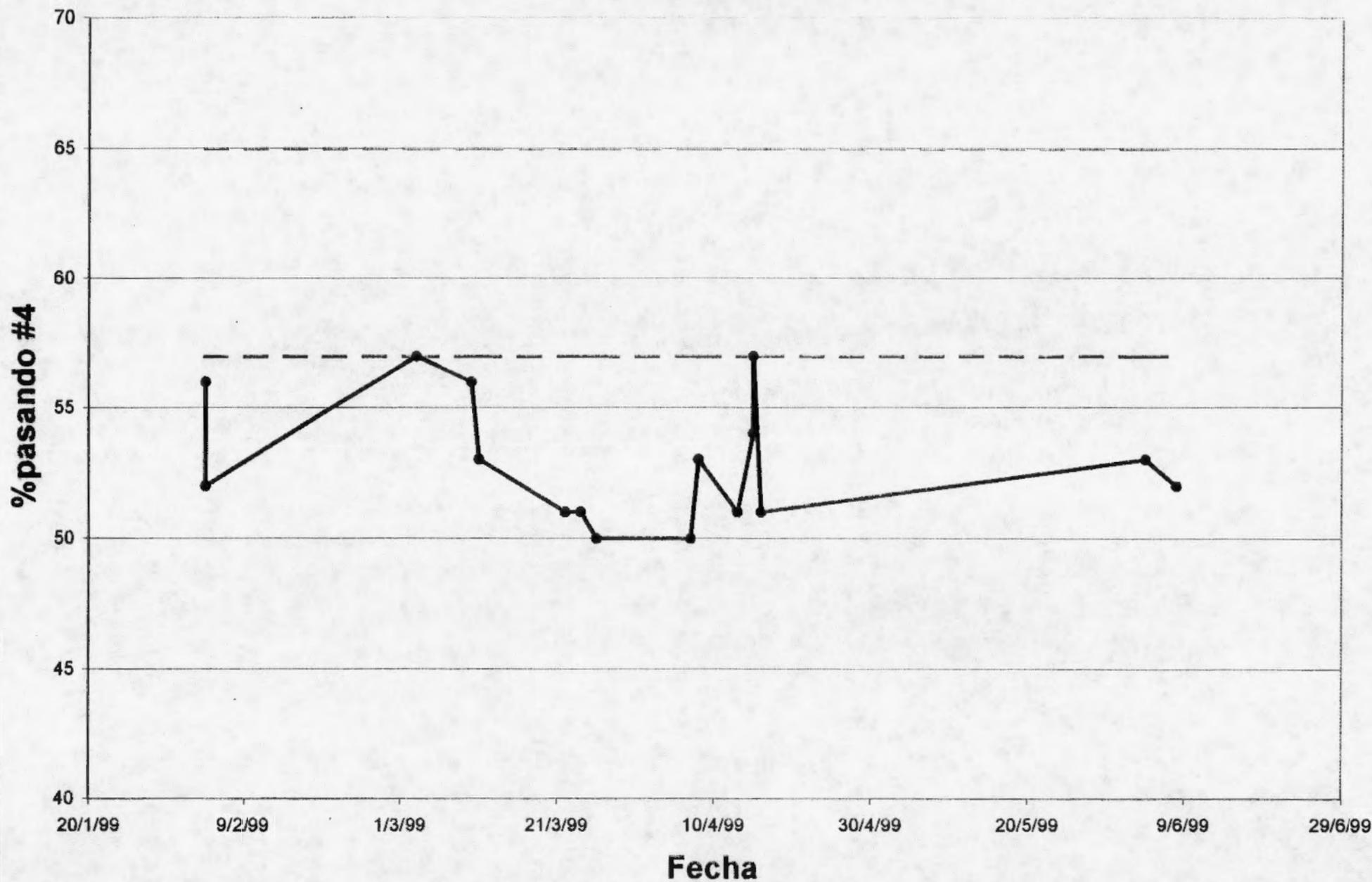


**Figura No. CONANSA - 5: Seguimiento Histórico de %  
Asfalto sobre Mezcla**



— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    ● — Asfalto/Mezcla

Figura No. CONANSA -6: Seguimiento Histórico de  
% pasando malla #4



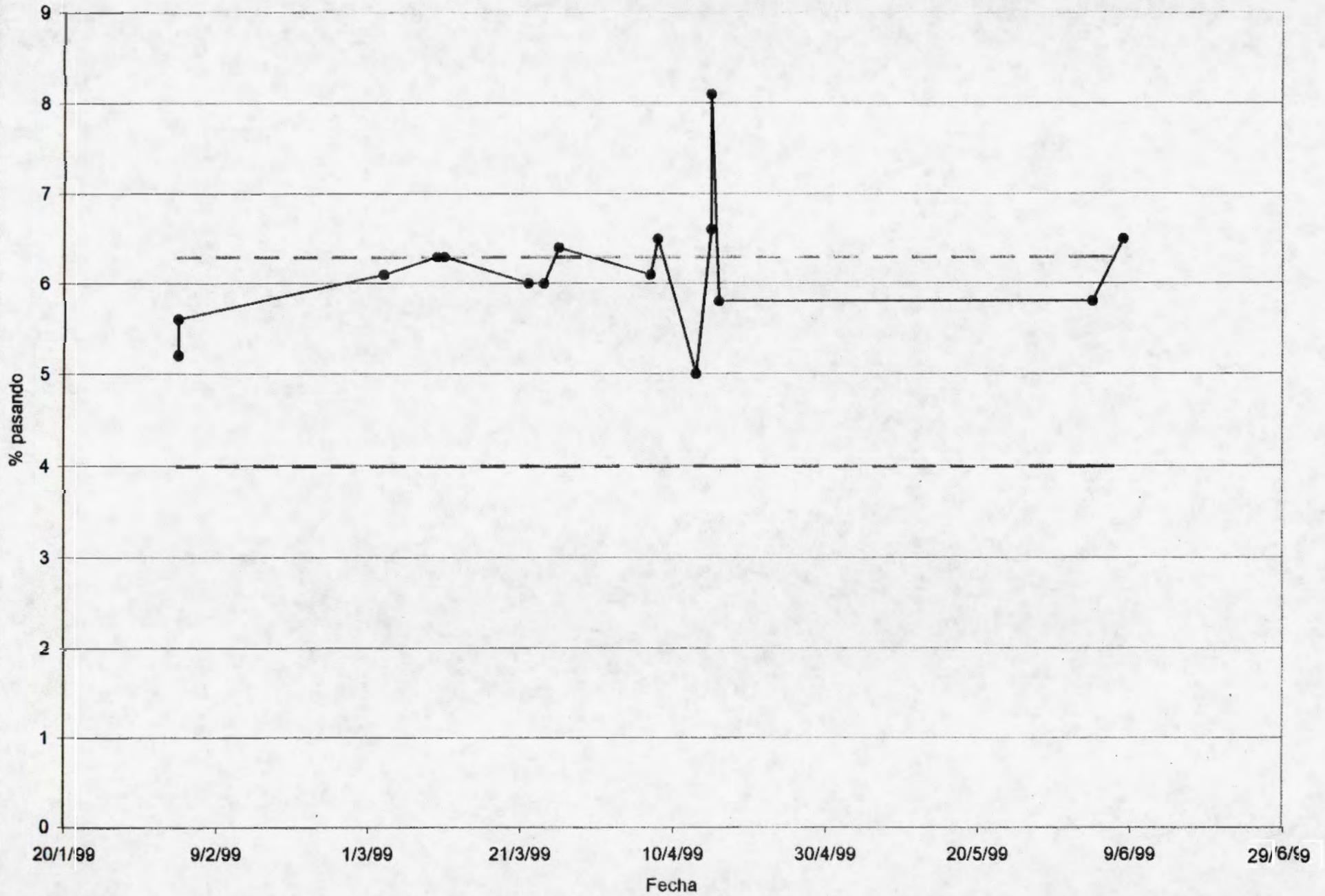
— Tolerancia Mínima      — Tolerancia Máxima      —●— % pasando #4

Figura No. CONANSA-7: Seguimiento Histórico de  
% pasando malla #50



— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    ● — % pasando #50

Figura No. CONANSA-8: Seguimiento Histórico de % pasando #200



— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    ● — % pasando #200



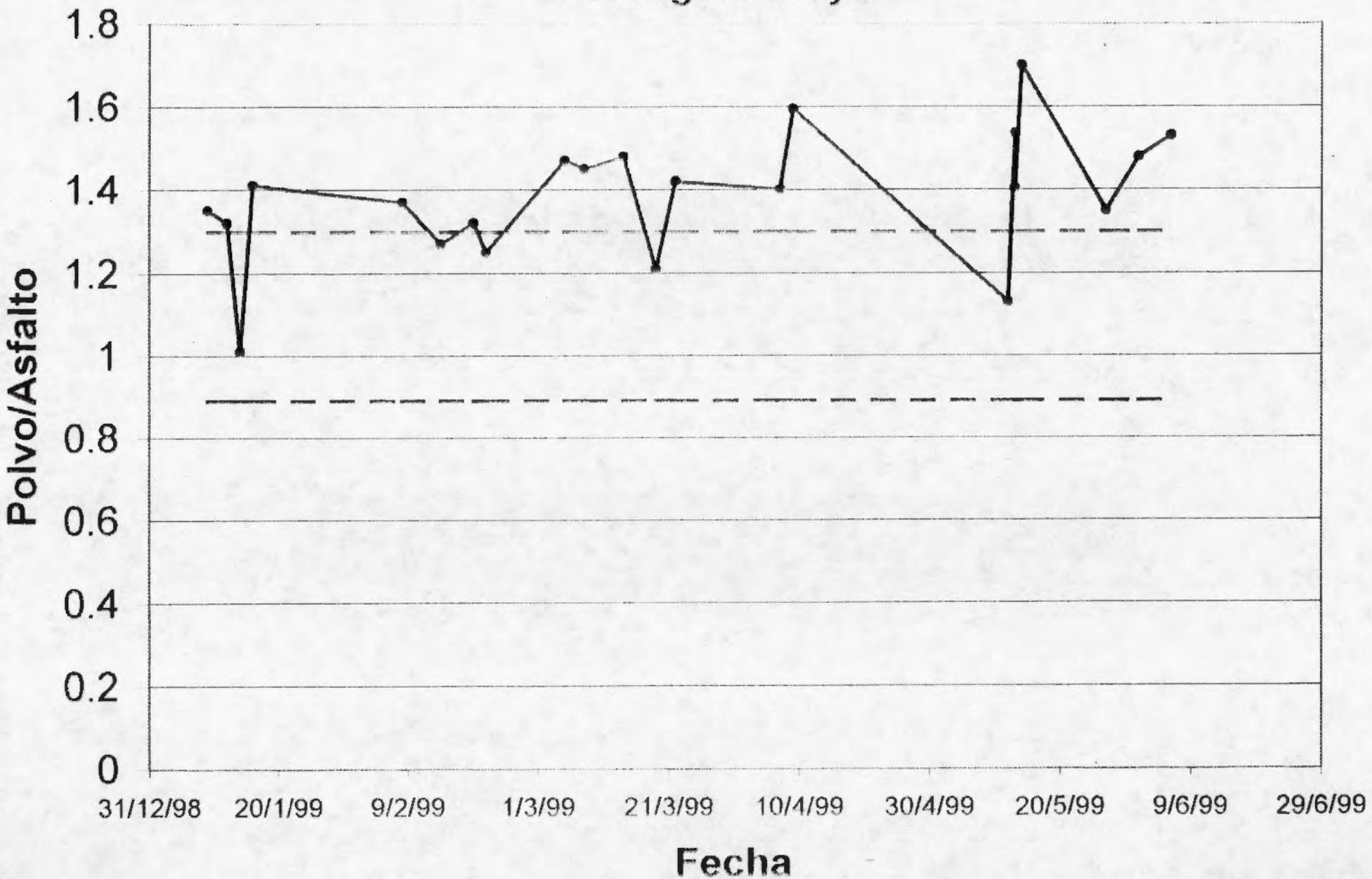
Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

**Diseño de mezcla vigente**  
**23/11/98**

Valor diseño      Tolerancia /

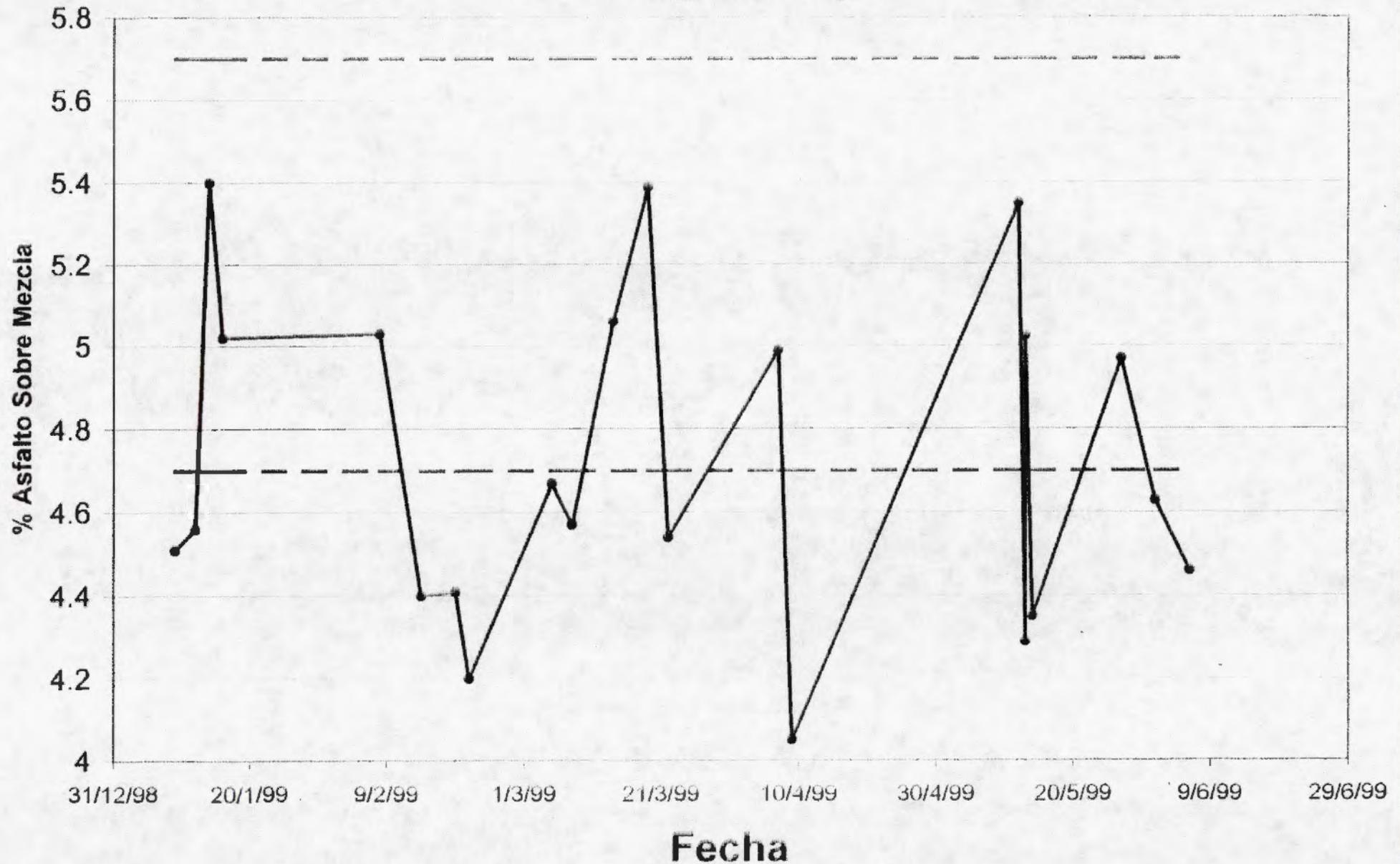
				1311	1462	1463	1465	
Muestra No.								
Ruta				-	-	-	-	
Planta				NICOYA	NICOYA	NICOYA	NICOYA	
Fecha				15/5/99	27/5/99	1/6/99	6/6/99	
				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1340	1140 - 1540	1639	1456	1537	1508	
Flujo	(1/100)cm	36.8	29.4 - 40	18	24	30	21	
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	364	291 - 436	911	607	512	718	
Gravedad específica máxima teorica		2.500	-	2.522	2.502	2.516	2.503	
Densidad	%	2400	-	2425	2437	2434	2436	
Vecios en la mezcla	%	4.0	3.5 - 4.5	3.8	2.6	3.2	2.7	
V.A.M.	%	14.6	-	-	11	11	11	
V.F.A.	%	72	65 - 78	-	77	71	75	
Resistencia Retenida	%	89	75 - 100	-	-	-	-	
Estabilidad Retenida	%	-	-	-	-	-	-	
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	-	>2.1	-	-	-	-	
Relación Polvo / Asfalto		1.11	0.89 - 1.30	-	1.35	1.48	1.53	
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.2	4.7 - 5.7	-	4.97	4.63	4.46	
Contenido asf. sobre agregado	%	5.5	5.0 - 6.0	-	5.23	4.86	4.67	
Contenido de ceniza	%	-	-	-	0.12	0.4	0.11	
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	
Temperatura de mezclado	%	-	151 - 155	-	150	150	150	
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 " )	%	100	100	-	100	100	100	
Malla 19.0 mm ( 3/4" )	%	100	100	-	100	100	100	
Malla 9.5 mm ( 3/8 " )	%	88	83 - 90	-	86	87	79	
Malla N° 4	%	58	54 - 62	-	56	61	52	
Malla N° 8	%	36	32 - 40	-	36	39	37	
Malla N° 50	%	10	10 - 14	-	10.6	11.2	11.4	
Malla N° 200	%	5.5	3.5 - 7.5	-	6.7	6.9	6.8	

# Seguimiento Histórico de Relación Polvo/Asfalto Pedregal Nicoya



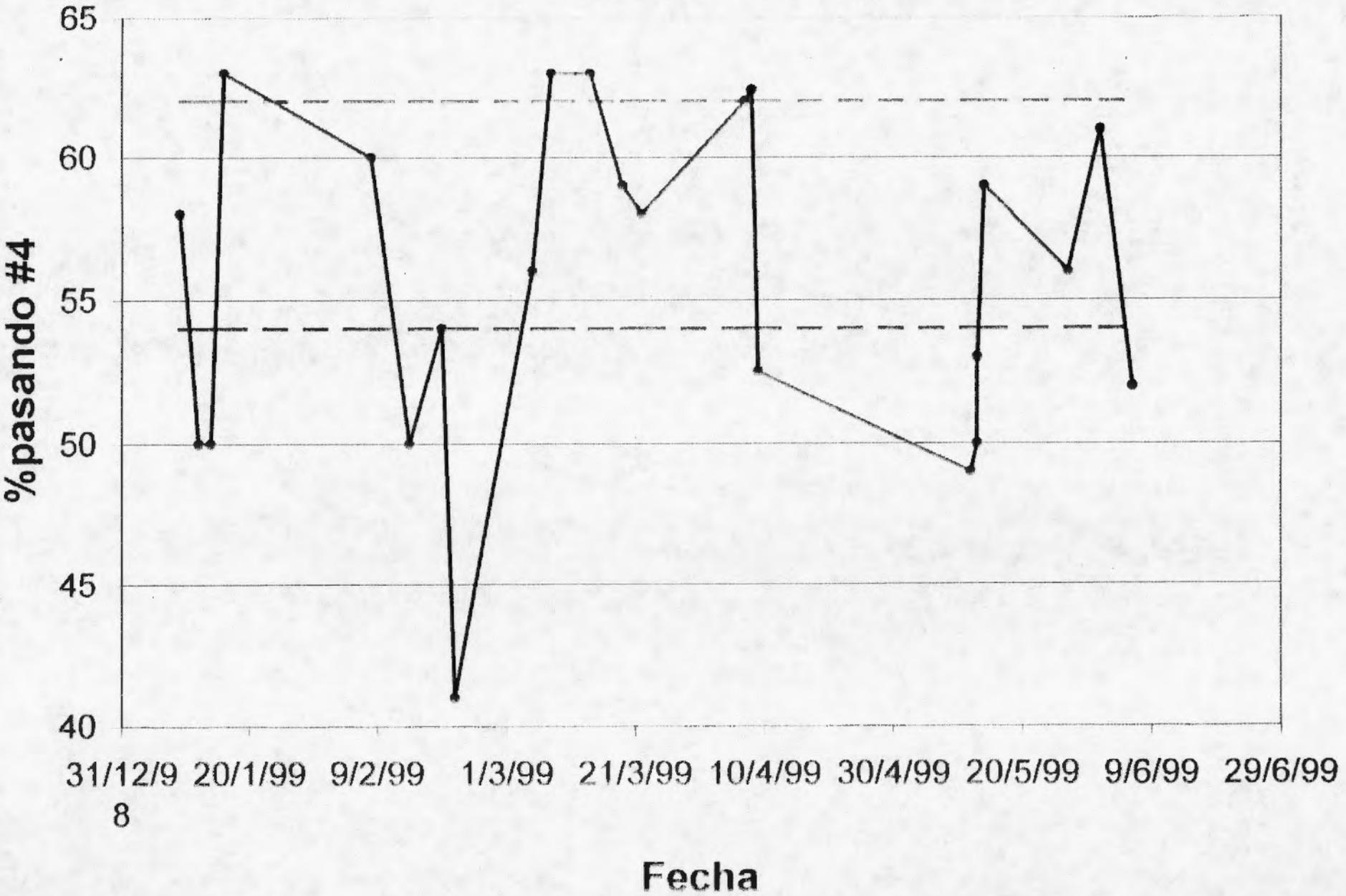
— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— Polvo / asfalto

# Seguimiento Histórico de % Asfalto sobre Mezcla Pedregal Nicoya



— — Tolerancia Mínima    - · - Tolerancia Máxima    —●— %Asfalto/Mezcla

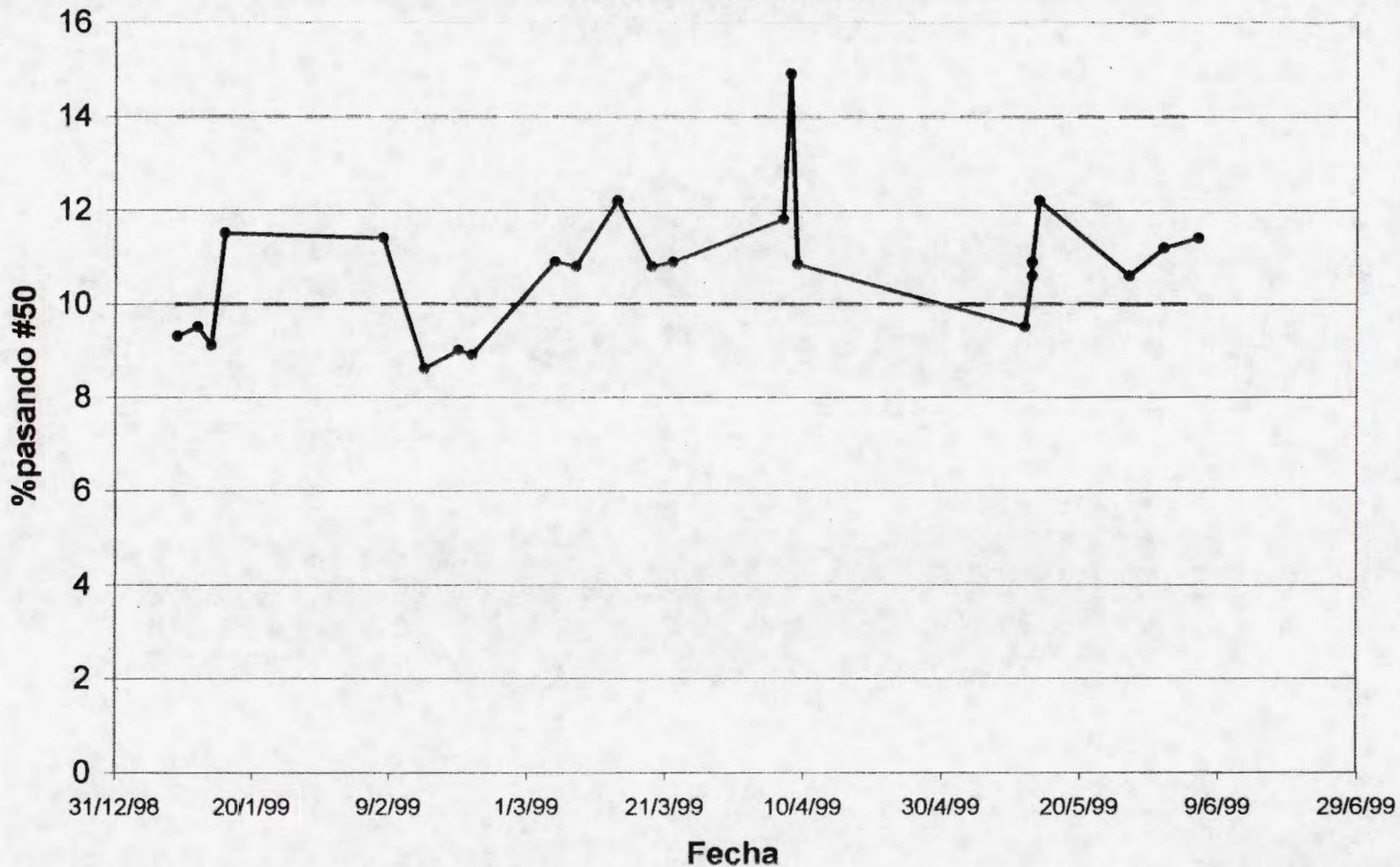
### Seguimiento Histórico de % pasando malla #4



8

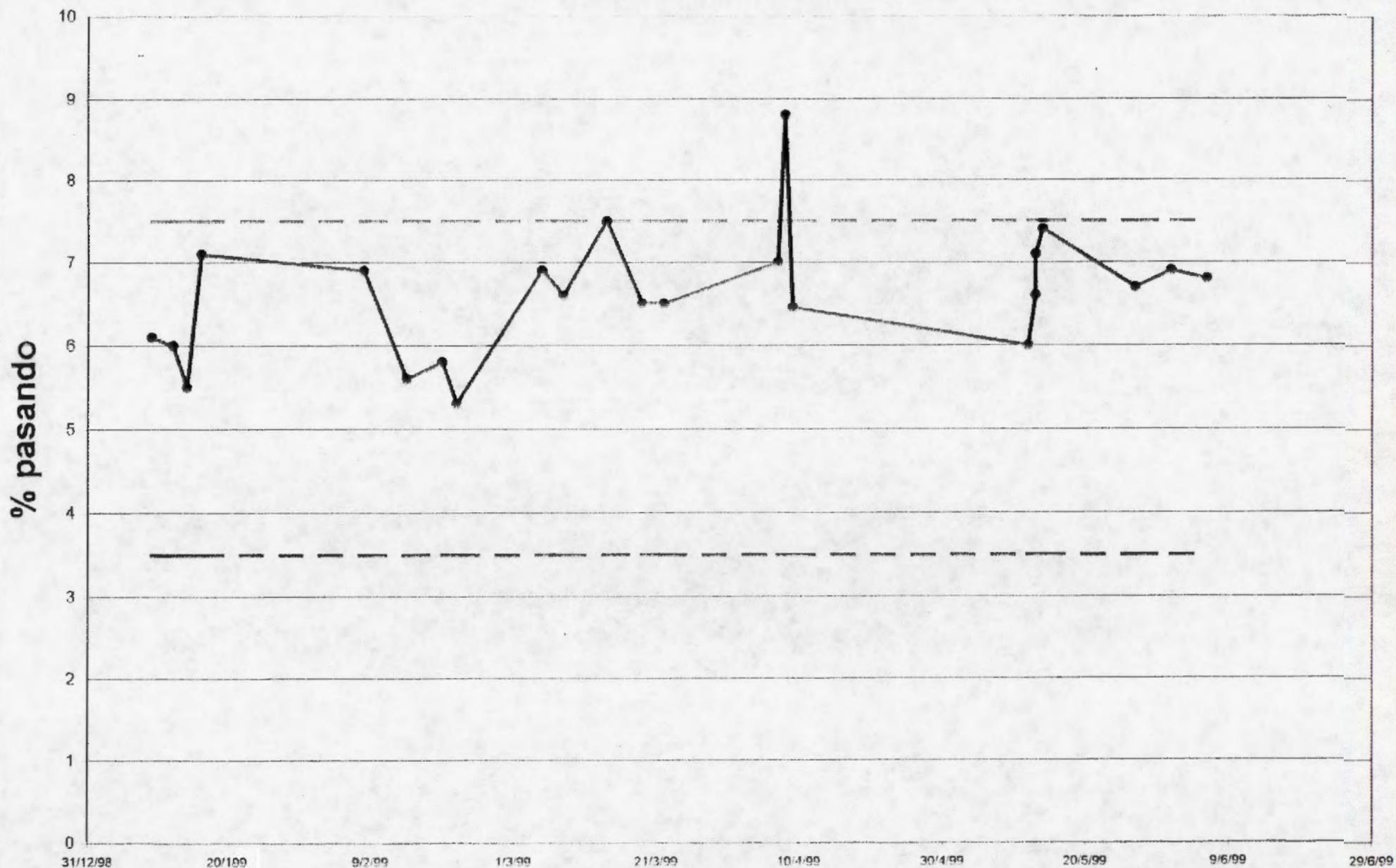
— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— %pasando #4

# Seguimiento Histórico de % pasando malla #50 PEDREGAL NICOYA



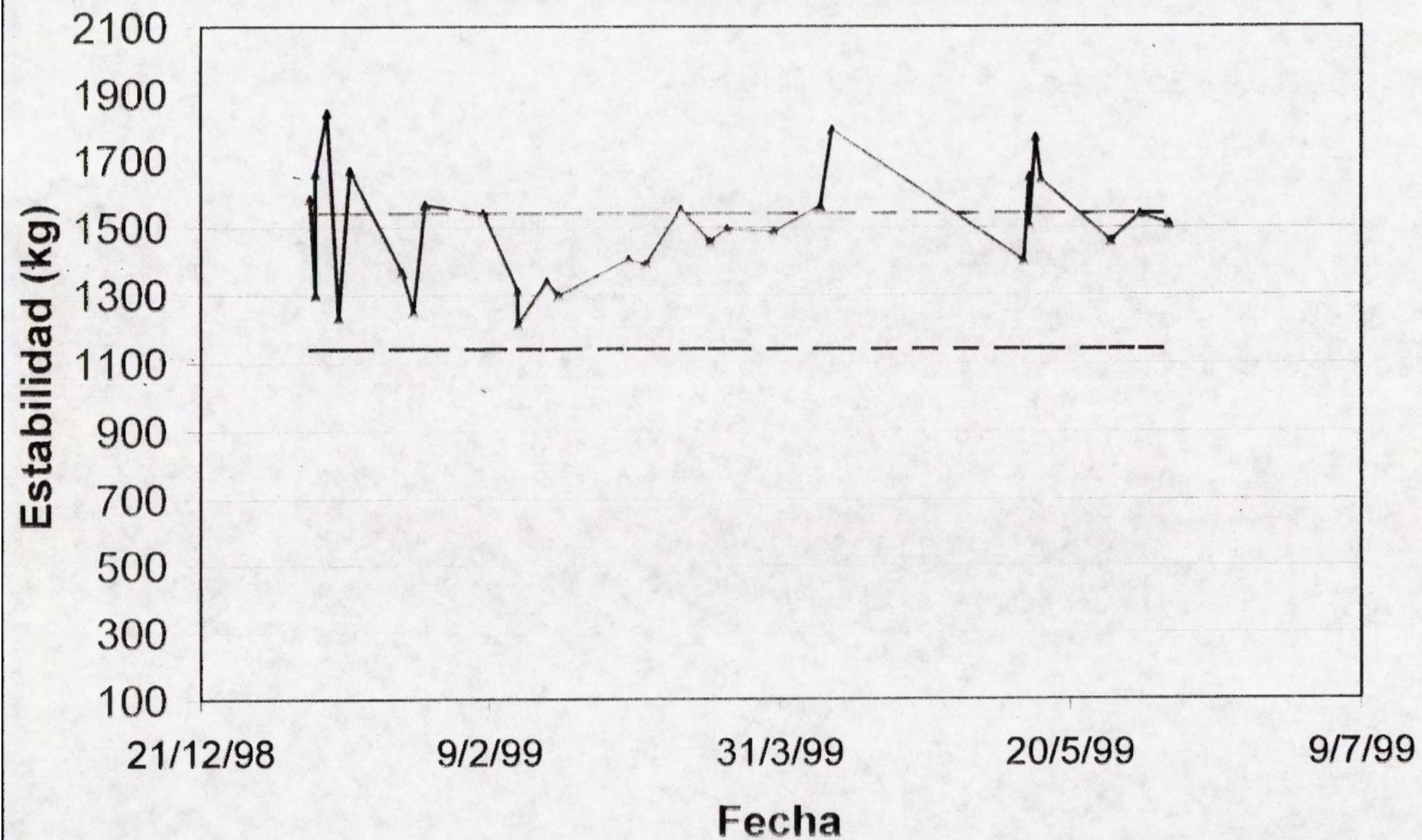
— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— % pasando #50

# Seguimiento Histórico de % pasando #200 Pedregal Nicoya



--- Tolerancia Mínima    --- Tolerancia Máxima    ●— %pasando #200

# Gráfico de Tendencia Histórica Estabilidad Pedregal Nicoya

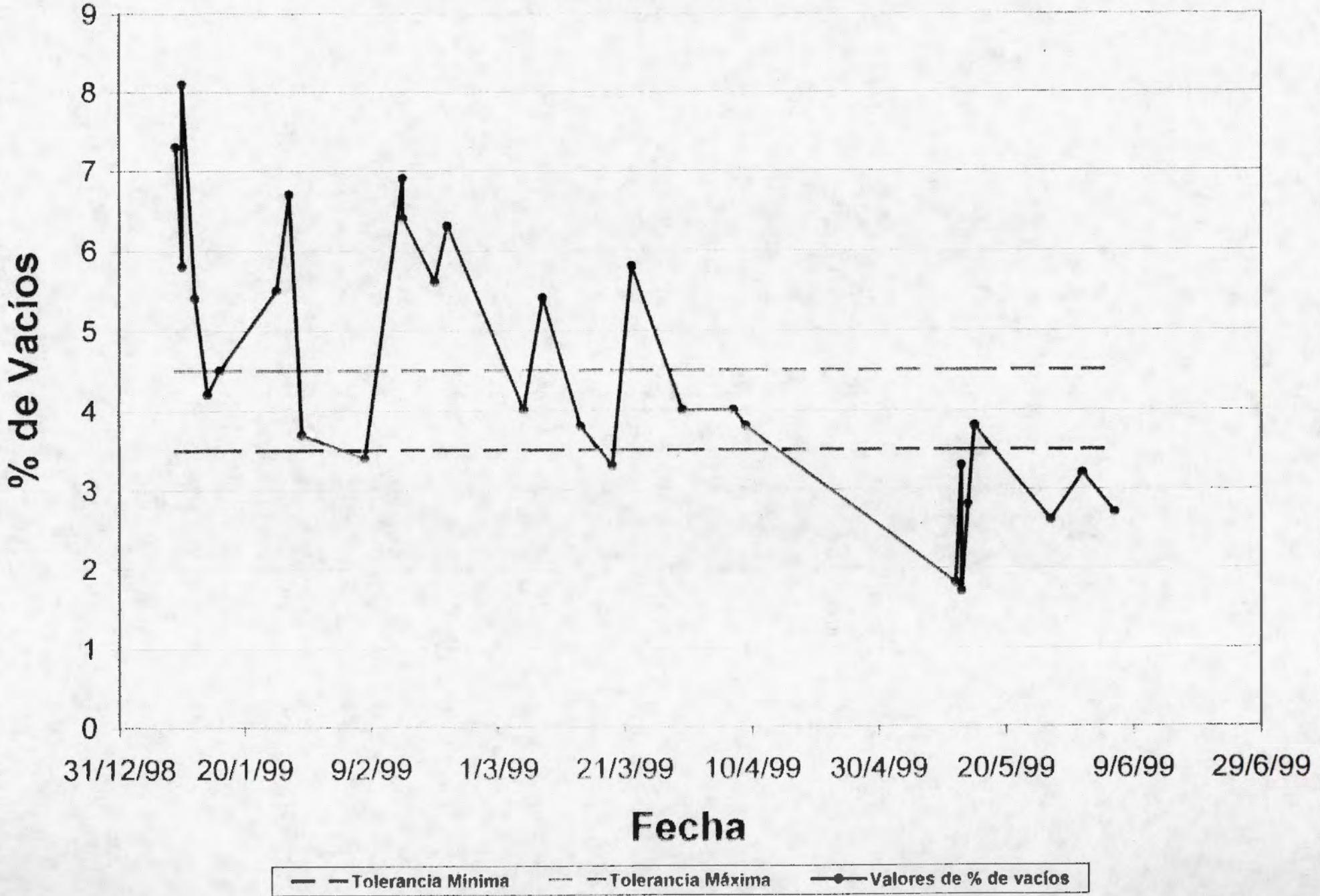


# Seguimiento Histórico de Flujo Pedregal Nicoya



— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— Valores de Flujo

# Seguimiento Histórico de % de Vacíos Pedregal Nicoya





Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

**Formula de trabajo Reportada  
16/4/1999 (\*)**

<b>Valor diseño</b>	<b>Tolerancia / especificación</b>
---------------------	------------------------------------

Muestra No.				1351	1356	1383	1403	1437
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				COMESA	COMESA	COMESA	COMESA	COMESA
Material				Mezcla Planta				
Fecha				25/5/99	27/5/99	3/6/99	8/6/99	15/6/99
Licitación				-	-	-	-	-
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1508	1308 - 1708	1877	1779	1708	1137	-
Flujo	(1/100)cm	31.7	25.4 - 38	36	39	42	48	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	476	381 - 571	521	456	407	237	-
Gravedad específica máxima teorica		2.434	-	2.381	2.383	2.397	2.36	-
Densidad	%	2317	-	2340	2351	2362	2355	-
Vacios en la mezcla	%	4.74	4.24 - 5.00	1.7	1.3	1.5	0.2	-
V.A.M.	%	N.I.	>12	16	16	15	16	-
V.F.A.	%	N.I.	65 - 78	89	92	90	99	-
Resistencia Retenida	%	N.I.	> 75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	N.I.	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	0.87	0.70 - 1.04	0.9	1.19	1.38	1.26	1.34
Contenido asf. sobre mezcla	%	6.9	6.4 - 7.4	6.33	6.57	6.44	7.23	6.41
Contenido asf. sobre agregado	%	7.4	6.9 - 7.9	6.91	7.19	7.03	7.96	7.01
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura de mezclado	%			160	160	150	163	150
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	87	82 - 90	78	80	80	77	76
Malla N° 4	%	50	50 - 54	47	53	51	52	52
Malla N° 8	%	33	30 - 37	34	40	40	40	41
Malla N° 50	%	15	11 - 19	13.4	16.7	17.4	17.5	17.6
Malla N° 200	%	6	4 - 8	5.7	7.8	8.9	9.1	8.6

Nota: (-) : No se realiza

( PEND. ) : Prueba en proceso.

(\*) : No se ha presentado un diseño de mezcla formal, únicamente un reporte de fórmula de trabajo que no cumple con los requisitos esenciales para un informe de diseño de mezcla, de acuerdo con las especificaciones contractuales.



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Formula de trabajo Reportada  
16/4/1999 (\*)

Valor diseño	Tolerancia / especificación
--------------	-----------------------------

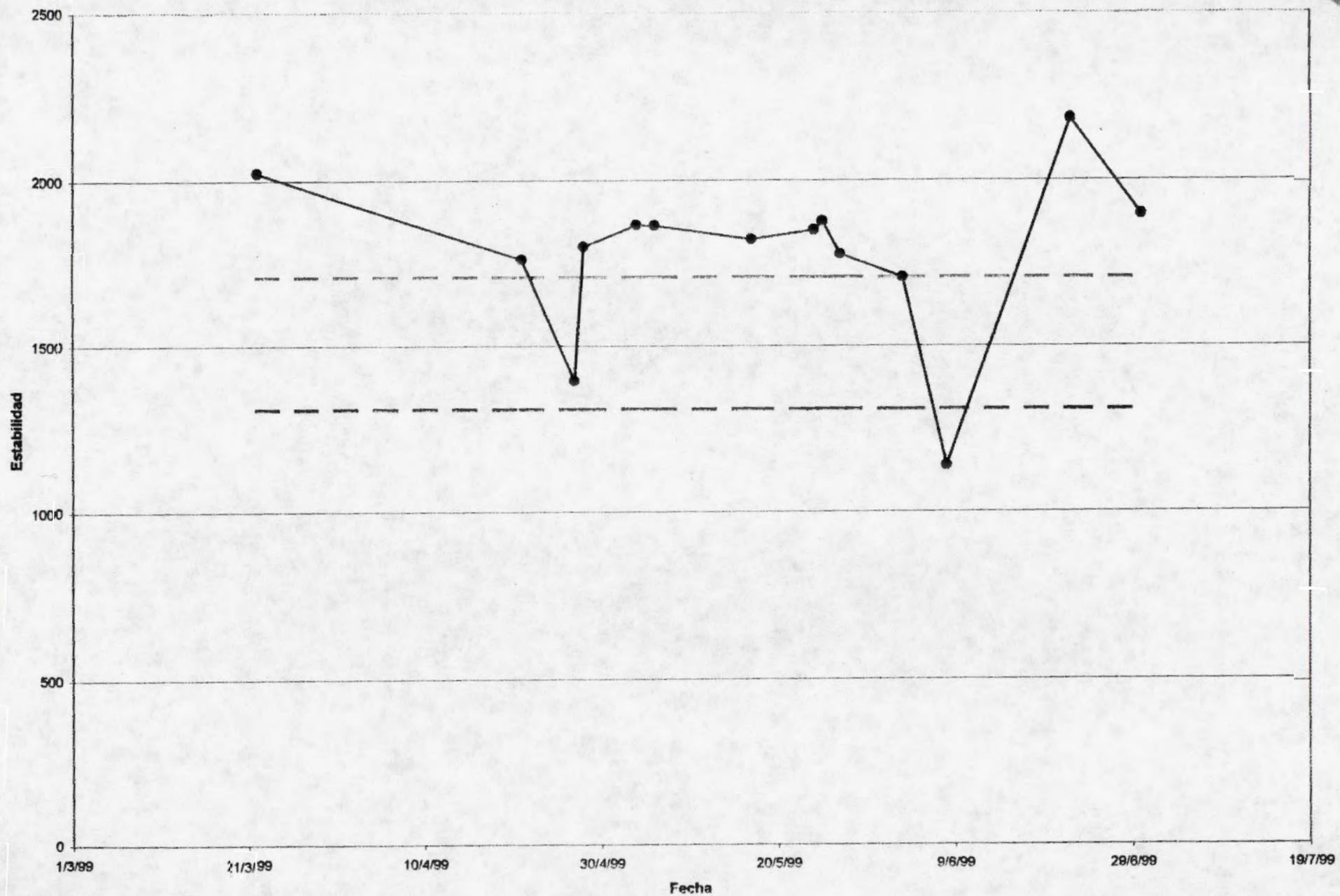
Muestra No.				1454	1479		
Ruta				-	-		
Planta				COMESA	COMESA		
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta		
Fecha				22/6/99	30/6/99		
Licitación				-	-		
<b>Propiedades</b>	<b>UNIDADES</b>						
Estabilidad	Kg	1508	1308 - 1708	2183	1898		
Flujo	(1/100)cm	31.7	25.4 - 38	32	39		
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	476	381 - 571	682	487		
Gravedad específica máxima teorica		2.434	-	2.387	2.379		
Densidad	%	2317	-	2342	2337		
Vacios en la mezcla	%	4.74	4.24 - 5.00	1.9	1.8		
V.A.M.	%	N.I.	>12	16	16		
V.F.A.	%	N.I.	65 - 78	88	89		
Resistencia Retenida	%	N.I.	> 75	-	-		
Estabilidad Retenida	%	N.I.	> 75	-	-		
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-	-		
Relación Polvo / Asfalto	%	0.87	0.70 - 1.04	1.19	1.44		
Contenido asf. sobre mezcla	%	6.9	6.4 - 7.4	5.89	5.95		
Contenido asf. sobre agregado	%	7.4	6.9 - 7.9	6.4	6.47		
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-		
Contenido de agua	%	-	-	-	-		
Temperatura de mezclado	%			150	152		
<b>Agregados (% pasando)</b>							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	100		
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	100		
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	87	82 - 90	81	78		
Malla N° 4	%	50	50 - 54	52	52		
Malla N° 8	%	33	30 - 37	39	40		
Malla N° 50	%	15	11 - 19	14.7	17.4		
Malla N° 200	%	6	4 - 8	7.0	8.6		

Nota: (-) : No se realiza

( PEND. ) : Prueba en proceso.

