

# PROYECTO "CUATRO CUADRANTES"

AREA METROPOLITANA, SAN JOSE

## INFORME DE LABORATORIO



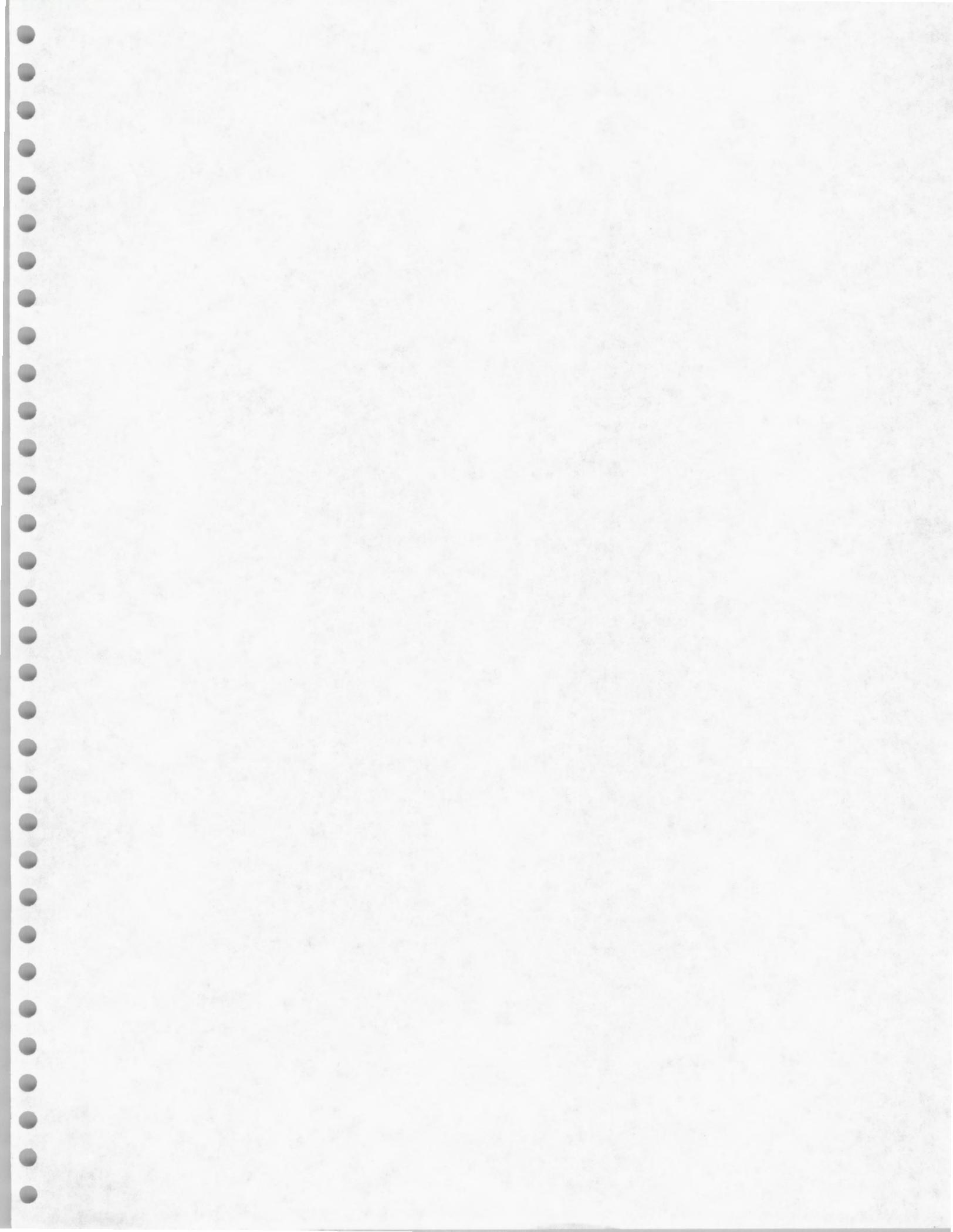
**TOMO III**

### VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA



31 DE MAYO, 1999





# **RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA LA VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA LA MEZCLA ASFALTICA DE LA PLANTA PEDREGAL DE BELEN**

## **1- Introducción**

El propósito de este apartado es evaluar los resultados obtenidos en las labores de verificación de la calidad para la mezcla asfáltica producida por la planta de Pedregal en Belén y colocada en el Proyecto de Rehabilitación de los Cuatro Cuadrantes de San José durante el período del 21 de marzo al 30 de marzo de 1999.