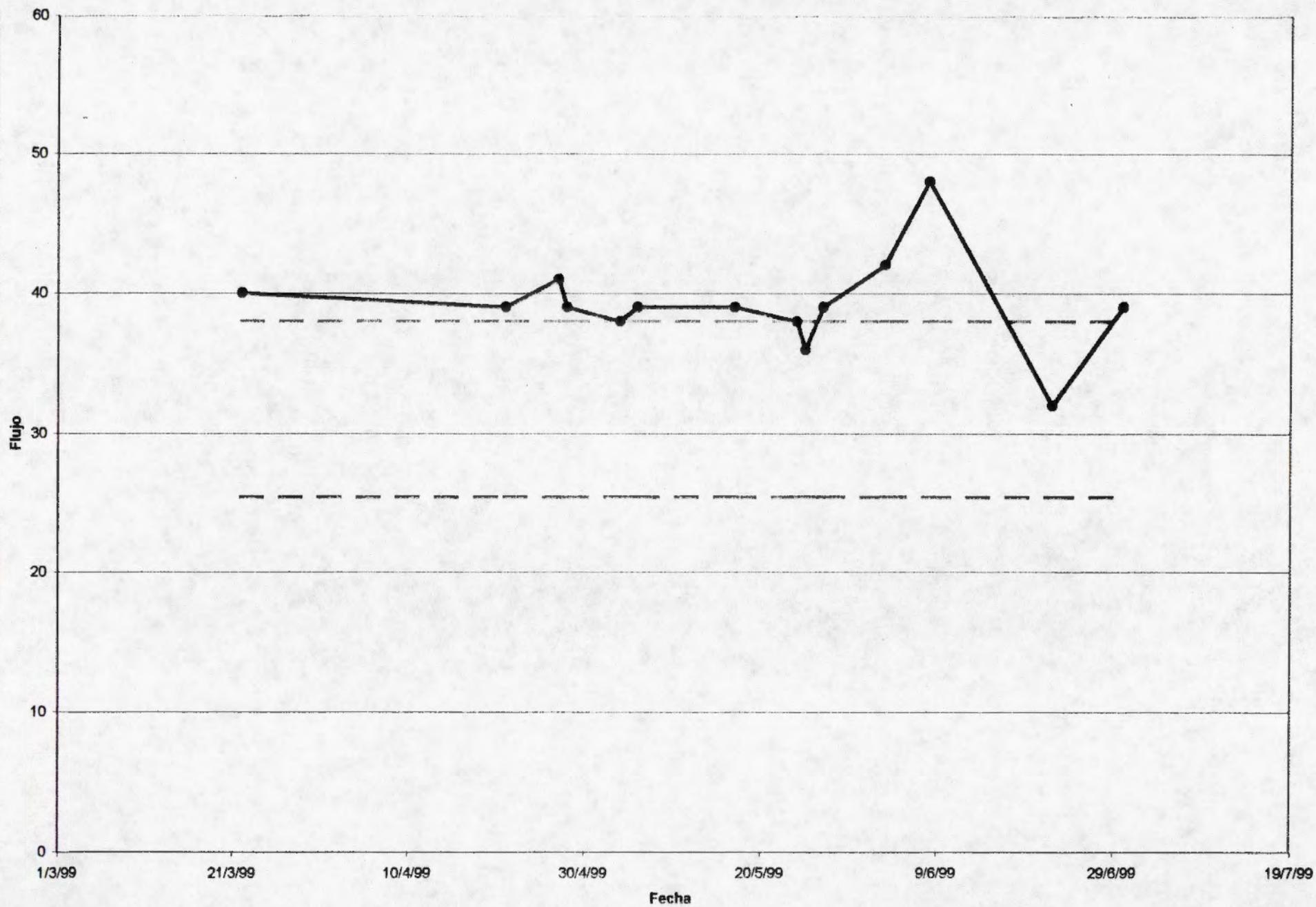
(\*) : No se ha presentado un diseño de mezcla formal, únicamente un reporte de fórmula de trabajo que no cumple con los requisitos esenciales para un informe de diseño de mezcla, de acuerdo con las especificaciones contractuales.

Figura No. COMESA-1: Seguimiento Histórico de Estabilidad



Tolerancia Mínima --- Tolerancia Máxima —●— Valores de Estabilidad

Figura No. COMESA-2 : Seguimiento Histórico de Flujo



--- Tolerancia Mínima    --- Tolerancia Máxima    ●— Valores de flujo

Figura No. COMESA - 3: Seguimiento Histórico de % de Vacíos

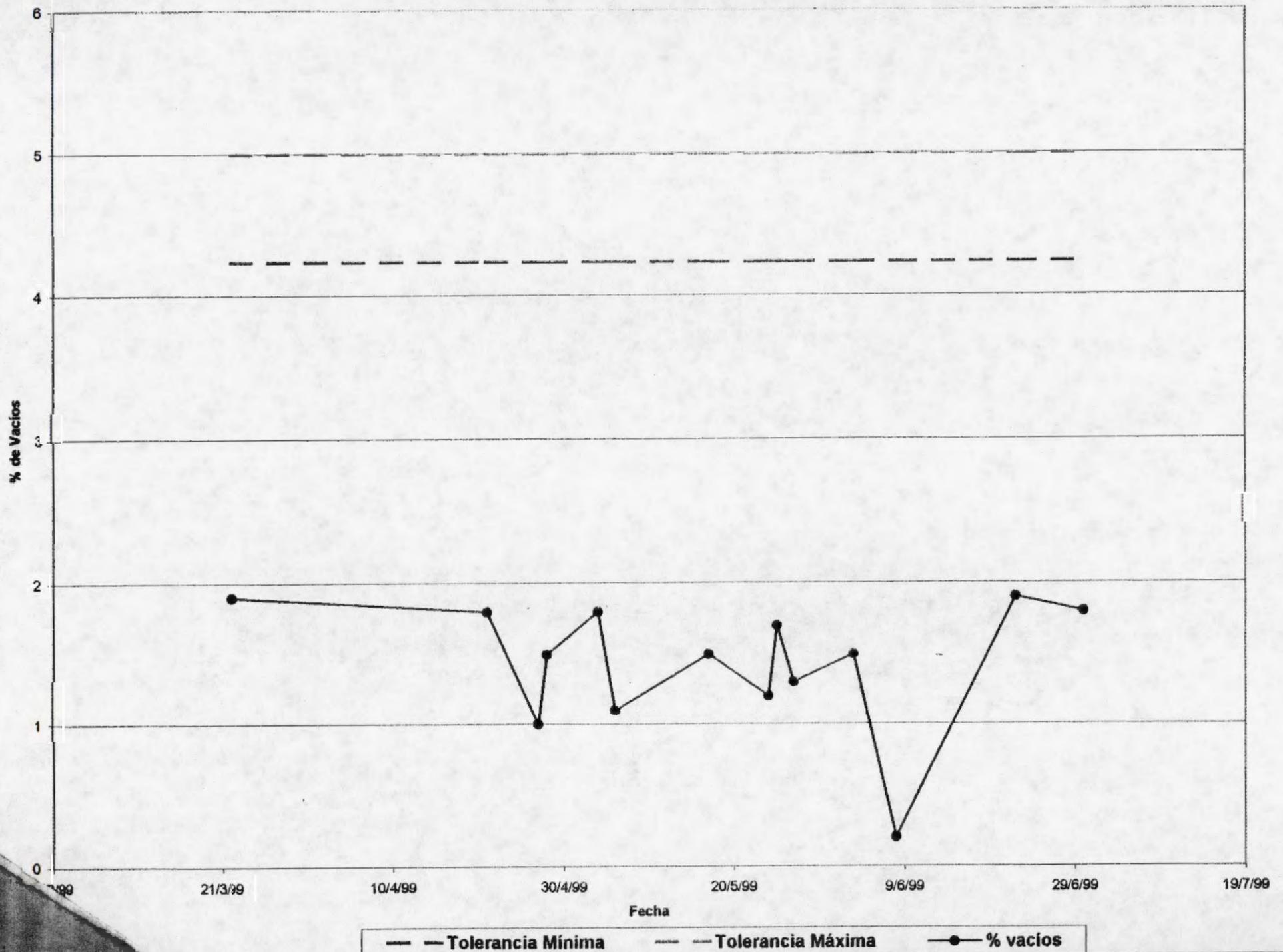


Figura No. COMESA -4 : Seguimiento Histórico de Relación Polvo/Asfalto

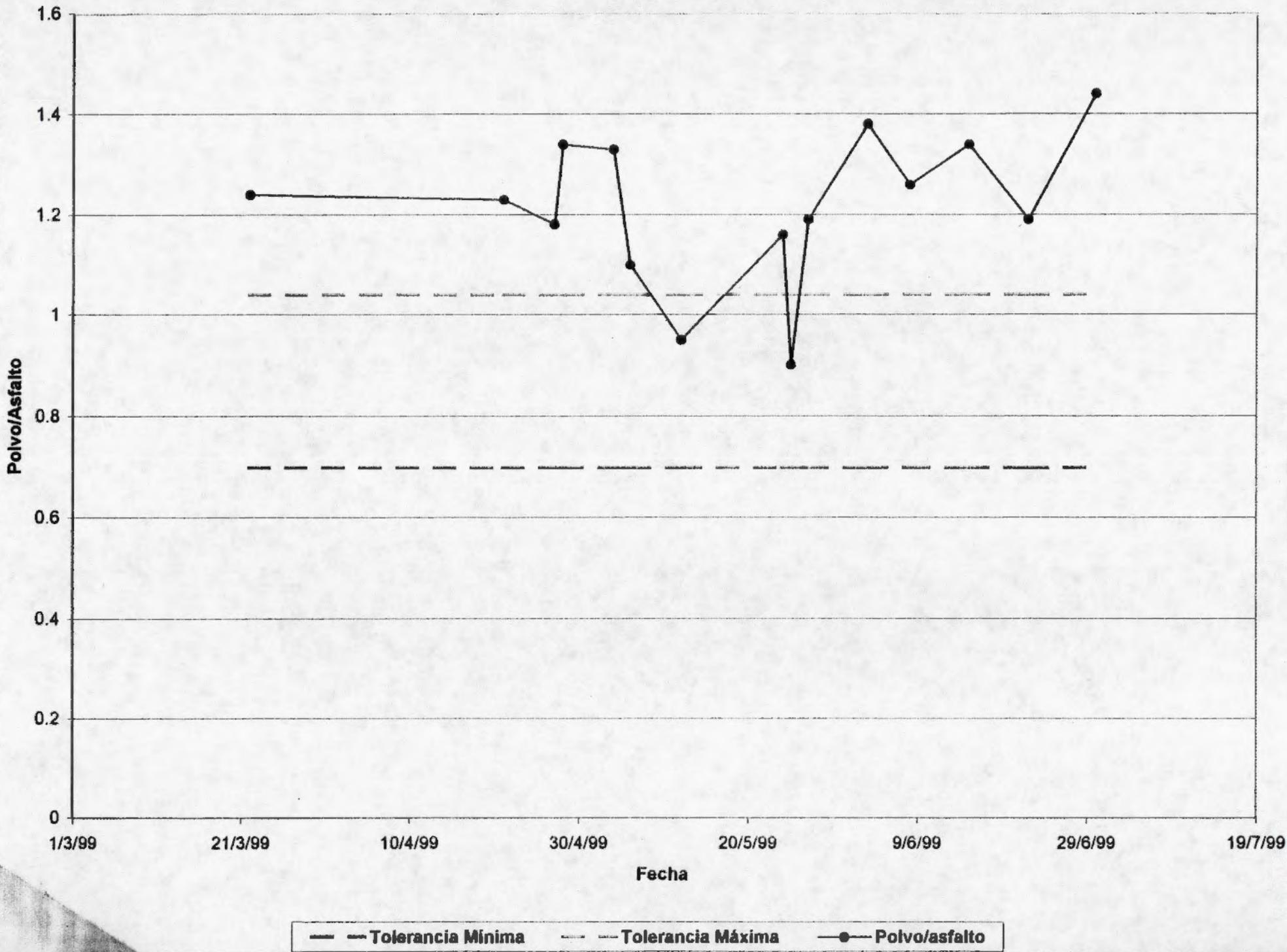
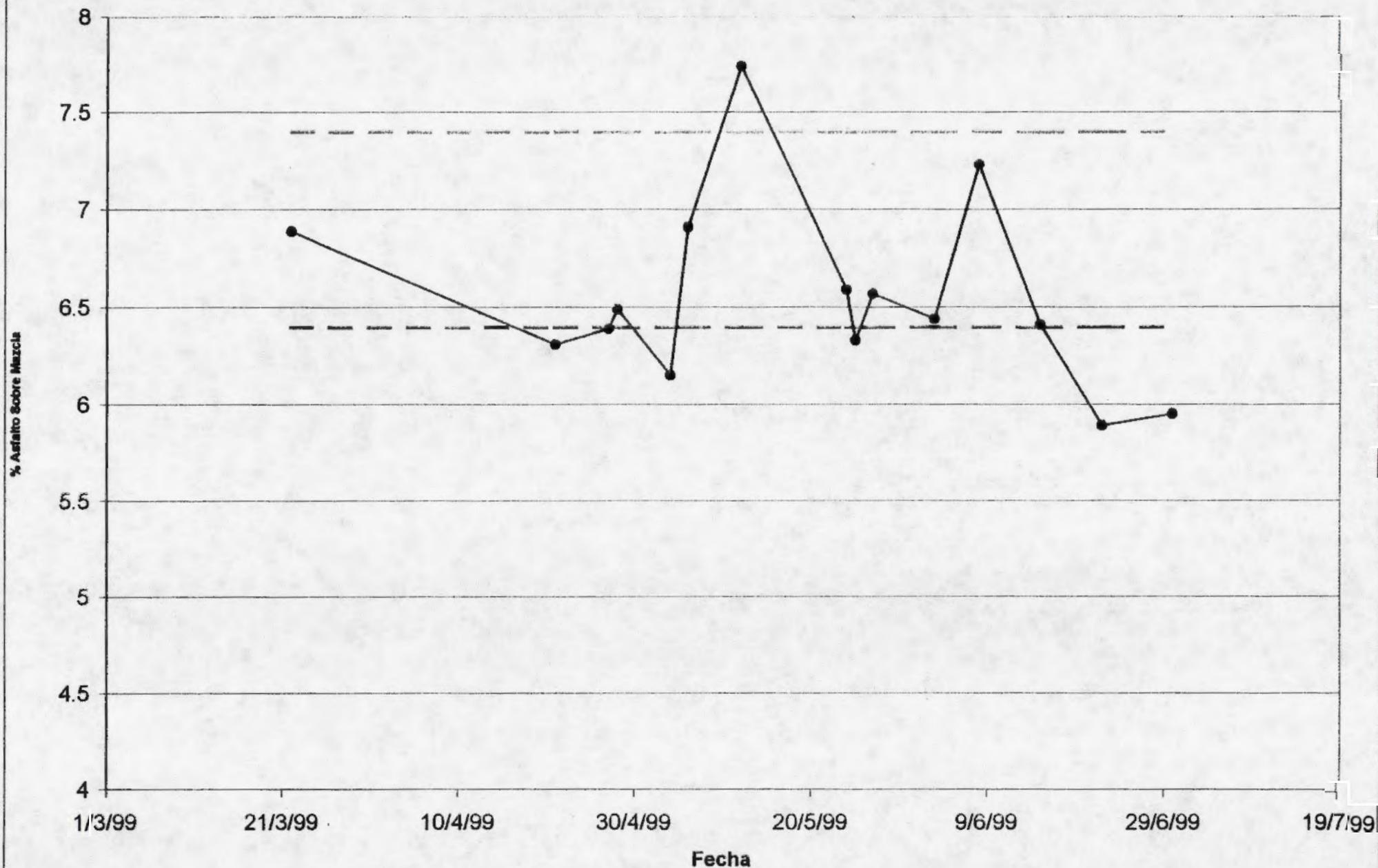
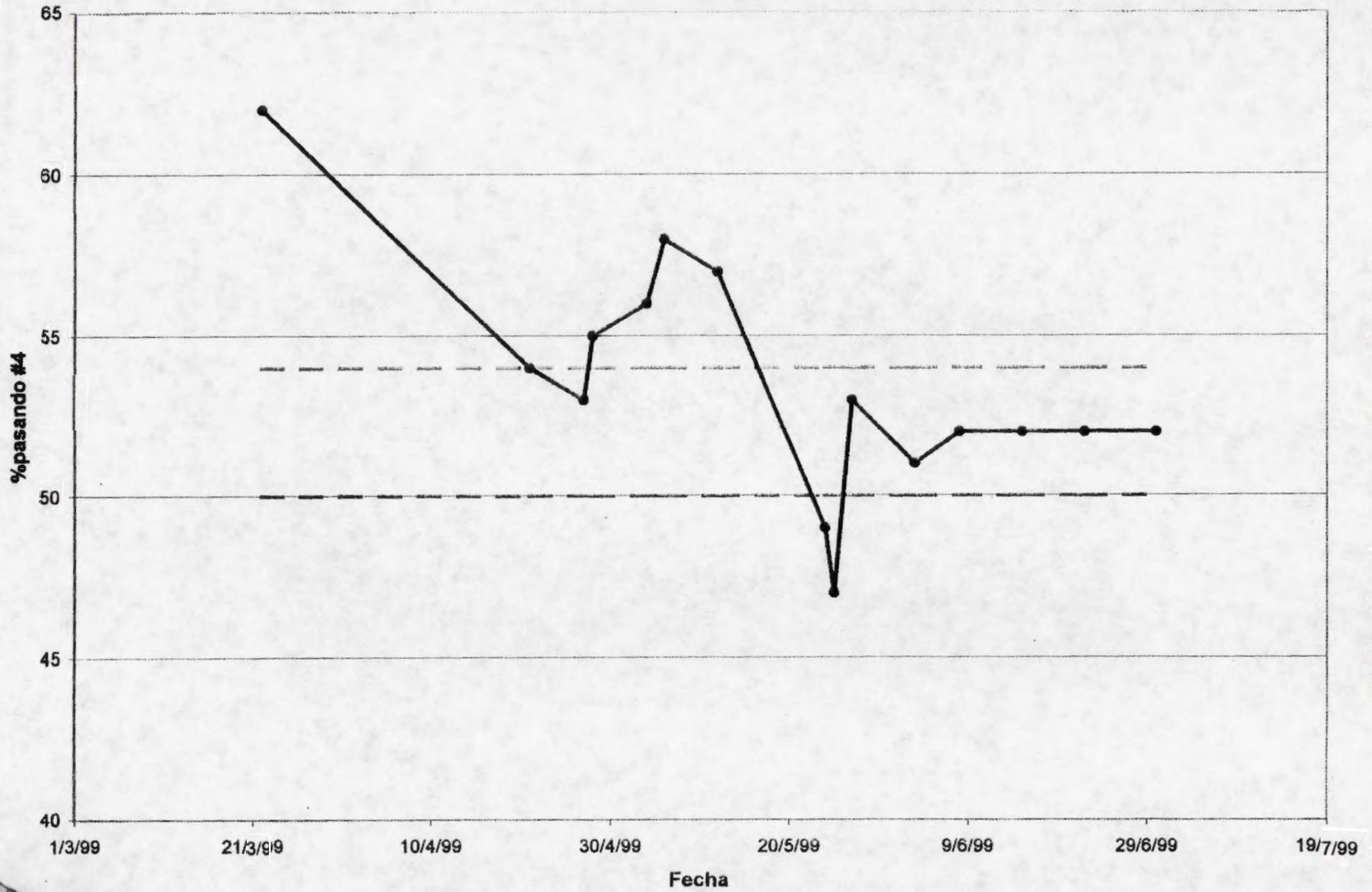


Figura No. COMESA - 5: Seguimiento Histórico de % Asfalto sobre Mezcla



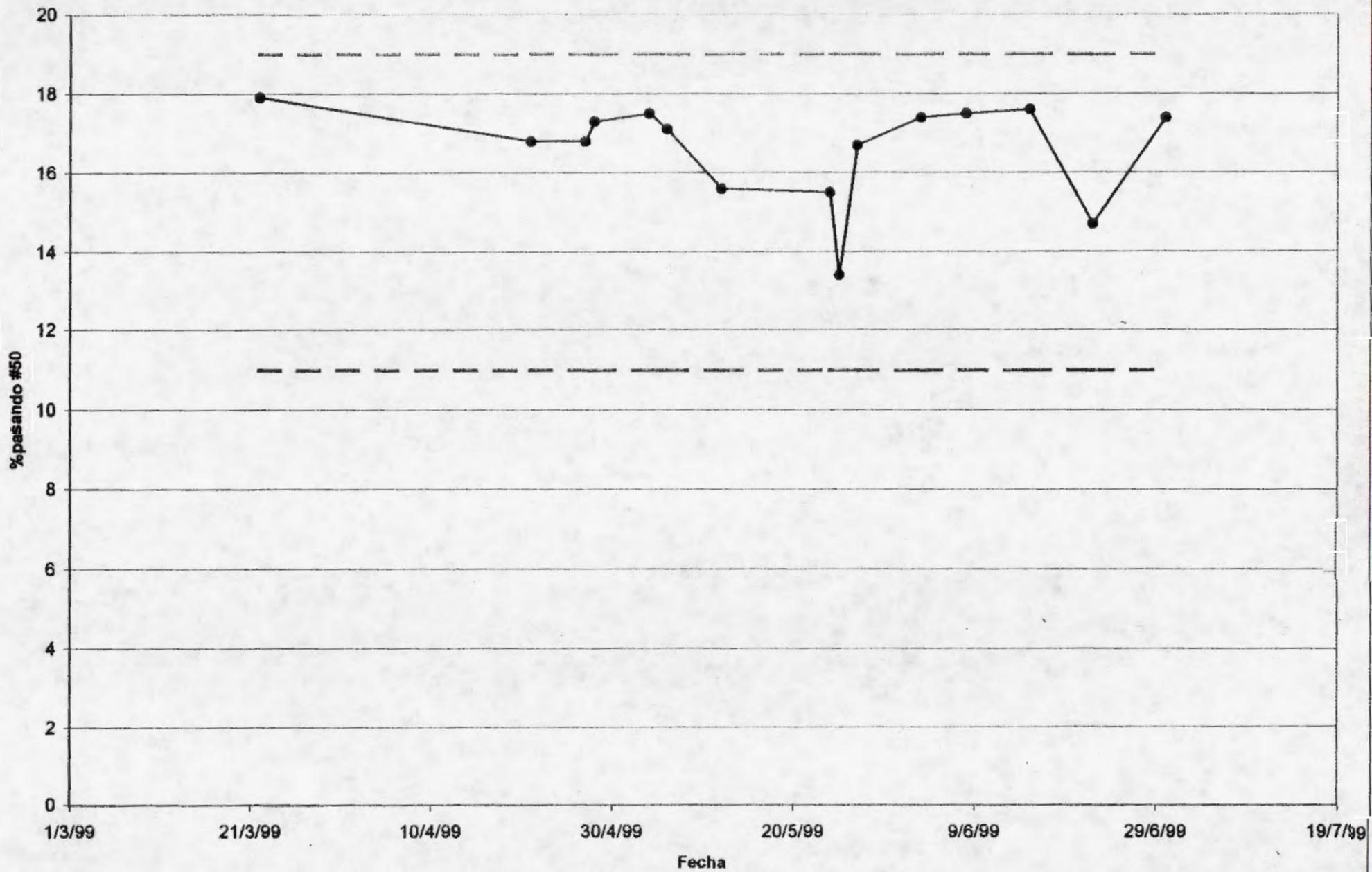
— — Tolerancia Mínima      - - - Tolerancia Máxima      ● — Asfalto/Mezcla

Figura No. COMESA. Esguino Histórico de  
% pasando malla #4



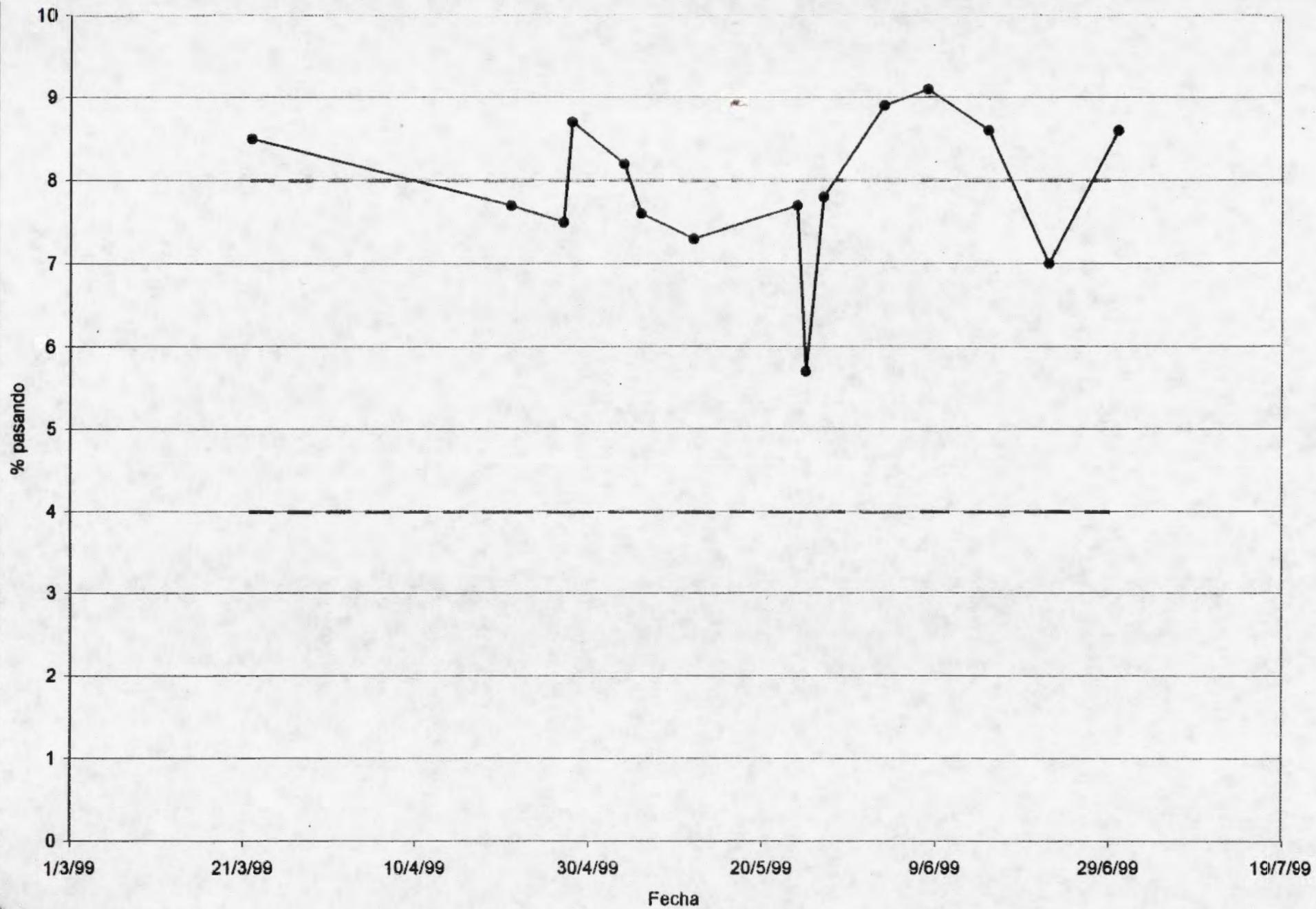
— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    ● — % pasando #4

Figura No. CC-ECA-1 Seguimiento Histórico de  
% pasando malla #50



--- Tolerancia Mínima    - - - - Tolerancia Máxima    ●- % pasando #50

Figura No. COMESA-8: Seguimiento Histórico de % pasando #200



— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— % pasando #200



		Diseño de mezcla vigente 17/04/99						
		Valor diseño	Tolerancia / especificación					
Muestra No.				1391	1408	1397	1404	1402
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				MECO	MECO	MECO	MECO	MECO
Material				Mezcla Planta				
Fecha				2/6/99	3/6/99	4/6/99	4/6/99	8/6/99
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1363	1183 - 1563	1310	1500	1594	1160	1579
Flujo	(1/100)cm	38.3	30.6 - 40	29	35	29	43	31
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	356	285 - 427	452	429	550	270	509
Gravedad específica máxima teorica		-	-	2.432	2.435	2.426	2.435	2.437
Densidad Marshall	%	2268	-	2291	2299	2309	2227	2325
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.3	3.8 - 4.8	5.8	5.6	4.8	8.5	4.6
V.A.M.	%	18.6	>14	-	-	-	-	-
V.F.A.	%	77	65 - 78	-	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	3.3	>2.1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	0.83	0.6 - 1.3	-	-	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.00	6.5 - 7.5	-	-	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	7.53	7.03 - 8.03	-	-	-	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C			-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	78	73 - 83	76	81	79	76	78
Malla N° 4	%	54	50 - 58	51	55	54	51	54
Malla N° 8	%	36	32 - 40	35	37	37	35	37
Malla N° 50	%	12.0	10 - 16	12.3	12.3	13.3	12.6	12.8
Malla N° 200	%	5.8	3.8 - 7.8	6.6	6.5	7.6	7.1	6.6

Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.



Diseño de mezcla vigente 17/04/99	
Valor diseño	Tolerancia / especificación

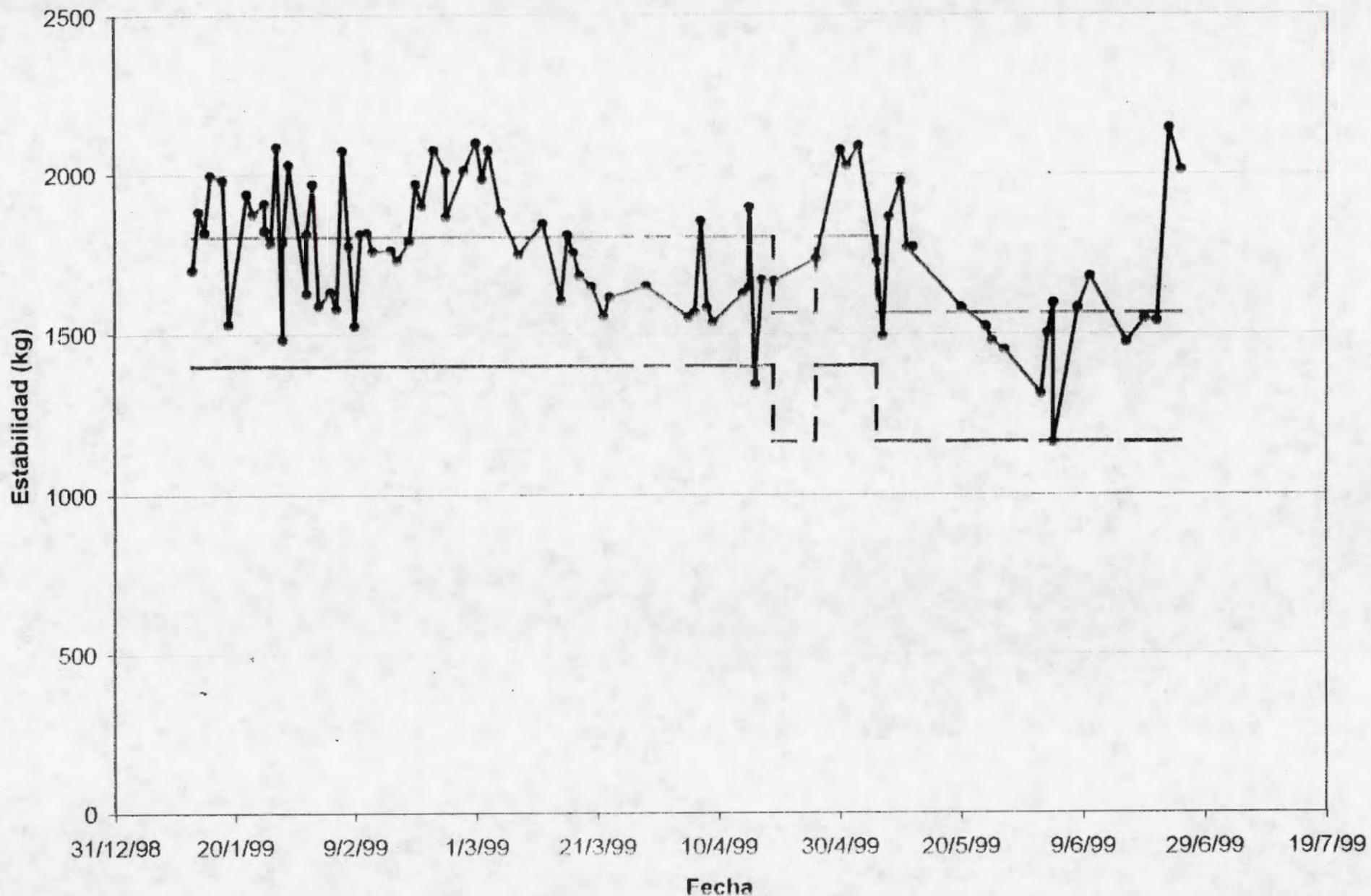
Muestra No.		1420	1436	1432	1435	1434		
Planta		MECO	MECO	MECO	MECO	MECO		
Material		Mezcla Planta						
Fecha		10/6/99	14/6/99	16/6/99	16/6/99	16/6/99		
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1363	1163 - 1563	1676	-	1472	-	
Flujo	(1/100)cm	38.3	30.6 - 40	30	-	32	-	
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	356	285 - 427	559	-	460	-	
Gravedad específica máxima teorica		-	-	2.446	-	2.426	-	
Densidad Marshall	%	2268	-	2307	-	2362	-	
Factores en la mezcla (Marshall)	%	4.3	3.8 - 4.8	5.7	-	2.6	-	
FA.M.	%	18.6	>14	-	-	-	-	
FA.F.A.	%	77	65 - 78	-	-	-	-	
Resistencia Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-	
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	3.3	>2.1	-	-	-	-	
Relación Polvo / Asfalto	-	0.83	0.6 - 1.3	-	-	-	-	
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.00	6.5 - 7.5	-	-	-	-	
Contenido asf. sobre agregado	%	7.53	7.03 - 8.03	-	-	-	-	
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	
Temperatura en el momento de mezclado	°C			-	-	-	-	
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	100	-	100	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	100	-	100	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	78	73 - 83	78	76	-	62	68
Malla N° 4	%	54	50 - 58	51	52	-	39	45
Malla N° 8	%	36	32 - 40	35	38	-	28	32
Malla N° 50	%	12.0	10 - 16	12.7	12.7	-	11.8	13.2
Malla N° 200	%	5.8	3.8 - 7.8	6.8	6.9	-	6.7	7.6



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

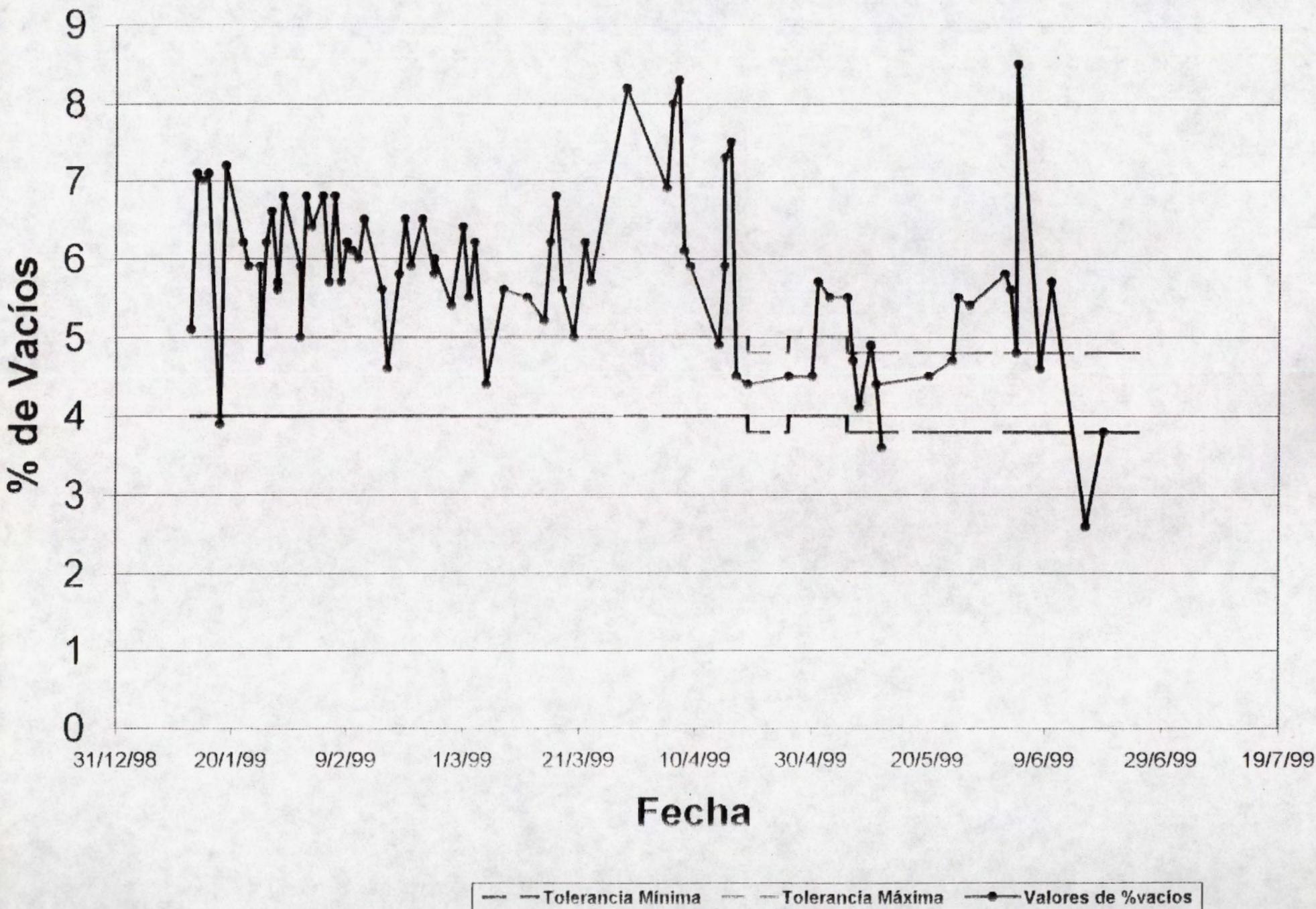
		Diseño de mezcla vigente		1458	1459	1456	1477
		17/04/99					
		Valor diseño	Tolerancia / especificación				
Muestra No.							
Ruta				-	-	-	-
Planta				MECO	MECO	MECO	MECO
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Fecha				19/6/99	21/6/99	23/6/99	25/6/99
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1363	1163 - 1563	1545	1538	2143	2009
Flujo	(1/100)cm	38.3	30.6 - 40	33	29	27	30
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	356	285 - 427	468	530	794	670
Gravedad específica máxima teorica		-	-	2.446	2.464	2.480	2.465
Densidad Marshall	%	2268	-	2352	2361	2331	2376
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.3	3.8 - 4.8	3.8	2.4	6.0	3.6
V.A.M.	%	18.6	>14	-	-	-	-
V.F.A.	%	77	65 - 78	-	-	-	-
Resistencia Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	-	> 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	3.3	>2.1	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	0.83	0.6 - 1.3	-	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.00	6.5 - 7.5	-	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	7.53	7.03 - 8.03	-	-	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C			-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	-	100	-	-
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	-	100	-	-
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	78	73 - 83	-	81	-	-
Malla N° 4	%	54	50 - 58	-	52	-	-
Malla N° 8	%	36	32 - 40	-	36	-	-
Malla N° 50	%	12.0	10 - 16	-	12.9	-	-
Malla N° 200	%	5.8	3.8 - 7.8	-	6.8	-	-

### Figura No. MECO-1: Seguimiento Histórico de Estabilidad

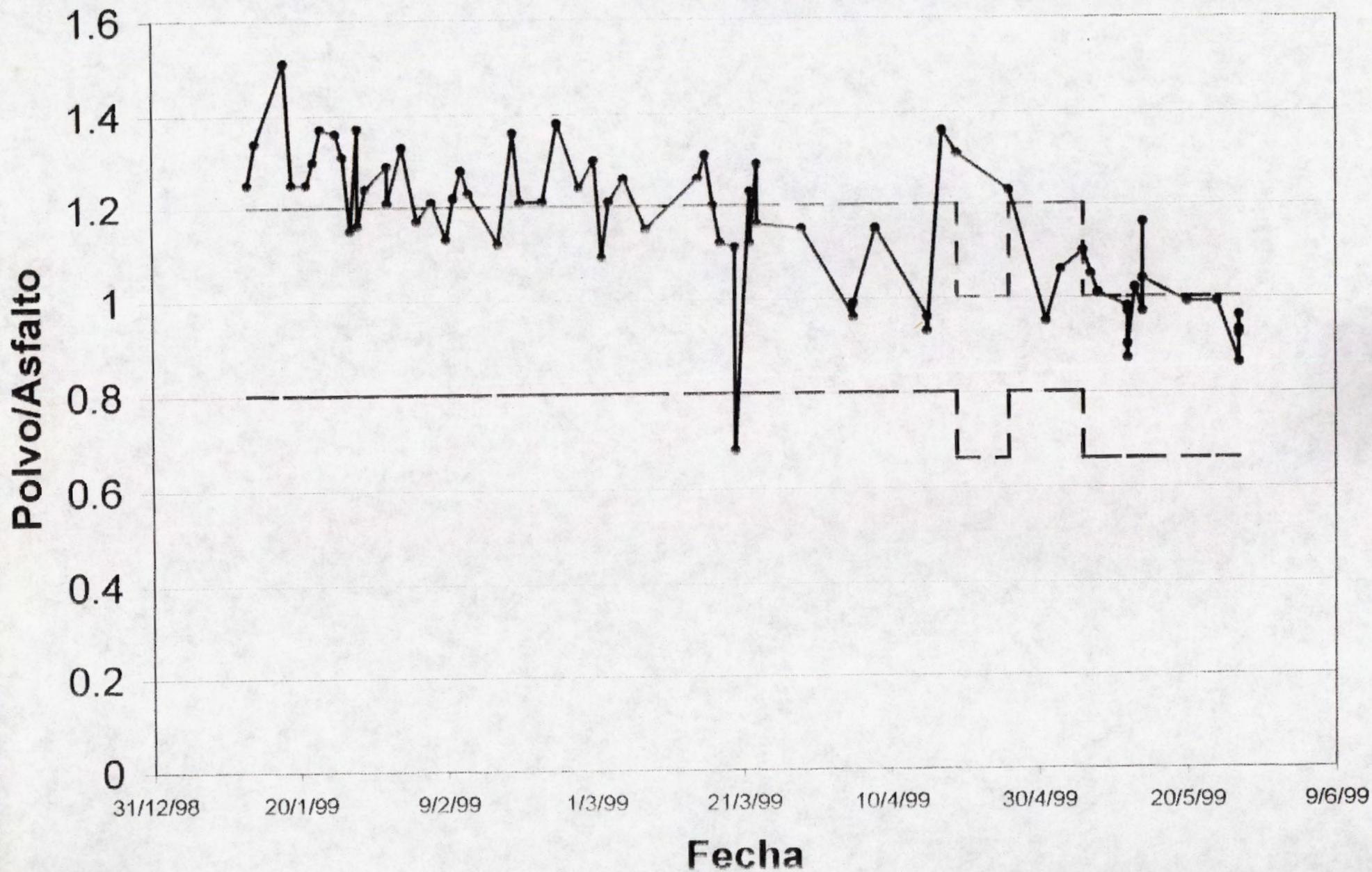


— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    —●— Valores de estabilidad

Figura No. MECO-2: Seguimiento Histórico de % de Vacíos



**Figura No. MECO-3: Seguimiento Histórico de Relación Polvo/Asfalto**



— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— Polvo Asfalto

**Figura No. MECO-4: Seguimiento Histórico de % Asfalto sobre Mezcla**

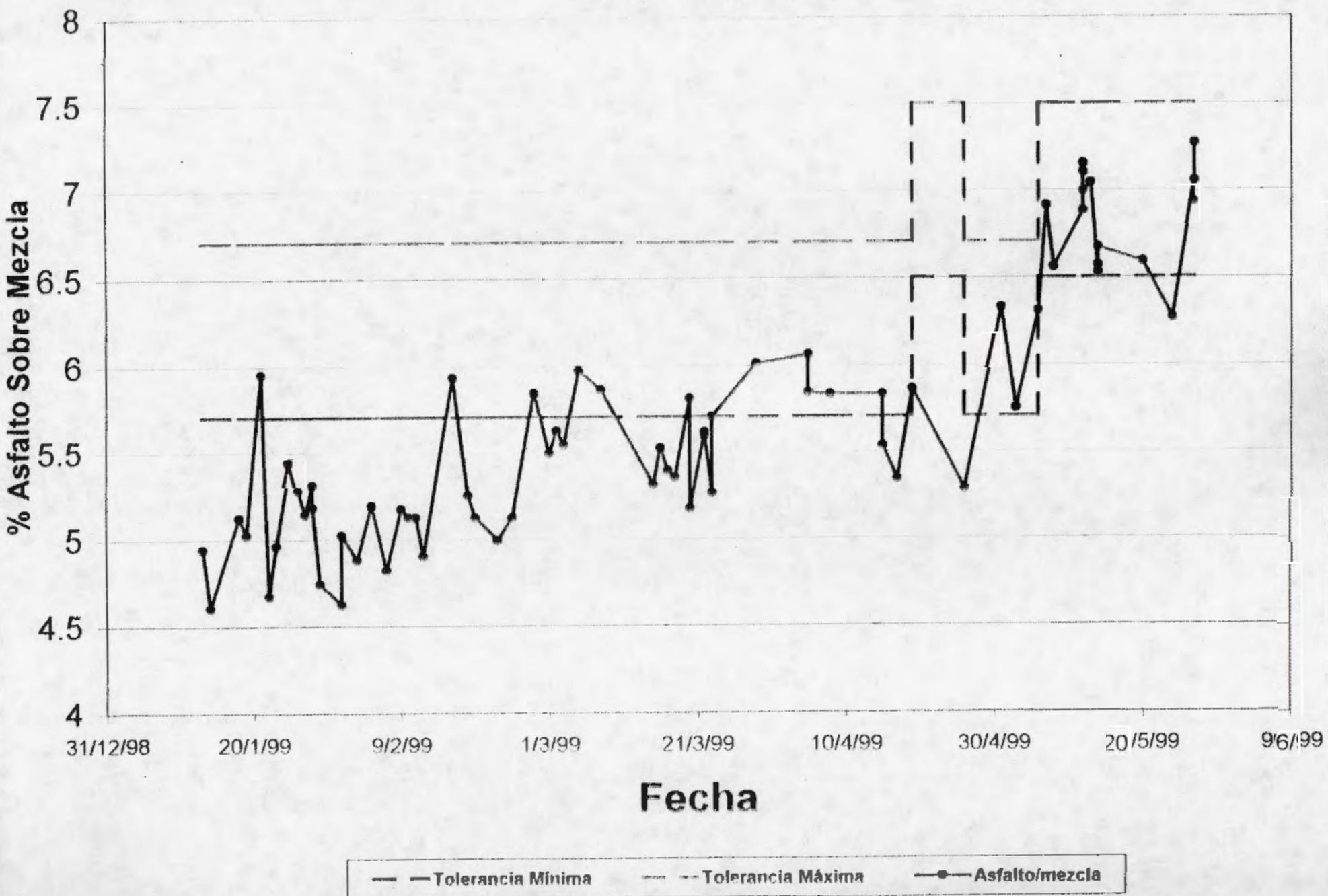
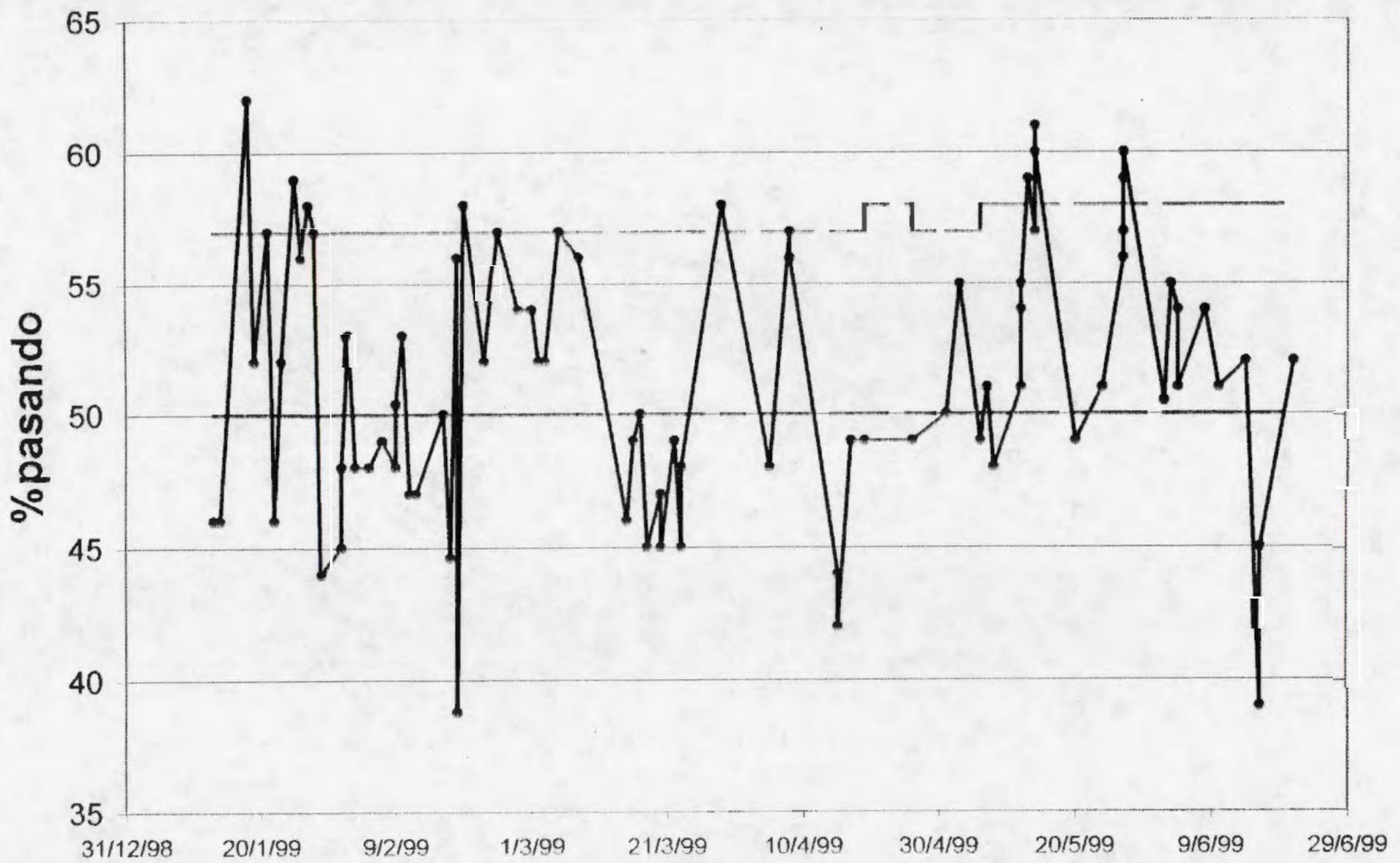
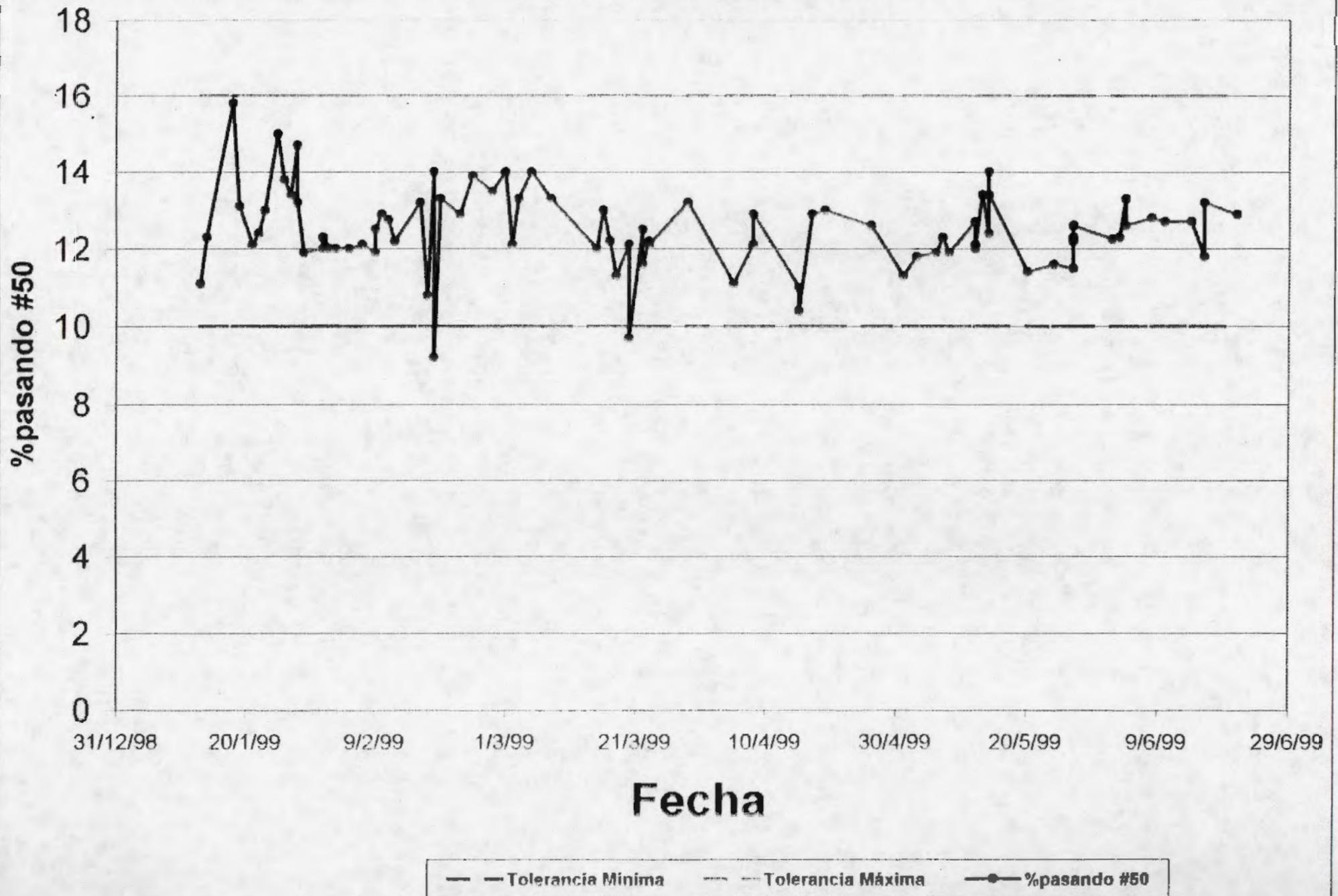


Figura No. MECO-5: Seguimiento Histórico de % pasando malla #4

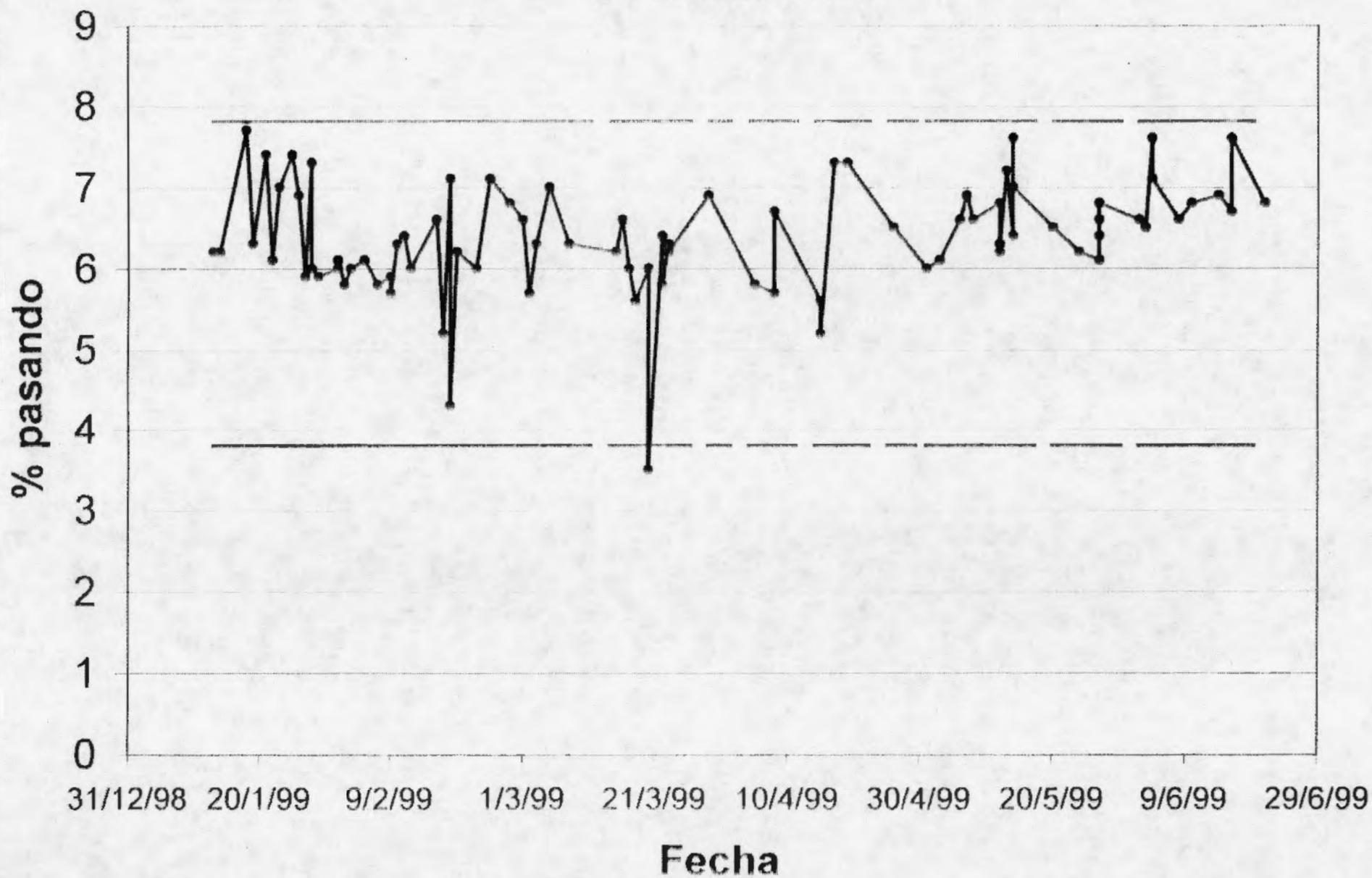


— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    —●— %pasando #4

Figura No. MECO-7: Seguimiento Histórico de  
% pasando malla #50



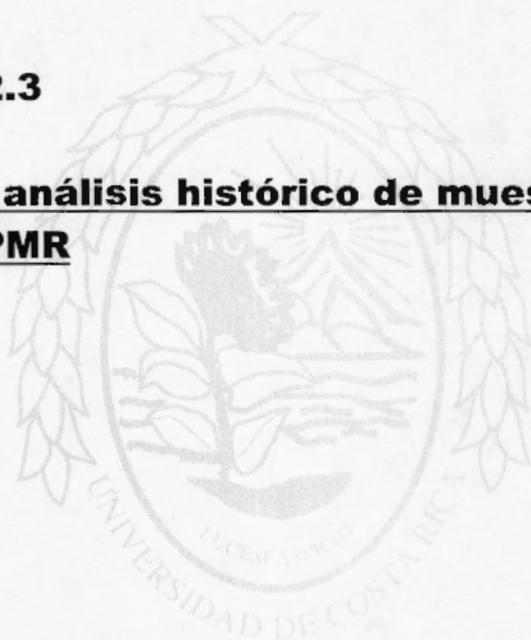
**Figura No. MECO-6: Seguimiento Histórico de %  
pasando #200**



Tolerancia Mínima
  Tolerancia Máxima
  % pasando #200

**INSERTO No. 2.3**

**Resultados de análisis histórico de muestras de agregado del PMR**





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

**Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de  
seguimiento histórico de plantas**

<b>PLANTA</b>	<b>PEDREGAL NICOYA</b>
---------------	------------------------

CARACTERÍSTICA	NUMERO DE MUESTRA					Agregado de diseño presentado	Especificaciones contractuales
	1464	1398	1450/1451	1448/1452	1449	PMR Y autopista	
FECHA DE MUESTREO	21/5/99	9/6/99	28/6/99	28/6/99	28/6/99	16/1/99 dosificado laboratorio	
TIPO DE MATERIAL	Bache Húmedo	Bache seco	Piedra quintilla	Agregado p/ base	Polvo piedra	apilamientos	
PUNTO DE MUESTREO	Banda Transportadora	Planta	Planta	Planta	Planta		
<b>FRACCIÓN FINA</b>							
Gravedad específica Gbs	2.7			2.6	2.6	2.665	mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	1.1			1.3	1.6	0.6	
Índice de durabilidad						72	
Equivalente de arena				61.0	75	54	
Límite de plasticidad					N.P.	N.P.	
Sanidad						3.2	
Vacios no compactados					39.7	42.1	
<b>FRACCIÓN GRUESA</b>							
Gravedad específica Gbs	2.7		2.68	2.68	2.67	2.674	mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75% máximo de 40% máximo de 12 %
Absorción	0.5		0.4	0.5	0.6	0.5	
Índice de durabilidad						44	
Solubilidad en carbonato						50	
Caras fracturadas						100	
Abrasión en prueba L.A.		4.04	23	24.5		23.8	
Sanidad						0.4	
<b>GRANULOMETRIA</b>							
% pasando malla 50.8mm				100.0			100
% pasando malla 38.1 mm				100		100	100
% pasando malla 25 mm	100.0		100	97.0		100	100
% pasando malla 19 mm	100.0		100	92.0		98	90-100
% pasando malla 12.5 mm	98.0		96		100	81	70-90
% pasando malla 9.5 mm	83.0		56	62.0	100	53	50-70
% pasando malla No. 4	56.0		13	37.0	87.2	38	30-40
% pasando malla No. 8	39.0		9	23.0	68.2		
% pasando malla No. 16			6				
% pasando malla No.30	17.0		5		30.3	12	10 -20
% pasando malla No. 40				11.0			
% pasando malla No. 50	12.0		4		20	5.8	3 -8
% pasando malla No. 100	9.0		100		13.8		
% pasando malla No. 200	8.0		3	7.0	11.2		

(\*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

**Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de  
seguimiento histórico de plantas**

**PLANTA**                      **COMESA**

CARACTERÍSTICA	NUMERO DE MUESTRA				Agregado de diseño presentado PMR Y autopista	Especificaciones contractuales
	1245	1438				
<b>FRACCION FINA</b>						
Gravedad específica Gbs	2.5	2.44				mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	2.1	3.40				
Índice de durabilidad						
Equivalente de arena	63.0					
Límite de plasticidad						
Sanidad						
Vacíos no compactados	39.4	32.9				
<b>FRACCION GRUESA</b>						
Gravedad específica Gbs	2.5	2.5				mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75% máximo de 40% máximo de 12 %
Absorción	2.2	2.4				
Índice de durabilidad						
Solubilidad en carbonato						
Caras fracturadas	95.6	99.6				
Abrasión en prueba L.A.	40.8					
Sanidad	7.04					
<b>GRANULOMETRIA</b>						
% pasando malla 75 mm						100
% pasando malla 50.8 mm						100
% pasando malla 38.1 mm						90-100
% pasando malla 25 mm	100.0	100.0				70-90
% pasando malla 19 mm	100.0	100.0				50-70
% pasando malla 12.5 mm	94.5	94.8				30-40
% pasando malla 9.5 mm	82.00	82.3				
% pasando malla No. 4	57.20	60.6				
% pasando malla No. 8	43.60	44.2				
% pasando malla No.10						
% pasanso malla No.16	33.90					
%pasando malla No.30	25.30	23.8				
% pasando malla No.40						
% pasando malla No. 50	17.60	16.9				10 -20
% pasando malla No.100	11.90	12.3				
% pasando malla No. 200	8.5	9.6				3 -8

(\*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

**Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de parámetros de  
seguimiento histórico de plantas**

**PLANTA** **BELEN**

		NUMERO DE MUESTRA				Agregado de diseño presentado	Especificaciones contractuales
		1424				PMR Y autopista	
<b>CARACTERISTICA</b>							
FECHA DE MUESTREO	14/6/99						
TIPO DE MATERIAL	Bache Húmedo						
PUNTO DE MUESTREO	Planta Transp.						
<b>FRACCIÓN FINA</b>							
Gravedad específica Gbs	2.44						mínimo de 35 mínimo de 55 máximo de 6 máximo de 12 mínimo de 40 (*)
Absorción	4.80						
Índice de durabilidad							
Equivalente de arena	58.00						
Límite de plasticidad							
Sanidad							
Vacios: no compactados	40.40						
<b>FRACCIÓN GRUESA</b>							
Gravedad específica Gbs	2.61						mínimo de 35 mínimo de 25 mínimo de 75% máximo de 40% máximo de 12 %
Absorción	2.10						
Índice de durabilidad							
Solubilidad en carbonato							
Caras fracturadas							
Abrasión en prueba L.A.							
Sanidad							
<b>GRANULOMETRIA</b>							
% pasando malla 75 mm							100
% pasando malla 50.8 mm							100
% pasando malla 38.1mm							90-100
% pasando malla 25 mm	100.00						70-90
% pasando malla 19 mm	100.00						50-70
% pasando malla 12.5 mm	96.80						30-40
% pasando malla 9.5 mm	86.40						
% pasando malla No. 4	60.90						
% pasando malla No. 8	45.10						
% pasando malla No.10							
% pasanso malla No.16							
%pasando malla No.30	23.80						
% pasando malla No.40							
% pasando malla No. 50	16.30						10 -20
% pasando malla No.100	10.60						
% pasando malla No. 200	7.90						3 -8

(\*) Requisito para tránsito pesado (más de 3 millones de ejes equivalentes).

## 2.3 INFORMES EMITIDOS

### 2.3.1 Evaluación de informes de diseño de mezcla

Para las licitaciones de los contratos 98 del Programa de Mantenimiento Rutinario, se han evaluado los informes de diseño de mezcla suministrados por los ingenieros de proyecto y/o ingenieros consultores descritos en la Tabla No. 2.3, para el período de análisis correspondiente a este informe.

**Tabla No. 2.3 Informes de diseño de mezcla evaluados durante el período**

Planta	Fecha del informe	Remisión	Comentarios en Oficio LANAMME No.
Belén	7 de junio de 1999	Ing. Edgar Corrales	LM-IC-PMR-VC-38-99

*Nota:* a la fecha no han sido remitidos otros informes de diseño de mezcla para la evaluación del LANAMME.

El análisis detallado y resumen de la información presentada en los diferentes diseños de mezcla se presenta en los oficios correspondientes, presentados en el Inserto No. 2.4.

### 2.3.2 Informes emitidos para la verificación de la calidad de la mezcla asfáltica para el Programa de Mantenimiento Rutinario.

Por períodos mensuales de producción para las plantas suplioras de mezcla asfáltica para el Programa de Mantenimiento Rutinario, se han generado dos tipos de informes:

- Informes de verificación de la calidad.
- Informes de resultados de verificación de calidad.

#### 2.3.2.1 Informes de verificación de la calidad

Los propósitos de los informes de verificación de la calidad son:

- Aportar elementos de juicio para la evaluación general de los resultados de laboratorio presentados en los certificados de control de calidad.

- Aportar elementos de juicio para la evaluación del cumplimiento general de la fórmula de trabajo, aplicada en la planta particular analizada, mediante el análisis de tendencias definidas en la producción evaluada.
- Evaluar la uniformidad de la producción de las plantas asfálticas particulares.
- Establecer recomendaciones respecto a la orientación del control de calidad que debe ser pedido al contratista.

El contenido de los informes de verificación de la calidad se detalla a continuación.

1. Introducción.
2. Cantidad de ensayos.
3. Análisis de tendencia histórica y uniformidad.
4. Comentarios.
5. Resultados de los ensayos de verificación de la calidad.

Nota: los informes de verificación de la calidad incluyen las bases de datos históricas, los gráficos de tendencia histórica y los análisis de uniformidad de plantas.

El Inserto No. 2.5 adjunto incluye un ejemplo de informe de verificación de la calidad.

### **2.3.2.2 Informes de resultados de verificación de calidad**

Los propósitos de los informes de verificación de la calidad son:

- Aportar elementos de juicio para la evaluación general de los resultados de laboratorio presentados en los certificados de control de calidad.
- Aportar elementos de juicio para la evaluación del cumplimiento general de la fórmula de trabajo, aplicada en la planta particular analizada, mediante el análisis de tendencias definidas en la producción evaluada.

El contenido de los informes de resultados de verificación de la calidad se detalla a continuación.

1. Nota de presentación. Haciendo referencia a los usuarios finales de la información (ingenieros de proyecto y consultores) e indicando el período de análisis.
2. Resultados de los ensayos de verificación de la calidad.

Nota: los informes de resultados de verificación de la calidad incluyen las bases de datos históricas y los gráficos de tendencia histórica (cuando el volumen de información histórica así lo amerita).

El Inserto No. 2.6 adjunto incluye un ejemplo de informe de resultados de verificación de la calidad.

## **2.4 Estado de los informes de diseño de mezcla.**

Considerando que:

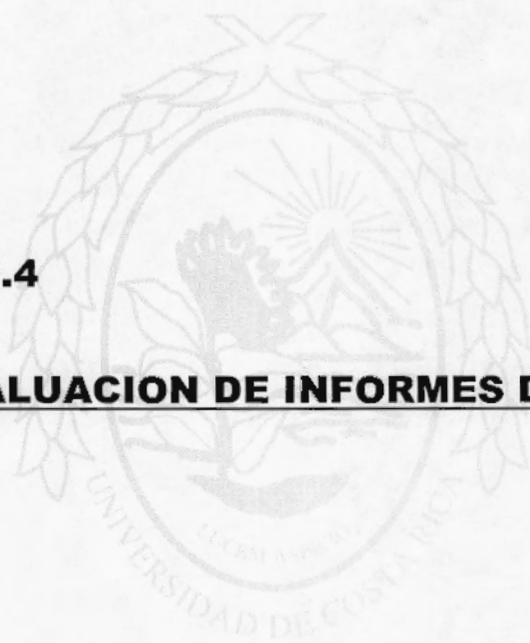
1. El informe de diseño de mezcla es la prueba de que técnicamente es factible producir mezcla asfáltica dentro de las especificaciones contractuales de un proyecto.
2. El informe de diseño de mezcla es un informe profesional.
3. El informe de diseño de mezcla es la base de medición de la uniformidad de la producción de una planta asfáltica.
4. Cambios significativos en la dosificación de la mezcla asfáltica de una planta, o cambios en los materiales utilizados, requieren la presentación de un nuevo informe de diseño de mezcla.
5. No cabe el concepto de control de calidad, ni verificación de la calidad, cuando no existe un informe de diseño de mezcla.

Se resume la situación particular de las plantas de mezcla asfáltica que producen para el PMR, de la siguiente manera:

- Las plantas de MECO, COMESA y Belén están produciendo mezcla asfáltica sin un informe de diseño de mezcla debidamente aceptado que respalde su producción.
- Las plantas de Pedregal Nicoya, Pedregal Belén y CONANSA están produciendo mezcla asfáltica con respectivos informes de diseño de mezcla que presentan omisiones y/o requieren aclaraciones adicionales.
- La planta de Sánchez Carvajal está produciendo mezcla asfáltica con un informe de diseño de mezcla cuya aceptación por las diferentes Ingenierías de Proyecto no ha sido remitida al LANAMME.

**INSERTO No. 2.4**

**NOTAS DE EVALUACION DE INFORMES DE DISEÑO DE  
MEZCLA**





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

**LANAMME**

San José, 7 de junio de 1999

**LM-IC-PMR-VC-38-99**

**Ing. Edgar Corrales Cordero, Consultor General,  
Programa de Mantenimiento Rutinario.**

Estimado don Edgar:

Por este medio me permito responder a su oficio 991032, recibido el 1 de junio de 1999, respecto al análisis y comentario del informe de diseño de mezcla presentado por la Constructora Belén, fechado 22 de marzo de 1999, para su aplicación en las labores del Programa de Mantenimiento Rutinario (Regiones 6.1 y 6.2).

De esta forma, se plantean las siguientes observaciones:

- El informe de diseño de mezcla no presenta la información referente a los porcentajes de agregado pasando las mallas de 12.7 mm, No. 30 y No. 100. Tales tamices tienen rangos de especificación para el porcentaje de agregado de diseño que los pasa, de acuerdo con las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes.
- El porcentaje de agregado pasando la malla No. 8 se ubica justo en el límite superior de la especificación (40 %). Tal situación no es un incumplimiento de especificación, pero evidencia la posibilidad real de incumplimiento durante la producción normal de la planta. Debe recordarse que el porcentaje de diseño de agregado pasando cada tamiz representa el promedio esperado de la producción de la planta, de manera que, en condiciones normales de uniformidad de la producción, el 50 % de la producción estará sobre el valor de diseño y el 50 % de la producción estará bajo el valor de diseño.
- El informe de diseño de mezcla no especifica la fuente de origen de los agregados.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

- La información que presenta el informe de diseño de mezcla respecto al muestreo de agregados que se realizó evidencia que dicho muestreo no permite evaluar de forma confiable las propiedades de los agregados que realmente se incorporarán a la mezcla que se espera producir. Nótese que el muestreo fue realizado hace más de 7 meses (3 de noviembre de 1998).
- Las propiedades de aceptación del agregado son evaluadas para los materiales de los apilamientos. Se recuerda que las Especificaciones Especiales para el Programa de Mantenimiento Rutinario establecen las propiedades de aceptación para el agregado de diseño (dosificado según el informe de diseño de mezcla, a partir de las proporciones de diseño de cada apilamiento), separado en sus fracciones fina y gruesa.
- No se ha reportado la magnitud del porcentaje de vacíos que permanecen en el agregado fino no compactado, ni el índice de plasticidad del agregado fino, ni el porcentaje de partículas elongadas del agregado grueso. Tales propiedades de aceptación para el agregado de diseño están normadas por las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes.
- No se cuenta con información (certificado de calidad) respecto a las características del ligante asfáltico utilizado en la realización del diseño de mezcla.
- No se han aportado los resultados por espécimen de análisis Marshall, ni se han incluido las curvas Marshall de diseño. Tal información es necesaria para evaluar las características de sensibilidad de la mezcla asfáltica con el contenido óptimo de asfalto. Se debe notar que el texto del informe menciona las curvas de diseño, pero no se adjuntaron en el documento evaluado.
- La prueba de resistencia a la compresión uniaxial retenida se ha realizado con un porcentaje de vacíos de 4.7 % (calculado a partir de la gravedad específica bruta promedio de los especímenes y la gravedad máxima teórica para el contenido de asfalto utilizado). El valor porcentual de resistencia retenida es 75 % (límite inferior de la especificación). Se considera probable que, de realizar el ensayo con un contenido de vacíos acorde con la realidad de la compactación en sitio (hasta con 5 % más de vacíos que los especímenes Marshall), es decir dentro del rango de vacíos de 6.0 a 8.0 %, se obtenga un valor porcentual de resistencia retenida por debajo de la especificación (inferior a 75 %).



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

**LANAMME**

- La prueba de estabilidad retenida se ha realizado con un porcentaje de vacíos de 7.9 % (calculado a partir de la gravedad específica bruta promedio de los especímenes y la gravedad máxima teórica para el contenido de asfalto utilizado). A pesar de que el valor de estabilidad retenida (92 %), cumple con la correspondiente norma especificada (mínimo de 75 %), debe considerarse que los especímenes de estabilidad retenida fueron preparados con la granulometría de diseño, contenido de asfalto de diseño (6.4 % por peso de mezcla) y procedimiento de moldeo y compactación Marshall, de manera que era de esperar poca variación respecto al contenido de vacíos (4.0 %) para el contenido óptimo de asfalto. Así, se evidencia incertidumbre respecto a la uniformidad del agregado: dos juegos de especímenes en total igualdad de condiciones de dosificación y preparación, están presentando contenidos de vacíos con una diferencia de 3.9 %, entre si.
- No se ha presentado el resultado del ensayo de resistencia a la tracción diagonal retenida, normado por las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes.

De esta forma, se considera que se carece de una parte importante de la información relevante para juzgar la aplicabilidad de la mezcla asfáltica, según el informe de diseño de mezcla presentado, para las labores del Programa de Mantenimiento Rutinario. Así, se recomienda solicitar la siguiente información adicional:

- Porcentaje de agregado de diseño pasando la totalidad de los tamices normados.
- Fuente de los agregados de apilamiento y su naturaleza (agregados de río?). Adicionalmente es importante presentar el historial de variabilidad de las condiciones del agregado de apilamiento (gravedad específica y absorción, cuando menos).
- Debe existir absoluta certeza de que los agregados con que se realiza el diseño de mezcla representan fehacientemente las características del agregado que realmente se va a incorporar en la mezcla.
- Porcentaje de vacíos que permanecen en el agregado fino no compactado e índice de plasticidad, para la fracción de agregado fino del agregado de diseño. Así como el porcentaje de partículas elongadas para la fracción de agregado grueso del agregado de diseño.
- Detalle de los parámetros Marshall por contenido de asfalto evaluado, así como por especimen de prueba. Esta información es indispensable para evaluar la sensibilidad de la mezcla asfáltica ante cambios en el contenido de asfalto, así como la incertidumbre natural asociada con el método de diseño de mezcla.
- Posteriores modificaciones a la fórmula de trabajo. Debe tenerse presente que el diseño de mezcla corresponde al 22 de marzo de 1999 y que posiblemente ya ha sido adaptado a las condiciones de la planta.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Adicionalmente, se recomienda solicitar la evaluación de las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica con el contenido de asfalto de diseño o con el de la fórmula de trabajo (en caso de que se haya ajustado), con la granulometría de diseño o con la de la fórmula de trabajo (en caso de que se haya ajustado), con agregado sin pasar por el quemador y con un contenido de vacíos promedio, para los especímenes de prueba, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Resistencia a la compresión uniaxial y a la tracción diagonal con un contenido de vacíos entre 6.0 y 8.0 %. Se recuerda que el contenido de vacíos en sitio puede, en este caso, alcanzar hasta 9.0 % (5.0 % adicional al 4.0 % de diseño).
- Estabilidad retenida, con un contenido de vacíos igual al contenido de vacíos para el óptimo de diseño o para el contenido de asfalto para la fórmula de trabajo vigente.
- En casos como éste, donde el parámetro de durabilidad está en el límite mínimo de aceptación, dada la dispersión propia del ensayo de resistencia a la compresión uniaxial, conviene repetir al menos dos veces la prueba, para estar seguros del comportamiento de la mezcla a largo plazo. No conviene correr riesgos con respecto a este parámetro, especialmente en climas tropicales y lluviosos, como el nuestro; y más aún en este caso, donde el ensayo se realizó con un contenido de vacíos que corresponde prácticamente al 100 % de compactación en campo (hasta 5.0 % menos de vacíos que en la realidad).

Se adjunta el resumen de la información presentada en el informe de diseño de mezcla evaluado.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Quedamos a sus órdenes para la evaluación de la información adicional que se presente, así como para cualquier aclaración o consulta.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pedro Castro Fernández', written over a horizontal line.



**Ing. Pedro Castro Fernández, MBA, MSc.,  
Coordinador, Verificación de la Calidad,  
Programa de Mantenimiento Rutinario,  
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos  
Estructurales, Universidad de Costa Rica**

**CC:**

**Ings. Fernando Rodríguez, Erick Aguilar, Wálter Acuña,  
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera, Mauricio Salas, Eddy Baltodano  
Ings. Marco Rodríguez, Oscar Martínez**

## RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA

<b>Planta</b>	BELEN – Tárcoles
<b>Fecha de nota de remisión</b>	20 de mayo de 1999
<b>Fecha de informe de laboratorio</b>	22 de marzo de 1999
<b>Fecha de vigencia</b>	No definida

### FORMULA DE TRABAJO (1)

<b>GRANULOMETRIA</b>			
<b>TAMIZ</b>	<b>% pasando</b>	<b>TOLERANCIAS (2)</b>	
		<b>Mínima (%)</b>	<b>Máxima (%)</b>
<b>19 mm</b>	100	100	100
<b>12.7 mm</b>	N.I.	N.I.	N.I.
<b>9.5 mm</b>	84	79	89
<b>No. 4</b>	55	51	59
<b>No. 8</b>	40	36	40
<b>No. 16</b>	X	N.A.	N.A.
<b>No. 30</b>	N.I.	N.I.	N.I.
<b>No. 50</b>	12	10	16
<b>No. 100</b>	N.I.	N.I.	N.I.
<b>No. 200</b>	5.2	3.2	7.2

<b>PORCENTAJE DE ASFALTO</b>			
	<b>CONTENIDO (%)</b>	<b>TOLERANCIAS</b>	
		<b>Mínima (%)</b>	<b>Máxima (%)</b>
<b>Por peso de agregado</b>	6.84	6.34	7.34
<b>Por peso de mezcla</b>	6.40	5.90	6.90

(1) Diseño no adecuado a planta.

(2) Granulometría B del CR-77 modificado y rangos de tolerancia de acuerdo con Especificaciones Especiales.

## PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA SEGÚN FORMULA DE TRABAJO (1)

PROPIEDAD	Resultado	Tolerancia / especificación	
		Mínima	Máxima
Densidad (kg)	2315	X	X
Estabilidad (kg/m <sup>3</sup> )	1582	1382	1782
Flujo (1/100 mm)	34	27.2	40.0
Vacios en la mezcla (%)	4.0	3.5	4.5
Estabilidad / flujo (kg/mm)	465	372	558
VAM (%)	16.3	14.0	X
VFA (%)	76.0	65.0	78.0
Polvo / asfalto	0.95	0.76	1.14
Estabilidad retenida (%)	92.0 (2)	75	100
Resistencia retenida (%)	75.0 (3)	75	100
Tensión diametral retenida (%)	N.I.	75	X
Resistencia comp. uniaxial (MPa)	4.6	2.1	X

(1) Diseño no adecuado a planta.

(2) Los especímenes de prueba tienen un contenido de vacíos de 7.9 %.

(3) Los especímenes de prueba tienen un contenido de vacíos de 4.7 %.

## PROPIEDADES DEL AGREGADO

AGREGADO DE APILAMIENTO				
	Grueso		Fino	
	No indica	No indica	No indica	X
Fuente	No indica	No indica	No indica	X
Tipo	Quinta	Cuartilla	Polvo de piedra	X
Porcentaje	20 %	10 %	70 %	X

AGREGADO DE DISEÑO		
	Fracción gruesa	Fracción fina
Gravedad específica bruta	2.588	2.578
Absorción	2.66 %	3.01 %
Abrasión (1)	23.1 % (2)	25.3 % (3)
Pérdida en sanidad (1)	3.4 % (2)	4.7 % (3)
Angularidad de finos (1)	N.A.	N.I.
Partículas elongadas (1)	N.I.	N.A.
Índice de durabilidad (1)	83 (2)	55 (3)
Caras fracturadas (1)	93.5 % (2)	N.A.
Carbonatos solubles (residuo) (1)	96.2 % (2)	94.3 % (3)
Equivalente de arena (1)	N.A.	72 % (3)
Índice de plasticidad (1)	N.A.	N.I.

- (1) Los datos reportados por el contratista corresponden al agregado de apilamiento. Los datos correspondiente al agregado de diseño no se reportan.
- (2) Características para el apilamiento de cuartilla. No se reportó el correspondiente resultado para la fracción gruesa del agregado de diseño.
- (3) Características para el apilamiento de polvo de piedra. No se reportó el correspondiente resultado para la fracción fina del agregado de diseño.

### **PROPIEDADES DEL LIGANTE ASFALTICO**

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
<b>Tipo</b>	AC-20
<b>Viscosidad absoluta a 60°C</b>	N.I.
<b>Penetración a 25°C</b>	N.I.
<b>Temperatura de mezclado</b>	150 a 154
<b>Temperatura de compactación</b>	141 a 145

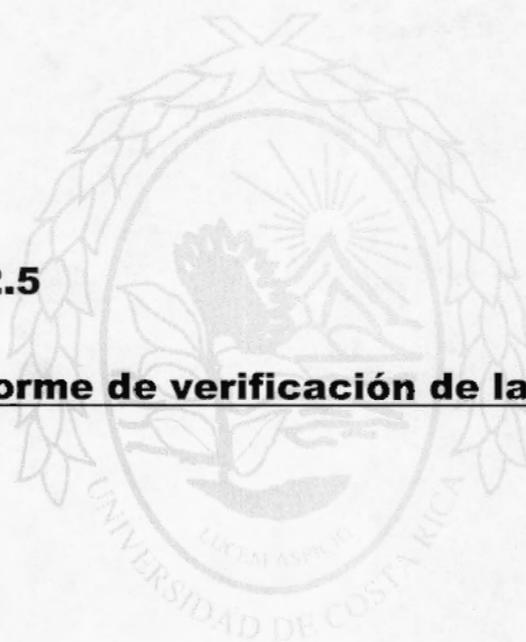
Nota: mezcla curada en horno a 135°C durante 4 horas (mínimo).

### **CURVAS DE DISEÑO**

No hay información.

**INSERTO No. 2.5**

**Ejemplo de informe de verificación de la calidad**





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

**LANAMME**

San José, 8 de julio de 1999

**LM-IC-PMR-VC-43-99**

**Ing. Fernando Rodríguez,  
Ing. Edgar Corrales**

Estimados ingenieros:

Me permito adjuntarles los resultados de las pruebas de verificación de la calidad para la mezcla asfáltica producida por la planta CONANSA, para el Programa de Mantenimiento Rutinario, con corte al 8 de junio de 1999.

Se presenta la siguiente información:

- Base de datos para los resultados de los ensayos de verificación de la calidad de la mezcla asfáltica producida por la Planta Pedregal en el período comprendido del 4 de febrero al 8 de junio de 1999.
- Gráficos de tendencia histórica para el porcentaje de asfalto, razón polvo – asfalto, porcentaje de agregado pasando las mallas No. 4, No. 50 y No. 200, estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos en la mezcla.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

Les informo que, respecto al informe de diseño de mezcla y fórmula de trabajo de la empresa CONANSA, para su aplicación en el PMR, lo único que ha sido remitido al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) consiste en los siguientes documentos:

- Informe de diseño de mezcla para carpeta asfáltica de graduación B del 20 de febrero de 1997.
- Propuesta de modificación en la fórmula de trabajo de julio de 1998.
- Informe técnico de la Sub-área de Control de Calidad y Geotecnia del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, referente a la fórmula de trabajo de CONANSA, del 7 de agosto de 1998.

Que fueron analizados en el Oficio LM-IC-D-61-99 del 20 de enero de 1999. Sin que a la fecha se tengan aclaraciones posteriores o nuevos informes de diseño de mezcla.

Quedamos a sus órdenes para cualquier aclaración o consulta adicional.