Adicionalmente, se establecen conexiones entre las propiedades de la mezcla asfáltica evaluada y el desempeño del pavimento terminado (estado actual).

Debe tomarse en cuenta que para que tenga sentido el concepto de verificación de la calidad, de cara a la metodología de control de obras de pavimentación que está siendo desarrollada por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Contar con un informe de diseño de mezcla acorde con las especificaciones contractuales y debidamente aprobado por la Administración.
- Actualización de la fórmula de trabajo de acuerdo con cambios que se presenen en la materia prima (agregados y ligante asfáltico).
- Contar con un mecanismo eficiente y oportuno de control de calidad para la producción de la planta, y para las labores de compactación en sitio.

Se aclara que para el período analizado, se tienen las siguientes limitantes:

- No se conocen los detalles sobre la aceptación final del diseño de mezcla planteado. Cabe mencionar que el LANAMME no tiene copia del texto del informe de diseño de mezcla presentado por el contratista, ni de la actualización de la fórmula de trabajo (si la hubiera), de manera que no se ha emitido un criterio respecto al grado de cumplimiento de las especificaciones contractuales en el diseño de mezcla, ni respecto a las características de sensibilidad de la mezcla asfáltica con el contenido óptimo de asfalto.
- Se desconoce el detalle del plan de control de calidad que efectúa el contratista. Preocupa, especialmente, la representatividad de los muestreos que se realizan en el campo y en la planta.
- Se desconoce el tipo y detalle de los informes de control de calidad del contratista.

## **2 - Ensayos de verificación de la calidad de la mezcla asfáltica**

El detalle del tipo y cantidad de ensayos para la verificación de la calidad, realizados a la producción de mezcla asfáltica para el proyecto particular y para el período analizado se presenta en la Tabla No. 1.

En la Tabla No. 2 se presentan los resultados de verificación de calidad para el segmento de producción evaluado. Debe considerarse que las magnitudes indicadas en estilo sombreado representan desviaciones de los rangos de tolerancia y/o especificación contractuales, de acuerdo con las Especificaciones Especiales del proyecto y las Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica.

**Tabla No. 1: Cantidades de ensayos para la verificación de la calidad de la mezcla asfáltica de la planta Pedregal de Belén para el Proyecto de Rehabilitación de los Cuatro Cuadrantes de San José, para el período comprendido entre el 21 y el 30 de marzo de 1999.**

	Parámetros Marshall	Contenido de asfalto	Análisis granulométrico	Resistencia a la comp. uniaxial retenida
Cantidad de ensayos	9	8	8	1

**3 - Comentarios generales sobre los resultados de verificación de calidad.**

- Existe un nivel de dispersión importante en los parámetros de vacíos Marshall, vacíos en el agregado mineral (VAM), vacíos llenos con asfalto (VFA) y en la estructura granulométrica.
- Los valores de flujo, en los especímenes Marshall correspondientes a las muestras tomadas, exceden el límite superior de especificación (40), en la totalidad de los casos.
- Los valores de vacíos Marshall presentan valores, en la mayoría de los casos, superiores al límite superior especificado (5.0 %).
- Los valores de vacíos llenos con asfalto presentan valores fuera del rango de especificación, tanto sobre el límite superior especificado (78 %), como por debajo del límite inferior especificado (65 %).
- La única muestra evaluada por resistencia a la compresión uniaxial retenida arrojó un resultado aceptable (79 %, con una resistencia en condición seca de 3.7 Mpa).

Nota: debe considerarse que los especímenes evaluados fueron moldeados en el laboratorio, con mezcla muestreada en planta, de manera que hay un efecto de remoldeo.

**Tabla No. 2: Resultados de los ensayos de verificación de calidad para la producción de la planta de Pedregal en Belén, para el Proyecto de Rehabilitación de los Cuatro Cuadrantes de San José, para el período del 21 al 30 de marzo de 1999.**



**Resultados de verificación de la calidad para el proyecto de rehabilitación de los cuatro cuadrantes de San José: Planta Pedregal de Belén.**