Atentamente,

---

**MSc. MBA. Ing. Pedro Castro Fernández, Coordinador,  
Verificación de la Calidad, Programa de Mantenimiento Rutinario,  
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales,  
Universidad de Costa Rica**

CC:

Ings. Alfonso García, Roque Rímolo,  
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

**BASE DE DATOS DE ENSAYOS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD  
PARA LA PRODUCCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
RUTINARIO DE LA PLANTA CONANSA (FEBRERO A JUNIO DE  
1999)**



**Diseño de mezcla vigente  
julio - 1998**

<b>Valor diseño</b>	<b>Tolerancia / Especificación</b>
---------------------	------------------------------------

Muestra No.				983	998	1043	1031
Ruta				-	-	-	
Planta				Calle Blancos	Calle Blancos	Calle Blancos	Calle Blancos
Fecha				4/2/99	4/2/99	18/2/99	23/2/99
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	1575	1930	2025	1969
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	31	30	34	34
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	406	309 - 503	508	643	596	579
Gravedad específica máxima teórica		2.470	-	2.479	2.495	2.470	2.474
Densidad Marshall	%	2372	-	2325	2304	2400	2344
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	6.2	7.6	2.8	5.3
V.A.M.	%	14.7	>12	15.8	12.8	-	-
V.F.A.	%	73	65 - 75	60.8	40.5	-	-
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	75.0	53.0	-	-
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	5.2	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	0.97	1.12	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	5.41	4.95	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	5.81	5.29	-	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	-	-	-	-
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	100	-	-
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	100	-	-
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	81	78	-	-
Malla N° 4	%	61	57 - 65	56	52	-	-
Malla N° 8	%	45	36 - 40	39	36	-	-
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	12.8	12.0	-	-
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	5.2	5.6	-	-



**Diseño de mezcla vigente  
julio - 1998**

		Valor diseño	Tolerancia / Especificación	1055	961	1082	1094	1093
<b>Muestra No.</b>								
<b>Ruta</b>				-	-	-	-	-
<b>Planta</b>				Calle Blancos				
<b>Fecha</b>				3/3/99	3/3/99	10/3/99	11/3/99	12/3/99
<b>Material</b>				Mezcla Planta				
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	1858	-	1947	1925	1923
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	36	-	32	36	40
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	408	309 - 503	516	-	608	535	481
Gravedad específica máxima teorica		2.470	-	2.463	-	2.457	2.467	2.46
Densidad Marshall	%	2372	-	2362	-	2381	2370	2380
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	4.1	-	3.1	3.9	3.3
V.A.M.	%	14.7	>12	15.0	-	14.3	14.3	-
V.F.A.	%	73	65 - 75	72.6	-	78.3	72.8	-
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	-	71.0	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-	4.3	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	1.02	-	1.05	1.14	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	5.98	-	6	5.58	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	6.47	-	6.48	6.01	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	-	-	-	150	-
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	-	100	100	-
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	-	100	100	-
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	83	-	81	78	-
Malla N° 4	%	61	57 - 65	57	-	56	53	-
Malla N° 8	%	45	36 - 40	38	-	41	39	-
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	13.1	-	14.7	13.7	-
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	6.1	-	6.3	6.3	-



**Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.**

**Diseño de mezcla vigente  
julio - 1998**

<b>Valor diseño</b>	<b>Tolerancia / Especificación</b>
---------------------	------------------------------------

Muestra No.				1103	1102	1123	1142	1184
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				Calle Blancos				
Fecha				19/3/99	22/3/99	24/3/99	26/3/99	7/4/99
				Mezcla Planta				
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	1734	1851	2158	1929	1886
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	34	30	30	36	31
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	406	309 - 503	510	617	719	536	608
Gravedad especifica máxima teorica		2.470	-	2.456	2.474	2.468	2.463	2.474
Densidad Marshall	%	2372	-	2352	2351	2375	2373	2323
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	4.2	4.9	3.8	3.6	6.1
V.A.M.	%	14.7	>12	-	14.9	14.1	14.4	16.1
V.F.A.	%	73	65 - 75	-	67.0	73.1	75.0	62.0
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	-	1.11	1.09	1.11	1.08
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	-	5.42	5.53	5.79	5.62
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	-	5.82	5.95	6.2	6.02
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	-	-	-	-	150
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	-	100	100	100	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	-	100	100	100	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	-	77	74	78	76
Malla N° 4	%	61	57 - 65	-	51	51	50	50
Malla N° 8	%	45	36 - 40	-	36	37	35	36
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	-	13.2	12.6	13.0	12.5
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	-	6.0	6.0	6.4	6.1



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

		Diseño de mezcla vigente julio - 1998		1180	1185	1181	1182	1183
		Valor diseño	Tolerancia / Especificación					
Muestra No.								
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				Calle Blancos				
Fecha				8/4/99	13/4/99	15/4/99	15/4/99	16/4/99
				Mezcla Planta				
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	1799	1894	1719	2094	1760
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	34	31	31	30	30
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	406	309 - 503	529	611	555	698	587
Gravedad específica máxima teorica		2.470	-	2.472	2.470	2.461	2.483	2.477
Densidad Marshall	%	2372	-	2368	2367	2374	2376	2354
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	4.2	4.2	3.5	4.3	5.0
V.A.M.	%	14.7	>12	14.3	14.4	14.4	14.2	15.0
V.F.A.	%	73	65 - 75	70.6	70.9	75.7	69.8	66.6
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	73.0
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-	-	-	-	4.1
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	1.18	0.89	1.13	1.42	1.02
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	5.48	5.59	5.82	5.72	5.66
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	5.80	5.98	6.24	6.13	6.06
Contenido de ceniza	%	-	-	0.13	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	165	150	-	-	160
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	79	72	74	78	76
Malla N° 4	%	61	57 - 65	53	51	54	57	51
Malla N° 8	%	45	36 - 40	37	36	37	40	36
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	13.6	12.1	13.7	15.2	12.6
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	6.5	5.0	6.6	8.1	5.8



Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

		Diseño de mezcla vigente julio - 1998			1267	1334	1357	1386	1410
		Valor diseño	Tolerancia / Especificación						
Muestra No.									
Ruta				-	-	-	-	-	-
Planta				Calle Blancos					
Fecha				12/5/99	17/5/99	26/5/99	1/6/99	4/6/99	
				Mezcla Planta					
Propiedades	UNIDADES								
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	-	1833	1914	1833	1769	
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	-	30	33	24	25	
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	406	309 - 503	-	611	580	764	708	
Gravedad específica máxima teorica		2.470	-	-	2.478	2.477	2.493	2.499	
Densidad Marshall	%	2372	-	-	2382	2383	2342	2326	
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	-	3.9	3.8	6.1	6.9	
V.A.M.	%	14.7	>12	-	-	-	-	15.5	
V.F.A.	%	73	65 - 75	-	-	-	-	55.5	
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	63.0	-	-	-	-	
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-	
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	4.0	-	-	-	-	
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	-	-	-	-	1.13	
Contenido esf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	-	-	-	-	5.13	
Contenido esf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	-	-	-	-	5.46	
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-	
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-	
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	-	-	-	-	165	
Agregados (% pasando)									
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	-	-	-	-	100	
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	-	-	-	-	100	
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	-	-	-	-	79	
Malla N° 4	%	61	57 - 65	-	-	-	-	53	
Malla N° 8	%	45	36 - 40	-	-	-	-	37	
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	-	-	-	-	12.1	
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	-	-	-	-	5.8	

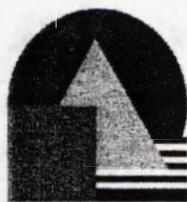


Programa de Mantenimiento Rutinario: Base de datos de Parámetros de calidad para mezcla asfáltica.

Diseño de mezcla vigente  
julio - 1998

Valor diseño	Tolerancia /
--------------	--------------

Muestra No.				1409			
Ruta				-			
Planta				Calle Blancos			
Fecha				8/6/99			
				Mezcla Planta			
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1400	1200 - 1600	1762			
Flujo	(1/100)cm	34.5	27.6 - 40	25			
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	406	309 - 503	705			
Gravedad específica máxima teorica		2.470	-	2.501			
Densidad Marshall	%	2372	-	2369			
Vacios en la mezcla (Marshall)	%	4.0	3.5 - 4.5	5.3			
V.A.M.	%	14.7	>12	13.8			
V.F.A.	%	73	65 - 75	61.6			
Resistencia Retenida	%	N.I.	>75	-			
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-			
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	N.I.	>2.1	-			
Relación Polvo / Asfalto	-	1.07	0.86 - 1.28	1.31			
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.6	5.1 - 6.1	4.97			
Contenido asf. sobre agregado	%	5.9	5.4 - 6.4	5.28			
Contenido de ceniza	%	-	-	-			
Contenido de agua	%	-	-	-			
Temperatura en el momento de mezclado	°C	-	-	160			
Agregados (% pasando)							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100			
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100			
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	82	77 - 87	74			
Malla N° 4	%	61	57 - 65	52			
Malla N° 8	%	45	36 - 40	35			
Malla N° 50	%	13.0	10 - 17	12.7			
Malla N° 200	%	4.3	4 - 6.3	6.5			

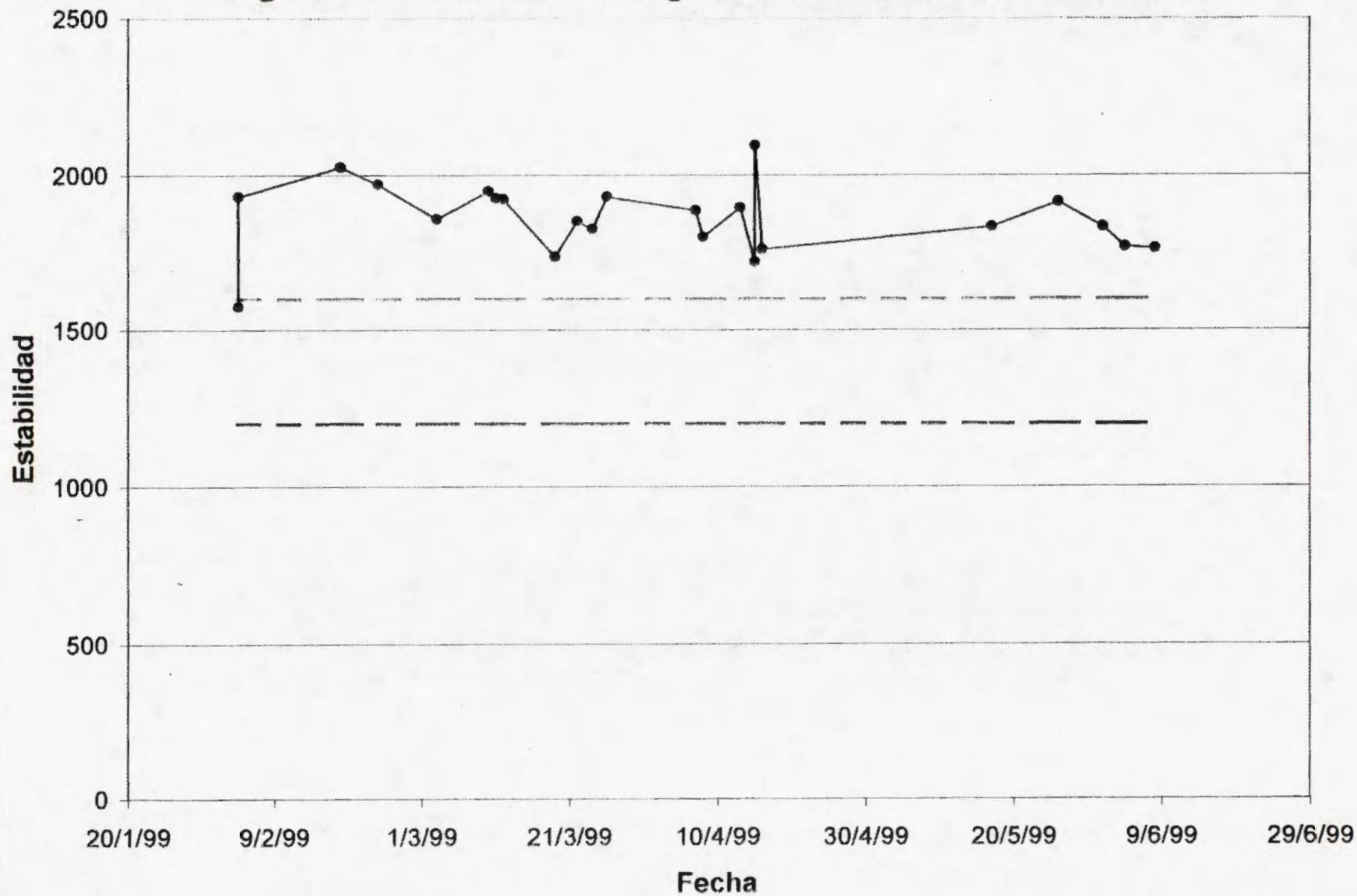


Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

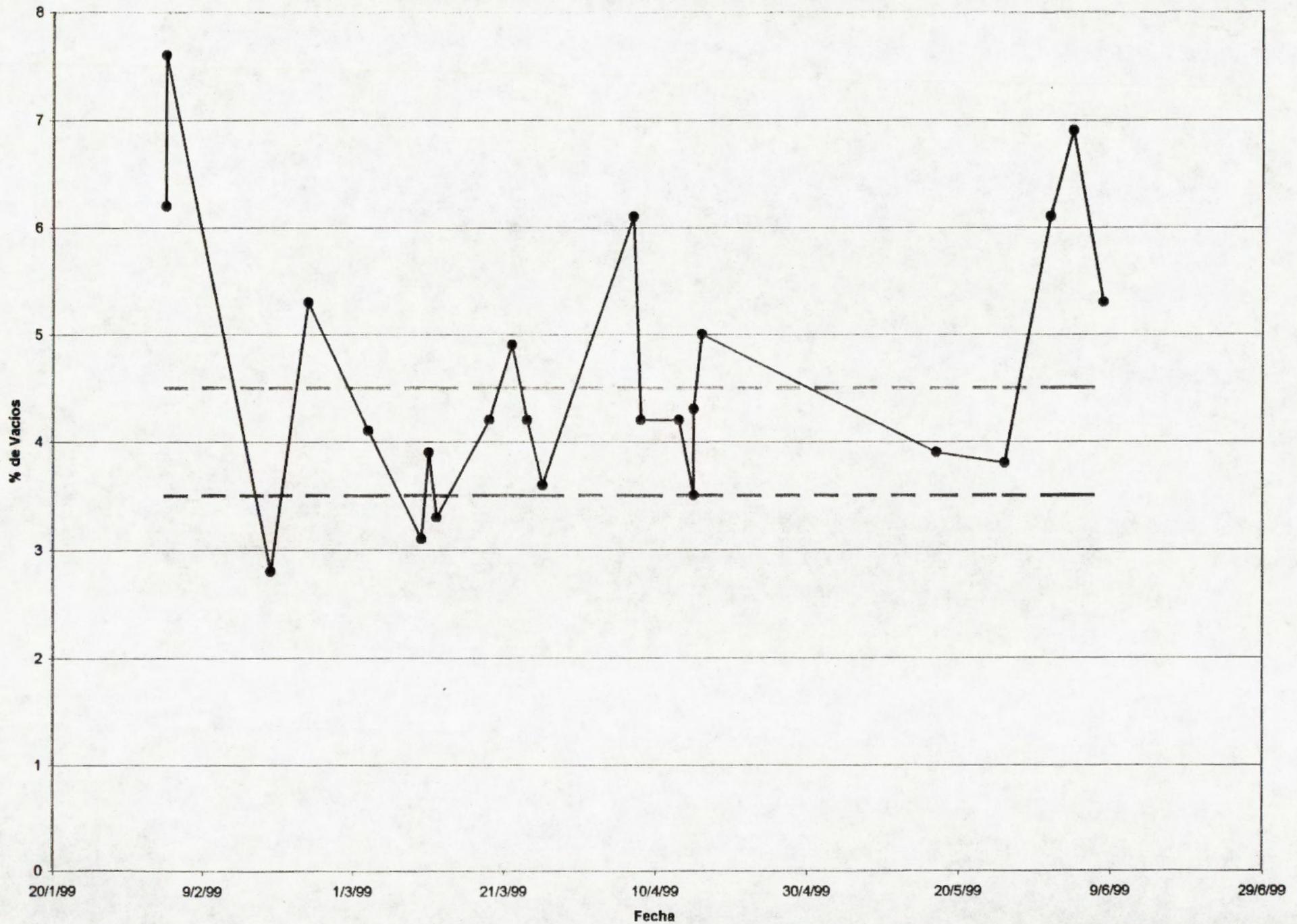
**GRAFICOS DE TENDENCIA HISTORICA DE ACUERDO CON DATOS  
DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA LA PRODUCCION DEL  
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE LA PLANTA  
CONANSA (FEBRERO A JUNIO DE 1999)**

**Figura No. CONANSA-1: Seguimiento Histórico de Estabilidad**



— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    —●— Valores de Estabilidad

Figura No. CONANSA - 3: Seguimiento Histórico de % de Vacíos

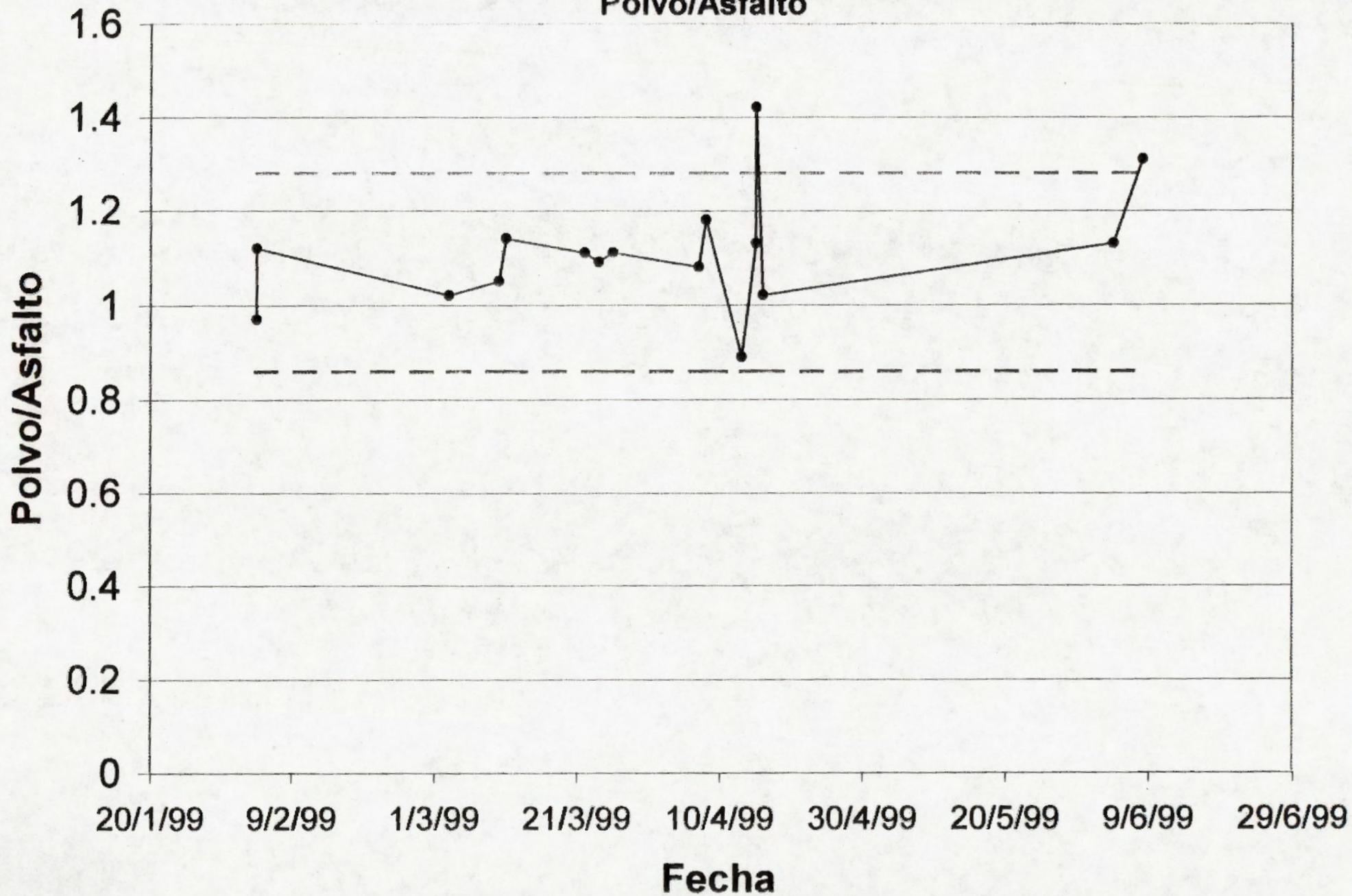


Tolerancia Mínima

Tolerancia Máxima

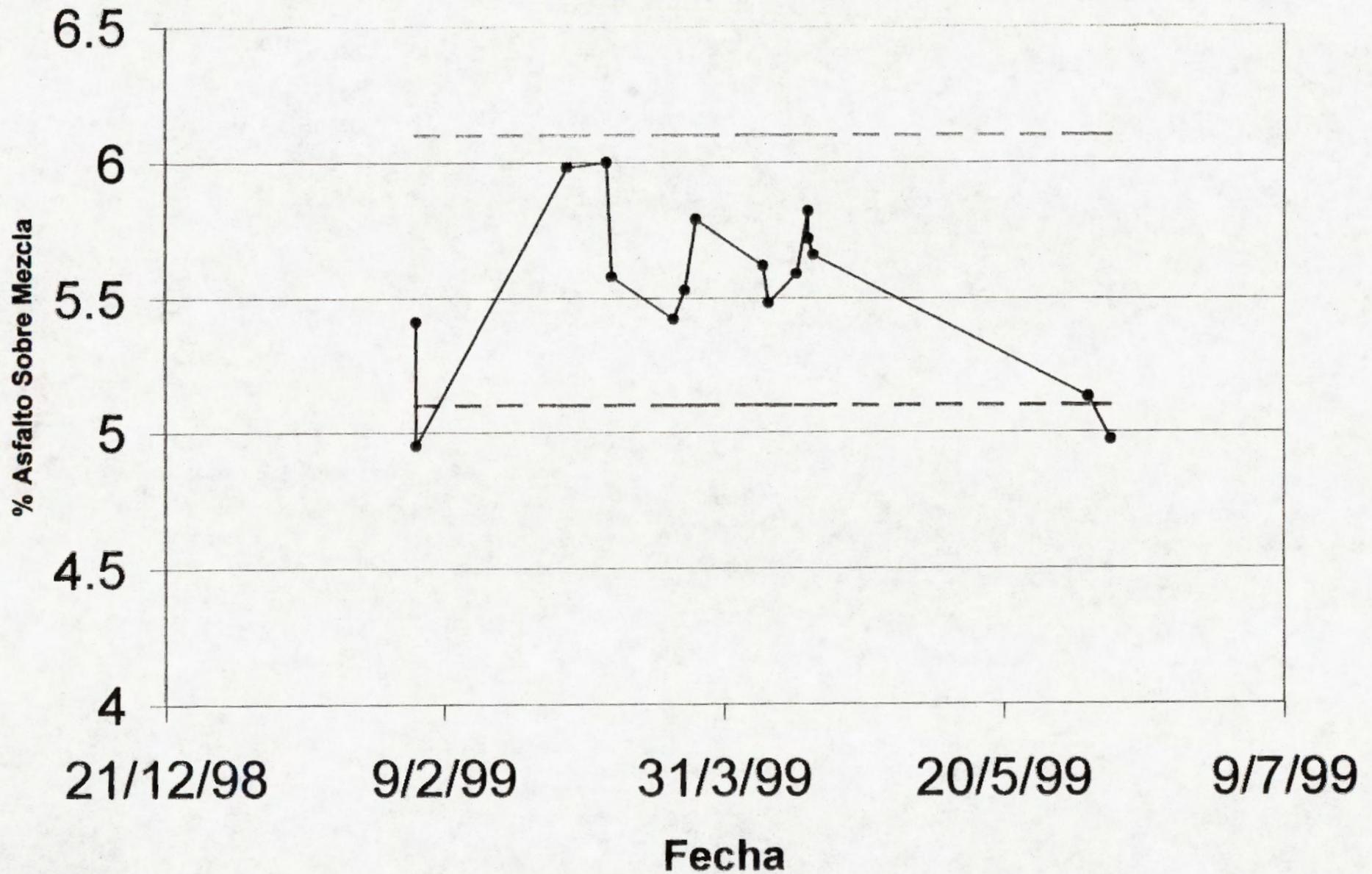
● % vacíos

**Figura No. CONANSA -4 : Seguimiento Histórico de Relación Polvo/Asfalto**



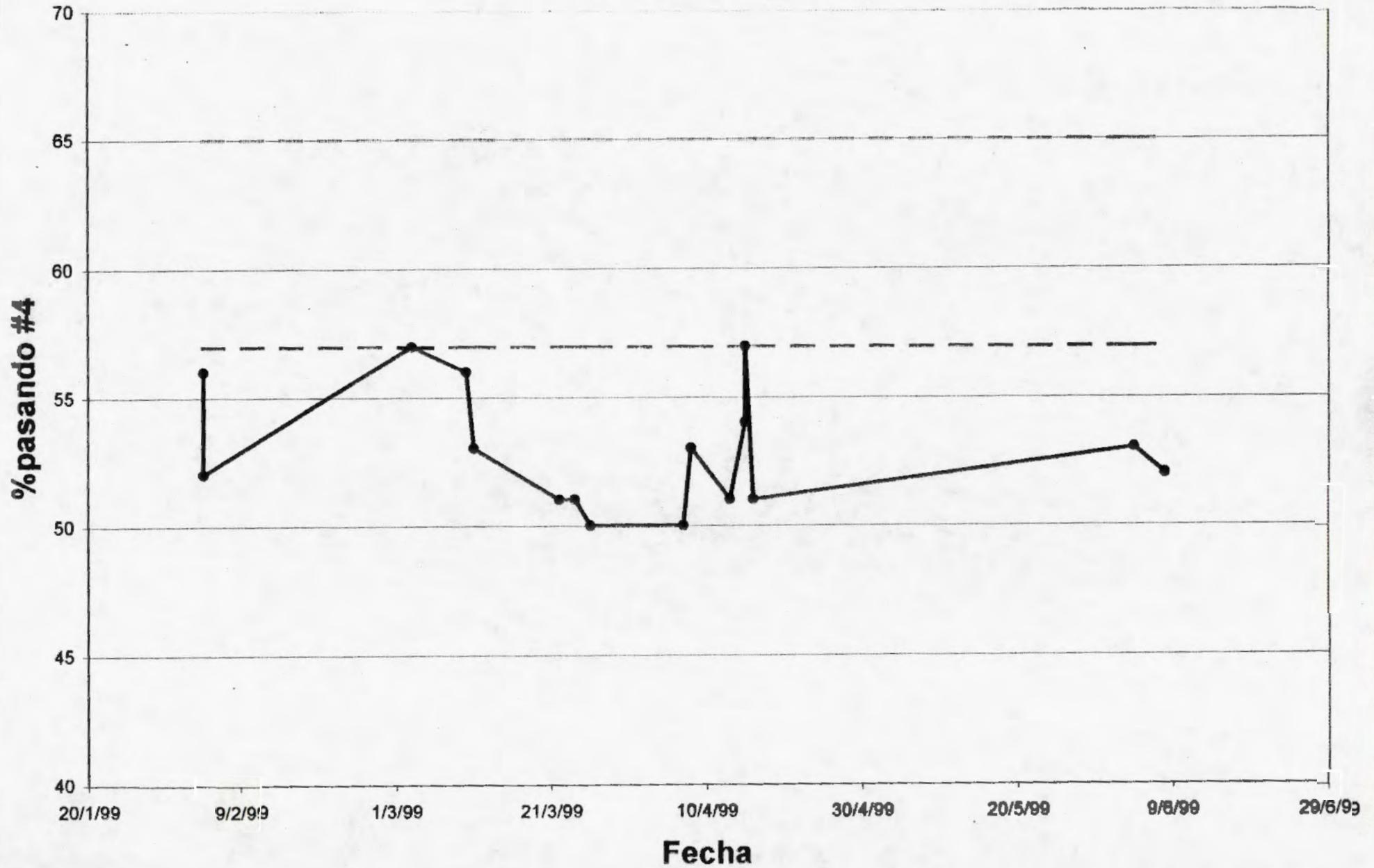
Mínima
  Tolerancia Máxima
  Polvo/asfalto

**Figura No. CONANSA - 5: Seguimiento Histórico de %  
Asfalto sobre Mezcla**



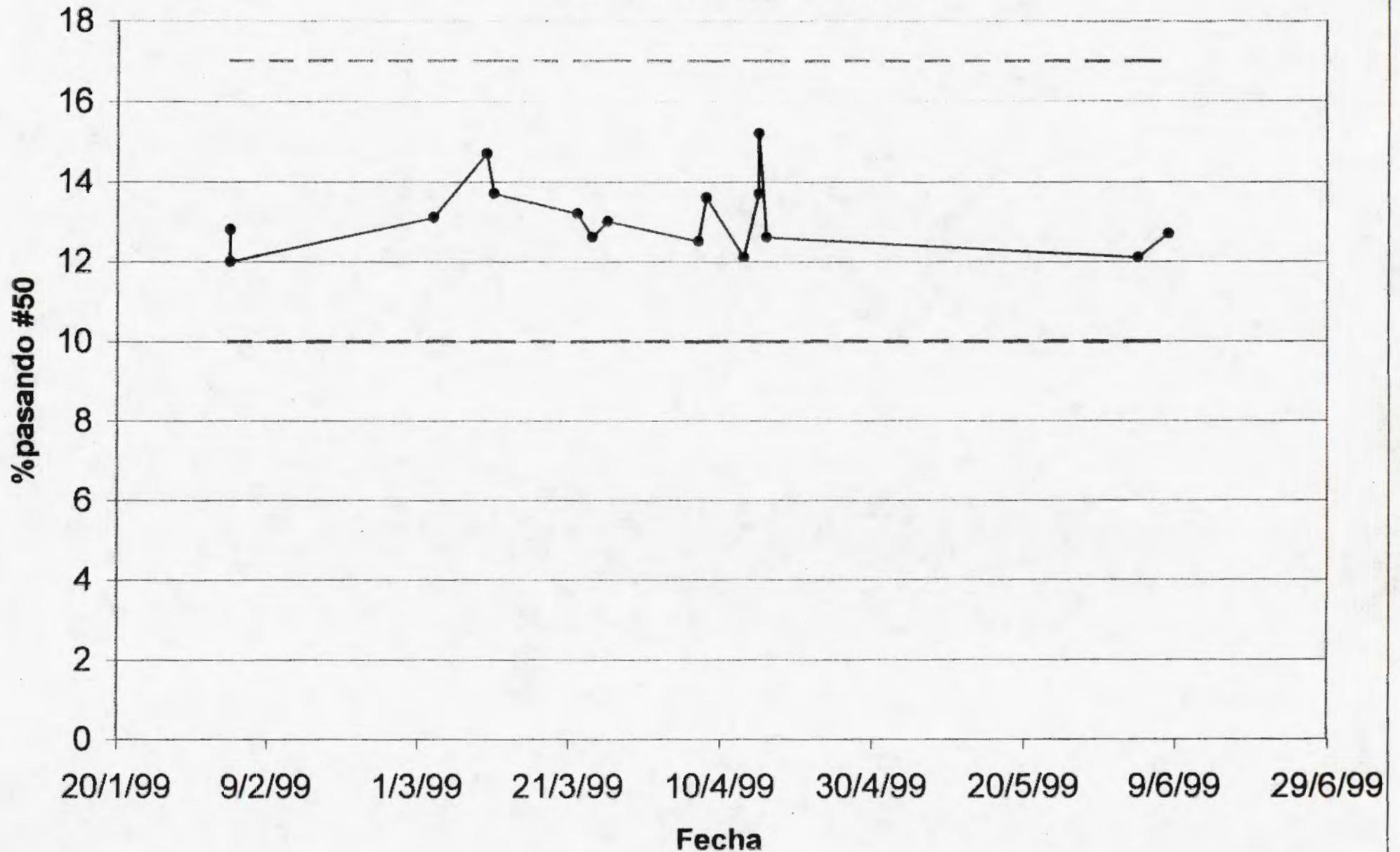
--- Tolerancia Mínima    --- Tolerancia Máxima    ●--- Asfalto/Mezcla

Figura No. CONANSA -6: Seguimiento Histórico de  
% pasando malla #4



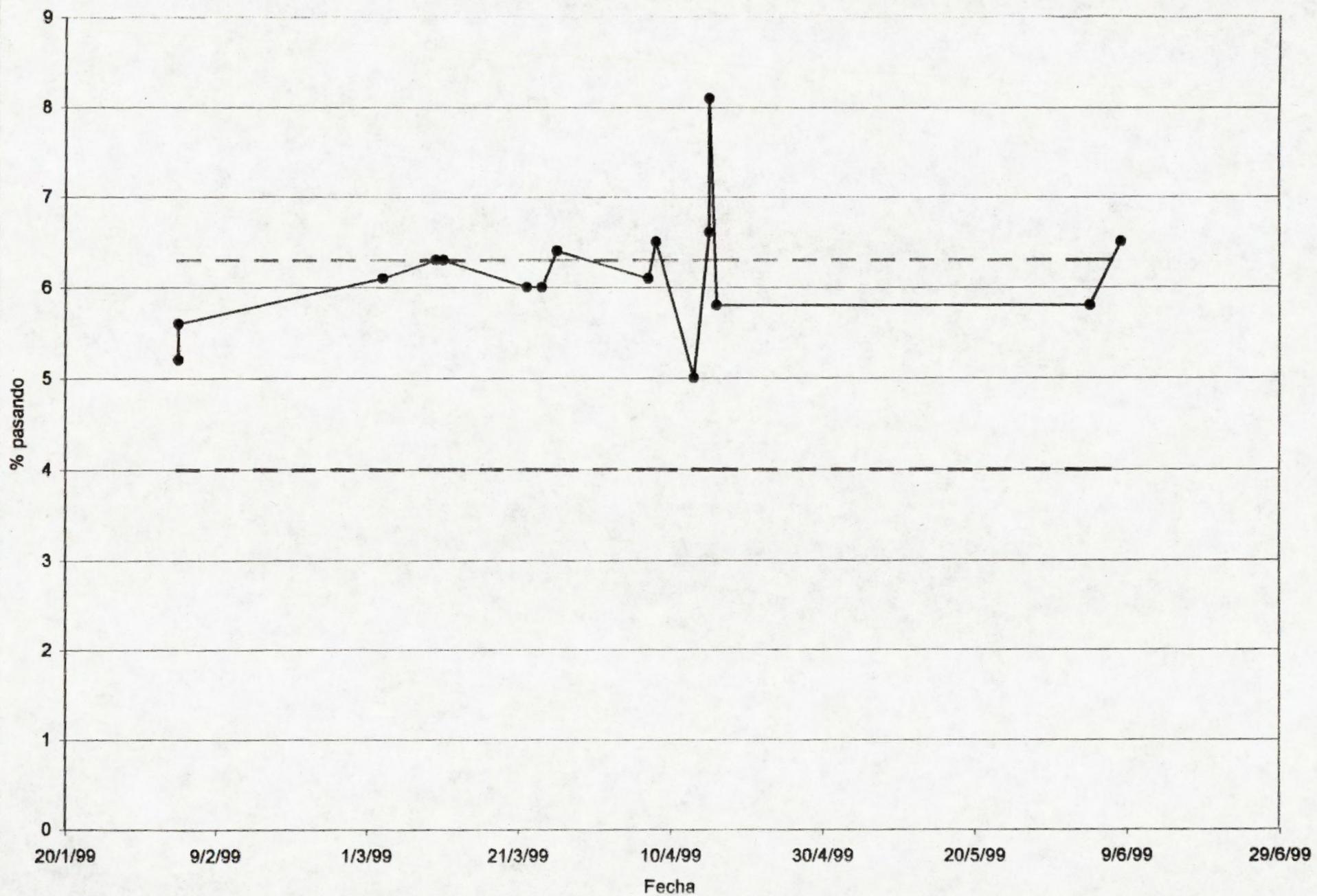
--- Tolerancia Máxima    ● % pasando #4

Figura No. CONANSA-7: Seguimiento Histórico de  
% pasando malla #50



— Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    ● — % pasando #50

Figura No. CONANSA-8: Seguimiento Histórico de % pasando #200



**INSERTO No. 2.6**

**Ejemplo de informe de resultados de verificación de la calidad**





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

San José, 23 de marzo de 1999

LM-IC-PMR-VC-02-99

**Ing. Ileana Aguilar,  
Ing. Juan José Mesén,  
Ing. Darwin Mena,  
Ing. Manuel Vélez,  
Programa de Mantenimiento Rutinario**

Estimados señores:

Por este medio me permito adjuntarles el informe de verificación de calidad para la mezcla asfáltica producida en la planta PEDREGAL de Nicoya actualizado al 5 de marzo de 1999.

Sin otro particular, me despido, quedando a sus órdenes para cualquier consulta o aclaración que sea pertinente.

Atentamente,



**MSCE. MBA. Pedro Castro Fernández, Coordinador,  
Verificación de la Calidad, Programa de Mantenimiento Rutinario,  
LANAMME, Universidad de Costa Rica.**

CC:

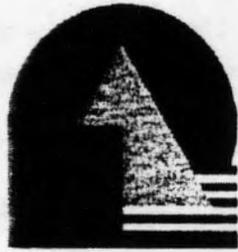
**Ings. Alejandro Molina, Edgar Corrales, Fernando Rodríguez, Wálter Acuña  
Ings. Mario Arce, Edgar Herrera  
Archivo**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y  
MODELOS ESTRUCTURALES**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO:**

**Informe de verificación de la calidad de la mezcla  
asfáltica producida por la planta Pedregal Nicoya.**



**L A N A M M E**

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

**Período de análisis: 9 de enero al 5 de marzo de 1999.**

**Fecha del informe 23 de marzo de 1999.**



## **INFORME DE VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA PRODUCIDA POR LA PLANTA PEDREGAL NICOYA**

### **I - Introducción**

Este informe comprende los resultados de los ensayos de verificación de la calidad para la producción de la planta en cuestión para el Programa de Mantenimiento Rutinario. El período evaluado es del 9 de enero al 5 de marzo de 1999.

Debe tenerse presente que este informe no puede sustituir a los informes de control de calidad periódicos, que deben ser suministrados por el contratista.

Este informe tiene los siguientes propósitos:

- Aportar elementos de juicio para la evaluación general de los resultados de laboratorio presentados en los certificados de control de calidad.
- Aportar elementos de juicio para la evaluación del cumplimiento general de la fórmula de trabajo, aplicada en la planta particular analizada, mediante el análisis de tendencias definidas en la producción evaluada.
- Evaluar la uniformidad de la producción de la planta asfáltica en cuestión.
- Establecer recomendaciones respecto a la orientación del control de calidad que debe ser pedido al contratista.

### **II - Cantidad de ensayos**

Se describen en la Tabla No. 1 adjunta. Debe considerarse que se han incluido los resultados de los meses de enero y febrero.

**Tabla No. 1: Cantidades de ensayos para verificación.**

<b>Ensayo</b>	<b>Parámetros Marshall</b>	<b>Contenido de asfalto</b>	<b>Granulometría</b>	<b>Resistencia a la compresión uniaxial retenida</b>
<b>Enero 99</b>	8	4	4	1
<b>Febrero 99</b>	4	2	2	0
<b>Marzo 99</b>	1	0	0	0



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

**III – ANALISIS DE TENDENCIA HISTORICA Y UNIFORMIDAD**

Se evalúa la tendencia de los parámetros de calidad a desviarse fuera de los rangos de tolerancia (tendencia histórica), así como la existencia de tendencias definidas y el nivel de uniformidad de las magnitudes evaluadas.

Se entiende como uniformidad a la variabilidad de resultados de los ensayos de laboratorio realizados, independientemente del cumplimiento o no de la fórmula de trabajo, se presentan las desviaciones estándar correspondientes en el Anexo I (Análisis de uniformidad). Se aclara que el análisis de uniformidad permite analizar si una producción es homogénea, sea que se cumpla la fórmula de trabajo o no.

A partir de los datos del Anexo II (Base de datos), se analiza la tendencia de los resultados de los ensayos de laboratorio, agrupados de manera cronológica.

**Tabla No. 2: Comentarios de uniformidad y tendencia histórica para el período de análisis.**

<b>PARAMETRO</b>	<b>TENDENCIA HISTORICA</b>	<b>NIVEL DE UNIFORMIDAD</b>
<b>Estabilidad</b>	Tendencia un poco errática al inicio del período de análisis (enero), con valores sobre rango de tolerancia, pero tiende a mejorarse el cumplimiento de los rangos de tolerancia posteriormente (febrero).	Satisfactoria
<b>Vacios</b>	No hay cambios de tendencia definidos. Los valores de la verificación de calidad son, en muchos casos, mayores que el límite superior de tolerancia.	Satisfactoria, aunque puede mejorarse (*)
<b>Polvo / asfalto</b>	No hay cambios de tendencia definidos. Tendencia a ubicarse cerca del límite superior de tolerancia.	Satisfactoria (*)
<b>Porcentaje de agregado pasando malla No. 4</b>	Variable, se sale del rango de tolerancia, generalmente por abajo.	Debe mejorarse



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

PARAMETRO	TENDENCIA HISTORICA	NIVEL DE UNIFORMIDAD
Porcentaje de agregado pasando malla No. 50	Bastante estable, pero con valores inferiores al nivel de tolerancia inferior.	Satisfactoria (*)
Porcentaje de agregado pasando malla No. 200	Bastante estable, con cumplimiento de la fórmula de trabajo.	Satisfactoria (*)
Contenido de asfalto	Tendencia a caer bajo el límite inferior tolerable.	Aceptable. Puede mejorarse.

**(\*) Supera los mejores estándares de uniformidad de la primera etapa del PMR (1997 - 1998).**

#### IV - COMENTARIOS

La producción de mezcla asfáltica presenta una uniformidad considerable, a pesar de que existen algunas desviaciones respecto a la fórmula de trabajo.

Se ha apreciado que la malla No. 50 presenta un porcentaje pasando bastante uniforme, pero en la gran mayoría de los casos cae por debajo del límite inferior de tolerancia. Adicionalmente se ha notado que la malla No. 4 ha presentado un comportamiento menos uniforme que los otros tamices evaluados, presentando una importante dispersión histórica, con valores bajo el límite inferior de tolerancia. Conviene considerar la posibilidad de verificar la uniformidad de las fuentes de agregado y definir si realmente se puede cumplir con los rangos especificados para las mallas No. 4 y No. 50, en cuyo caso debería incorporarse un agregado de apilamiento adicional.

En cuanto a contenido de asfalto, se han dado valores bajo el límite inferior de tolerancia, a pesar de que la uniformidad es considerada como aceptable. De manera que amerita una cuidadosa verificación de la fórmula de trabajo empleada en la planta.

La aparente reducción del contenido de asfalto aplicado en planta, respecto a la fórmula de trabajo, es consistente con la tendencia de la curva granulométrica a presentar material más grueso (menores porcentajes pasando las mallas No. 4 y No. 50).



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

**LANAMME**

Se nota un posible impacto, de la producción de mezcla con granulometría más gruesa y un menor contenido de asfalto, en el contenido de vacíos de la mezcla, una vez compactada de acuerdo con el procedimiento Marshall. El contenido de vacíos tiende a ser elevado, saliéndose no sólo del rango de tolerancia, sino que también del rango de especificación.

La única prueba de durabilidad realizada fue satisfactoria. Se obtuvo una resistencia a la compresión uniaxial retenida del 80 %, pero, dada su poca significancia estadística, se realizarán pruebas de verificación adicionales en el futuro.

Se recomienda un cuidadoso monitoreo, a partir de los ensayos de control de calidad, del porcentaje de agregado pasando las mallas No. 4 y No. 50. En caso de que se siga dando la tendencia a experimentar valores fuera del rango de tolerancia y/o especificación, se recomienda la evaluación cuidadosa de las fuentes de agregado y/o tipo de agregado de apilamiento. El control del contenido de asfalto se considera de gran importancia, pero pierde vigencia ante la eventual variación de la granulometría de la fórmula de trabajo.

## **VI – ESTUDIOS DE LABORATORIO PARALELOS**

Se están realizando estudios particulares para evaluar los siguientes aspectos:

- Efecto del contenido de ceniza y agua en el ligante asfáltico sobre el contenido de asfalto medido en el laboratorio. Es importante considerar que la planta dosifica el asfalto por peso, incluyendo el contenido de ceniza y agua que pueda contener; la prueba de laboratorio siempre excluye el contenido de ceniza y agua en el porcentaje de asfalto calculado.
- Efecto de la dispersión de la mezcla asfáltica por carga de vagoneta. A pesar de que se muestrean varias posiciones de vagoneta, es importante cuantificar cual puede ser la dispersión entre resultados de ensayos de laboratorio para diferentes posiciones de una misma vagoneta. La causa de tal dispersión puede ser el efecto de segregación de la mezcla, que es controlable, pero no se puede descartar totalmente.
- Efecto del recalentamiento en laboratorio de la mezcla asfáltica muestreada en planta, sobre los parámetros Marshall.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

## **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO:**

**Informe de verificación de la calidad de la mezcla  
asfáltica producida por la planta Pedregal Nicoya.**

**Anexo I: Análisis de uniformidad**

**Período de análisis: 9 de enero al 5 de marzo de 1999.**

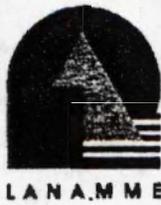
<b>PERIODO DE ANALISIS</b>	<b>ENERO A MARZO 99</b>
----------------------------	-----------------------------

La uniformidad se evalúa con base en la variabilidad de resultados para los distintos parámetros analizados, por medio de la desviación estándar (parámetro estadístico de medición de dispersión). El análisis de uniformidad es independiente del cumplimiento de la fórmula de trabajo.