		Diseño de mezcla vigente 14/enero/99					
		Valor diseño	Tolerancia /				
Muestra No.				1105	1109	1110	1117
Ruta				-	-	-	-
Planta				PEDREGAL	PEDREGAL	PEDREGAL	PEDREGAL
Material				Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Fecha				21/3/99	21/3/99	22/3/99	22/3/99
Licitación				-	-	-	-
Propiedades	UNIDADES						
Estabilidad	Kg	1371 (*)	1166-1300	1274	1345	1292	1315
Flujo	(1/100)cm	36.6	31 -40	45	55	51	48
Estabilidad/Flujo	Kg/mm	375	319-431	283	245	253	274
Gravedad específica máxima teorica		N.I.	-	2.352	2.365	2.369	2.364
Densidad	%	2212	-	2267	2299	2224	2271
Vacios en la mezcla	%	4	3.5-4.5	3.6	2.8	6.1	3.9
V.A.M.	%	N.I.	min 14	15.8	15.2	-	16.1
V.F.A.	%	N.I.	65-78 (**)	77.1	81.6	-	75.6
Resistencia Retenida	%	83	min. 75	-	79	-	-
Estabilidad Retenida	%	86	min. 75	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	MPa	N.I.	min. 2.1	-	3.7	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	0.83	0.63-1.03	1.26	1.12	-	1.02
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.30	6.80-7.80	6.34	6.98	-	6.89
Contenido asf. sobre agregado	%	7.89	7.39-8.39	6.77	7.50	-	7.40
Contenido de ceniza	%	-	-	0.19	0.11	-	0.11
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	C	N.I.	-	155	-	-	145
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 ")	%	87	82-90	84	82	-	77
Malla N° 4	%	55	51-59	52	54	-	48
Malla N° 8	%	35	31-39	33	35	-	31
Malla N° 50	%	11	10-14	11.8	12.6	-	11.0
Malla N° 200	%	6.1	4.1-8.0	8.0	7.8	-	7.0

**Nota:** (-) : No se realiza

( PEND. ) : Prueba en proceso.

(\*) : incumple especificaciones especiales (estabilidad máxima de 1300 kg)

(\*\*): existe un rango de tolerancia (15 %) al valor de diseño.



Resultados de verificación de la calidad para el proyecto de rehabilitación de los cuatro cuadrantes de San José: Planta Pedregal de Belén.

		Diseño de mezcla vigente 14/enero/99						
		Valor diseño	Tolerancia /	1110	1120	1133	1134	1135
Muestra No.								
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				PEDREGAL	PEDREGAL	PEDREGAL	PEDREGAL	PEDREGAL
Material				Mezcla Planta				
Fecha				22/3/99	24/3/99	25/3/99	26/3/99	28/3/99
Licitación				-	-	-	-	-
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1371 (*)	1166-1300	1292	1329	1357	1286	1315
Flujo	(1/100)cm	36.6	31 -40	51	42	47	50	46
Estabilidad/Flujo	Kg /m <sup>3</sup>	375	319-431	253	316	289	257	286
Gravedad específica máxima teorica		N.I.	-	2.369	2.371	2.368	2.349	2.359
Densidad	%	2.212	-	2224	2257	2152	2140	2244
Vacios en la mezcla	%	4.0	3.5-4.5	6.1	4.8	9.1	8.9	4.9
V.A.M.	%	N.I.	min 14	-	16.4	20.6	21.4	17.1
V.F.A.	%	N.I.	65-78 (**)	-	70.7	55.8	58.5	71.5
Resistencia Retenida	%	83	min. 75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	86	min. 75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	MPa	N.I.	min. 2.1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	-	0.83	0.63-1.03	-	1.07	0.48	0.48	1.04
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.30	6.80-7.80	-	6.62	7.04	7.46	6.84
Contenido asf. sobre agregado	%	7.89	7.39-8.39	-	7.09	7.57	8.06	7.34
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en el momento de mezclado	C	N.I.	-	-	155	155	155	155
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 ")	%	87	82-90	-	84	83	99	85
Malla N° 4	%	55	51-59	-	51	52	78	56
Malla N° 8	%	35	31-39	-	33	31	36	36
Malla N° 50	%	11.0	10-14	-	11.6	6.9	8.0	11.8
Malla N° 200	%	6.1	4.1-8.0	-	7.1	3.4	3.6	7.1

**Nota:** (-) : No se realiza  
 ( PEND. ) : Prueba en proceso.  
 (\*) : incumple especificación (estabilidad máxima de 1300 kg)  
 (\*\*): existe un rango de tolerancia (15 %) al valor de diseño.