Parámetro	Datos medidos en el PMR durante 1997-1998		Datos característicos en Estados Unidos según la AASHTO-93			Datos planta para el período en mención		Unidades
	más bajo	más alto	bajo	medio	alto	LANAMME	PEDREGAL NICOYA	
vacíos	1.6	2.5	0.8	1.0	1.4	1.4	No disponible	%
polvo / asfalto	0.15	0.4	No disponible	No disponible	No disponible	0.14	No disponible	-
Estabilidad Marshall (kg)	170	330	200	300	400	192	No disponible	kg
porcentaje asfalto por peso de mezcla	0.39	0.84	0.10	0.25	0.40	0.44	No disponible	%
porcentaje agregado pasando malla No. 4	4.3	12.8	3.2	3.8	4.2	7.6	No disponible	%
porcentaje agregado pasando malla No. 50	1.6	3.3	1.3	1.5	1.7	1.0	No disponible	%
porcentaje agregado pasando malla No. 200	1.3	3.3	0.8	0.9	1.0	0.7	No disponible	%

**Notas:**

- (1) Se presentan en estilo sombreado las categorías de uniformidad características de Estados Unidos que aplican para la planta nacional evaluada, a partir de los resultados de la verificación de la calidad.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

## **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO:**

**Informe de verificación de la calidad de la mezcla  
asfáltica producida por la planta Pedregal Nicoya.**

**Anexo II: Base de datos**

**Período de análisis: 9 de enero al 5 de marzo de 1999.**



**Diseño de mezcla vigente.**  
**27-Jan-99**

		Valor diseño	Tolerancia / Especificación	955	950	951	949
<b>Muestra No.</b>							
<b>Planta</b>				<b>NICOYA</b>	<b>NICOYA</b>	<b>NICOYA</b>	<b>NICOYA</b>
<b>Fecha</b>				<b>9/1/99</b>	<b>10/1/99</b>	<b>10/1/99</b>	<b>12/1/99</b>
<b>Material</b>				<b>Mezcla Planta</b>	<b>Mezcla Planta</b>	<b>Mezcla Planta</b>	<b>Mezcla Planta</b>
	<b>UNIDADES</b>						
Estabilidad	Kg	1940	1140 - 1840	1582	1299	1658	1841
Flujo	(1/100)cm	25.8	29.4 - 40	23	22	22	28
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	864	291 - 436	688	590	754	658
Gravedad específica máxima teorica				2512	2512	2512	2490
Densidad	%	2400		2330	2366	2308	2355
Vacios en la mezcla	%	4	3.5 - 4.5	7.3	5.8	8.1	5.4
V.A.M.	%	14.6		15	-	-	14
V.F.A.	%	74		51	-	-	61
Resistencia Retenida	%	89	75 - 100	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%			-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa		82.1	-	-	-	61
Relación Polvo / Asfalto	%	1.11	0.89 - 1.3	1.35	-	-	1.32
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.2	4.7 - 5.7	4.51	-	-	4.56
Contenido asf. sobre agregado	%	5.5	5.6	4.72	-	-	4.82
Contenido de ceniza	%			0.04	-	-	-
Contenido de agua	%			-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	%		151 - 155	148	150	150	148
<b>Agregado (Agregado)</b>							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	-	-	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	-	-	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	88	83 - 90	89	-	-	86
Malla N° 4	%	68	64 - 62	58	-	-	50
Malla N° 8	%	38	32 - 40	34	-	-	30
Malla N° 50	%	10	10 - 14	9.3	-	-	9.5
Malla N° 200	%	5.5	3.5 - 7.5	6.1	-	-	6



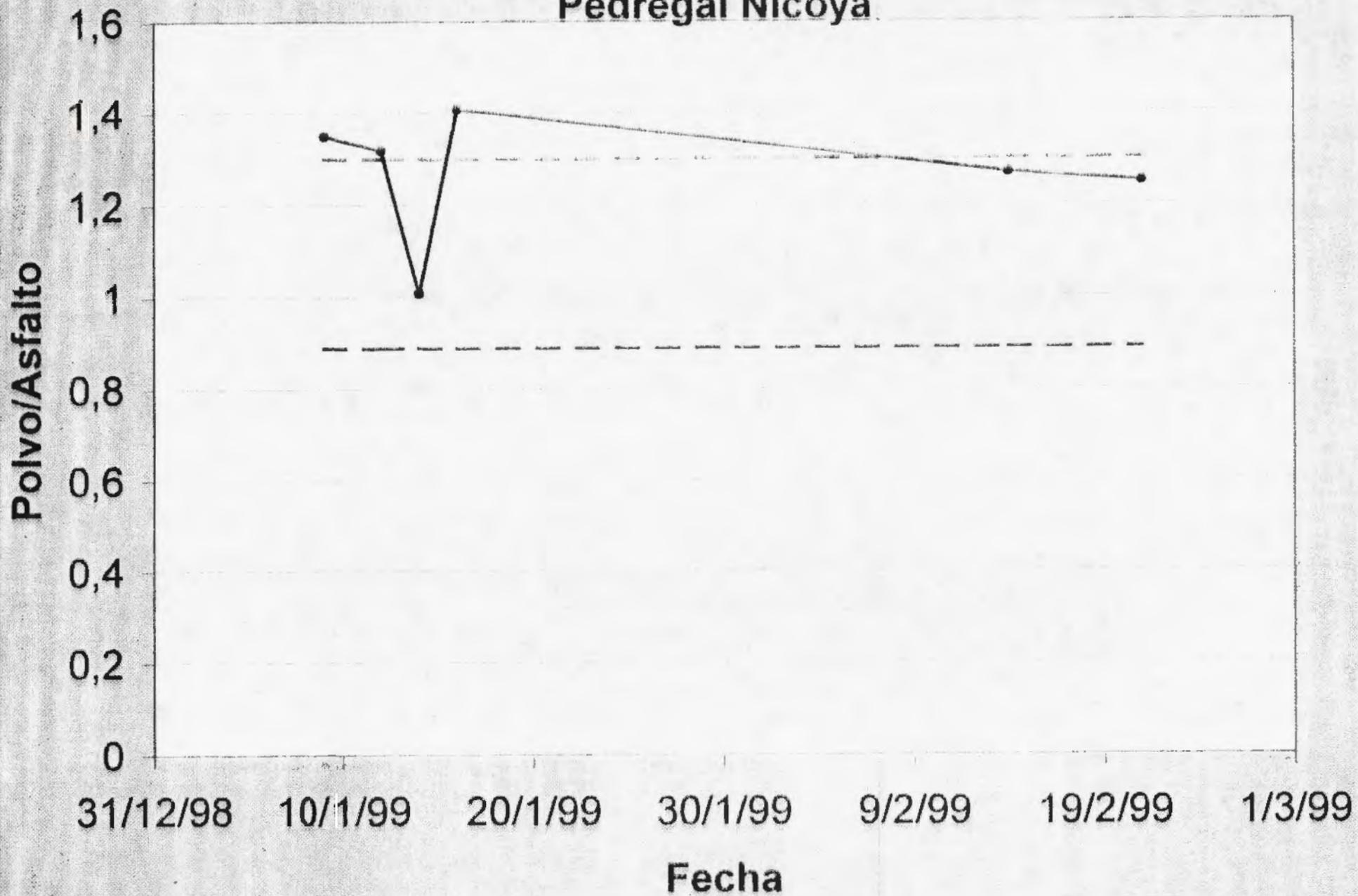
**Diseño de mezcla vigente**  
27-Jan-99

Valor diseño	Tolerancia / Especificación
--------------	-----------------------------

Muestra No.			952	954	1084	1085	1071
Planta			NICOYA	NICOYA	NICOYA	NICOYA	NICOYA
Fecha			14/1/99	16/1/99	25/1/99	29/1/99	8/2/99
Material			Mezcla Planta				
	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1340	1232	1668	1365	1566	1539
Flujo	(1/100)cm	36.8	25	24	20	20	24
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	364	493	695	683	783	641
Gravedad específica máxima teorica			2474	2491	2496	2504	2499
Densidad	%	2400	2371	2379	2358	2412	2414
Vacios en la mezcla	%	4	4.2	4.5	5.5	3.7	3.4
V.A.M.	%	14.6	14	13	-	-	-
V.F.A.	%	72	70	67	-	-	-
Resistencia Retenida	%	89	80	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%		-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa		59	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	1.11	1.01	1.41	-	-	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	5.2	5.4	5.02	-	-	-
Contenido asf. sobre agregado	%	5.5	5.71	5.28	-	-	-
Contenido de ceniza	%		0.04	0.07	-	-	-
Contenido de agua	%		-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	%		-	-	150	-	150
<b>Agregados (% pasando)</b>							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100	100	100	-	-	-
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100	100	100	-	-	-
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	88	85	90	-	-	-
Malla N° 4	%	58	50	63	-	-	-
Malla N° 8	%	36	33	40	-	-	-
Malla N° 50	%	10	9.1	11.5	-	-	-
Malla N° 200	%	5.5	5.5	7.1	-	-	-

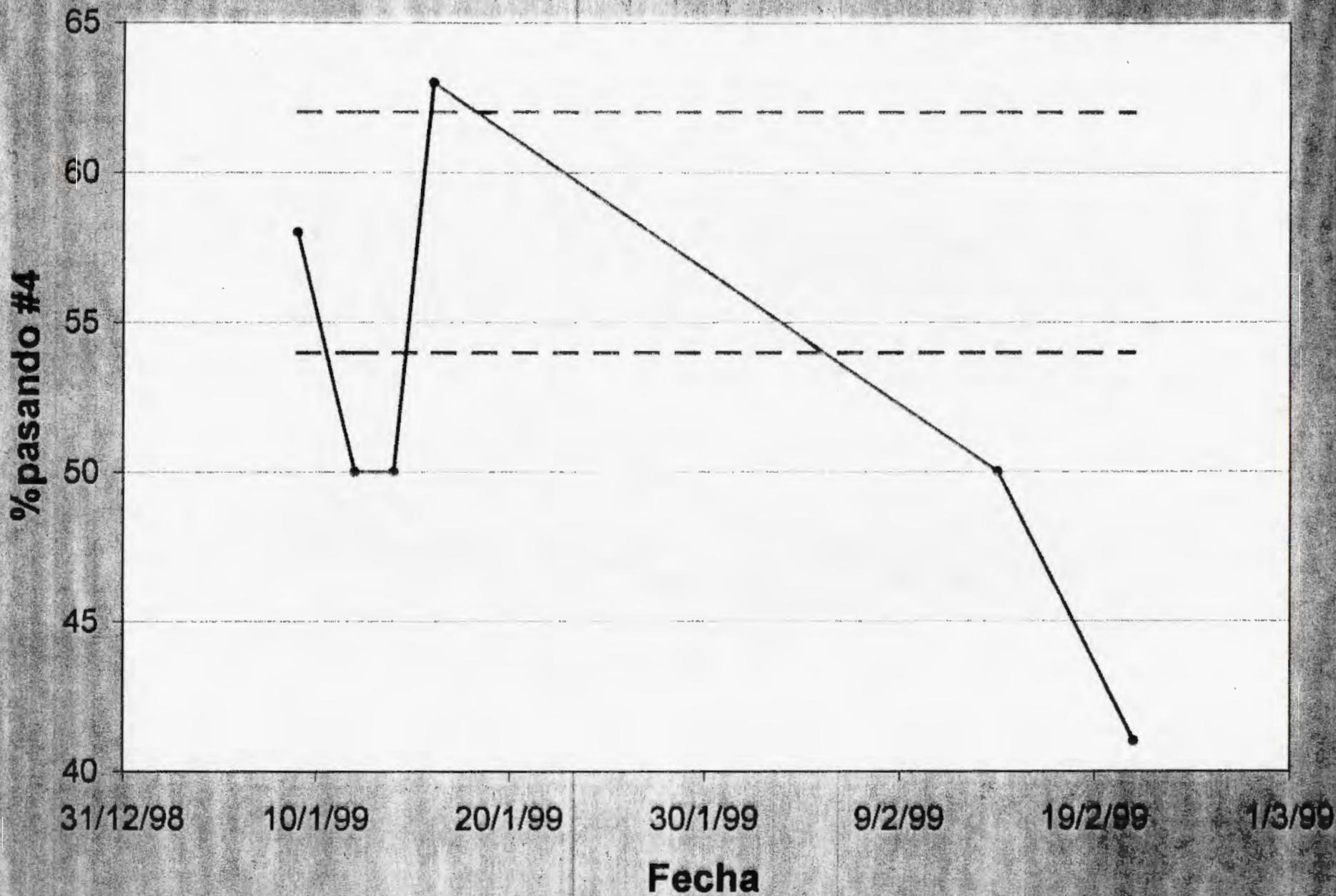


# Seguimiento Histórico de Relación Polvo/Asfalto Pedregal Nicoya



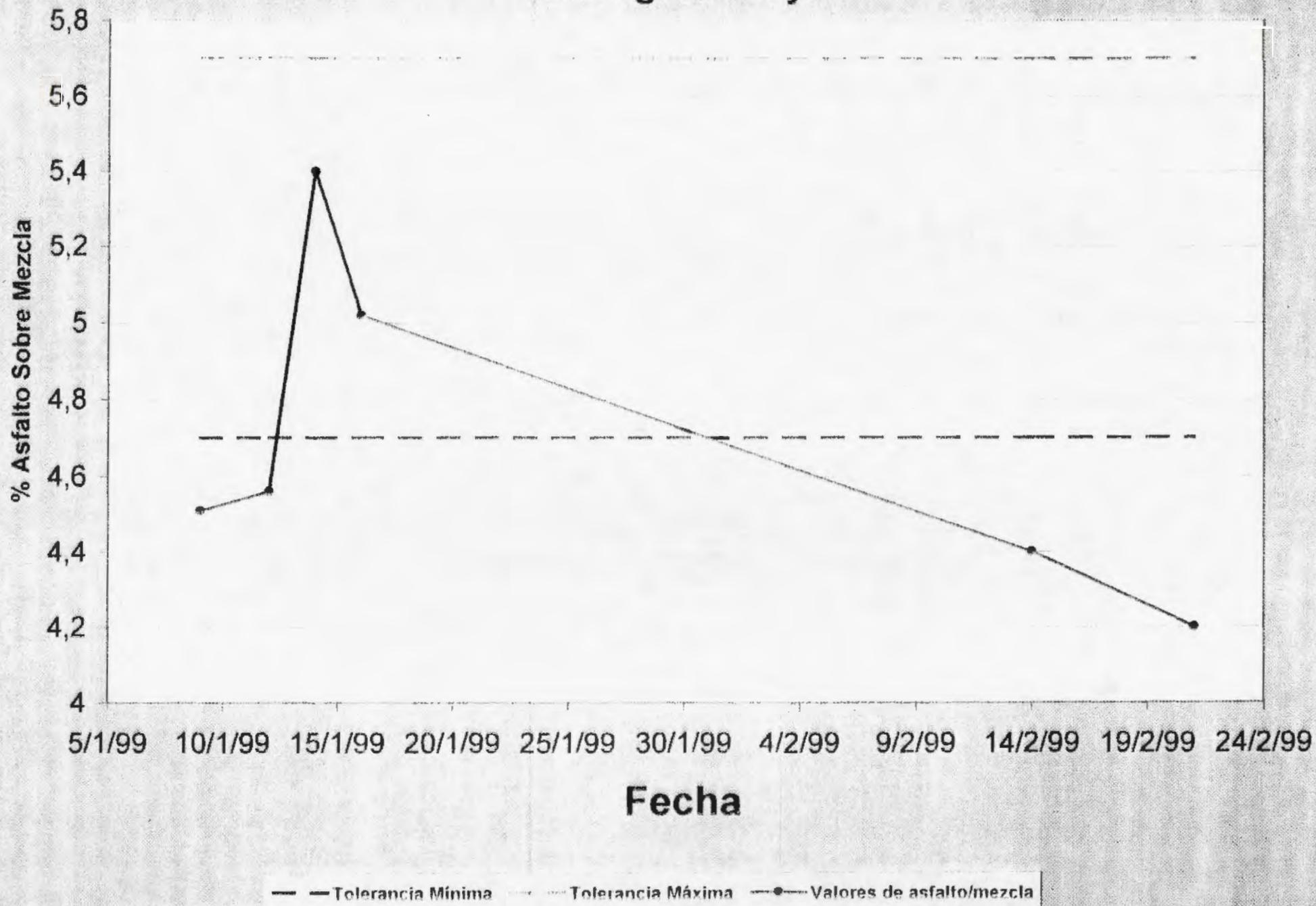
— — Tolerancia Mínima    ..... Tolerancia Máxima    —●— Valores de Polvo/Asfalto

# Seguimiento Histórico de % pasando malla #4

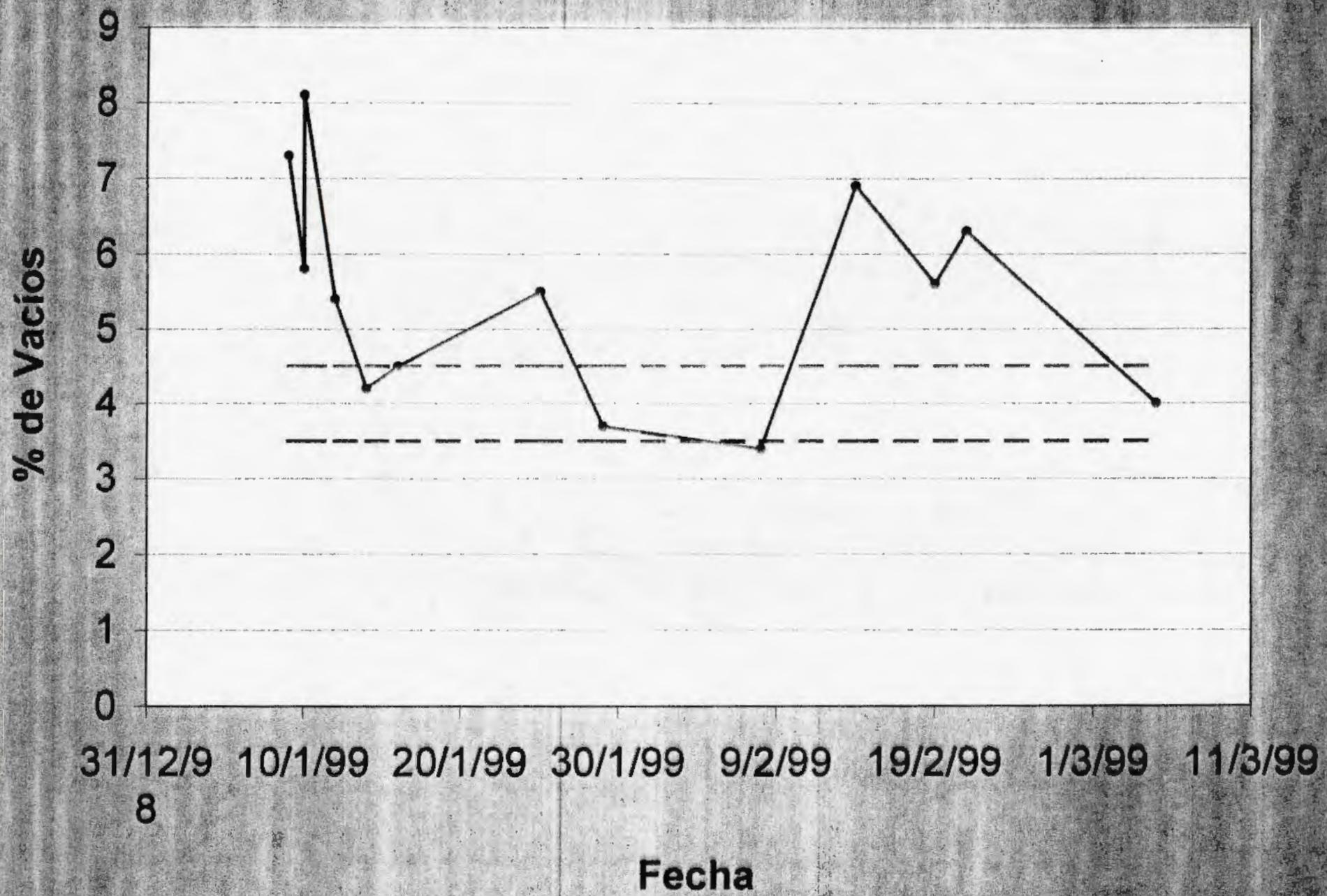


— — Tolerancia Mínima    - · - Tolerancia Máxima    —●— % pasando #4

# Seguimiento Histórico de % Asfalto sobre Mezcla Pedregal Nicoya

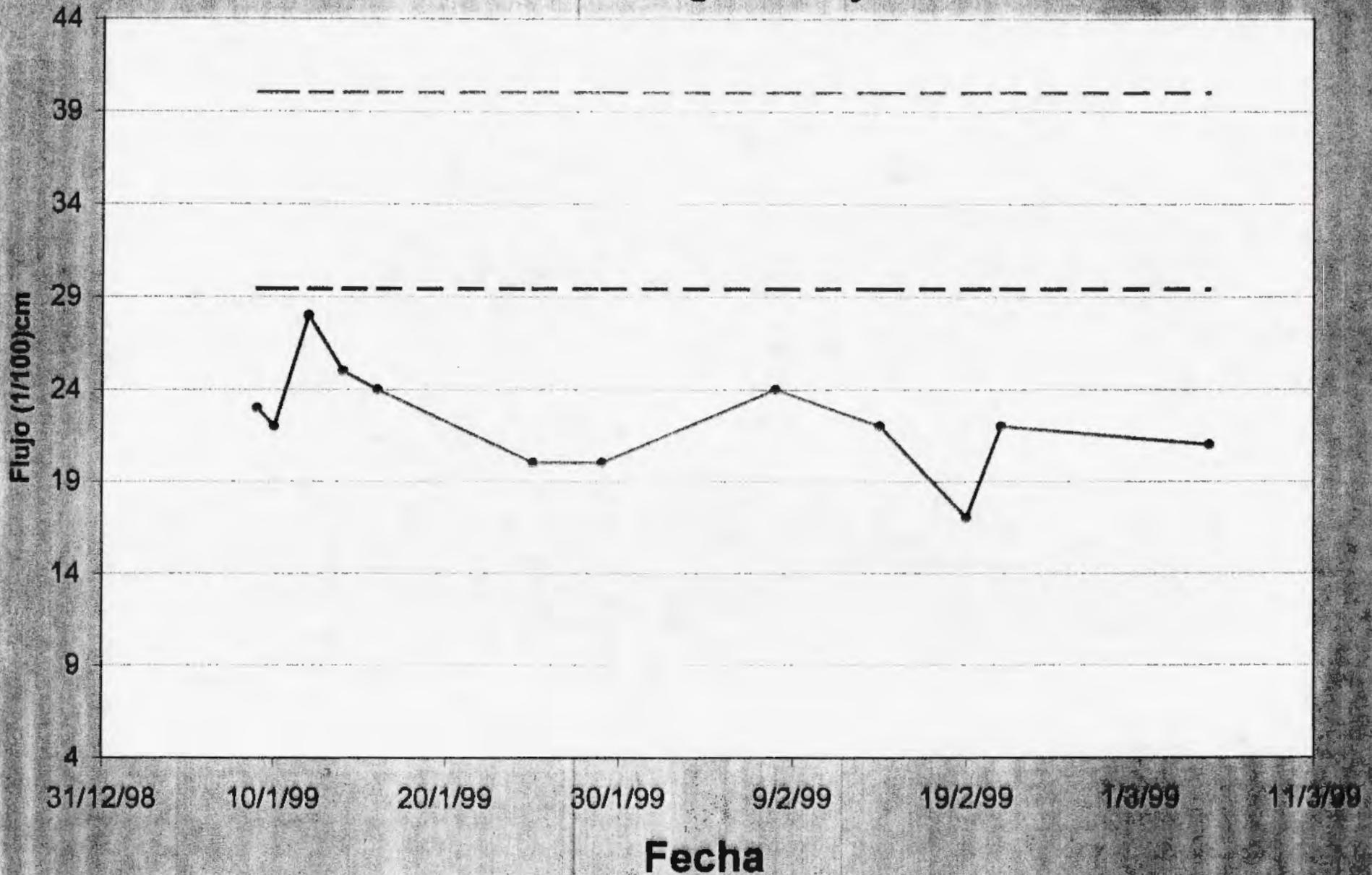


# Seguimiento Histórico de % de Vacíos Pedregal Nicoya



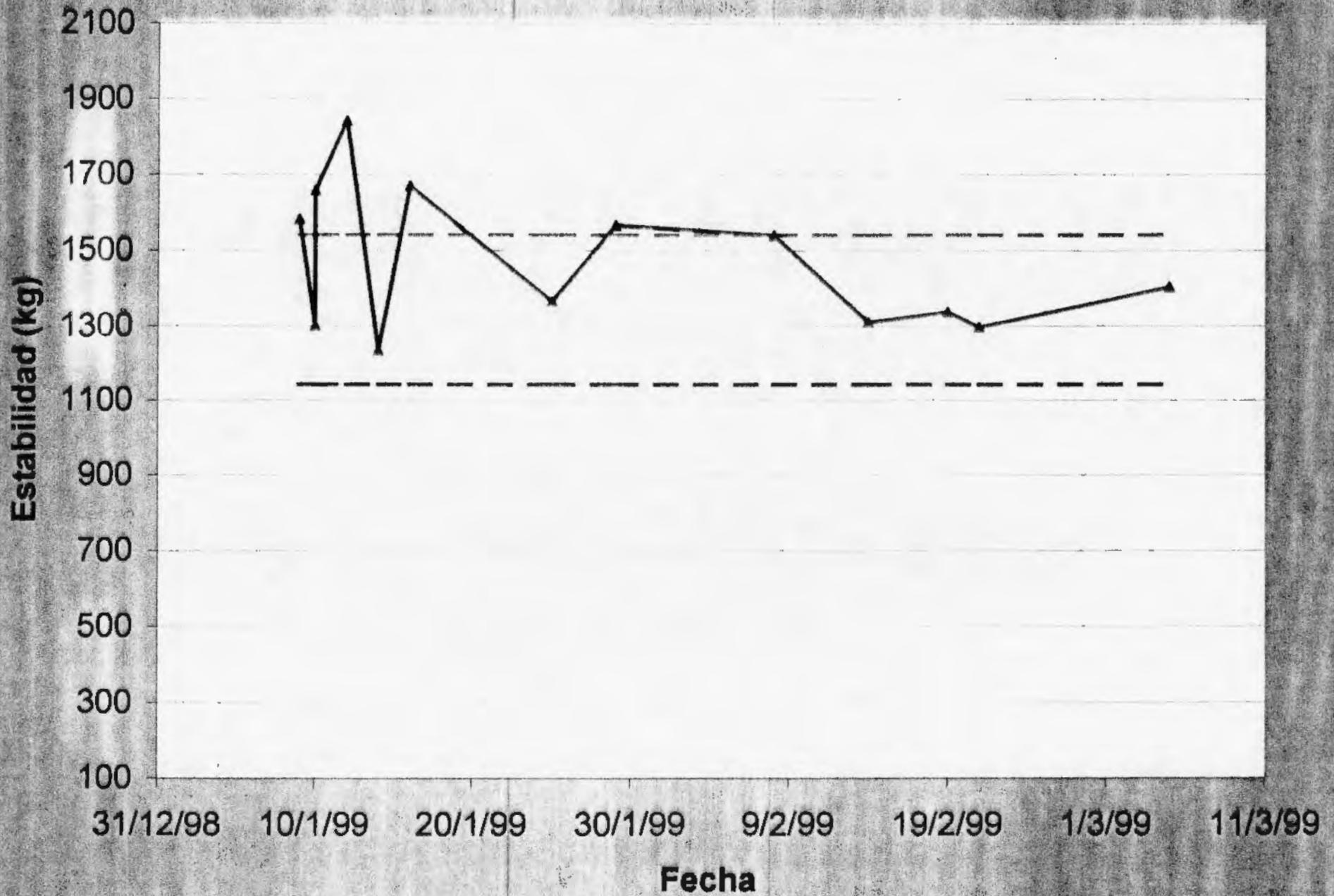
— — Tolerancia Mínima    — — Tolerancia Máxima    —●— Valores de % de vacíos

# Seguimiento Histórico de Flujo Pedregal Nicoya



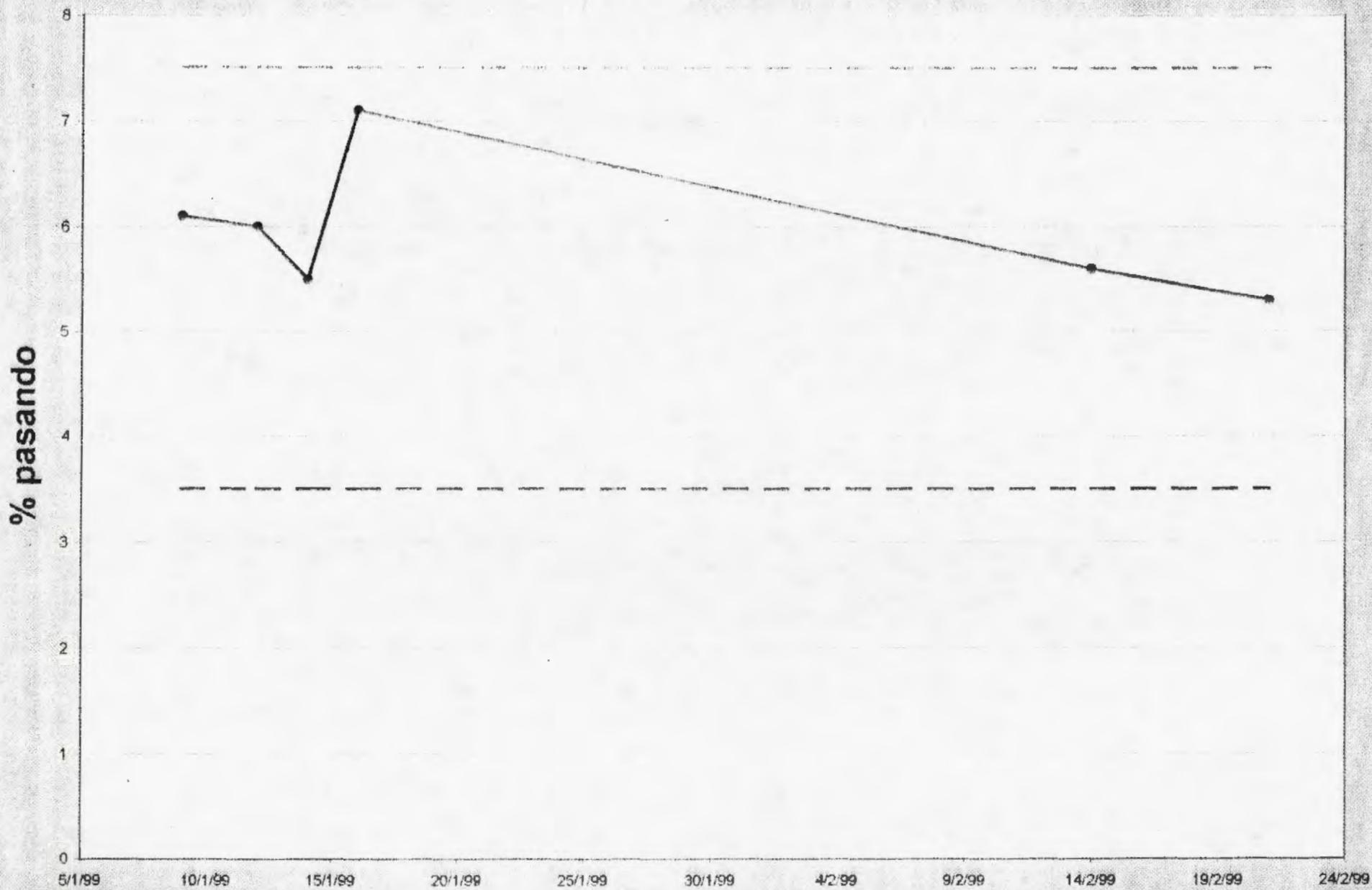
— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    —●— Valores de flujo

# Gráfico de Tendencia Histórica Estabilidad Pedregal Nicoya



— — Tolerancia Superior    — — Tolerancia Inferior    —◆— Valores de estabilidad

# Seguimiento Histórico de % pasando #200 Pedregal Nicoya



— — Tolerancia Mínima    - - - Tolerancia Máxima    ● — %pasando #200

**CAPITULO 3**

**VERIFICACION DE COMPACTACION EN SITIO**

### **3. VERIFICACION DE COMPACTACION EN SITIO**

#### **3.1 Presentación**

Este informe parcial de avance incluye las verificaciones de compactación en sitio realizadas en los proyectos de mantenimiento rutinario de carreteras entre el 1 de junio y el 20 de julio de 1999.

La labor de verificación se realiza tomando lecturas de densidad y núcleos en un tramo aleatorio del trabajo del último periodo de cada proyecto. Se procura un tramo plano y nivelado para realizar esta verificación. No se pueden verificar baches pequeños ni carpetas de menos de 3 cm de espesor. Se obtienen datos de densidad en 17 o más puntos y 7 núcleos de calibración para establecer un valor promedio y desviación estándar confiable para el tramo verificado. No se han verificado las secciones de prueba de compactación porque no se informa ni se ha observado que se estén realizando conforme se solicitó en el cartel para cada semana.

Los operadores de compactación de las empresas deberían hacer secciones de prueba regularmente para saber cómo llevar la mezcla a la densidad adecuada. Una compactación insuficiente permite la entrada de aire y agua y reduce la durabilidad de la misma. Una compactación exagerada propicia la exhudación del mastic asfáltico y las deformaciones térmicas de la mezcla. La clave es mantener uniformidad de compactación en todo el tramo y un nivel de vacíos de 3-4%.

En este periodo se han presentado cambios de diseños o fórmula de mezcla en planta que han hecho variar los valores de la densidad Marshall y Máxima Teórica de la mezcla asfáltica. El primer valor sirve de referencia para calcular el grado de compactación y debe ser conocido para calcular este parámetro con precisión. Los tramos donde se verificó la compactación tienen la fecha de muestreo y la ubicación precisa para que el ingeniero de proyecto corrobore cuál es la mezcla colocada en la sección verificada.

Existen varios proyectos donde se han usado mezclas de diversas plantas en periodos cortos de tiempo (días y horas). En estos tramos, no es totalmente conocido cuál es el origen de la mezcla que fue colocada en cada bache o tramo. Puede haber baches contiguos con mezclas de distinta planta de producción, y por lo tanto, su grado de compactación debería ser calculado con una densidad de referencia diferente.

La verificación de compactación en sitio requiere del dato diario de densidad Marshall obtenido del trabajo de control del laboratorio propio de mezclas que debería ubicarse en las plantas de producción. No se podrá contar con una elevada precisión en la verificación de compactación hasta que las plantas cumplan con el requisito del CR-77, sección 401.12, de tener un laboratorio propio para control diario de su producción. Una planta no puede recibir una certificación de funcionamiento si no cuenta con este requisito.

En las dos páginas siguientes se presenta el resumen general de resultados de compactación en los proyectos visitados. En este resumen se presenta el valor promedio de densidad calibrada y su desviación estándar y coeficiente de variación. Cuanto menor sea el coeficiente de variación menor es la dispersión de la compactación en sitio. En las páginas subsiguientes se presentan los datos particulares para cada tramo de proyecto y un esquema de ubicación de los tramos verificados por Lanamme.

**INSERTO No. 3.1**

**Resultados de las pruebas realizadas**



**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>123</u>	Fecha: <u>3-Jun-99</u>
Nombre de la ruta: <u>San Joaquín - Santa Bárbara</u>	Hora: <u>10:00 AM</u>
Sección de control: <u>40300</u>	Densímetro: <u>2031</u>
Contratista: <u>M y S</u>	Licitación #: <u>47-98</u>
Tramo de verificación	Zona #: <u>7.1</u>
Estación inicial: <u>25m Sur de placa amarilla CEC 36-0</u>	
Estación final: <u>1+900</u>	
Sentido: <u>San Joaquín - Santa Bárbara</u>	
Esesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm): <u>&gt; 7.0</u>	
Profundidad de medición (cm): <u>5.0</u>	Tiempo lectura: <u>30 segundos</u>
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2363</u>	No. lecturas: <u>4</u>
Uso de arena: <u>SI</u>	

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+000	1	2074	2219	9.5	2219	93.9
0+025	2	2034			2228	94.3
0+030	3	2020			2212	93.6
0+050	4	2118	2274	9.0	2274	96.2
0+060	5	2052			2247	95.1
0+320	6	2089			2288	96.8
0+300	7	2002			2193	92.8
0+305	8	2094	2257	12.0	2257	95.5
0+350	9	2086			2285	96.7
0+700	10	2089	2261	11.0	2261	95.7
0+740	11	2140			2344	99.2
1+400	12	1897	2131	8.5	2131	90.2
1+500	13	2066			2263	95.8
1+510	14	2047	2239	10.0	2239	94.8
1+600	15	2047			2242	94.9
1+900	16	1969	2256	8.0	2256	95.5
	<b>Promedio</b>	2052	2234	9.7	2246	95.1
	<b>Desv. Std.</b>	59.58	48.65	1.41	46.66	1.97
	<b>Máximo</b>	2140	2274	12.0	2344	99
	<b>Mínimo</b>	1897	2131	8.0	2131	90

**Descripción del tramo verificado :**

Los baches encontrados no son baches muy grandes y se ven bien terminados.

No se apreció escombros en las orillas.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b>	226	<b>Fecha:</b>	7-Jun-99
<b>Nombre de la ruta:</b>	San Pablo - San Cristóbal	<b>Hora:</b>	10:30 AM
<b>Sección de control:</b>	10152	<b>Densímetro:</b>	1870
<b>Contratista:</b>	Meco	<b>Licitación #:</b>	-
<b>Tramo de verificación</b>		<b>Zona #:</b>	1-3
<b>Estación inicial:</b>	Cruce Frailes - San Pablo		
<b>Estación final:</b>	4+205		
<b>Sentido:</b>	Frailes - San Pablo		
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b>	3		
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	2.5 cm	<b>Tiempo lectura:</b>	0.5 minutos
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b>	2268	<b>No. lecturas:</b>	4
<b>Uso de arena:</b>	SI		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
1+100	1	2086	2224	2.5	2224	98.1
1+110	2	2140	2236	4.0	2236	98.6
1+300	3	2110	2224	5.0	2224	98.1
1+350	4	2023	2166	5.5	2166	95.5
3+000	5	2146	2243	4.0	2243	98.9
4+000	6	2007	2120	3.0	2120	93.5
4+010	7	2233	2314	5.5	2314	102.0
4+200	8	2116			2231	98.4
4+205	9	2169	2302	6.0	2302	101.5
	<b>Promedio</b>	2114	2229	4.4	2229	98.3
	<b>Desv. Std.</b>	70.19	64.03	1.27	59.90	2.64
	<b>Máximo</b>	2233	2314	6.0	2314	102
	<b>Mínimo</b>	2007	2120	2.5	2120	93

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan "carpetillas" de poco espesor. Son de varios tamaños aunque generalmente son grandes y visualmente se confirman que son de poco espesor en su mayoría.  
Algunas están colocadas sobre curvas y pendientes, y en algunas se observa la mezcla poco uniforme y segregada.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>141</u>	Fecha: <u>10-Jun-99</u>	
Nombre de la ruta: <u>El Muro - Río Espina</u>	Hora: <u>10:30 AM</u>	
Sección de control: <u>20600</u>	Densímetro: <u>2031</u>	
Contratista: <u>Meco</u>	Licitación #: <u>32-98</u>	
Tramo de verificación	Zona #: <u>2.2 (Oeste)</u>	
Estación inicial: <u>Km 3+400</u>		
Estación final: <u>0+520</u>		
Sentido: <u>Río Espina - El Muro</u>		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm): <u>&gt; 15cm</u>		
Profundidad de medición (cm): <u>6.0</u>	Tiempo lectura: <u>30 segundos</u>	
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2258</u>	No. lecturas: <u>4</u>	
Uso de arena: <u>SI</u>		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+000	1	2034			2239	99.1
0+010	2	2068			2276	100.8
0+020	3	2052	2217	18.0	2217	98.2
0+030	4	2005			2207	97.7
0+040	5	2025			2229	96.7
0+050	6	2156	2343	8.0	2343	103.8
0+060	7	2015			2218	98.2
0+300	8	2076	2232	7.0	2232	98.8
0+310	9	2098			2309	102.3
0+325	10	2094			2305	102.1
0+360	11	2100			2311	102.4
0+370	12	1963	2182	17.0	2182	96.6
0+380	13	1910			2102	93.1
0+430	14	1975			2174	96.3
0+440	15	2118	2293	25.0	2293	101.6
0+460	16	2047			2253	99.8
0+510	17	1945	2271	8.0	2271	100.6
0+520	18	2015			2218	98.2
<b>Promedio</b>		2039	2256	13.8	2243	99.3
<b>Desv. Std.</b>		64.39	57.85	7.31	59.04	2.61
<b>Máximo</b>		2156	2343	25.0	2343	103.8
<b>Mínimo</b>		1910	2182	7.0	2102	93.1

**Descripción del tramo verificado :** Los núcleos menores a 10cm es porque se desligaron de la otra capa.

---



---



---

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>3</u>	Fecha: <u>8-Jun-98</u>	
Nombre de la ruta: <u>Manolos - La Garita</u>	Hora: <u>10:30 AM</u>	
Sección de control: <u>20081</u>	Densímetro: <u>2031</u>	
Contratista: <u>M y S</u>	Licitación #: <u>30-98</u>	
Tramo de verificación	Zona #: <u>2.1</u>	
Estación inicial: <u>La Casa Restaurant</u>		
Estación final: <u>0+350</u>		
Sentido: <u>La Garita - Manolos</u>		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm): <u>&gt; 7.0</u>		
Profundidad de medición (cm): <u>50</u>	Tiempo lectura: <u>30 segundos</u>	
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2363</u>	No. lecturas: <u>4</u>	
Uso de arena: <u>Si</u>		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+000	1	2044			2233	94.5
0+005	2	2056	2245	8.0	2245	95.0
0+005	3	2020			2207	93.4
0+030	4	1994			2179	92.2
0+035	5	2110	2247	6.5	2247	95.1
0+100	6	1932			2111	90.0
0+105	7	1983	2222	9.5	2222	94.0
0+130	8	2070	2234	9.0	2234	94.5
0+140	9	1964			2146	90.8
0+145	10	2037			2226	94.2
0+160	11	2009			2195	92.9
0+165	12	2057	2247	6.5	2247	95.1
0+180	13	2029			2217	93.8
0+220	14	2089			2282	96.6
0+225	15	1967	2199	3.0	2199	93.1
0+335	16	2000			2185	92.5
0+345	17	2026			2214	93.7
0+350	18	1949	2157	6.0	2157	91.3
<b>Promedio</b>		2019	2222	6.9	2208	93.5
<b>Desv. Std.</b>		48.67	33.36	2.19	41.59	1.67
<b>Máximo</b>		2110	2247	9.5	2282	96.6
<b>Mínimo</b>		1932	2157	3.0	2111	90.0

**Descripción del tramo verificado :** En el momento de la visita se estaba trabajando en una capa de 3cm.  
**Los baches muestreados si tienen espesores grandes.**

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>105</u>	Fecha: <u>10-Jun-99</u>	
Nombre de la ruta: <u>El Llano - San Josecito</u>	Hora: <u>11:20 AM</u>	
Sección de control: <u>10302</u>	Densímetro: <u>1870</u>	
Contratista: <u>M y S</u>	Licitación #: <u>25-98</u>	
Tramo de verificación	Zona #: <u>1-1 &lt;10000</u>	
Estación inicial: <u>Mirador San José</u>		
Estación final: <u>1+030</u>		
Sentido: <u>El Llano - Alajuelita</u>		
Esesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm): <u>8</u>		
Profundidad de medición (cm): <u>5.0</u>	Tiempo lectura: <u>0.5 minutos</u>	
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2258</u>	No. lecturas: <u>4</u>	
Uso de arena: <u>Si</u>		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+000	1	2199	2222	8.0	2222	98
0+030	2	1986	2089	10.0	2089	93
0+050	3	2054			2138	95
0+120	4	2071	2147	12.0	2147	95
0+140	5	2138			2226	99
0+160	6	2092			2178	96
0+380	7	2044	2144	7.0	2144	95
0+400	8	2238			2330	103
0+410	9	2142			2230	99
0+500	10	2132	2249	9.0	2249	100
0+520	11	2140			2228	99
0+530	12	2130			2217	98
0+800	13	2045	2126	12.0	2126	94
0+820	14	2153			2241	99
0+830	15	2244			2336	103
1+000	16	2196	2295	9.0	2295	102
1+020	17	2185			2275	101
1+030	18	2187			2277	101
	<b>Promedio</b>	2132	2182	9.6	2219	98
	<b>Desv. Std.</b>	71.49	74.51	1.90	70.49	3.12
	<b>Máximo</b>	2244	2295	12.0	2336	103
	<b>Mínimo</b>	1986	2089	7.0	2089	93

**Descripción del tramo verificado :** Esta ruta se caracteriza por tener baches de gran longitud, ubicados en su mayoría en zonas de pendiente y curva. En algunas zonas de dichos baches se aprecian segregaciones debido al acabado superficial existente.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>36</u>	Fecha: <u>9-Jun-99</u>
Nombre de la ruta: <u>Río Banano - Penschurt</u>	Hora: <u>11:30 AM</u>
Sección de control: <u>70040</u>	Densímetro: <u>1870</u>
Contratista: <u>Comesa</u>	Licitación #: <u>38-98</u>
Tramo de verificación	Zona #: <u>4-1</u>
Estación inicial: <u>15+200</u>	
Estación final: <u>13+618</u>	
Sentido: <u>Penschurt - Río Banano</u>	
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm): <u>10</u>	
Profundidad de medición (cm): <u>8.0</u>	Tiempo lectura: <u>0.5 minutos</u>
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2317</u>	No. lecturas: <u>4</u>
Uso de arena: <u>SI</u>	

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
15+160	1	2126	2258	14.0	2258	97
15+145	2	2169			2238	97
15+120	3	2185			2255	97
15+075	4	2164	2225	13.0	2225	96
14+970	5	2158			2227	96
14+960	6	2154			2223	96
14+920	7	2284	2312	10.0	2312	100
14+775	8	2199			2269	98
14+765	9	2128			2196	95
14+320	10	2236			2307	100
14+315	11	2183	2308	10.0	2308	100
14+300	12	2193			2263	98
14+240	13	2241	2280	11.0	2280	98
14+250	14	2247			2319	100
13+870	15	2162	2210	13.0	2210	95
13+635	16	2178	2231	13.0	2231	96
13+620	17	2262			2334	101
13+618	18	2162			2231	96
<b>Promedio</b>		2191	2261	12.0	2260	98
<b>Desv. Std.</b>		45.52	40.78	1.63	41.44	1.79
<b>Máximo</b>		2284	2312	14.0	2334	101
<b>Mínimo</b>		2126	2210	10.0	2196	95

**Descripción del tramo verificado :** Se denota principalmente baches de alto espesor (mayor a 8 cm).

Este informe está calculado según el estacionamiento del Inspector del proyecto, y con la densidad del diseño Marshall de Comesa, por lo tanto recomendamos al Ingeniero de Proyecto chequear que las compactaciones tomadas correspondan con el estacionamiento para la mezcla de Comesa.



**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>1</u>		Fecha:	<u>15-Jun-99</u>
Nombre de la ruta:	<u>Río Lagarto - La Irma</u>	Hora:	<u>10:30 AM</u>
Sección de control:	<u>50000</u>	Densímetro:	<u>-</u>
Contratista:	<u>Acosol</u>	Licitación #:	<u>37-98</u>
Tramo de verificación		Zona #:	<u>3.3</u>
Estación inicial:	<u>600 m hacia San José del Río Congo</u>		
Estación final:	<u>1+500</u>		
Sentido:	<u>San José - Guanacaste</u>		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):	<u>&gt; 4.0</u>		
Profundidad de medición (cm):	<u>NA</u>	Tiempo lectura:	<u>NA</u>
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ):	<u>2400</u>	No. lecturas:	<u>NA</u>
Uso de arena:	<u>NA</u>		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+000	1	-	2316	5.5	2316	96.5
0+075	2	-	2328	4.0	2328	97.0
0+150	3	-	2345	6.5	2345	97.7
0+350	4	-	2315	8.0	2315	96.5
0+700	5	-	2314	7.0	2314	96.4
1+500	6	-	2355	4.5	2355	98.1
Promedio		-	2329	5.9	2329	97.0
Desv. Std.		-	17.45	1.53	17.45	0.73
Máximo		-	2355	8.0	2355	98.1
Mínimo		-	2314	4.0	2314	96.4

**Descripción del tramo verificado :** Ese día de la visita, llegó mezcla de Pedregal de Belén. Se estaba rabajando con cargador porque la niveladora estaba mala. La mezcla se veía cargada de asfalto según los inspectores.

El finisher estaba varado.

El trabajo que se realizaba es una sobrecapa a todo lo ancho de la carretera.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta # <u>160</u>	Fecha: <u>16-Jun-99</u>	
Nombre de la ruta: <u>27 de Abril - Santa Cruz</u>	Hora: <u>9:00 AM</u>	
Sección de control: <u>NI</u>	Densímetro: <u>1869</u>	
Contratista: <u>Acosol</u>	Planta: <u>Pedregal Nicoya</u>	Licitación #: <u>36-97</u>
Tramo de verificación	Zona #: <u>3.2</u>	
Estación inicial: <u>Puente de 27 de abril</u>		
Estación final: <u>14+800</u>		
Sentido: <u>27 de Abril - Santa Cruz</u>		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm): <u>variable</u>		
Profundidad de medición (cm): <u>2.5</u>	Tiempo lectura: <u>30 segundos</u>	
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2400</u>	No. lecturas: <u>4</u>	
Uso de arena: <u>SI</u>		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+995	1	2373			2364	98.5
1+000	2	2388	2352	3.0	2352	98.0
3+450	3	2237	2240	4.0	2240	93.3
4+600	4	-	2312	5.0	2312	96.3
6+250	5	2435			2426	101.1
6+255	6	2374			2365	98.6
6+260	7	2451	2407	9.5	2407	100.3
10+100	3	2329	2309	5.0	2309	96.2
11+500	4	2206	2277	14.0	2277	94.9
12+150	5	2295			2287	95.3
13+390	6	2263			2255	93.9
13+395	7	2257			2249	93.7
13+400	8	2279			2271	94.6
14+050	9	2326	2294	6.0	2294	95.6
14+800	10	2162			2154	90.0
<b>Promedio</b>		2313	2313	6.6	2304	96.0
<b>Desv. Std.</b>		85.23	53.79	3.84	70.51	2.90
<b>Máximo</b>		2451	2407	14.0	2426	101.1
<b>Mínimo</b>		2162	2240	3.0	2154	90.0

**Descripción del tramo verificado :** El tramo ya se había verificado en un sector.  
 Ahora se terminó de verificar esta ruta. Los espesores en su mayoría son bastante pequeños. Predomina las prenivelaciones.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b>	401	<b>Fecha:</b>	17-6-99
<b>Nombre de la ruta:</b>	Tierra Blanca (cementerio) - Tierra Blanca	<b>Hora:</b>	10:10 AM
<b>Sección de control:</b>	30542	<b>Densímetro:</b>	1870
<b>Contratista:</b>	Comesa	<b>Licitación #:</b>	27-98
<b>Tramo de verificación</b>		<b>Zona #:</b>	1-3
<b>Estación inicial:</b>	Cementerio de Tierra Blanca (Cartago)		
<b>Estación final:</b>	0+650		
<b>Sentido:</b>	Tierra Blanca (cementerio) - Tierra Blanca		
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b>	4		
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	3.0	<b>Tiempo lectura:</b>	0.5 minutos
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b>	se usaron varias		<b>No. lecturas:</b>
<b>Uso de arena:</b>	Si		4

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+020	1	2172			2307	(*)
0+035	2	2074	2216	4.0	2216	
0+060	3	2051			2179	
0+075	4	1975	2142	3.0	2142	
0+110	5	2102			2233	
0+160	6	2092			2222	
0+170	7	1990	2099	3.3	2099	
0+200	8	2108			2239	
0+280	9	2174			2309	
0+285	10	2039	2105	7.0	2105	
0+290	11	2167			2302	
0+300	12	2124	2335	7.0	2335	
0+325	13	2294			2437	
0+335	14	2199	2352	6.0	2352	
0+550	15	2252			2392	
0+600	16	2276			2418	
0+630	17	2287	2348	6.5	2348	
0+650	18	2222			2360	
<b>Promedio</b>		2144	2228	5.3	2278	
<b>Desv. Std.</b>		98.93	115.86	1.76	103.30	
<b>Máximo</b>		2294	2352	7.0	2437	
<b>Mínimo</b>		1975	2099	3.0	2099	

**Descripción del tramo verificado :** Las primeras 7 lecturas se realizaron sobre una capa delgada de máximo 4 cm, colocada con niveladora de unos 180 m, en la cual se observa un acabado muy irregular segregación en algunos puntos.

(\*) No se calculó el grado de compactación porque se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta #	10	Fecha:	16-6-99
Nombre de la ruta:	Turrialba - Eslabón	Hora:	10:00 AM
Sección de control:	30001	Densímetro:	1870
Contratista:	Comesa	Licitación #:	29-98
Tramo de verificación		Zona #:	1-4
Estación inicial:	Centro Educativo Javillos		
Estación final:	2+140		
Sentido:	Javillos - Turrialba		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):	7		
Profundidad de medición (cm):	5.0	Tiempo lectura:	0.5 minutos
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ):	se usaron varias	No. lecturas:	4
Uso de arena:	SI		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+350	1	2251	2297	7.0	2297	(*)
0+400	2	2150			2228	
0+500	3	2145	2198	8.5	2198	
0+510	4	2186			2265	
0+560	5	2271			2353	
0+800	6	2210	2314	9.0	2314	
0+900	7	2142			2219	
1+000	8	2156	2198	9.0	2198	
1+150	9	2156	2249	10.0	2249	
1+300	10	2089			2165	
1+650	11	2220			2300	
1+800	12	2263			2345	
1+900	13	2212	2327	9.0	2327	
2+000	14	2158	2258	7.0	2258	
2+050	15	2143			2220	
2+060	16	2186			2265	
2+100	17	2212			2292	
2+140	18	2153			2231	
<b>Promedio</b>		2184	2263	8.5	2262	
<b>Desv. Std.</b>		48.62	52.48	1.12	53.82	
<b>Máximo</b>		2271	2327	10.0	2353	
<b>Mínimo</b>		2089	2198	7.0	2165	

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan baches sobre todo pequeños y medianos.

A partir de la medición No. 12 se observan baches un poco exudados superficialmente a un lado de la carretera.

En el momento del muestreo se observan trabajos, tanto en bacheo como en limpieza.

(\*) No se calculó el grado de compactación porque se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b>	239	<b>Fecha:</b>	15-6-99
<b>Nombre de la ruta:</b>	Cruce Tabarcia - Santiago de Puriscal	<b>Hora:</b>	10:20 AM
<b>Sección de control:</b>	10492	<b>Densímetro:</b>	1870
<b>Contratista:</b>	Escojisa	<b>Licitación #:</b>	26-98
<b>Tramo de verificación</b>		<b>Zona #:</b>	1-3
<b>Estación inicial:</b>	Colegio Agropecuarios de Puriscal		
<b>Estación final:</b>	10+100		
<b>Sentido:</b>	Puriscal - Tabarcia		
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b>	3		
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	2.5	<b>Tiempo lectura:</b>	0.5 minutos
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b>	2268	<b>No. lecturas:</b>	4
<b>Uso de arena:</b>	SI		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+100	1	2188	2208	3.5	2208	97
0+250	2	2079	2139	3.0	2139	94
0+350	3	2098	2171	4.5	2171	96
0+500	4	2081	2136	4.0	2136	94
0+550	5	2092	2115	4.5	2115	93
3+500	6	2063	2140	5.5	2140	94
10+100	7	2193	2290	4.0	2290	101
<b>Promedio</b>		2113	2171	4.1	2171	96
<b>Desv. Std.</b>		53.80	60.38	0.80	60.38	2.66
<b>Máximo</b>		2193	2290	5.5	2290	101.0
<b>Mínimo</b>		2063	2115	3.0	2115	93.3

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan "carpetillas" de 3 a 4 cm de espesor, con algunos puntos de mayor espesor, sobre todo en la parte central, donde se presentan hundimientos y agrietamiento severo.

Las carpetas colocadas con finisher, se observan bastante parejas y uniformes, en algunos puntos se observa segregación  
En la salida de Puriscal, se denotan algunos baches de poco profundidad sin terminar ( les falta rellenarlos con mezcla).

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b> <u>415</u>	<b>Fecha:</b> <u>29-6-99</u>
<b>Nombre de la ruta:</b> <u>Heredia - La Alegría</u>	<b>Hora:</b> <u>9:15 AM</u>
<b>Sección de control:</b> <u>70310</u>	<b>Densímetro:</b> <u>1870</u>
<b>Contratista:</b> <u>Conansa</u>	<b>Licitación #:</b> <u>40-98</u>
<b>Tramo de verificación</b>	<b>Zona #:</b> <u>4-3</u>
<b>Estación inicial:</b> <u>Cruce a Iberia</u>	
<b>Estación final:</b> <u>3+750</u>	
<b>Sentido:</b> <u>La Alegría - Heredia</u>	
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b> <u>-</u>	
<b>Profundidad de medición (cm):</b> <u>4.0</u>	<b>Tiempo lectura:</b> <u>0.5 minutos</u>
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b> <u>2372</u>	<b>No. lecturas:</b> <u>4</u>
<b>Uso de arena:</b> <u>SI</u>	

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+500	1	2204	2191	6.0	2191	92
0+540	2	2255	2245	5.0	2245	95
0+600	3	2263	2240	5.0	2240	94
3+000	4	2255	2267	8.0	2267	96
3+350	5	2145	2214	10.0	2214	93
3+400	6	1986	2120	11.0	2120	90
3+600	7	2158	2210	6.0	2210	93
3+750	8	2153	2229	8.5	2229	94
<b>Promedio</b>		2177	2215	7.4	2215	93.4
<b>Desv. Std.</b>		91.60	44.80	2.29	44.80	1.70
<b>Máximo</b>		2263	2267	11.0	2267	95.6
<b>Mínimo</b>		1986	2120	5.0	2120	90.0

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan baches sobre todo pequeños, motivo por el cual sólo fue posible muestrear los baches más grandes, y algunos puntos de una carpeta colocada al inicio del muestreo (los puntos 1, 2 y 3 de la tabla).

Se nos informó que la ruta no había sido terminada debido a la paralización de la planta de Conansa.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b> <u>141</u>	<b>Fecha:</b> <u>1-Jul-99</u>
<b>Nombre de la ruta:</b> <u>Santa Clara - Javillos</u>	<b>Hora:</b> <u>2:30 PM</u>
<b>Sección de control:</b> <u>20682</u>	<b>Densímetro:</b> <u>1870</u>
<b>Contratista:</b> <u>Comesa</u>	<b>Licitación #:</b> <u>34-98</u>
<b>Tramo de verificación</b>	<b>Zona #:</b> <u>2-3</u>
<b>Estación inicial:</b> <u>Cruce Javillos - La Tigra</u>	
<b>Estación final:</b> <u>3+400</u>	
<b>Sentido:</b> <u>Javillos - Santa Clara</u>	
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b> <u>5</u>	
<b>Profundidad de medición (cm):</b> <u>4.0</u>	<b>Tiempo lectura:</b> <u>0.5 minutos</u>
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b> <u>(*)</u>	<b>No. lecturas:</b> <u>4</u>
<b>Uso de arena:</b> <u>Si</u>	

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+130	1	2213	2262	7.5	2262	(*)
0+160	2	2167	2261	4.0	2261	
0+450	3	2238	2309	8.0	2309	
1+800	4	2100	2187	6.0	2187	
1+820	5	2150	2283	8.0	2283	
2+700	6	2257	2296	5.0	2296	
3+400	7	2070	2190	4.0	2190	
	<b>Promedio</b>	2171	2255	6.1	2255	
	<b>Desv. Std.</b>	69.94	48.84	1.79	48.84	
	<b>Máximo</b>	2257	2309	8.0	2309	
	<b>Mínimo</b>	2070	2187	4.0	2187	

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan baches sobre todo pequeños, motivo por el cual sólo fue posible muestrear los baches más grandes, y algunos puntos de una carpeta colocada al inicio del muestreo (los puntos 1, y 2 de la tabla). Además algunos de los baches se observan mal acabados, deformados y hundidos

Se aclara que dentro de este muestreo se extrajeron núcleos de aproximadamente entre 1 y 2.5 cm, y debido a esta razón no fueron incluidos en el informe.

(\*) No se calculó el grado de compactación porque se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta #	35	Fecha:	1-Jul-99
Nombre de la ruta:	Muelle - Terrón Colorado	Hora:	10:30 AM
Sección de control:	21060	Densímetro:	1870
Contratista:	Comesa	Licitación #:	33-98
Tramo de verificación		Zona #:	2-3
Estación inicial:	Río Chimurria		
Estación final:	Taller mecánico de soldadura DJ		
Sentido:	Muelle - Terrón Colorado		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):	6.0		
Profundidad de medición (cm):	4.0	Tiempo lectura:	0.5 minutos
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ):	(*)	No. lecturas:	4
Uso de arena:	SI		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+100	1	2140	2183	7.5	2183	(*)
0+110	2	2124			2192	
0+200	3	2239			2311	
0+210	4	2377			2453	
0+250	5	2186	2247	7.5	2247	
0+260	6	2191			2261	
0+325	7	2188			2258	
0+375	8	2241	2330	8.0	2330	
0+385	9	2249			2321	
0+400	10	2235	2316	6.5	2316	
0+600	11	2281			2354	
0+605	12	2207	2268	6.0	2268	
0+700	13	2315			2389	
0+720	14	2239	2313	10.0	2313	
0+950	15	2130			2198	
0+970	16	2134	2220	7.0	2220	
1+000	17	2284			2357	
<b>Promedio</b>		2221	2268	7.5	2293	
<b>Desv. Std.</b>		69.82	54.99	1.29	74.08	
<b>Máximo</b>		2377	2330	10.0	2453	
<b>Mínimo</b>		2124	2183	6.0	2183	

**Descripción del tramo verificado :** En general se presentan baches grandes y medianos, con buen acabado superficial y un espesor no menor a 5 cm.

(\*) No se calculó el grado de compactación porque se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b>	<u>14</u>	<b>Fecha:</b>	<u>7-Jul-99</u>
<b>Nombre de la ruta:</b>	<u>Golfito - Golfito</u>	<b>Hora:</b>	<u>7:00 AM</u>
<b>Sección de control:</b>	<u>60252</u>	<b>Densímetro:</b>	<u>1870</u>
<b>Contratista:</b>	<u>Sánchez Carvajal</u>	<b>Licitación #:</b>	<u>44-98</u>
<b>Tramo de verificación</b>		<b>Zona #:</b>	<u>5-2</u>
<b>Estación inicial:</b>	<u>Servicio mecánico A y J</u>		
<b>Estación final:</b>	<u>Cabinas El Vivero</u>		
<b>Sentido:</b>	<u>Golfito - Depósito</u>		
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b>	<u>4</u>		
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	<u>3.0</u>	<b>Tiempo lectura:</b>	<u>0.5 minutos</u>
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b>	<u>2285</u>	<b>No. lecturas:</b>	<u>4</u>
<b>Uso de arena:</b>	<u>SI</u>		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+025	1	2305	2355	10.0	2355	103
0+035	2	2219			2252	99
0+500	3	2289	2349	3.5	2349	103
0+520	4	2273			2307	101
0+675	5	2334	2296	15.0	2296	100
0+685	6	2257			2291	100
0+850	7	2238	2250	5.0	2250	98
0+865	8	2289			2323	102
1+150	9	2316			2351	103
1+160	10	2186	2259	8.0	2259	99
1+300	11	2289	2328	4.5	2328	102
1+315	12	2327			2362	103
2+200	13	2159	2189	15.0	2189	96
3+300	14	2177			2210	97
3+310	15	2176	2217	15.0	2217	97
3+360	16	2194			2227	97
3+370	17	2308			2343	103
3+450	18	2190			2223	97
<b>Promedio</b>		2251	2280	9.5	2285	100.0
<b>Dev. Std.</b>		59.34	61.57	4.99	57.52	2.52
<b>Máximo</b>		2334	2355	15.0	2362	103.4
<b>Mínimo</b>		2159	2189	3.5	2189	95.8

**Descripción del tramo verificado :** Se denota una gran cantidad de mezcla colocada.  
 El tramo muestreado consta de baches grandes y una carpeta de unos 800 m (aprox.) en el centro de Golfito.

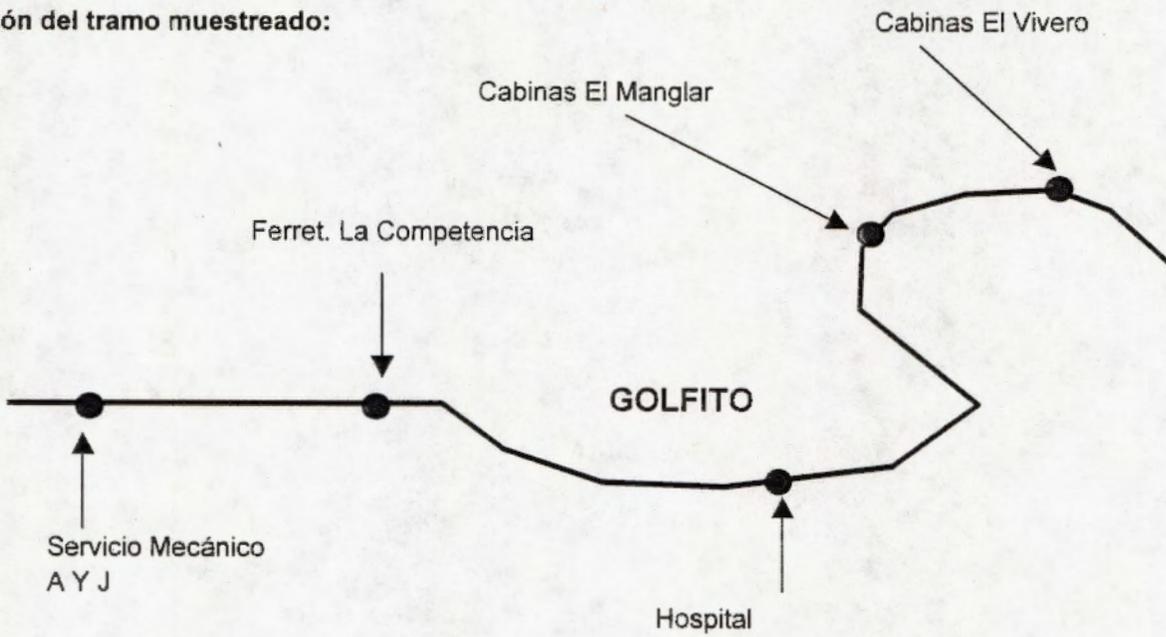
**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

**Comentarios generales :** \_\_\_\_\_

Debido a la gran cantidad de mezcla colocada en el proyecto, el muestreo se extendió desde el inicio de carpeta, en el centro de Golfito hasta los baches ubicados cerca de los manglares a poca distancia del depósito libre.

Los resultados de compactación son altos y parecen indicar una variación importante de la densidad máxima teórica de la mezcla que se produjo en este periodo. El agregado absorbente puede estar contribuyendo con este cambio. Se recomienda analizar los resultados de control de mezcla de la planta de Sánchez Carvajal.

**Ubicación del tramo muestreado:**



**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b> <u>237</u>	<b>Fecha:</b> <u>8-Jul-99</u>
<b>Nombre de la ruta:</b> <u>Paso Real - Javillos</u>	<b>Hora:</b> <u>8:15 AM</u>
<b>Sección de control:</b> <u>-</u>	<b>Densímetro:</b> <u>1870</u>
<b>Contratista:</b> <u>Sánchez Carvajal</u>	<b>Licitación #:</b> <u>-</u>
<b>Tramo de verificación</b>	<b>Zona #:</b> <u>5-2</u>
<b>Estación inicial:</b> <u>Bar Y Griega (30+300)</u>	
<b>Estación final:</b> <u>38+400</u>	
<b>Sentido:</b> <u>Javillos - Paso Real</u>	
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b> <u>-</u>	
<b>Profundidad de medición (cm):</b> <u>4.0</u>	<b>Tiempo lectura:</b> <u>0.5 minutos</u>
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b> <u>2258</u>	<b>No. lecturas:</b> <u>4</u>
<b>Uso de arena:</b> <u>SI</u>	

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
30+300	1	2294	2359	9.0	2359	104
31+600	2	2134	2186	12.0	2186	97
31+750	3	2251			2338	104*
31+760	4	2174			2258	100
32+500	5	2076	2193	9.0	2193	97
32+515	6	2110			2192	97
33+475	7	2178			2262	100
33+850	8	2116	2201	9.0	2201	97
33+980	9	2239			2326	103
33+990	10	2178			2262	100
34+050	11	2263	2336	11.0	2336	103
35+900	12	2186			2271	101
37+000	13	2006	2165	4.5	2165	96
37+050	14	2209			2295	102
37+700	15	2196	2219	8.0	2219	98
37+715	16	2284			2372	105*
38+400	17	2169			2253	100
<b>Promedio</b>		2180	2237	8.9	2264	100.3
<b>Desv. Std.</b>		76.13	77.49	2.39	65.47	2.90
<b>Máximo</b>		2294	2359	12.0	2372	105.1
<b>Mínimo</b>		2006	2165	4.5	2165	95.9

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan baches sobretodo medianos y grandes. En algunos puntos se presentan carpetillas de poco espesor y en algunos puntos se observa alguna segregación.

La mayor parte del proyecto está cubierto en cuanto a bacheo, ya que se encuentra a pocos metros del puente a la altura de Paso Real. Las densidades muy altas pueden significar cambios en la densidad máxima teórica de mezcla.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

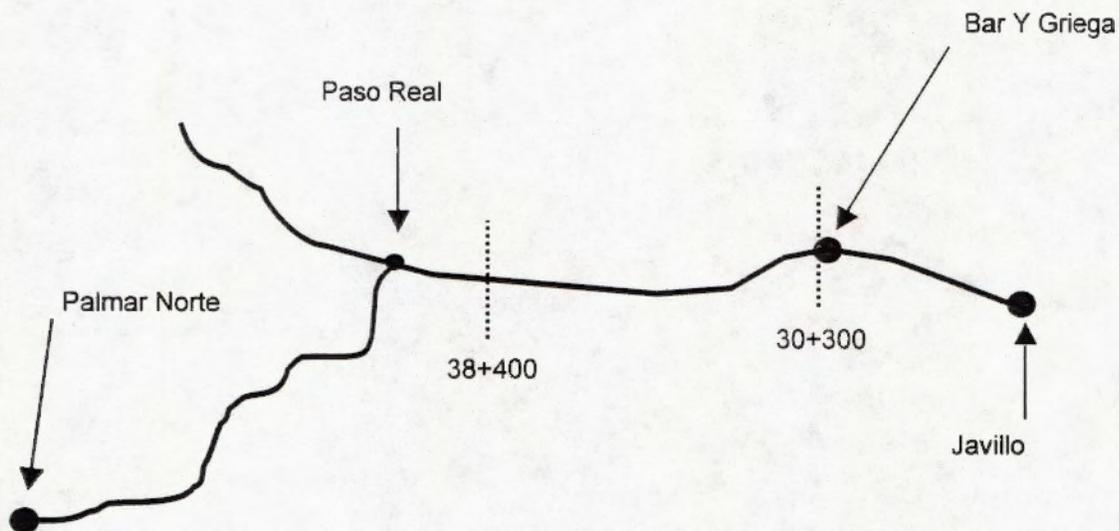
**Comentarios generales :** \_\_\_\_\_

Según comentarios del Ing. Carlos Marín, de la Constructora Sánchez Carvajal, la cantidad de mezcla a colocar en este proyecto está por terminarse. Esto lo corrobora el avance del bacheo.

(\*)

Los resultados de compactación son altos y parecen indicar una variación importante de la densidad máxima teórica de la mezcla que se produjo en este periodo. El agregado absorbente puede estar contribuyendo con este cambio. Se recomienda analizar los resultados de control de mezcla de la planta de Sánchez Carvajal.

**Ubicación del tramo muestreado:**



**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b>	226	<b>Fecha:</b>	13-7-99
<b>Nombre de la ruta:</b>	San Pablo - San Cristóbal	<b>Hora:</b>	11:30 AM
<b>Sección de control:</b>	10152	<b>Densímetro:</b>	1870
<b>Contratista:</b>	Meco	<b>Licitación #:</b>	-
<b>Tramo de verificación</b>		<b>Zona #:</b>	1-3
<b>Estación inicial:</b>	Bar La Carreta (San Pablo de León Cortés)		
<b>Estación final:</b>	5+600		
<b>Sentido:</b>	San Pablo - San Cristóbal		
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b>	-		
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	-	<b>Tiempo lectura:</b>	
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b>	(*)	<b>No. lecturas:</b>	
<b>Uso de arena:</b>	SI		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
1+200	1		2219	5.0	2219	
1+230	2		2292	3.0	2292	
1+350	3		2151	5.0	2151	
1+700	4		2320	4.5	2320	
2+100	5		2197	7.0	2197	
3+250	6		2206	7.0	2206	
3+325	7		2205	2.5	2205	
4+200	8		2135	4.5	2135	
5+200	9		2019	3.0	2019	
5+600	10		2094	2.0	2094	
<b>Promedio</b>			2184	4.4	2184	
<b>Desv. Std.</b>			89.00	1.75	89.00	
<b>Máximo</b>			2320	7.0	2320	
<b>Mínimo</b>			2019	2.0	2019	

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan baches medianos y grandes principalmente , además de algunas sobrecapas de espesor variado, como lo demuestra el informe

(\*) No se calculó el grado de compactación, porque se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

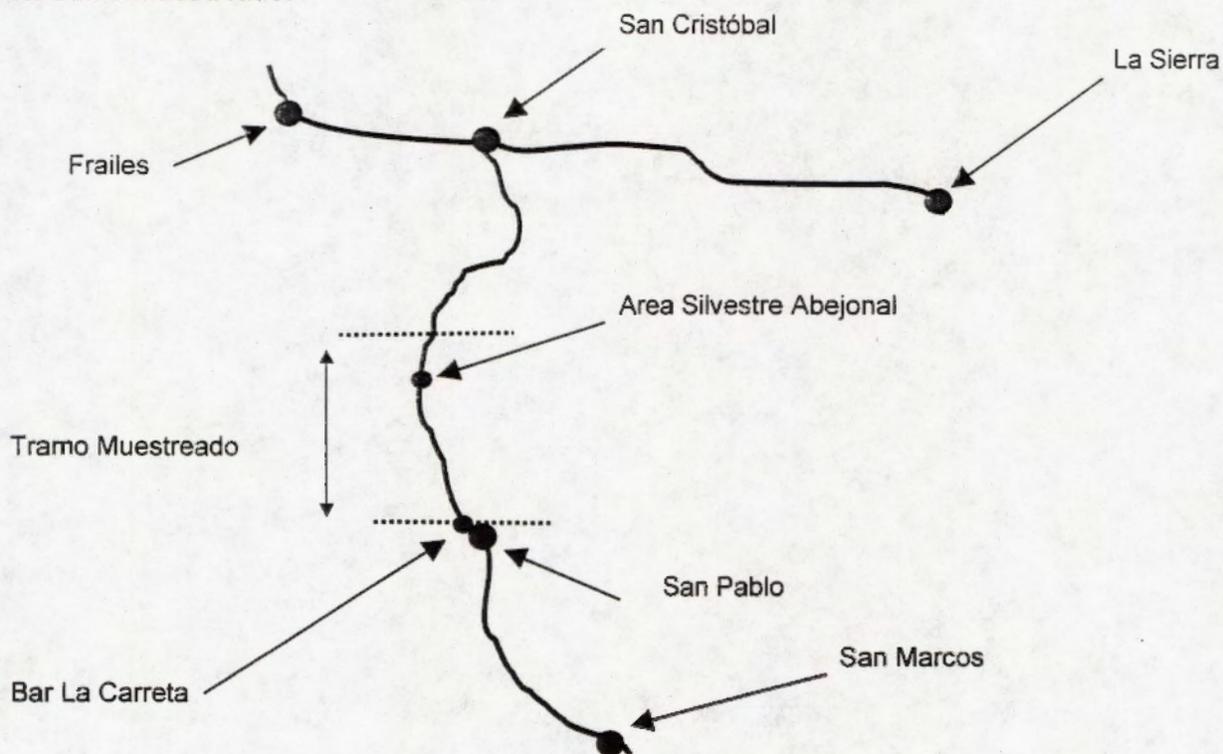
Comentarios generales : \_\_\_\_\_

El muestreo realizado se base en 10 núcleos extraídos a lo largo de aproximadamente 5.5 km.

Este muestreo se realiza de esta forma debido a la gran variedad de espesores encontrados en el proyecto y también

debido a que la superficie se encontraba mojada, motivo por el cual no se pudo usar el densímetro nuclear

Ubicación del tramo muestreado:



**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Ruta #	209	Fecha:	14-7-99
Nombre de la ruta:	Aserri - Tarbaca	Hora:	9:45 AM
Sección de control:	10201	Densímetro:	1870
Contratista:	M y S	Licitación #:	24-98
Tramo de verificación		Zona #:	1-1
Estación inicial:	Chicharronera Las Bateas		
Estación final:	1+200		
Sentido:	Tarbaca - Aserri		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):	8		
Profundidad de medición (cm):	6.0	Tiempo lectura:	0.5 minutos
Densidad óptima Marshall (kg/m <sup>3</sup> ):	(*)	No. lecturas:	4
Uso de arena:	Si		

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+020	1	2193	2170	13.0	2170	(*)
0+030	2	2110			2109	
0+060	3	2140			2139	
0+080	4	2132	2129	13.5	2129	
0+200	5	2129			2128	
0+250	6	2276			2275	
0+370	7	2231	2225	13.0	2225	
0+390	8	2218			2217	
0+500	9	2252			2251	
0+590	10	2321	2292	15.0	2292	
0+600	11	2233			2232	
0+750	12	2220	2277	14.0	2277	
0+760	13	2281			2280	
1+000	14	2292			2291	
1+020	15	2212	2245	13.5	2245	
1+185	16	2287	2246	17.0	2246	
1+200	17	2268			2267	
<b>Promedio</b>		2223	2226	14.1	2222	
<b>Desv. Std.</b>		63.98	58.11	1.44	62.64	
<b>Máximo</b>		2321	2292	17.0	2292	
<b>Mínimo</b>		2110	2129	13.0	2109	

**Descripción del tramo verificado :** Se presentan baches de mediano y gran tamaño.

La cantidad de baches realizados es considerable, teniendo en cuenta que tanto la topografía como las curvas son pronunciadas.

---



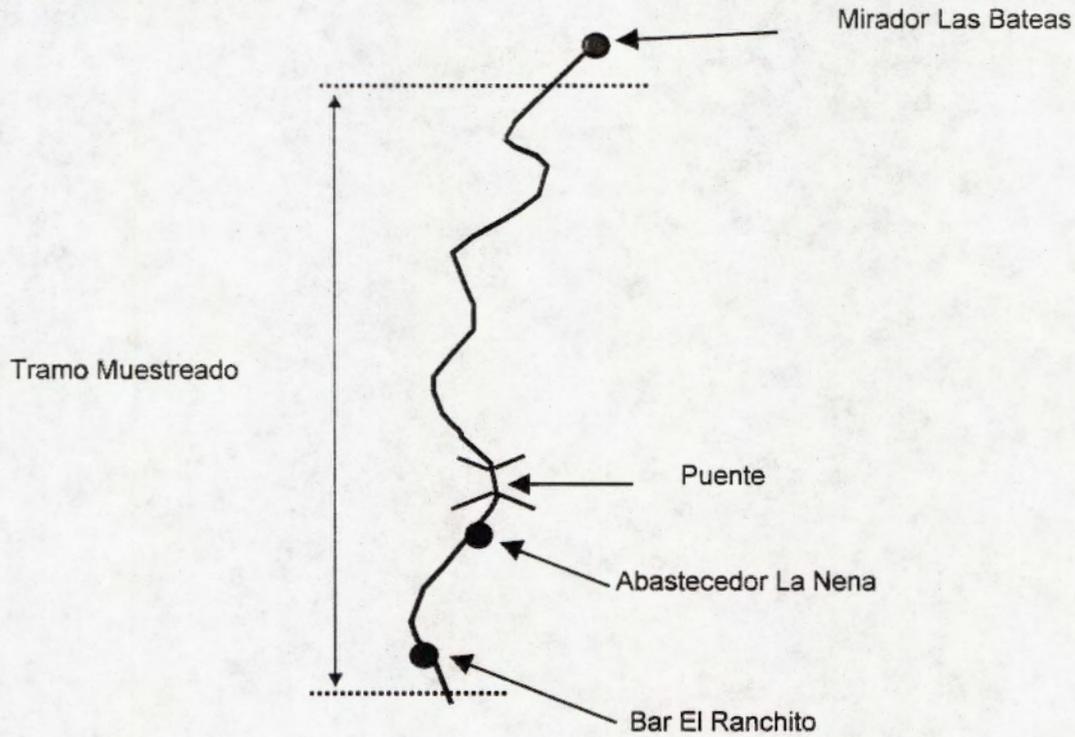
---

**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

Comentarios generales : \_\_\_\_\_

(\*) No se calculó el grado de compactación, porque se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

Ubicación del tramo muestreado:



**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

<b>Ruta #</b>	<u>244</u>	<b>Fecha:</b>	<u>6-Jul-99</u>
<b>Nombre de la ruta:</b>	<u>Mollejones - Pejibaye</u>	<b>Hora:</b>	<u>12:00 MD</u>
<b>Sección de control:</b>	<u>10832</u>	<b>Densímetro:</b>	<u>1870</u>
<b>Contratista:</b>	<u>Meco</u>	<b>Licitación #:</b>	<u>41-98</u>
<b>Tramo de verificación</b>		<b>Zona #:</b>	<u>5-1</u>
<b>Estación inicial:</b>	<u>Bar Pentagrama</u>		
<b>Estación final:</b>	<u>3+000 aproximadamente</u>		
<b>Sentido:</b>	<u>Pejibaye - San Isidro</u>		
<b>Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):</b>	<u>-</u>		
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	<u>-</u>	<b>Tiempo lectura:</b>	<u>0.5 minutos</u>
<b>Densidad óptima Marshall (kg/m<sup>3</sup>):</b>	<u>(*)</u>	<b>No. lecturas:</b>	<u>4</u>
<b>Uso de arena:</b>	<u>SI</u>		<u>-</u>
			<u>-</u>

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de compactación
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+500	1		2091	9.0	2091	
0+900	2		2223	9.0	2223	
1+200	3		2210	7.0	2210	
0+450	4		2192	9.0	2192	
2+000	5		2124	6.5	2124	
2+500	6		2220	8.0	2220	
2+850	7		2222	5.0	2222	
3+000	8		2175	6.0	2175	
	<b>Promedio</b>		2182	7.4	2182	
	<b>Desv. Std.</b>		49.72	1.55	49.72	
	<b>Máximo</b>		2223	9.0	2223	
	<b>Mínimo</b>		2091	5.0	2091	

**Descripción del tramo verificado :** Se observa un fuerte avance en cuanto a la colocación de mezcla, en la ruta. Se observan baches sobretodo medianos y pequeños con buen acabado superficial.

---



---



---

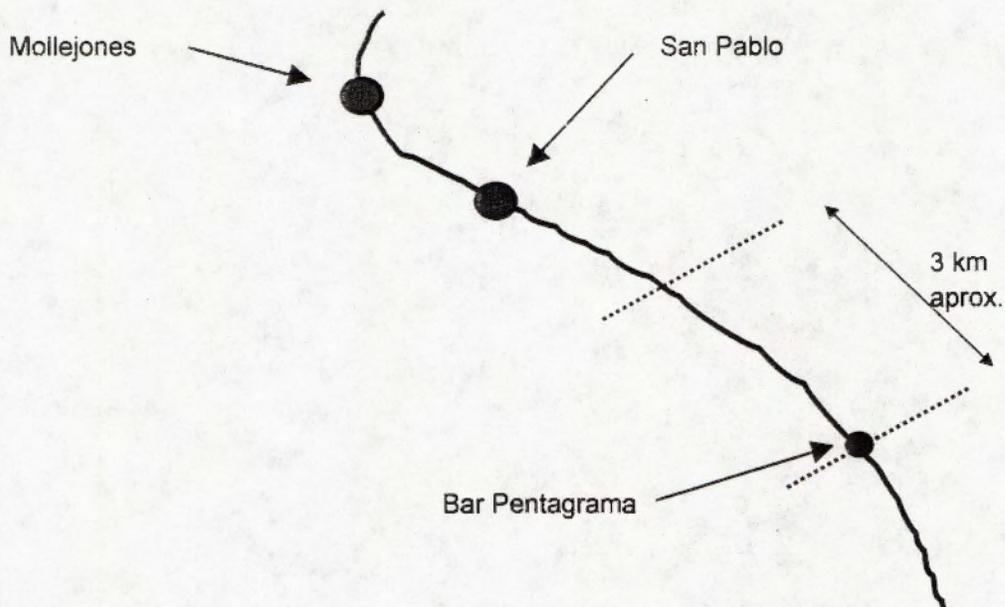
**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

**Comentarios generales :** \_\_\_\_\_

(\* No se calculó el grado de compactación, por si acaso se utilizaron varios tipos de mezcla en la misma ruta.

El presente informe solamente presenta un muestreo con ocho núcleos. Lo anterior es debido a que en el momento de la visita se presentaron problemas climatológicos.

**Ubicación del tramo muestreado:**



**CAPITULO 4**

**PROPUESTA DE CONTROL DE OBRAS**

## **4. PROPUESTA DE CONTROL DE OBRAS**

### **4.1 Justificación**

La Administración, dentro de las responsabilidades que le competen en el manejo de fondos públicos y en su calidad de comprador (cliente), define un procedimiento para asegurarse de que la calidad de la obra ejecutada, que recibe, coincide plenamente con todos los términos pactados en el Contrato (calidad, plazos, condiciones de seguridad, etc). Por tanto, el dinero que paga por la ejecución de la obra corresponde correctamente a los precios pactados durante el proceso licitatorio, en el nivel de calidad y bajo las condiciones de ejecución con que se contrató cada ítem de pago.

Consecuentemente, al aplicarse el concepto de pago en función de la calidad, no se pagará, como de primera calidad, un trabajo realizado en un nivel de calidad desconocido o inferior a lo pactado.

### **4.2 Objetivos y Fundamentos del Método**

El método de control de obras que se propone, tiene las siguientes metas:

- Garantizar la eficiencia de las inversiones que se hacen en el sector vial. Buscando maximizar el beneficio económico para la sociedad.
- Lograr el ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD, bajo el concepto de calidad total.
- Modernizar la metodología de control de obras de nuestro país.
- Formular una metodología de control que facilite, ordene y haga eficiente la labor, que en este aspecto, corresponde ejecutar a la Administración y al Contratista.

Este método de control de obras se fundamenta en:

- La experiencia internacional en materia de control de obras viales.
- El desarrollo de nuevas tecnologías, equipos y especificaciones, tendientes a garantizar la calidad y el buen desempeño a largo plazo de las obras viales.
- La experiencia nacional relacionada con los procedimientos de control de proyectos.
- La experiencia nacional en relación con el control de calidad de obras viales.
- El uso de la estadística como herramienta objetiva y técnicamente indispensable para el aseguramiento de la calidad.

### **4.3 Aspectos Básicos**

i - La Administración debe ser garante de la eficiencia de las inversiones y de la calidad de las obras que se ejecutan. Debe ser así en virtud de representar los intereses globales de la Economía y de la Sociedad.

ii - En la relación contractual, la Administración es el ente que “compra”, utilizando fondos públicos, y por tanto, debe establecer los términos en que se formalizará la contratación, y hacer que se cumplan las condiciones pactadas, para la ejecución del contrato, incluyendo la calidad y el precio.

iii - El Contratista es el responsable directo por el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- La calidad del trabajo ejecutado y de los materiales incorporados al proyecto, así como de aquellos productos manufacturados que se incorporen a la obra.
- La seguridad del proyecto (usuarios de las vías, trabajadores, maquinaria, etc.)
- El manejo y control del tránsito, de manera que los costos e inconvenientes al usuario sean mínimos
- El manejo de escombros y materiales de desecho

iv - La Ingeniería de Proyecto tiene la responsabilidad profesional de garantizar, a la Administración, el cumplimiento de todos los compromisos contractuales.

v - La Administración debe contar con mecanismos eficientes y oportunos para exigir y verificar el cumplimiento de las responsabilidades profesionales de la Ingeniería de Proyecto (Auditoría Técnica).

### **4.4 El Sistema de Aseguramiento de la Calidad**

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad (SAC) que se propone, se basa en un esquema práctico, que tiene tres características:

- De previo, los materiales deben cumplir con estándares mínimos de calidad. Un incumplimiento de estos estándares descalifica al material.
- El Contratista, como responsable de la calidad, debe diseñar sus sistemas de control total, debidamente documentados.
- La Administración, que contrata, debe determinar el nivel de calidad del lote de producción (segmento de la producción que se paga independientemente) y proceder a pagar en función de la calidad.

Para poner en ejecución este esquema, adelante se detalla el procedimiento a seguir.

#### **4.4.1 Tipos de Ensayos de Laboratorio**

Los ensayos de laboratorio se dividen en tres categorías:

**i -** Parámetros de aceptación: son todos aquellos requerimientos de calidad que los materiales deben cumplir, previo a ser sometidos al procedimiento de diseño de la fórmula de trabajo (materia prima que es Contratista procesa), o a los procesos de construcción (materiales no procesados por el Contratista).

Son ejemplos de este tipo de requerimientos:

- Equivalente de arena
- Límites de Attemberg
- Dureza ( ensayo de Los Angeles)
- Resistencia retenida
- Durabilidad
- Vacíos en el agregado fino
- Etc.

**ii -** Parámetros de control, corresponden a todas las pruebas de laboratorio que rutinariamente realiza el Contratista, para mantener su sistema de producción bajo control. Le corresponde al Contratista, definir los estándares de calidad con que decide realizar su producción, lo cual le servirá de base para diseñar su propio sistema de control. Cabe recordar que el pago de obra se hace en función de la calidad y que el Contratista en su oferta debe indicar detalladamente el sistema de control con que ofrece realizar la obra.

Son ejemplo de este tipo de controles rutinarios:

- La granulometría en los quebradores
- La humedad en los apilamientos
- El control de parámetros Marshall
- El control de temperatura de agregados
- El control granulométrico de los apilamientos
- Etc.

**iii -** Parámetros de pago, son aquellos ensayos que realiza la Administración para medir el nivel de calidad de un lote de producción, para luego proceder al pago de la obra ejecutada. Por tratarse de un sistema de producción con un estricto control de uniformidad realizado por el Contratista, la Administración selecciona un número reducido de parámetros de calidad y para definir el nivel de calidad. Por ejemplo, en el caso de calidad de la mezcla asfáltica se reduce a tres parámetros:

- Contenido de asfalto
- Granulometría
- Densidad máxima teórica

#### **4.4.2 Pago de la Obra Ejecutada en Función de la Calidad**

Bajo este concepto, el pago de la obra ejecutada se realiza de conformidad con el nivel de calidad realmente logrado, bajo los siguientes términos:

- i - El Contratista debe ejecutar su plan de control de la calidad; de acuerdo con su propio sistema de control, el cual debe reflejar con claridad y consistencia estadística, la uniformidad del proceso constructivo, en todos los parámetros de calidad, y le es útil para realizar todos los ajustes que permanentemente debe realizar en sus procesos de producción, por ejemplo por contenido de agua de los agregados o por cambios de temperatura o espesor en la mezcla asfáltica a colocar, etc.
- ii - En la oferta técnica, el Contratista debe presentar el plan de control de uniformidad (PCU) con que ejecutará el proyecto. Deberá, además, presentar el plan de aseguramiento de la calidad de sus ensayos.
- iii - La Administración tiene la potestad de supervisar y auditar todas las etapas del PCU.
- iv - El laboratorio de la Administración determina el nivel de calidad, por lote, de la obra ejecutada.

#### **4.5 Etapas del Proceso de Control de Obras para el Aseguramiento de la Calidad**

El aseguramiento de la calidad, bajo el enfoque de calidad total, debe atender todas las etapas del proceso:

- Diseño, planos y especificaciones del proyecto
- El cartel
- La oferta
- La calificación y selección de ofertas
- La reunión de pre-construcción
- El inicio del proyecto
- La ejecución del proyecto
- La recepción final y cierre (finiquito) del proyecto
- La evaluación a posteriori y seguimiento del desempeño de la obra.

##### **4.5.1 Diseño, Planos y Especificaciones del Proyecto**

El proyecto a ejecutar debe tener todo el soporte técnico necesario, para alcanzar, desde el punto de vista técnico, las expectativas y propósitos de la inversión que se pretende realizar. Se incluyen en esta etapa:

- Estudios técnicos
- Planos

- Cantidades de obra
- Especificaciones técnicas
- Recomendaciones especiales para el aseguramiento de la calidad (AC)
- Otros según características particulares de cada proyecto

#### **4.5.2 El Cartel**

Este documento debe perfilar claramente el proyecto a ejecutar y la relación contractual que regirá la ejecución del proyecto; por lo tanto, debe reunir los siguientes requisitos:

- Claridad en sus objetivos, alcances y demás aspectos técnicos y administrativos
- Preciso
- Técnicamente suficiente y adecuado a la naturaleza y condiciones del proyecto
- Prever los procedimientos para controlar lo que se exige
- Definir claramente las responsabilidades de las partes
- Facultar para tomar decisiones inmediatas, ante el incumplimiento de sus exigencias
- Establecer los mecanismos que aseguren la calidad de la obra

Particularmente, toda exigencia contractual debe cumplir con las siguientes características:

- Definida con claridad (no ambigua)
- Verificable y medible en términos de cumplimiento
- Debe indicar claramente la acción a tomar en caso de incumplimiento parcial o total, incluidas las penalizaciones correspondientes
- Debe ser legalmente viable

El cartel define las reglas y procedimientos bajo los cuales se regirá formalmente la contratación, en sus aspectos:

- Técnicos
- Administrativos
- Legales
- De seguridad
- De calidad

En síntesis, el cartel determina claramente:

- Lo que la Administración decidió “comprar”, o sea, el proyecto claramente definido, desde el punto de vista técnico
- El nivel de calidad con que se deben ofertar todos los ítemes de la oferta
- Las condiciones de ejecución con que se deben ofertar los precios (señalamiento diurno y nocturno, manejo del tránsito y de la seguridad, manejo de escombros, condiciones de seguridad en los períodos donde se suspenden las faenas, secuencia de ejecución de actividades -programa de trabajo-, aspectos ambientales -ruido, polvo en las comunidades, etc-)

- El procedimiento para determinar el nivel de calidad que realmente se alcanza como un hecho que en los diferentes ítemes de pago y el precio a pagar, en función de la calidad
- Los diferentes aspectos con que se evaluarán las ofertas
- El claro compromiso de que lo ofrecido por el Contratista formará parte de los compromisos contractuales, de manera que se establezca su cumplimiento como:
  - obligatorio
  - verificado
  - sancionado en caso de incumplimiento

### **4.5.3 La Oferta**

Desde el punto de vista de la calidad total, este documento debe cumplir con los siguientes propósitos:

- Demostrar la capacidad técnica del recurso humano disponible para la ejecución de la obra en todas sus etapas
- Demostrar la disponibilidad real del equipo conforme a la programación de la obra
- Demostrar que la organización de actividades y la asignación de recursos que propone, garantiza el cumplimiento de sus obligaciones contractuales, para la ejecución del proyecto
- Indicar claramente el sistema de control de calidad con que está ofertando los precios, detallando al menos los siguientes aspectos:
  - el sistema de control de calidad, señalando el tipo y frecuencia de ensayos, así como el tipo de análisis de esta información y el profesional responsable de la calidad que debe hacer las correcciones que se derivan de este control. Debe indicarse la autoridad que tiene este profesional (jerarquía) para tomar decisiones.
  - plan de control de uniformidad
  - plan de aseguramiento de la calidad de sus ensayos
- Demostrar que tiene la capacidad financiera suficiente para cumplir con la ejecución del proyecto
- Demostrar que tiene la capacidad organizativa para cumplir con todas las responsabilidades del proyecto (organigrama y definición de responsables profesionales); por lo tanto, la oferta debe indicar claramente el organigrama de la empresa, y de forma específica cada uno de los responsables profesionales de las siguientes funciones:
  - control de la calidad
  - aseguramiento de la calidad de sus ensayos
  - seguridad y control de tránsito
  - programación y producción

En síntesis, la oferta técnica debe presentar con todo detalle:

- El modelo de control de la calidad con que se están ofertando los trabajos
- El organigrama con que se organiza la empresa, para realizar la gestión de calidad de la obra
- El profesional responsable por la calidad
- Los recursos de laboratorio con que cuenta y el plan de aseguramiento de la calidad de ensayos
- El tipo y frecuencia de ensayos que realizará
- El flujo de la información de calidad y los análisis que realizará con la información de laboratorio que obtenga
- El esquema o procedimiento para la toma de decisiones, en el caso de que se detecten deficiencias de calidad
- Indicar detalladamente el sistema de seguridad con que se están ofertando los precios, incluida la señalización diurna y nocturna, señalización en períodos posteriores a la finalización de las faenas, protección a la maquinaria, a los trabajadores, a terceros, protección ante obras parcialmente ejecutadas (como excavaciones, perfilados, sobrecapas, baches, etc.)

Específicamente, en materia de seguridad, debe indicar lo siguiente:

- El profesional responsable por el manejo de la seguridad y el control del tránsito
- Las condiciones y dispositivos de seguridad de todos los trabajadores, en los diferentes frentes de trabajo. Debe detallarse con claridad lo siguiente:
  - I. Número y ubicación de banderilleros
  - II. Dispositivos de seguridad que dispondrán los banderilleros
  - III. Número, ubicación, tamaño, altura y mensaje de las señales de advertencia o aproximación a la zona de trabajo
  - IV. Esquema de señalización de la zona de trabajo, indicando número de señales, mensajes, ubicación o disposición espacial (incluidos los conos, barreras o cualquier otro dispositivo técnicamente aceptable)
  - V. Toda información debe detallarse, para al menos, los siguientes casos:
    - Cierre total de la vía
    - Cierre parcial de la vía, según las siguientes condiciones:
      - en recta
      - en curva
      - en intersección
      - en vías urbanas

Adicionalmente, deben indicarse en la oferta, las condiciones de seguridad y flujo de tránsito, en el caso de que se esté fuera de los períodos de trabajo, incluyendo la señalización nocturna. En este caso, la oferta, debe detallar al menos los siguientes aspectos:

- Trabajos parcialmente ejecutados (baches, sobrecapas, obras de drenaje, perfilado del pavimento, montículos, zanjas, etc)
- Equipos o maquinaria al lado de la vía

- Otros, según las características del proyecto
- Indicar los procedimientos de manejo y control del tránsito con que se ejecutará el trabajo en otras zonas particulares del proyecto, como podrían ser zonas escolares, hospitales, zonas de entrada/salida a centros de producción, habitacionales o turísticos, etc. Asimismo, debe indicar los tiempos de espera máximos a que los usuarios serán sometidos, con motivo de las interrupciones al tránsito vehicular

Lo ofertado por el Contratista debe cumplir con la reglamentación vigente en materia de seguridad vial, salud ocupacional y riesgos del trabajo.

#### **4.5.4 La Calificación y Selección de Ofertas**

Esta es una de las fases más importantes del proceso, donde la Administración selecciona LA MEJOR oferta.

La selección de la OFERTA TECNICA decide el nivel de excelencia con que se contratará la obra, y por lo tanto, la Administración automáticamente asume la obligación de asegurarse de que, con ese mismo nivel de excelencia, se ejecute el proyecto.

Los parámetros que determinan el nivel de excelencia para la ejecución de un proyecto son los siguientes:

- La asignación del recurso humano, de sus funciones o responsabilidades profesionales y de sus atribuciones (idoneidad)
- La metodología con que se ejecuta cada actividad
- El tipo de maquinaria y equipo asignado para realizar cada actividad
- La duración y secuencia del conjunto de actividades (el programa de trabajo)
- El sistema de seguridad con que se realizará el proyecto
- El sistema de control de tránsito, demoras y rutas alternas para el paso de vehículos y peatones
- Los procedimientos rutinarios de limpieza y disposición de escombros para la ejecución del proyecto
- El sistema de control de calidad con que se ejecutará cada actividad

Para conjuntar estos elementos, en la evaluación técnica, se propone el siguiente esquema de calificación:

<b>PARAMETROS</b>	<b>PONDERACION</b>
<b>Capacidad técnica del personal</b>	<b>15</b>
<b>Programa de trabajo</b>	<b>10</b>
<b>Asignación de recursos</b>	<b>15</b>
<b>Sistema de seguridad</b>	<b>10</b>
<b>Sistema de control de tránsito</b>	<b>10</b>
<b>Sistema de limpieza y disposición de escombros</b>	<b>10</b>
<b>Sistema de control de calidad</b>	<b>30</b>

#### **4.6 Evaluación**

La evaluación final mantiene el mismo procedimiento que actualmente realiza la Administración y sólo varía en las ponderaciones. El modelo de evaluación es el siguiente:

$$EF = 0.30(OT) + 0.60(OE) + 0.1(PO)$$

donde:

EF: Evaluación final  
OT: Oferta técnica  
OE: Oferta económica  
PO: Plazo ofertado

#### **4.7 Evaluación Financiera**

Para la evaluación financiera se mantiene el mismo criterio que actualmente aplica la Administración.

**INSERTO 4.1**

**Procedimientos para el Pago de Mezcla Asfáltica en  
Función de la Calidad**

# **Esquema para el Control de Calidad de la Mezcla Asfáltica**

## **1.1 El Diseño de Mezcla**

### **1.1.1 Aspectos Básicos**

- En el informe de diseño de mezcla, el análisis de calidad que se presenta de los agregados, debe corresponder estrictamente a los materiales con que realmente se va a realizar la producción.
- Los parámetros de calidad de los agregados que se reportan en el diseño de mezcla deben ser estadísticamente representativos y confiables, desde el punto de vista de la materia prima con que se va a producir mezcla asfáltica.
- El diseño de mezcla es un informe profesional, debidamente editado y firmado por un profesional responsable.
- El diseño de mezcla debe cumplir con los requerimientos especificados en la "Guía para presentación de diseños de mezcla"
- Toda mezcla asfáltica debe producirse con estricto apego al diseño de mezcla que la soporta, en el entendido que el diseño de mezcla de laboratorio puede requerir pequeños ajustes previo a iniciar su proceso de producción (modificación de fórmula de trabajo), pero obviamente no se trata de cambios en la dosificación, tipos o fuentes de materiales.

## **1.2 Procedimiento General para Iniciar la Producción de Mezcla**

- El contratista debe presentar la solicitud de revisión del diseño de mezcla, cumpliendo con los siguientes requisitos:
  - Presentar el informe del diseño de mezcla, siguiendo la guía que se exige para este propósito.
  - Presentar las bases de datos históricos para los parámetros de calidad de la materia prima que utilizará para la producción.
- Los materiales deben cumplir con los parámetros contractuales de aceptación, previo a iniciar la producción de la mezcla.
- El contratista debe tener debidamente aceptado su diseño de mezcla, previo a iniciar la producción. La aceptación formal la debe emitir la Administración, a través de la Ingeniería de Proyecto.
- Si el contratista lo estima necesario puede hacer un ajuste final del diseño de mezcla de laboratorio a la planta, para esto debe moldear pastillas con no menos de 3 puntos diferentes de contenido de asfalto y obtener nuevamente todas las curvas de diseño Marshall.
- Para producir mezcla asfáltica el contratista debe tener su planta debidamente certificada en cada uno de sus componentes: por tanto debe proveer certificados de calibración del sistema de dosificación, quemador, tambor mezclador y sistemas de retorno de finos de su planta, así como un plan de revisión periódica.

- Toda mezcla producida en un rango de temperatura de  $\pm 20$  °F, respecto a la temperatura de mezclado, no puede ser autorizada su salida de la planta.

### **1.3 Parámetros de Calidad de la Mezcla Asfáltica**

Los parámetros de calidad de la mezcla asfáltica se dividen en tres categorías:

- Parámetros de aceptación
- Parámetros de control
- Parámetros de pago.

#### **1.3.1 Parámetros de Aceptación**

Estos parámetros corresponden a todas aquellas exigencias del cartel, respecto a la calidad de la mezcla, tanto en término de sus componentes individuales (agregados, relleno mineral, asfalto, aditivos), como de la mezcla propiamente dicha.

Una mezcla debe cumplir con todos los parámetros de aceptación para iniciar su producción, además, estos parámetros se deben comprobar periódicamente, de conformidad con las exigencias del cartel.

En esta categoría se incluyen:

- Todas las exigencias del cartel, que de forma individual deben cumplir: los agregados de apilamiento y/o fuente, el relleno mineral, los aditivos y el asfalto, así como cualquier otro elemento que se adicione para la producción de la mezcla asfáltica.

- Todas las exigencias del cartel que, de forma conjunta (o sea, una vez mezclados), deben cumplir los agregados y el relleno mineral, combinados en las proporciones establecidas en el diseño de mezcla (agregado de diseño).
- Todas las propiedades de la mezcla que el cartel exige en función del método de diseño que ahí se indique (ej, el método Marshall).
- Las propiedades de durabilidad de la mezcla: resistencia a la compresión uniaxial retenida, tensión diametral retenida o cualquier otro requerimiento de durabilidad que establezca el cartel.
- Las propiedades de deformabilidad de la mezcla ante cargas repetidas, si así lo establece el cartel.
- Las propiedades especiales de módulo resiliente o capacidad a fatiga, si así lo establece el cartel.
- Las propiedades reológicas del asfalto, modificado o sin modificar, que establezca el cartel, incluido el grado de desempeño (PG).

El contratista debe presentar todos los parámetros de aceptación, en el informe de diseño de mezcla y deberá cumplirlos cada fuente de agregados independientemente, así la mezcla de los agregados en las proporciones que se indica en el diseño de mezcla, según se establece a continuación:

- **Parámetros de aceptación para cada fuente de agregados**

#### **Agregado Grueso**

Indice de abrasión en máquina Los Angeles

Sanidad

Durabilidad (el ensayo que indique el cartel)

Residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles (si los agregados son calizos)

Absorción (si lo especifica el cartel)

#### **Agregado Fino**

Absorción (si lo especifica el cartel)

Sanidad

Equivalente de Arena

Durabilidad (el ensayo que indique el cartel)

Límites de Atterberg

- **Parámetros de aceptación para los agregados de conformidad con el diseño de mezcla**

#### **Agregado Grueso**

Caras fracturadas

Partículas planas y elongadas

#### **Agregado Fino**

Vacios en el agregado fino no compactado

- **Parámetros de aceptación de la mezcla asfáltica**

Resistencia retenida (compresión uniaxial)

En el diseño de mezcla se debe realizar este ensayo dos veces, con vacíos mayores al 6%. Si en algún caso la resistencia retenida es menor o igual a 75%, la mezcla se rechaza. Debe utilizarse agregado sin pasar por el quemador y el contenido óptimo de asfalto de diseño.

Adicionalmente, durante el proceso de producción, el contratista está obligado a mantener un archivo actualizado de todos estos parámetros de aceptación, donde demuestre que su proceso de producción en todo momento cumple con las exigencias contractuales, además debe repetir los ensayos de aceptación con la frecuencia mínima que adelante se indica.

Esta información actualizada debe entregarse, en original, a la Ingeniería de Proyecto, debidamente actualizada. Esto es requisito para el trámite de la estimación estar al día en el cumplimiento de este requisito

Se establece, como mínimo, un período máximo de 4 meses para repetir la totalidad de los ensayos de aceptación, excepto para el equivalente de arena, que debe hacerse cada 2 meses y la resistencia retenida, que debe hacerse cada mes. Sin embargo, es responsabilidad del contratista definir la frecuencia de ensayos de aceptación que requiere su proceso productivo. Caso especial son los parámetros que aún cumpliendo la especificación, se aproximan al límite establecido, debiendo reportarse con más frecuencia.

En el momento que se detecte el incumplimiento de alguno de éstos parámetros de aceptación se procede de la siguiente forma:

- Se detiene de inmediato el proceso de producción hasta que se corrija la situación que se detectó.

- Toda la mezcla producida entre el periodo comprendido la anterior realización del ensayo de aceptación y en el momento en que se detectó la anomalía, tendrá una reducción adicional en el monto a pagar de un 25%, sin que esto exima al contratista de todas las demás responsabilidades, incluidas las de comportamiento a largo plazo.

#### **1.4 Parámetros de Control**

Los parámetros de control son todos aquellos ensayos que el CONTRATISTA requiere efectuar para garantizarse la uniformidad de todo el proceso y el cumplimiento de las especificaciones.

La frecuencia y el tipo de ensayos a realizar son definidos por el CONTRATISTA, pues esto depende de las condiciones propias de cada proyecto y de las circunstancias de cada proceso de producción (fuentes de agregados, manejo de los agregados, características de la planta, características de los equipos de colocación y compactación, capacitación y destreza de los operadores de equipo, etc)

Estos ensayos de control deben cubrir desde la fase de producción de los agregados en el quebrador, hasta la compactación y el acabado final de la mezcla.

El CONTRATISTA debe presentar en la oferta, detalladamente, cuál es el proceso de control y aseguramiento de la calidad con que está ofertando los precios.

Los siguientes son los parámetros de control, en las diferentes fases del proceso, de los cuales el contratista seleccionará los que estime necesarios, así como la frecuencia de ensayos, a que se comprometerá legalmente en el contrato.

i. En el quebrador, para cada tipo de agregado:

- Graduación
- Partículas planas y elongadas
- Límites de Atterberg
- Caras fracturadas
- Gravedad específica bruta
- Absorción
- Equivalente de arena
- Vacíos en el agregado fino no compactado

ii. En el manejo de los apilamientos, para cada acopio:

- Graduación
- Partículas planas y elongadas
- Límites de Atterberg
- Caras fracturadas
- Humedad natural
- Densidad
- Absorción
- Equivalente de arena
- Vacíos en el agregado fino no compactado
- Abrasión

iii. En la banda transportadora

- Granulometría
- Humedad
- Gravedad específica y absorción

iv. En el bache seco

- Granulometría
- Gravedad específica y absorción

v. Del Asfalto

- Viscosidad a 60 °C, 120 °C, 135 °C.
- Temperatura de mezclado y de compactación

vi. De la mezcla producida en planta

- Gravedad específica bruta y absorción del agregado fino
- Gravedad específica bruta y absorción del agregado grueso
- Finura del relleno mineral (granulometría)
- Caras fracturadas
- Partículas planas y elongadas
- Vacíos en el agregado fino
- Granulometría
- Estabilidad
- Flujo
- Contenido de asfalto
- VMA
- VFA
- Gravedad específica máxima teórica
- Vacíos en la mezcla
- Razón de polvo/asfalto
- Contenido de Asfalto (en boca de planta, después de almacenar en el silo)

vii. De la mezcla compactada

- Tramos de prueba (densidad de referencia)
- Índice internacional de rugosidad (IRI)
- Vacíos
- Coeficiente de rozamiento
- Textura
- Espesor de la capa

viii. Otros: Según criterio del oferente

## **1.5 Procedimiento**

- De previo a la aceptación del diseño de mezcla, se deben aportar los parámetros de aceptación correspondientes.
- El contratista debe entregar, en original y debidamente firmado por el profesional responsable, como requisito para el trámite de la estimación, un informe que demuestre que ha cumplido con la realización de los ensayos de control se comprometió que debe realizar de acuerdo con el contrato.

## **1.6 Metodología para el Pago en Función de la Calidad**

Se selecciona un número reducido de parámetros tales que, en un proceso de producción controlado, permitan determinar el nivel de calidad de la producción por lote y por lo tanto, son indicadores objetivos para determinar el monto a pagar en función de la calidad.

### **1.6.1 Parámetros de Calidad para el Pago de la Obra**

- i. Los siguientes son los parámetros para determinar la calidad de la mezcla asfáltica
  - Granulometría
  - Contenido de asfalto
  - Gravedad específica máxima teórica
- ii. Para la colocación y compactación de la mezcla:
  - Porcentaje de vacíos
  - Espesor de la capa asfáltica
  - Índice de rugosidad internacional (IRI)

- Coeficiente de rozamiento del pavimento (en los proyectos donde se considere conveniente, se incluirá en cartel)

Parámetro	Tolerancia	Confiabilidad
Contenido de Asfalto	± 0.5%	95%
Granulometría		
Gruesos (1)	± 5%	95%
Intermedios (2)	± 4%	
Finos (3)	± 3%	
Polvo (4)	± 2%	
% de vacíos de la mezcla colocada	3- 8 %	98%
Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	Máx 1.8	95%
Coeficiente de Rozamiento		

**Notas:**

- (1) Gruesos: Agregado retenido en malla N°4
- (2) Intermedios: Agregado que pasa la malla N°4 y es retenido en la malla N° 30
- (3) Finos: Agregado que pasa la malla N°30 y es retenido en la malla N° 100
- (4) Polvo Mineral: Agregado que pasa la malla N°100
- (5) Se refiere al porcentaje de cumplimiento del rango de tolerancia a partir de métodos de inferencia estadística para el lote.

**Transitorio:** teniendo en cuenta que se requiere un proceso de aprendizaje y adaptación, se sugiere que la Administración disminuya el nivel de confianza del 95% a un 90%, calculado por inferencia estadística, durante un período corto de tiempo.

## 1.7 Definición de Lote y Tamaño de Muestra

Cada proyecto, según sus volúmenes de producción, tipo de planta y espesor de capa, definirá el tamaño de lote, debiendo ser indicado en el cartel correspondiente.

- i. Para determinar la calidad de la mezcla:
  - Se define un tamaño de lote de \_\_\_\_\_ tons o fracción, y un número de muestras por lote mayor a 10.
  
- ii. Para determinar la calidad de colocación de la mezcla
  - Se define un tamaño de lote de \_\_\_\_\_ tons, y un tamaño de muestra mayor a 10 núcleos.

## 1.8 Cálculo del Monto a Pagar en Función de la Calidad

Definidos los parámetros de pago y sus tolerancias, se establecen cuatro niveles de calidad, que servirán como criterio técnico para el pago o rechazo de cada lote, según se indica a continuación:

Nivel	% de Pago	Nivel de Calidad
1	100	Lo pactado en el contrato
2	88	Inferior a lo pactado en el contrato, pero aceptable
3	73	Inferior a lo pactado en el contrato y apenas aceptable
4	0	No aceptable (*)

(\*) El contratista debe rehacer por su cuenta el trabajo, al nivel de calidad pactado.

Aplicando estos criterios a cada uno de los parámetros de calidad se tiene lo siguiente:

En todos los casos la desviación se calcula con un cumplimiento del 95%, calculado por inferencia estadística, y transitoriamente para un 90% de cumplimiento. Se suministrará un programa de cómputo para efectuar los cálculos.

- **Porcentaje de Asfalto**

<b>Desviación</b>	<b>Factor de Pago (Pi)</b>
± 0.5	100
± 0.55	88
± 0.60	73
> ± 0.60	No aceptable

- **Agregado Grueso (Agregado retenido en la malla No.4)**

<b>Desviación</b>	<b>Factor de Pago (Pi)</b>
± 5 %	100
± 6 %	88
± 7 %	73
> ± 7 %	<b>No aceptable</b>

- **Agregado Intermedio: Agregado que pasa la malla N°4 y es retenido en la malla N° 30**

<b>Desviación</b>	<b>Factor de Pago (Pi)</b>
± 4 %	100
± 5 %	88
± 6 %	73
> ± 6 %	<b>No aceptable</b>

- **Agregado Fino: Agregado que pasa la malla N°30 y es retenido en la malla N°100**

Desviación	Factor de Pago (Pi)
± 3 %	100
± 4 %	88
± 5 %	73
> ± 5 %	<b>No aceptable</b>

- **Polvo Mineral: Agregado que pasa la malla N°100**

Desviación	Factor de Pago (Pi)
± 18%	100
± 22%	88
± 25%	73
> ± 25%	<b>No aceptable</b>

- **Gravedad específica máxima teórica**

Desviación	Factor de Pago (Pi)
7%	100
9%	88
11%	73
> 11%	<b>No aceptable</b>

- **Espesor de la capa (\*)**

Desviación	Factor de Pago (Pi)
± 8%	100
± 10%	88
± 12%	73
> ± 12%	<b>No aceptable</b>

- IRI (Indice de rugosidad internacional) (\*)

Desviación Asociada	Porcentaje de Pago
< 1.8	100
< 2	88
< 2.2	73
> 2.2	No aceptable

- Vacíos en la mezcla compactada

Desviación (*)	Porcentaje de Pago
entre $\pm 3$ y $\pm 8$	100
entre $\pm 3$ y $\pm 10$	88
entre $\pm 2$ y $\pm 12$	73
< $\pm 2$ y > $\pm 2.2$	No aceptable

(\*) Según las condiciones del pavimento sobre el cual se colocará la capa asfáltica, para un proyecto en particular se puede disminuir el nivel de confianza a valores menores del 95%.

### 1.9 Factores de ponderación asociados a los factores de pago

En este aspecto se definirán dos componentes, del total a pagar:

- Calidad de mezcla producida
- Calidad de la colocación y compactación de la mezcla

**a) Calidad de la mezcla producida**

Parámetro		Factor de Peso (w <sub>i</sub> )
Porcentaje de Asfalto		35
Densidad Máxima Teórica		15
Granulometría	Agregado Grueso	10
	Agregado Intermedio	15
	Agregado Fino	20
Polvo mineral		20

**b) Calidad de colocación de la mezcla**

Parámetro	Factor de Peso (w <sub>i</sub> )
Vacíos de la mezcla compactada	35
Espesores de capa	20
IRI (Índice de rugosidad internacional)	20

**c) Factor de pago final (FPF)**

El factor de pago se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$FPF = \left[ \sum \frac{(w_i * P_i)_{mezcla}}{115} + \sum \frac{(w_i * P_i)_{colocación}}{75} \right] - 100$$

donde:

- FPF = Factor de **pago** final
- w<sub>i</sub> = Factor de **peso** asociado a cada parámetro
- P<sub>i</sub> = Factor de **pago** asociado a cada parámetro

**NOTA**

Para facilitar el cálculo del FPF se suministrará un programa de cómputo.

**CAPITULO 5**  
**AUDITORIA TECNICA DE PROYECTOS**

## **5. AUDITORIA TECNICA DE PROYECTOS**

### **5.1 Presentación**

La auditoría o interventoría en construcción es una función moderna que realiza una supervisión técnica de alto nivel sobre el desarrollo de los proyectos donde se invierten recursos públicos para garantizar eficiencia en la contratación y buen servicio a la sociedad. La auditoría técnica debe evaluar y dar seguimiento al proceso de contratación, al desarrollo del proyecto y el cumplimiento general de los compromisos de contrato en todos sus procedimientos y trámites. Cuando no se cuenta con esta función en las agencias públicas de desarrollo de infraestructura, el Estado puede resultar perjudicado por contrataciones de baja eficiencia, causadas por resultados de corta durabilidad en la obra o porque las empresas contratantes no cumplen sus compromisos de conformidad con lo pactado en el contrato.

Poner en práctica una auditoría técnica en Costa Rica, representa una importante herramienta de apoyo para la Administración, en la tarea de lograr la máxima eficiencia y un eficaz control en la ejecución de los contratos, en sus aspectos técnicos, de calidad, de cumplimiento de plazos, de seguridad y control de tránsito, etc.

Cuando las agencias cuentan con este recurso de auditoría, de inmediato se aprecian cambios importantes en la ejecución de los proyectos, se hace más ingeniería, se resuelven preventivamente problemas técnicos y administrativos y se obtienen obras con un desempeño satisfactorio a largo plazo.

### **5.2 Factores Atenuantes de la Labor de Auditoría en el Programa de Mantenimiento Rutinario**

La experiencia de aplicar auditoría técnica en los proyectos de Mantenimiento Rutinario de Carreteras ha sido difícil por la naturaleza variable y dispersa de la conservación de carreteras en una región. Los procedimientos de mantenimiento requieren de planificación semanal o diaria y cambios de estrategia frecuentes que producen algún grado de desorden en la administración del proyecto, sin embargo, esto no quiere decir que no se deba procurar cierto nivel de eficiencia en este tipo de contratos.

Por estas razones y porque el mantenimiento en Costa Rica se realiza en forma tardía y muchas veces de emergencia -para no perder la red vial, es que la auditoría de alguna forma se ha tenido que adaptar a estas condiciones.

Otro considerando importante es que la preparación de carteles y documentos de contratación no fue suficientemente precisa y clara para ejercer mayor control del cumplimiento de las empresas. Algunas condiciones ambiguas existentes en el cartel producen incertidumbre en la aplicación de controles y en la rendición de cuentas ante la ingeniería de proyecto, en este sentido hemos coincidido con la Dirección de Conservación, respecto a la conveniencia de hacer algunas modificaciones a las especificaciones técnicas del cartel.

El mayor reto de la auditoría técnica de obras, es que la Administración cuente con una herramienta de tanta importancia para el país que le sirva de soporte para mejorar las prácticas constructivas y de control de los proyectos.

### **5.3 Resultados Generales de Auditoría en el Programa de Mantenimiento Rutinario**

En términos generales, los resultados de auditoría revelan una serie de fallas de control y de cumplimiento de compromisos de parte de las empresas contratistas que deben ser atendidas. No ha existido ningún proyecto que cumpla estrictamente con sus compromisos contractuales con puntualidad. Lamentablemente en muchos casos esta actitud es la que caracteriza al sector de carreteras de Costa Rica: ausencia de planificación, carencia de gestión oportuna y falta de hacer ingeniería de carreteras en las empresas. Los principales incumplimientos detectados en orden de frecuencia son los que se presentan en la siguiente tabla:

<b>INCUMPLIMIENTO OBSERVADO EN CONTRATOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>EFECTO ADVERSO DERIVADO DEL INCUMPLIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de la bitácora de proyecto para registrar los trabajos a diario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cumple la legislación nacional relativa a construcción de obras y no se tiene este documento para comunicación técnica en sitio.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad insuficiente de cuadrillas respecto a lo solicitado en cartel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retraso en las obras de reparación. La sociedad debe esperar más tiempo sin recibir beneficio del contrato de obra.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En general, aún falta hacer mucha Ingeniería para asegurar la calidad de los trabajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden quedar tramos o secciones de calidad y durabilidad deficiente que tienen que ser reparados antes de tiempo. Pérdida económica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa permanencia del ingeniero residente en proyectos alejados del centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay suficiente guía técnica para hacer las cosas bien. La gestión general es deficiente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto - control de calidad que no se realiza con la frecuencia exigida o no se hace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cumple con la medición de la calidad que se solicita en el contrato en cuyo caso no se sabe cómo se puede comportar la obra.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se usa de la bitácora de toma de muestras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esto evade el control entre muestras tomadas y resultados reportados.</li> </ul>

No se toman muestras en forma aleatoria y por tanto se presentan resultados segregados (estadísticamente inconsistentes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pueden emitir informes que hacen aparecer las obras como buenas cuando realmente no lo son y los informes no tienen representatividad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de cuadrillas que se presenta en ciertos días</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se retrasan las labores de mantenimiento. El usuario público debe esperar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha muy retrasada de inicio de algunos proyectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se demora el proyecto. La sociedad debe esperar sin razón por los trabajos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal estado de funcionamiento de algunos equipos de compactación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se logra suficiente nivel de compactación en sitio y la mezcla queda expuesta al efecto de aire, sol y agua. Menor durabilidad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad vial deficiente, sobre todo por el uso de rótulos pequeños o ausencia de banderilleros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se protege a los usuarios de la carretera y se presentan accidentes que son pérdida para ellos y para el país.</li> </ul>
Programa de trabajo sin el formato adecuado o que no se presentó	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene una buena referencia para pagar los reajustes de precio correctamente.</li> </ul>
No presentación de informes de auto-control que respalden los pagos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay garantía de calidad asegurada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de sierra para corte de los baches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se usan martillos u otros medios que deterioran el pavimento adyacente. Se hacen baches de corta vida útil (muy caros).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de tanque y rociador para distribuir el ligante asfáltico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se rocía en forma uniforme y quedan zonas sin pega adecuada, por lo que duran menos tiempo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se hicieron secciones de ensayo de compactación al iniciar labores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cumple los compromisos. Los operarios no saben cuántas pasadas deben hacer para llevar la mezcla a la densidad apropiada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación insuficiente de las mezclas en algunas rutas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La durabilidad se compromete por el exceso de vacíos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseños de mezcla poco claros, incompletos o que no se pueden reproducir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se prepara realmente una buena mezcla. Se improvisan resultados y se ensambla una imitación de diseño que no se puede producir en la planta. Corta durabilidad del pavimento colocado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de componentes de la fórmula de trabajo de mezcla sin estudio previo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se altera la mezcla frecuentemente y esto perjudica su durabilidad en ciertos lotes producidos. No se sabe como queda.</li> </ul>

Todas estas faltas recurrentes reflejan la mala costumbre de no planificar los proyectos y de no gestionar correctamente la labor de control de calidad ni de mantenimiento de carreteras que predomina entre las empresas constructoras. Se reitera nuevamente que estas deficiencias de cumplimiento hacen que los proyectos tengan menor durabilidad o que resulten más lentos en su desarrollo, y por lo tanto, la sociedad se ve perjudicada pagando proyectos a un precio elevado pero recibiendo a cambio un cumplimiento poco satisfactorio o calidad deficiente.

Estos problemas se dan por varios factores que predominan en el sector de carreteras. Entre ellos cabe destacar falta de investigación e información en el tema, falta de ética empresarial y disciplina profesional, carencia de personal entrenado, escasa capacitación sobre gestión de proyectos y de calidad, falta de liderazgo técnico de parte de la Administración y falta de soporte legal para las ingenierías de proyecto. El nuevo modelo de control de obras viales debe combatir estas tendencias o subculturas predominantes en Costa Rica para ser exitoso y esto solamente se puede lograr con un proyecto bien dirigido y requiere tiempo para lograr cambios mentales y de actitudes.

La auditoría técnica sirve para hacer una vigilancia preventiva en el desarrollo de proyectos y permitiría responder rápidamente a las consultas y solicitudes de la Dirección de Conservación, de la Junta Directiva del CONAVI, de la Contraloría General de la República y sirve además como apoyo al Ingeniero de Proyecto y al Consultor en su función de garantes de la ejecución de los contratos de obra. Adicionalmente, la labor de los auditores permite organizar y sustentar las labores de capacitación y entrenamiento que se requiere realizar en este sector con bastante frecuencia.

#### **5.4 Resultados de auditoría sobre el control que realiza el MOPT**

Los resultados obtenidos en la ejecución de los proyectos muestra que el control de la construcción de obras públicas en Costa Rica ha sido insuficiente en los años anteriores. El MOPT ha delegado esta labor en los ingenieros de proyecto, pero se evidencia la falta de un entrenamiento institucional adecuado y de un seguimiento frecuente de las decisiones de estos funcionarios, de modo que todos los proyectos se controlen con los mismos estándares de calidad. Ante esta falta de guía técnica, y de un lineamiento institucional claro respecto al aseguramiento de la calidad y el control de los proyectos, cada profesional prácticamente queda en libertad de administrar su proyecto como mejor le parezca, y aunque la Contraloría General de la República interviene ocasionalmente, esta supervisión nunca puede llegar a revisar todos los detalles del desarrollo de un proyecto, y está suficientemente demostrado que este tipo de interventoría no es la solución al problema del "control total" de los proyectos.

En la actualidad un proyecto eficiente y económico se mide por tres aspectos estrechamente integrados, que son: el costo, el tiempo y la calidad ( la calidad resume aspectos de seguridad, durabilidad y oportunidad).

Los ingenieros consultores del Programa de Mantenimiento Rutinario han sido los primeros en recibir instrucciones para realizar un control más actualizado del desarrollo de los proyectos. En algunos casos ha sido difícil cambiar la mentalidad de control superficial por la de control detallado y riguroso para el cumplimiento de los compromisos del contrato. No obstante debe reconocerse que se han dado avances importantes hacia un control más riguroso, pero todavía existen aspectos donde se debe mejorar.

Los siguientes son aspectos donde hace falta mejorar más, aunque debe reconocerse que ya ha habido un incremento significativo de control en algunos contratos.

- La revisión de tiempos y plazos debe ser una prioridad importante, ya que la sociedad necesita realizar los proyectos con rapidez, no cuando las empresas lo quieran hacer. Hace falta verificar realmente el avance financiero mediante el flujo de caja y el avance físico para cada actividad. Algunos ingenieros consultores todavía no le dan importancia a este tema, siendo muy necesario para el pago correcto del reajuste de precios.
- La aplicación de sanciones por calidad o retrasos generalmente se pospone o se divide en dos o tres partes. Esto sigue siendo muestra de un trato que no es acorde con lo que establece el contrato, ya que cuando se produce el retraso o se detecta calidad deficiente, la sociedad ya recibió un efecto adverso inmediatamente. Las sanciones solamente tratan de compensar lo perdido por la sociedad y se deben aplicar con apego a los compromisos contractuales. Los ingenieros deben recordar el valor que tiene el dinero en el tiempo.
- Hace falta mayor control respecto al uso de maquinarias deficientes y se permite con frecuencia. Es común que se permita el uso de maquinarias o herramientas en mal estado. Los ingenieros e inspectores deben concientizarse de la necesidad de contar con equipos en buen estado y limpios para que funcionen bien. Lo más común es permitir el uso de martillos para romper los baches, el uso de compactadores sin vibración o sin lubricación, el uso de distribuidores con las boquillas de riego en mal estado, entre otros. Nuevamente, aceptar estos equipos es pérdida en el contrato para el Estado.
- Las plantas de producción de mezcla todavía no cumplen con los requisitos del código CR-77. La inspección que realiza el CONAVI-LANAMME solamente permite evitar los problemas o fallas mayores de control, pero no puede llegar a administrar correctamente los agregados y el proceso productivo, aspectos que competen al Contratista y que son clave para lograr uniformidad y excelente calidad en la mezcla. Todavía no se tiene debidamente el laboratorio en sitio que debería controlar la producción a diario.
- La seguridad vial no se maneja correctamente. En este tema debe haber una queja constante de parte de la ingeniería de proyecto para que la empresa invierta en mejores equipos y señales y que los mantenga bien limpios y correctamente colocados. Debe reconocerse lo que al respecto se ha logrado hasta ahora, pero hace falta mejorar más en carreteras de alta velocidad y mucho tránsito.

- Los informes de auto-control requieren de un análisis más profundo que tenga en cuenta aspectos como la representatividad, la dispersión y la correlación entre lo que señala el informe y lo que se observa en la realidad.
- Ejecución de trabajos fuera de contrato. En algunos contratos se han hecho labores especiales como sobrecapas y se han pagado como si fuera bacheo cortado. Lo más adecuado en estos casos es que si el contrato no tiene el rubro específico para el tipo de labor solicitada, lo que cabe es hacer una negociación de precios unitarios con la empresa. Este tipo de modificaciones técnicas en los contratos conviene que queden adecuadamente tramitadas. Estas situaciones se van corrigiendo conforme los cuadros de cantidades sean más realistas, y los plazos de contratación sean también menos engorrosos.

La única forma de continuar mejorando en estos aspectos es seguir haciendo capacitación y entrenamiento con consultores, ingenieros y empresas para hacerles ver las deficiencias de control que se presentan y las razones por las cuales se debe mejorar para bien del país. Las empresas constructoras deben ser estimuladas para elevar su gestión empresarial y para incrementar su nivel de Ingeniería.

### **5.5 Proyección de la Auditoría Técnica**

La proyección futura de la ejecución de auditoría técnica será seguir visitando los frentes de trabajo de proyecto, evaluar los logros y documentos de pago y respaldo de calidad para seguir sirviendo de asesoría a los ingenieros de proyecto y a la Dirección de Conservación. Es probable que se trate de establecer comunicación directa con las empresas constructoras para llamar su atención sobre los incumplimientos y las formas adecuadas de modificar su actitud para beneficio del proyecto. Se ha notado que algunas empresas han cambiado su comportamiento cuando se les logra explicar claramente sus compromisos contractuales y las razones que motivan a la auditoría a solicitar un mejor cumplimiento. El hablar de la ética profesional y de la ética de las empresas y sus implicaciones y motivar la reflexión de los profesionales ha sido efectivo en algunos casos.

El principio de trabajo de la auditoría es simple: lo que fue ofrecido en la oferta y lo que se pide en el cartel debe cumplirse constantemente, con puntualidad y en su totalidad. Si no es así, la empresa falta al compromiso contractual firmado. Esto es válido hasta que se modifiquen oficialmente las condiciones del cartel o del contrato por parte de la administración contratante.

Otro principio aplicable es que la Administración no establece un contrato para recibir trabajos mediocres ni equipos deficientes. Los precios que se cotizan y se aceptan son para pagar mezclas de primera calidad producidas por equipos calibrados y en buen estado de funcionamiento. Esta actitud, sin embargo, compromete al Ministerio o CONAVI a tener más agilidad de pago y de contratación para las obras públicas.

**CAPITULO 6**

**CONTROL DE PLANTAS**



## **6. CONTROL DE PLANTAS**

### **6.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DE PLANTAS**

El procedimiento general se basa en los siguientes aspectos:

- Control de uniformidad de producción
- Control de operación mecánica de plantas
- Supervisión de la entrega del producto (despacho)
- Aprovechamiento de material y equipo para la inspección
- Supervisión del auto-control de calidad en las plantas
- Visitas de auditoría a plantas
- Control semanal de producción
- Informe semanal de producción para los diversos proyectos
- Informe mensual de producción

#### **6.1.1 Control de uniformidad de la producción**

Se sustenta básicamente en el informe semanal de control e inspección de plantas.

Se controlan aspectos básicos del proceso productivo, a saber:

- a- Identificación de agregados en patio de acuerdo a los propuestos para la ejecución de la fórmula de trabajo vigente (diseño de mezcla).
- b- Verificación de los porcentajes correspondientes de agregados y asfalto de acuerdo al diseño.
- c- Monitoreo de las temperaturas del mezclado.

- d- Identificación de producto con problemas de uniformidad de producción (recubrimiento irregular de agregados en la mezcla, segregación evidente en el proceso, variabilidad en la temperatura de mezclas y otros).
- e- Monitoreo general de operación de planta para identificación de problemas que afecten la producción, tales como: secado de agregados, tiempo de mezclado, quemado completo del combustible del quemador, otros.
- f- Muestreo de mezcla asfáltica, agregados y cemento asfáltico de acuerdo al plan de muestreo solicitado previamente al inspector por parte del LANAMME. Para esto se utilizan las bitácoras de muestreo correspondiente.
- g- Control de operación mecánica básica de la planta.
- h- Otros.

### **6.1.2 Control de operación mecánica de plantas**

Con base en las visitas regulares realizadas por el Ing. Walter Acuña O. y notificaciones remitidas por los inspectores se identifican problemas específicos de operación en las plantas. Estos problemas pueden llevar al cierre temporal de la misma para la corrección del problema que la afecta.

Se trata de tener excelente coordinación entre el LANAMME y el Ing. Acuña con el fin de aplicar las medidas correctivas pertinentes en la operación general de la planta. Serán los contratistas quienes en última instancia soliciten una verificación de las correcciones realizadas en las plantas para su respectiva orden de reapertura

### **6.1.3 Supervisión de la entrega de la mezcla**

El inspector asignado controla las cantidades de material producido diariamente y el destino de cada una de las vagonetas con material involucrado en el P.M.R.. También se ha establecido el control de salida para otros proyectos ejecutados por el M.O.P.T., como lo son:

- El programa emergente de bacheo en todo el país
- Trabajos ejecutados en el Aeropuerto Juan Santamaría
- Mantenimiento de las Autopistas Nacionales
- Proyecto de los Cuatro Cuadrantes

Esta información se maneja por medio de las **guías de entrega**, ninguna vagoneta puede salir si no cuenta con este documento. En estas guías se registra el peso del material, temperatura de salida y destino. Adicionalmente se debe indicar si la vagoneta fue muestreada para que se proceda a ubicar con exactitud el sitio de colocación de la mezcla en el proyecto.

Con base en esta información los inspectores de planta preparan un corte de producción semanal, el cual se realiza los días jueves. Esta información es remitida al LANAMME los días viernes, en donde se prepara el informe de producción para ser enviado inmediatamente al M.O.P.T.

### **6.1.4 Supervisión de muestreos y aprovisionamiento de documentación y equipo para la inspección**

Con el fin de poder cumplir a cabalidad con sus obligaciones de inspección, regularmente se visitan las plantas para entregar el material necesario para el proceso de inspección y muestreo.

Se cuenta con un plan semanal de visitas a plantas en todo el país, dentro del cual se verifica constantemente la metodología de muestreo y el trabajo rutinario de inspección de planta.

La lista de material básico con que cuentan los inspectores de planta es la siguiente:

a- Documentos:

- Guías de entrega
- Informes de diarios de inspección
- Bitácoras de muestreo
- Colillas para identificación de muestras

b- Material:

- Cajas para la toma de muestras de mezcla
- Sacos para la toma de muestras de agregado
- Tarros para el muestreo de cemento asfáltico
- Cinta adhesiva y plástico para el sellado de las muestras

Además de los puntos indicados anteriormente se verifica regularmente el buen estado de la termocupla asignada a cada inspector.

## **6.2 SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCION SEMANAL POR PLANTA**

En los anexos correspondientes a este capítulo se encuentra en forma detallada la información de mezcla asfáltica en caliente al 19 de mayo del presente año. Se detalla en dichos informes la producción tanto por planta, como por contratista, así como la evolución en cuanto al consumo de material para cada uno de los proyectos involucrados en el P.M.R..

En las tablas que seguidamente se presentan, se resume la información de los informes semanales presentados en este periodo.

<b>TABLA No. 6.2 PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA POR CONTRATISTA</b>		
<b>18 de JUNIO – al 22 de JULIO</b>		
<b>CONTRATISTA</b>	<b>CANTIDAD DE MEZCLA (TON.)</b>	<b>PROCENTAJE</b>
MECO	18139.9	32%
M&S	6348	11%
CONANSA	1210	2%
COMESA	4201.4	7%
MOPT	10	0%
SANCHES CARVAJAL	2135.79	4%
BELEN	9511.3	17%
ACOSOL	2147.51	4%
PEDREGAL	12648.9	22%
<b>TOTAL</b>	<b>56352</b>	<b>100%</b>

## **6.3 DIAGNOSTICO DE PLANTAS**

### **6.3.1 Planta Meco**

Planta ubicada en el sitio conocido como La Olla, en las inmediaciones del SINART, en la Uruca.

Planta continua marca ASTEC de doble barril, flujo invertido. Capacidad de producción de 200 toneladas por hora, con silo de almacenamiento de 150 toneladas.

Del 9 al 11 de marzo del presente año, esta planta dejó de operar producto de un desperfecto del controlador de temperatura, que alimenta al quemador. Por tal razón la empresa MECO recurrió consultar al fabricante, lo que generó el envío de un técnico de la casa matriz. El problema fue corregido y la planta está operando normalmente.

El manejo de los agregados, la alimentación de los agregados a la planta, el almacenaje del asfalto líquido y el almacenaje de la mezcla final, son los correctos.

Esta planta no cuenta con laboratorio propio.

El autocontrol lo tiene laboratorios particulares y el muestreo en planta es ordenado y se lleva control de anotaciones en el libro de bitácora de muestreo.

No se ha recibido nota de la aceptación oficial por parte de las diferentes ingeniería de proyecto del PMR, el último diseño de mezcla reportado por la planta MECO de La Uruca, fechado 26 de marzo de 1999 y comentado por el LANAMME en el oficio LM-IC-PMR-VC-21-99; se tiene registro de su aplicación en planta desde inicios de mayo de 1999. Sin embargo, los cambios en la fórmula de trabajo realizados durante los últimos dos meses (ver Tabla No. 1) han sido de proporciones suficientes para ameritar la presentación de un nuevo informe de diseño de mezcla, el cual no se nos ha suministrado.

**Tabla No. 1: Ejemplos de cambios en la fórmula de trabajo de la planta MECO durante mayo y junio de 1999.**

Fecha	% de agregado del tajo Santa Ana	% de agregado del tajo Piedra Grande	% de agregado del tajo La Esmeralda	% de asfalto (por peso de agregado)
24/5/99	70	30	0	N.I.
27/5/99	60	40	0	7.3
31/5/99	60	40	0	7.3
3/6/99	60	40	0	7.3
8/6/99	40	60	0	6.4
10/6/99	35	65	0	6.5
14/6/99	30	70	0	6.6
16/6/99	40	60	0	6.7
19/6/99	30	70	0	6.7
23/6/99	15	85	0	6.3
25/6/99	15	0	85	6.5
28/6/99	50	0	50	6.6
Diseño 26/3/99	75	25	0	7.5

**Nota:** información a partir de la dosificación reportada por los señores inspectores de planta en las boletas de muestreo.

### **6.3.2 Planta CONANSA**

Instalada en Calle Blancos de Goicoechea. Planta estándar de producción de bache o amasado, de marca TDM 140 Standard. A pesar de ser una planta bastante vieja ha sido modernizada y sujeta a un buen mantenimiento. Tiene una capacidad de producción de 120 toneladas por hora.

Recientemente le fue incorporado un compresor nuevo para el manejo de los finos en los filtros, el cambio de mallas, los ajustes del sistema de pesado de los agregados y los cambios de los inyectores, dan como resultado una planta con un buen funcionamiento mecánico.

Ha tenido problemas en la malla No. 4 y variabilidad en el porcentaje de vacíos, su último diseño de mezcla es de febrero de 1997, con modificación de la fórmula de trabajo en julio de 1998.

Presenta un buen control de dosificación de los agregados y manejo adecuado de los mismos en patio.

Toda la instrumentación funciona correctamente y se tiene un buen mantenimiento de este equipo.

No cuenta con laboratorio en sitio

### **6.3.3 Planta SANCHEZ - CARVAJAL**

Planta ADM, de dosificación continua con buen mantenimiento. Apropiado manejo de agregados, acompañado de buen control interno de calidad.

La planta se encuentra ubicada en Río Volcán y el Quebrador en el Río Ceibo.

Uno de los problemas que se presentó en esta planta fue el nombramiento del inspector a cargo de la misma, el cual asumió funciones a finales del mes de marzo. El inspector a cargo no contaba en ese momento con el adiestramiento necesario en el proceso de inspección, situación que se ha ido corrigiendo con las visitas realizadas por el personal del LANAMME y la ayuda brindada por la empresa Sanchez-Carvajal.

Cuenta con el laboratorio de calidad del Ing. Oscar Tulio Méndez.

El control de calidad es muy bueno.

#### **6.3.4 Planta COMESA, Virilla.**

Instalada en la margen del Río Virilla, carretera a Heredia.

Planta estándar de bache bastante vieja, la cual experimentó serios problemas de operación, con un deficiente mantenimiento y manipulación de agregados.

Esta planta fue sometida a una reconstrucción completa del tambor mezclador, se reconstruyeron las balanzas y embones de pesado, así como también la cámara de amasado y el conjunto completo de este sistema. Luego de realizar todas estas correcciones recibió el visto bueno de operación por parte del Ing. Acuña.

En las últimas semanas dejó de producir mezcla debido a la falta de aprovisionamiento de agregados en patio.

A la fecha no se ha recibido una copia del informe de diseño de mezcla, únicamente una fórmula de trabajo que no cumple con los requisitos de un diseño de mezcla, de acuerdo con las especificaciones contractuales.

De los muestreos realizados, se observa una gran variabilidad en la granulometría de los agregados en las mallas No.4 y No.8, no cumple con la relación polvo/asfalto y presenta exceso de finos pasando la malla #200.

#### **6.3.5 Planta PEDREGAL, SAN ANTONIO.**

Planta de dosificación continua. Los mandos electrónicos están bien calibrados. Tiene problemas de finos en la caja de filtros ( baghouse ).

Los problemas de esta planta se centran fundamentalmente en la variabilidad de los agregados utilizados en la producción de mezcla asfáltica.

Esta planta fue sometida a un cambio completo de la coraza de; tambor mezclador., operación que duró dos semanas aproximadamente

Actualmente esta planta solamente produce mezcla para programas de bacheo emergente del M.O.P.T. y para el proyecto de los Cuatro Cuadrantes.

Su fórmula de trabajo al 22 de julio de 1999 es: 69% polvo de Belén, 27% quintilla de Belén, 4% cuartilla de Belén y 7.3% de asfalto.

### **6.3.6 Planta PEDREGAL, NICOYA.**

Planta Barber Green, de dosificación continua, puede producir 50 toneladas por hora. Cuenta con un silo de almacenamiento con capacidad para 40 toneladas de mezcla asfáltica, tiene un tanque para almacenamiento de cemento asfáltico de la CMI Corp. Con capacidad para 30,000 litros de producto.

Inicialmente presentó serios problemas de operación, los cuales se han ido corrigiendo paulatinamente.

Suple mezcla para los proyectos del P.M.R. de las zonas 3-1, 3-2 y 3-3 correspondientes a las licitaciones 35-98, 36-98 y 37-98 adjudicados a la empresa ACOSOL.

La planta cuenta con todo el equipo de control automático de dosificación, temperatura y humedad, los cuales se encuentran operando correctamente.

Esta planta es la única de todas las involucradas que cuenta con un laboratorio en sitio instalado por Vieto y Asociados, el cual cuenta con el siguiente equipo:

- Juego de mallas para análisis granulométrico de agregados.
- Moldes y mazo para pruebas de comparación Próctor estándar y modificado.
- Cuarteador para agregados
- Equipo para moldeo de pastillas Marshall Homo de dimensiones adecuadas
- Equipo para extracción de asfalto (No cuenta con equipo para determinación del contenido de ceniza y agua)
- Densímetro nuclear
- Balanzas con sensibilidad a un gramo y a 0.01 gramos

La dosificación en planta de los materiales para la producción de mezcla utilizado en esta planta son:

- 63 % material fino ( polvo de piedra)
- 37% material grueso (piedra quinta )
- 5.41 de asfalto sobre la mezcla

Los agregados que suplen la planta son extraídos y procesados en el mismo sitio y no se lavan.

No se cumple con las anotaciones del autocontrol en el libro de bitácora.

Presentó cambio en su fórmula de trabajo el 18 de mayo de 1999.

### **6.3.7 Planta BELEN, TARCOLES.**

Planta ubicada en la margen derecha del Río Grande de Tárcoles.

Planta continua marca ASTEC de doble barril, flujo invertido. Perteneció a la constructora Dimón, comprada por la constructora Belén. Su diseño de mezcla se presenta el 22 de marzo de 1999, para entrega de mezcla en el Programa de Mantenimiento Rutinario, regiones 6.1 y 6.2.

Los agregados provienen del Río Turrubares, el Quebrador está ubicado cerca del puente colgante (llamado "puente de hamaca").

## **6.4 FUNCIONES Y ACTITUDES DE LOS INSPECTORES DE PLANTA**

La labor del inspector de campo es fundamental para asegurar las condiciones de funcionamiento adecuado y en condiciones óptimas de seguridad, para las plantas procesadas de mezcla asfáltica.

El inspector debe coordinar sus labores con la Coordinación General de Plantas y la Consultoría de Inspección de Plantas, además, deberá acatar las indicaciones generales de Coordinación de Verificación de la calidad en lo referente a políticas de muestreo.

Entre las funciones y actitudes del inspector de planta se encuentran:

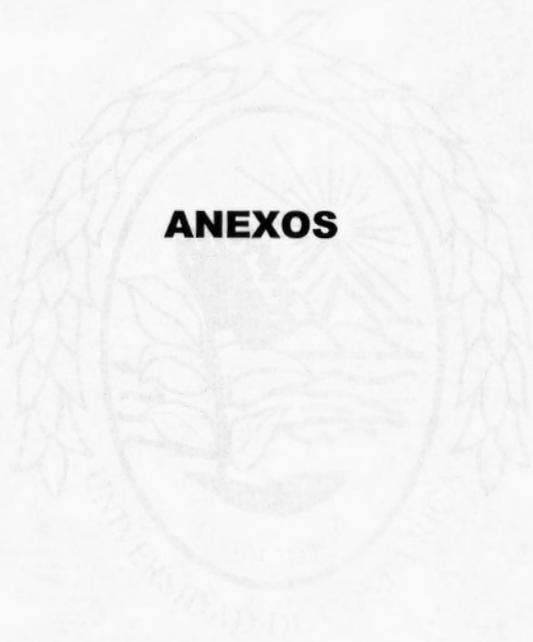
- Conocimiento pleno de la fórmula de trabajo vigente (diseño de mezcla).
- Controlar periódicamente la temperatura de la mezcla asfáltica que se está produciendo.
- Realizar el muestreo de mezcla asfáltica, ligante asfáltico, agregado de bache seco o húmedo, agregado de apilamiento y combustible del quemador, de acuerdo con las disposiciones generales de la Coordinación de Verificación de la Calidad, tanto en lo que respecta a frecuencia, como en procedimientos.
- Aplicar técnicas de muestreo aleatorio, cuando sea solicitado por la Coordinación de Verificación de la Calidad.
- Identificar claramente todas las muestras tomadas, indicando cuánta información esté disponible y especificando claramente el proyecto a que se refieren.
- Proteger las muestras tomadas, encargándose de que no sean contaminadas ni expuestas al intemperismo. Mientras las muestras no sean retiradas por los ingenieros de muestreo del LANAMME, su estado es responsabilidad del inspector de planta.
- Elaborar las guías de entrega de la mezcla asfáltica producida y despachada en planta, encargándose de llenar su contenido a conciencia y con elementos de juicio apropiados.
- Observar los muestreos de mezcla asfáltica, ligante asfáltico, agregado de bache seco o húmedo, agregado de apilamiento y combustible del quemador, que sean realizados por el contratista o su laboratorio dentro de las instalaciones de la planta. Deberá responsabilizarse de que se introduzca la información respectiva en la bitácora de muestreo, de manera inmediata a la operación de muestreo y de manera realista.
- Observar y tomar anotaciones del manejo de los apilamientos de agregado en la planta.

- Tomar anotaciones regularmente sobre la temperatura del asfalto en los tanques, así como del agregado que está siendo procesado en la planta.
- Observar y tomar anotaciones del funcionamiento y calibración de los sistemas de calentamiento, control de temperatura y dosificación por peso en la planta asfáltica.
- Realizar las anotaciones del informe de control de plantas.
- Realizar evaluaciones periódicas sobre los acarrees de agregado para la planta, indagando su procedencia y características generales. Los cambios en la procedencia o tipo de agregado acarreado deberán ser reportados con la mayor brevedad al Coordinador General de Plantas.
- Mantener registro de los cambios en la fórmula de trabajo (proporciones de cada tipo de agregado y de ligante asfáltico), reportándolos inmediatamente no sólo en los formularios de control de plantas, sino que también en forma verbal con el Coordinador General de Plantas.
- Llevar un control de la cantidad de mezcla asfáltica despachada para cada proyecto particular. Dicho control será realizado preferiblemente por peso.
- Verificar las condiciones de seguridad en la planta y ser la primera persona en ponerlas en práctica (dar el buen ejemplo).
- Rechazar la mezcla asfáltica despachada en caso de que sea producida a una temperatura de 15°C por encima del máximo valor recomendado para el ligante asfáltico siendo utilizado, o a una temperatura de 15°C por debajo del mínimo valor recomendado para el ligante asfáltico siendo utilizado. (Rangos OK?) (Salvedad de la mezcla tomada de un silo?).

- Rechazar la mezcla asfáltica despachada en caso de que presente contaminación evidente con partículas extrañas (solventes como diesel, vegetación, tierra, etc), o en caso de que presente segregación extrema.
- Rechazar la mezcla asfáltica que sea producida con un tipo de agregado diferente al del diseño de mezcla o fórmula de trabajo vigente, que utilice agregado de otra procedencia a la del diseño de mezcla, o que represente un cambio radical a la fórmula de trabajo vigente (cambio en la dosificación de algún tipo de agregado en más de un 10 % o cambio en la dosificación del contenido de asfalto en más de 1.0 %).
- Ejercer la autoridad inspectiva en todos sus alcances. Debe representar una autoridad ante el contratista.
- Si el inspector no emite una guía de entrega, se entiende que hay rechazo de la mezcla y este trabajo no se paga ni se acepta, salvo que el ingeniero de proyecto reciba un documento con un sólido soporte experimental donde el contratista garantice su calidad.
- El inspector debe asegurarse de seguir los cuidados recomendados en el uso y mantenimiento de la termocupla, debiendo responsabilizarse porque sea calibrada periódicamente. Dicha calibración puede ser realizada con los ingenieros de muestreo del LANAMME o trayendo la termocupla a revisión en las instalaciones del LANAMME.
- Mantener una buena disciplina de trabajo todos los días.
- El inspector se retira (previa consulta con el Coordinador General de Plantas o con la Consultoría de Inspección de Plantas), cuando no se cumplan los procedimientos y controles mínimos del contrato.

- El inspector debe solicitar con adecuada anticipación sus necesidades de material para trabajar: cajas, formularios, boletas de muestreo, guías de entrega, termocuplas, etc. Dichas necesidades deben ser formuladas al Coordinador General de Plantas.





**ANEXO 6 - 15**  
**INFORME DE PLANTA**  
**DEL 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO**

**TABLA No 1 PRODUCCION POR PLANTA PARA EL P.M.R.**

<b>PERIODO : 28 MAYO AL 3 DE JUNIO</b>		
<b>PLANTA</b>	<b>TOTAL PROD. ( TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	6169	41.4%
CONANSA	987	6.6%
PEDREGAL-NICOYA	1400	9.4%
PEDREGAL-BELEN	4692	31.5%
SANCHEZ CARVAJAL	931	6.2%
COMESA	734	4.9%
<b>TOTAL</b>	<b>14913</b>	<b>100%</b>

**TABLA No 2 CANTIDAD TOTAL DE MEZCLA POR CONTRATISTA DEL P.M.R.**

<b>PERIODO : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO</b>		
<b>CONTRATISTA</b>	<b>CANTIDAD MEZCLA (TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	3633	24.4%
M&S	3036	20.4%
CONANSA	8	0.1%
COMESA	898	6.0%
SANHEZ CARVAJAL	931	6.2%
ACOSOL	1400	9.4%
PEDREGAL	4692	31.5%
M.O.P.T.	315	2.1%
<b>TOTAL</b>	<b>14913</b>	<b>100%</b>

TABLA No 3 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA MECO

PERIODO DE PRODUCCION : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 25-98	M&S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000	SANTA ANA ALAJUELITA LA CARIT MORAVIA	156 78 10 39	283
P.M.R. 26-98	M&S	ZONA 1-2 PURISCAL	TURRUBARES	381	381
P.M.R. 30-98	M&S	ZONA 2-1 ALAJUELA	ATENAS	457	457
P.M.R. 32-98	M&S	ZONA 2-2 SAN RAMON ESTE	SAN RAMON BAJO RODRIGUEZ	423 315	738
P.M.R. 41-98	MECO	ZONA 5-1 SAN ISIDRO	CENTRO	254	254
P.M.R. 47-98	M&S	ZONA 7-1 HEREDIA	RIVERA DE BELEN SANTA BARBARA LA VALENCIA	267 25 10	302
P.M.R. 28-98	M&S	ZONA 1-3 LOS SANTOS	LOS SANTOS	375	375
CUADRANTES	MECO	CUADRANTES 3 Y 4	CURRIDABAT GUADALUPE	2497 882	3379

<b>TOTAL</b>	<b>6169</b>
--------------	-------------

TABLA No 4 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA CONANSA

PERIODO DE PRODUCCION : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO

PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 25-98	M&S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000	TRINIDAD DE MORAVIA TIBAS LLANO DE ALAJUELITA SANTA ANA SAN JERONIMO	180 20 220 20 20	460
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	CERVANTES LLANO GRANDE	18 18	36
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	TRES EQUIS	18	18
P.M.R. 30-98	M&S	ZONA 2-1 ALAJUELA	LA GARITA	40	40
P.M.R. 34-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS 500-900	JABILLOS PAVONES	36 18	54
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS > 900	FLORENCIA SANTA CLARA	18 18	36
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT	20	20
P.M.R. 45-98	CONANSA	ZONA 4-2 GUAPILES	GUACIMO	8	8
CACHEO MOPT	MOPT	VARIAS	RUTA 32 RUTA 1 BERNARDO SOTO SAN JOSE CURRIDABAT CARTAGO RUTA 2 TIBAS MORAVIA SAN PEDRO VILLAS DE AYARCO GUADALUPE SAN DIEGO	28 124 59 12 12 16 20 14 6 8 8 8	315
<b>TOTAL</b>					<b>987</b>

**TABLA No 5 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-NICOYA**

PERIODO DE PRODUCCION : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
P.M.R. 36-98	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-2 NICOYA	27 DE ABRIL	390
P.M.R. 37-98	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-3 CAÑAS	ARIZONA-CAÑAS	1010
<b>TOTAL</b>				<b>1400</b>

**TABLA No 8 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-BELEN**

PERIODO DE PRODUCCION : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
CUADRANTES	MOPT	CUADRANTES 3 Y 4	TIBAS	4692
<b>TOTAL</b>				<b>4692</b>

**TABLA No 7 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA COMESA**

PERIODO DE PRODUCCION : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	SAN BLAS	48	148
			CERVANTES	50	
			BIRRISITO	50	
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	TRES EQUIS	63	63
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT	235	235
P.M.R. 34-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS 500-900	JABILLOS	36	144
			SAN ALBERTO	72	
			MUELLE	36	
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS > 900	FLORENCIA	18	144
			SANTA CLARA	18	
			EL TANQUE	72	
			SANTA ROSA	36	
<b>TOTAL</b>					<b>734</b>

**TABLA No 8 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA SANCHEZ CARVAJAL**

PERIODO DE PRODUCCION : 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 44-98	SANCHEZ CARVAJAL	ZONA 5-2B RIO CLARO	GOLFITO	931	931
<b>TOTAL</b>					<b>931</b>

**TABLA No.9**  
**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO**  
**CONTROL DE BITACORAS DE MUESTREO**  
**PERIODO DEL 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO**

PLANTA	FECHA	CODIGO	MATERIAL	EJECUCION DE MUESTREO	LABORATORIO DE DESTINO
MECO	28/05/99	PM-0666	M.A.C.	PERSONAL MECO	VIETO & ASOC.
	28/05/99	PM-0667	M.A.C.	PERSONAL MECO	VIETO & ASOC.
	31/05/99	PM-0668	M.A.C.	PERSONAL MECO	VIETO & ASOC.
	02/06/99	PM-0669	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	03/06/99	PM-0670	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
COMESA	29/05/99	PM-1219	M.A.C.	PERSONAL CACISA	CACISA
	01/06/99	PM-1220	M.A.C.	PERSONAL CACISA	CACISA
	03/06/99	PM-1221	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	01/06/99	PA-0281	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	01/06/99	PA-0282	AGREGADOS	PERSONAL CACISA	CACISA
CONANSA	29/05/99	PM-0887	M.A.C.	LAB. OSCAR J. MENDEZ	LAB. O. J. MENDEZ
	01/06/99	PM-0888	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	01/06/99	PM-0889	M.A.C.	LAB. OSCAR J. MENDEZ	LAB. O. J. MENDEZ
	01/06/99	AP-0305	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	02/06/99	PM-0891	M.A.C.	LAB. OSCAR J. MENDEZ	LAB. O. J. MENDEZ
	03/06/99	PM-0890	M.A.C.	LAB. OSCAR J. MENDEZ	LAB. O. J. MENDEZ
SANCHEZ CARVAJAL	28/05/99	AP-0505	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	28/05/99	PM-0555	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
PEDREGAL NICOYA	28/05/99	AP-0198	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	28/05/99	PM-0005	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	28/05/99	AP-0198	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	29/05/99	PM-0008	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	29/05/99	AP-0199	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	30/05/99	PM-0007	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	30/05/99	AP-0200	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	31/05/99	PM-0008	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	31/05/99	AP-0001	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	01/06/99	PM-0009	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	01/06/99	PM-0009	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	01/06/99	AP-0002	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	02/06/99	AP-0003	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	02/06/99	PM-0010	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
	03/06/99	AP-0004	AGREGADOS	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA
03/06/99	PM-0011	M.A.C.	LAB. CAMPO	LAB. VIETO PLANTA	
PEDREGAL BELEN	30/05/99	PM-1824	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	31/05/99	PM-1925	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	02/06/99	PM-1828	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	02/06/99	AP-1086	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	02/06/99	CP-0125	CEM. ASF.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
03/06/99	PM-1827	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME	

**ANEXO 6 - 16**  
**INFORME DE PLANTA**  
**DEL 4 DE JUNIO AL 10 DE JUNIO**

**TABLA No 1 PRODUCCION POR PLANTA PARA EL P.M.R.**

<b>PERIODO : 4 AL 10 DE JUNIO</b>		
<b>PLANTA</b>	<b>TOTAL PROD. ( TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	3328	44%
CONANSA	1362	18%
PEDREGAL-NICOYA	515	7%
PEDREGAL-BELEN	988	13%
SANCHEZ CARVAJAL	1132	15%
COMESA	305	4%
<b>TOTAL</b>	<b>7630</b>	<b>100%</b>

**TABLA No 2 CANTIDAD TOTAL DE MEZCLA POR CONTRATISTA DEL P.M.R.**

<b>PERIODO : 4 AL 10 DE JUNIO</b>		
<b>CONTRATISTA</b>	<b>CANTIDAD MEZCLA (TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	1896	25%
M&S	1778	23%
CONANSA	164	2%
COMESA	773	10%
SANCHEZ CARVAJAL	1132	15%
BELEN	0	0%
ACOSOL	515	7%
PEDREGAL	988	13%
MOPT	384	5%
<b>TOTAL</b>	<b>7630</b>	<b>100%</b>

**TABLA No 3 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA MECO**

PERIODO DE PRODUCCION : 4 AL 10 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 25-98	M&S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000 Y SAN JOSE > 10000	ALAJUELITA ASERRI HIGUITO DESAMPARADOS	99 89 8 8	204
P.M.R. 30-98	M&S	ZONA 2-1 ALAJUELA	LA GARITA POASITO	112 8	120
P.M.R. 31-98	MECO	ZONA 2-2 SAN RAMON OESTE	SAN RAMON-NARANJO	210	210
P.M.R. 32-98	M&S	ZONA 2-2 SAN RAMON ESTE	BAJO RODRIGUEZ	196	196
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS >900	JABILLOS MUELLE FLORENCIA LOS CHILES	54 54 110 36	254
P.M.R. 41-98	MECO	ZONA 5-1 SAN ISIDRO	CENTRO	157	157
P.M.R. 47-98	M & S	ZONA 7-1 HEREDIA	RIVERA DE BELEN SANTA BARBARA	140 26	166
P.M.R. 28-98	M & S	ZONA 1-3 LOS SANTOS	LOS SANTOS	492	492
CUADRANTES	MECO	CUADRANTES 3 Y 4	CURRIDABAT GUADALUPE	1310 219	1529
<b>TOTAL</b>					<b>3328</b>

TABLA No 4 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA CONANSA

PERIODO DE PRODUCCION : 4 AL 10 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 25-98	M & S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000	TRINIDAD DE MORAVIA	60	300
			LLANO DE ALAJUELITA	140	
			ASERRI	40	
			SAN JERONIMO	60	
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	TIERRA BLANCA	56	56
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	TRES EQUIS	38	122
			BIRRIS	84	
P.M.R. 30-98	M&S	ZONA 2-1 ALAJUELA	LA GARITA	120	220
			LA AGONIA	100	
P.M.R. 34-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS 500-900	JABILLOS	36	36
P.M.R. 47-98	M & S	ZONA 7-1 HEREDIA	SAN JOAQUIN	50	80
			HEREDIA	30	
P.M.R. 45-98	CONANSA	ZONA 4-2 GUAPILES	GUACIMO	24	164
			HEREDIANA	140	
BACHEO MOPT	MOPT	VARIAS	RUTA 32	49	384
			RUTA 1	145	
			TRES RIOS	20	
			DESAMPARADOS	14	
			CARTAGO	57	
			CARTAGO RUTA 2	13	
			TIBAS	30	
			MORAVIA	20	
			SAN PEDRO	6	
			CURRIDABAT	5	
			GUADALUPE	15	
SAN DIEGO	10				

**TOTAL**

**1362**

**TABLA No 5 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-NICOYA**

PERIODO DE PRODUCCION : 4 AL 10 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
P.M.R. 36-98	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-2 NICOYA	27 DE ABRIL	114
P.M.R. 37-98	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-3 CAÑAS	ARIZONA-CAÑAS	401
<b>TOTAL</b>				<b>515</b>

**TABLA No 6 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-BELEN**

PERIODO DE PRODUCCION : 4 AL 10 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
CUADRANTES	PEDREGAL	CUADRANTES 3 Y 4	TIBAS	988
<b>TOTAL</b>				<b>988</b>

**TABLA No 7 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA SANCHEZ CARVAJAL**

PERIODO DE PRODUCCION : 4 AL 10 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
P.M.R.-44-98	SANCHEZ CARVAJAL	ZONA 5-2 RIO CLARO	GOLFITO	1132
<b>TOTAL</b>				<b>1132</b>

**TABLA No 8 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA COMESA**

PERIODO DE PRODUCCION : 4 AL 10 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	SAN BLAS	5	95
			AGUA CALIENTE	30	
			BIRRISITO	60	
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	TRES EQUIS	40	40
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT	170	170
<b>TOTAL</b>					<b>305</b>

**TABLA No.9**  
**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO**  
**CONTROL DE BITACORAS DE MUESTREO**  
**PERIODO DEL 4 AL 10 DE JUNIO, 1999**

PLANTA	FECHA	CODIGO	MATERIAL	EJECUCION DE MUESTREO	LABORATORIO DE DESTINO
COMESA	9/6/99	PA-0263	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	9/6/99	PA-0264	AGREGADOS	PERSONAL CACISA	CACISA
	8/6/99	PM-1222	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	9/6/99	PM-1223	M.A.C.	PERSONAL CACISA	CACISA
MECO	4/6/99	PM-0671	M.A.C.	PERSONAL MECO	VIETO & ASOC.
	8/6/99	PM-0672	M.A.C.	PERSONAL MECO	VIETO & ASOC..
CONANSA	3/6/99	PM-0890	M.A.C.	PERSONAL O.J. MENDEZ	OSCAR J. MENDEZ
	4/6/99	PM-0892	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	8/6/99	PA-0306	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	8/7/99	PM-0893	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	8/8/99	PM-0894	M.A.C.	PERSONAL O.J. MENDEZ	OSCAR J. MENDEZ
	9/6/99	PM-0895	M.A.C.	PERSONAL O.J. MENDEZ	OSCAR J. MENDEZ
	10/6/99	PM-0896	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
PEDREGAL NICOYA	4/6/99	PM-0012	M.A.C.	LAB. CAMPO	VIETO & ASOC.
	4/6/99	PA-0005	AGREGADOS	LAB. CAMPO	VIETO & ASOC.
	5/6/99	PM-0013	M.A.C.	LAB. CAMPO	VIETO & ASOC.
	5/6/99	PA-0006	AGREGADOS	LAB. CAMPO	VIETO & ASOC.
	6/6/99	PM-0014	M.A.C.	LAB. CAMPO	VIETO & ASOC.
	6/7/99	PM-0014	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	6/8/99	PA-0007	AGREGADOS	LAB. CAMPO	VIETO & ASOC.
	6/9/99	PA-0007	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
PEDREGAL BELEN	10/6/99	PM-1928	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
SANCHEZ CARVAJAL	9/6/99	PM-0516	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	9/6/99	PM-0566	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME

**ANEXO 6 - 17**  
**INFORME DE PLANTA**  
**DEL 11 AL 17 DE JUNIO**

**TABLA No 1 PRODUCCION POR PLANTA PARA EL P.M.R.**

<b>PERIODO : 11 AL 17 DE JUNIO</b>		
<b>PLANTA</b>	<b>TOTAL PROD. ( TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	6473	64%
CONANSA	0	0%
PEDREGAL-NICOYA	0	0%
PEDREGAL-BELEN	2874	28%
SANCHEZ CARVAJAL	0	0%
COMESA	756	7%
<b>TOTAL</b>	<b>10103</b>	<b>100%</b>

**TABLA No 2 CANTIDAD TOTAL DE MEZCLA POR CONTRATISTA DEL P.M.R.**

<b>PERIODO : 11 AL 17 DE JUNIO</b>		
<b>CONTRATISTA</b>	<b>CANTIDAD MEZCLA (TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	4320	43%
M&S	1958	19%
CONANSA	0	0%
COMESA	951	9%
SANCHEZ CARVAJAL	0	0%
BELEN	0	0%
ACOSOL	641	6%
PEDREGAL	2233	22%
MOPT	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>10103</b>	<b>100%</b>

**TABLA No 3 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA MECO**

PERIODO DE PRODUCCION : 11 AL 17 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 25-98	M&S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000 Y SAN JOSE > 10000	SAN JERONIMO	198	673
			TIBAS	48	
			ASERRI	160	
			ALAJUELITA-EL LLANO	267	
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	TURRIALBA	39	39
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT	29	29
P.M.R. 30-98	M&S	ZONA 2-1 ALAJUELA	ALAJUELA CENTRO	337	344
			POASITO	7	
P.M.R. 31-98	MECO	ZONA 2-2 SAN RAMON OESTE	SAN RAMON-NARANJO	346	352
			SAN RAMON CENTRO	6	
P.M.R. 32-98	M&S	ZONA 2-2 SAN RAMON ESTE	BAJO RODRIGUEZ	141	221
			ALTO VILLEGAS	80	
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS >900	SANTA CLARA	54	90
			MUELLE	36	
P.M.R. 34-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS 500-900	SAN HUMBERTO	37	37
P.M.R. 41-98	MECO	ZONA 5-1 SAN ISIDRO	CENTRO	376	376
P.M.R. 47-98	M & S	ZONA 7-1 HEREDIA	SAN JOAQUIN	237	237
P.M.R. 28-98	M & S	ZONA 1-3 LOS SANTOS	LOS SANTOS	483	483
CUADRANTES	MECO	CUADRANTES 1 Y 2	SAN PEDRO	2644	3592
			GUADALUPE	948	
<b>TOTAL</b>					<b>6473</b>

**TABLA No.4 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA CONANSA**

PERIODO DE PRODUCCION : 11 AL 17 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
				0
<b>TOTAL</b>				<b>0</b>

(1) : Fuera de operación por problemas mecánicos

**TABLA No. 5 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-NICOYA <sup>(2)</sup>**

PERIODO DE PRODUCCION : 11 AL 17 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
P.M.R. 36-98	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-2 NICOYA		0
P.M.R. 37-98	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-3 CAÑAS		0
<b>TOTAL</b>				<b>0</b>

(2) : No hubo producción por falta de agregados

**TABLA No. 6 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-BELEN**

PERIODO DE PRODUCCION : 11 AL 17 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
CUADRANTES	PEDREGAL	CUADRANTES 3	EL CRISTO	572
		CUADRANTES 4	LA URUCA	1661
P.M.R.	ACOSOL	ZONA 3-3 CAÑAS	CAÑAS	641
<b>TOTAL</b>				<b>2874</b>

**TABLA No 7 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA SANCHEZ CARVAJAL <sup>(3)</sup>**

PERIODO DE PRODUCCION : 11 AL 17 DE JUNIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
P.M.R.-44-98	SANCHEZ CARVAJAL	ZONA 5-2 RIO CLARO		0
<b>TOTAL</b>				<b>0</b>

(3) : No se reportó la producción oportunamente.

**TABLA No 8 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA COMESA**

PERIODO DE PRODUCCION : 11 AL 17 DE JUNIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS >900	SANTA ROSA	54	252
			FLORENCIA	72	
			MUELLE	54	
			LOS CHILES	36	
			CIUDAD QUESADA	18	
			QUEBRADA AZUL	18	
M.R. 34-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS 500-900	SAN ALBERTO	18	18
M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	RIO CONEJO	66	216
			CERVANTES	105	
			BIRRISITO	25	
			TIERRA BLANCA	20	
M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	TRES EQUIS	120	120
M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT		150
<b>TOTAL</b>					<b>756</b>

**TABLA No.9**  
**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO**  
**CONTROL DE BITACORAS DE MUESTREO**  
**PERIODO DEL 11 AL 17 DE JUNIO, 1999**

PLANTA	FECHA	CODIGO	MATERIAL	EJECUCION DE MUESTREO	LABORATORIO DE DESTINO
COMESA	15/06/99	PA-0265	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	15/06/99	PM-1224	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
MECO	14/06/99	PM-0674	M.A.C.	PERSONAL VIETO	VIETO & ASOC.
	15/06/99	PM-0676	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	16/06/99	PM-0677	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
CONANSA <sup>(1)</sup>					
PEDREGAL BELEN	11/06/99	PM-1929	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	12/6/99	PM-1930	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	14/06/99	PM-1931	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	16/06/99	PM-1932	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	17/06/99	PM-1933	M.A.C.	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
	17/06/99	PA-0109	AGREGADOS	INSPECTOR P.M.R.	LANAMME
PEDREGAL <sup>(2)</sup> NICOYA					
SANCHEZ <sup>(3)</sup> CARVAJAL					

(1): FUERA DE OPERACIÓN

(2): NO HUBO PRODUCCION POR FALTA DE AGREGADOS

(3): NO REPORTE PRODUCCION OPORTUNAMENTE

**ANEXO 6 - 18**  
**INFORME DE PLANTA**  
**DEL 18 DE JULIO AL 22 DE JULIO**

**TABLA No 1 PRODUCCION POR PLANTA PARA EL P.M.R.**

<b>PERIODO : 18 DE JUNIO AL 22 DE JULIO</b>		
<b>PLANTA</b>	<b>TOTAL PROD. ( TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	23767.07	42%
SANCHEZ CARVAJAL (1)	2135.79	4%
PEDREGAL-NICOYA (2)	943.1	2%
PEDREGAL-BELEN (3)	13853.31	25%
CONANSA	3825	7%
COMESA	2521	4%
TARCOLES	9307.53	17%
<b>TOTAL</b>	<b>56352.8</b>	<b>100%</b>

(1) No incluye la información de la semana del 18 al 24 de junio.

(2) Sólo incluye la información de la semana del 2 al 8 de julio.

(3) No incluye la información de la semana del 16 al 22 de julio

**TABLA No 2 CANTIDAD TOTAL DE MEZCLA POR CONTRATISTA DEL P.M.R.**

<b>PERIODO : 18 DE JUNIO AL 22 DE JULIO</b>		
<b>CONTRATISTA</b>	<b>CANTIDAD MEZCLA (TON.)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
MECO	18139.9	32%
M&S	6348	11%
CONANSA	1210	2%
COMESA	4201.4	7%
MOPT	10	0%
SANCHEZ CARVAJAL	2135.79	4%
BELEN	9511.3	17%
ACOSOL	2147.51	4%
PEDREGAL	12648.9	22%
<b>TOTAL</b>	<b>56352.8</b>	<b>100%</b>

TABLA No 3 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA MECO

PERIODO DE PRODUCCION : 18 DE JUNIO AL 22 DE JULIO

PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL	PROD. TOTAL
				TON.	TON.
P.M.R. 25-98	M & S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000	TIBAS	54.02	1492.23
			ALAJUELITA-EL LLANO	229.26	
			MORAVIA-SAN JERONIMO	258.64	
			ASERRI	580.17	
			GUADALUPE-IPIS	79.32	
			ESCAZU-STA.ANA	19.94	
			SAN ANTONIO-CORONAD	221.36	
			CORONADO	49.52	
P.M.R. 24-98	M & S	ZONA 1-1 SAN JOSE > 10000	DESAMPARADOS	62.03	228.71
			LA URUCA	57.05	
			LA URUCA-RIO VIRILLA	40.1	
			MORAVIA	69.53	
P.M.R. 28-98	MECO	ZONA 1-3 LOS SANTOS	SAN JOSE-LOS SANTOS	1417.61	1181.87
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	TURRIALBA	26.26	26.26
P.M.R. 30-98	M&S	ZONA 2-1 ALAJUELA	CARRISAL	40.18	1140.59
			BAJO GUADALUPE	80.03	
			ATENAS	396.78	
			PALMARES	10.49	
			RADIAL	29.88	
			CENTRO	55.46	
			POAS	11.97	
			POASITO	15.8	
P.M.R. 31-98	MECO	ZONA 2-2 SAN RAMON OESTE	NARANJO	102.62	607.16
			GRECIA	39.98	
			GRECIA-STA.GERTRUDIS	131.35	
			CENTRO	333.21	
P.M.R. 32-98	M&S	ZONA 2-2 SAN RAMON ESTE	BAJO RODRIGUEZ	157.44	1515.17
			LA TROVA	20.36	
			ALTO VILLEGAS	1337.37	
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS > 900	AGUAS ZARCAS	18.95	49.87
			LOS CHILES	14.95	
			PLATANAR	15.97	
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT	23.27	23.27
P.M.R. 41-98	MECO	ZONA 5-1 SAN ISIDRO	CENTRO	1255.33	991.14
P.M.R. 45-98	BELEN	ZONA 6-1 PUNTARENAS	TARCOLES	203.77	203.77
P.M.R. 47-98	M&S	ZONA 7-1 HEREDIA	MONTE DE LA CRUZ	73.25	947.3
			BARBA	297.38	
			SAN FRANCISCO	158.03	
			SANTA BARBARA	39.94	
			VARA BLANCA	40.5	
			BARREAL	179.33	
			CENTRO	138.89	
			BACHE	19.98	
CUADRANTES	MECO	CUADRANTES 1 Y 2	SAN PEDRO	5847.54	15359.73
			CURRIDABAT	4105.83	
			GUADALUPE	5406.36	

TOTAL

23767.07

**TABLA No 4 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA SANCHEZ CARVAJAL (1)**

**PERIODO DE PRODUCCION : 25 DE JUNIO AL 22 DE JULIO**

PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL (TON)	PROD. TOTAL (TON)
P.M.R. 44-98	SAN CARV	ZONA 5-2 RIO CLARO	SAN VITO RIO CLARO	2106.77 29.02	2135.79
<b>TOTAL</b>				<b>2135.79</b>	

( ) No se cuenta con la información correspondiente a la semana del 18 al 24 de junio.

**TABLA No 5 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-NICOYA (1)**

PERIODO DE PRODUCCION : 2 AL 8 DE JULIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
P.M.R.	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-2 NICOYA	SANTA CRUZ-S.BARBARA	365.99
P.M.R.	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-3 CAÑAS	ARIZONA-CAÑAS	20.22
OTROS	IND. ACOSOL S.A.	ZONA 3-1 LIBERIA	LIBERIA-LA CRUZ	556.89
<b>TOTAL</b>				<b>943.1</b>

(1) Sólo se cuenta con la información de producción de la semana del 2 al 8 de julio.

**TABLA No 6 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA PEDREGAL-BELEN (1)**

PERIODO DE PRODUCCION : 18 DE JUNIO AL 15 DE JULIO				
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. (TON)
PMR	PEDREGAL	RUTA 32	BRAULIO CARRILLO	4922.59
CERO HUECOS	IND. ACOSOL	ZONA 3-3 CAÑAS	CAÑAS	1204.41
CUADRANTES	PEDREGAL	CUADRANTE 3	SAGRADA FAMILIA	4418.9
		CUADRANTE 4	LA URUCA	3307.41
<b>TOTAL</b>				<b>13853.31</b>

(1) No se cuenta con la información correspondiente a la última semana del 16 al 22 de julio.

TABLA No 7 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA CONANSA

PERIODO DE PRODUCCION : 2 AL 22 DE JULIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL (TON)	PROD. TOTAL (TON)
P.M.R. 40-98	CONANSA	ZONA 4-3 SIQUIRRES	HEREDIANA-LA ALEGRIA	1210	1210
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS > 900	SAN CARLOS SANTA ROSA-POCOSOL LA FORTUNA A.ZARCAS-LA MARINA	200 18 18 270	506
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	CARTAGO CERVANTES SAN BLAS TRES X	627 76 20 25	748
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	SANTA ROSA	10	10
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT (RUTA 36)	327	327
P.M.R. 24-98	M & S	ZONA 1-1 SAN JOSE > 10000	DESAMPARADOS GUADALUPE MORAVIA	10 120 240	370
P.M.R. 25-98	M & S	ZONA 1-1 SAN JOSE < 10000	ASERRI CORONADO	180 10	190
P.M.R. 30-98	M & S	ZONA 2-1 ALAJUELA	ATENAS CENTRO	380 40	420
P.M.R. 47-98	M & S	ZONA 7-1 HEREDIA	HEREDIA	44	44
<b>TOTAL</b>					<b>3825</b>

(1) Del 10 de junio al 2 de julio no hubo producción debido a reparaciones en la planta.

TABLA No 8 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA COMESA

PERIODO DE PRODUCCION : 18 DE JUNIO AL 22 DE JULIO					
PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R. 27-98	COMESA	ZONA 1-3 CARTAGO	CERVANTES	353	751
			COT	100	
			TRES X	180	
			TIERRA BLANCA	58	
			RIO CONEJO	10	
			SAN RAMON-TRES RIOS	30	
			SAN BLAS	20	
P.M.R. 29-98	COMESA	ZONA 1-4 TURRIALBA	CENTRO	10	50
			SANTA ROSA	30	
			LA SUIZA	10	
P.M.R. 38-98	COMESA	ZONA 4-1 LIMON	PENSHURT	630	630
P.M.R. 33-98	COMESA	ZONA 2-3 SAN CARLOS	MUELLE	162	1080
			QUEBRADA AZUL	18	
			SAN ALBERTO	36	
			LA MARINA	18	
			LA FORTUNA	54	
			SANTA ROSA	234	
			FLORENCIA	36	
			AGUAS ZARCAS	306	
			SAN RAFAEL-LOS LIRIOS	72	
			LOS CHILES	126	
VENECIA	18				
MOPT	MOPT	ZONA 2-1 ALAJUELA	SARAPIQUI CENTRO	10	10
<b>TOTAL</b>					<b>2521</b>

TABLA No 9 DETALLE DE PRODUCCION : PLANTA TARCOLES

PERIODO DE PRODUCCION : 18 DE JUNIO AL 22 DE JULIO

PROYECTO	CONTRATISTA	ZONA	DESTINO	PROD. PARCIAL TON.	PROD. TOTAL TON.
P.M.R.	BELEN		MANT. RUTINARIO	1376.76	1376.76
	BELEN		TARCOLES-LOMAS	5043.85	5043.85
OTROS	BELEN		(1)	2499.74 387.18	2886.92

<b>TOTAL</b>					<b>9307.53</b>
--------------	--	--	--	--	----------------

Material usado en el proyecto Quepos-Manuel Antonio