**Diseño de mezcla vigente  
23-Nov-98**

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

<b>Muestra No.</b>				<b>1156</b>			
<b>Ruta</b>				-			
<b>Planta</b>				<b>PEDREGAL</b>			
<b>Material</b>				Mezcla planta			
<b>Fecha</b>				<b>30/3/99</b>			
<b>Licitación</b>				-			
<b>Propiedades</b>	<b>UNIDADES</b>						
Estabilidad	Kg	1371 (*)	1166-1300	-			
Flujo	(1/100)cm	36.6	31 -40	-			
Estabilidad/Flujo	Kg /m <sup>3</sup>	375	319-431	-			
Gravedad específica máxima teorica		N.I.	-	-			
Densidad	%	2.212	-	-			
Vacios en la mezcla	%	4.0	3.5-4.5	-			
V.A.M.	%	N.I.	min 14	-			
V.F.A.	%	N.I.	65-78 (**)	-			
Resistencia Retenida	%	83	min. 75	-			
Estabilidad Retenida	%	86	min. 75	-			
Resistencia compresión uniaxial	kg	N.I.	min. 2.1	-			
Relación Polvo / Asfalto	%	0.83	0.63-1.03	1.06			
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.30	6.80-7.80	6.72			
Contenido asf. sobre agregado	%	7.89	7.39-8.39	7.20			
Contenido de ceniza	%	-	-	-			
Contenido de agua	%	-	-	-			
Temperatura de mezclado	%	N.I.	-	155			
<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 ")	%	87	82-90	83			
Malla N° 4	%	55	51-59	54			
Malla N° 8	%	35	31-39	37			
Malla N° 50	%	11.0	10-14	12.9			
Malla N° 200	%	6.1	4.1-8.0	7.1			

**Nota: (-) : No se realiza**

**( PEND. ) : Prueba en proceso.**

**(\*) : incumple especificación (estabilidad máxima de 1300 kg)**

**(\*\*): existe un rango de tolerancia (15 %) al valor de diseño.**

#### **4 - Relación entre los parámetros de calidad evaluados en la verificación de la mezcla asfáltica producida y el estado del pavimento**

Los principales problemas encontrados durante la auscultación del pavimento son:

- Deformación plástica.
- Exudación. Presencia de mastic asfáltico en la superficie del pavimento.
- Porosidad, en otras zonas del pavimento.

La deformación plástica correlaciona con:

- Valores de flujo sobre el límite superior de las especificaciones (40 centésimas de centímetro).
- Carencia de uniformidad en la estructura granulométrica
- Porcentajes de vacíos llenos con asfalto (VFA) superiores al límite de especificación (78 %).

La exudación correlaciona con:

- Porcentajes de vacíos llenos con asfalto (VFA) superiores al límite superior de especificación (78 %).
- Razón polvo – asfalto por debajo del límite de especificación (0.6) en dos de las ocho muestras evaluadas.
- Susceptibilidad de la mezcla asfáltica respecto a la variación de los vacíos con el porcentaje de asfalto.

La porosidad de la carpeta asfáltica correlaciona con:

- Dispersión en la estructura granulométrica de la mezcla asfáltica.
- Carencia de agregado fino y/o polvo mineral (incumplimientos en los tamices de 19.0 mm, No. 4, No. 50 y No. 200) en cuatro de las ocho muestras evaluadas.
- Porcentaje de vacíos llenos con asfalto por debajo del límite inferior de especificación (65 %), en dos de las siete muestras evaluadas.
- Contenido de vacíos en los especímenes Marshall variable y, en algunos casos, sobre el límite superior de especificación (5 %).
- Dispersión excesiva del proceso de producción.

Debe considerarse que el patrón de deterioro comentado se repite, prácticamente, en la totalidad del proyecto.

Nota:

Se realizó una extracción porosa de una porción de carpeta asfáltica, para su evaluación de contenido de vacíos en sitio, parámetros Marshall (a partir de núcleos) y dosificación. Se encontraron las siguientes características:

- Contenido de asfalto (5.63 % por peso total de mezcla) inferior al límite inferior de tolerancia (6.80 %)
- Contenido de agregado pasando la malla No. 50 (52 %) inferior al límite inferior de tolerancia (54 %)
- Contenido de vacíos en sitio (8.6 %) justo bajo el límite de tolerancia (suponiendo un 4 % de vacíos de diseño, el porcentaje de vacíos en sitio debe ser igual o menor a 9 %).
- Adicionalmente se determinó un flujo de 61 centésimas de centímetro, realizado a partir de núcleos de ensayo tomados en la periferia de la extracción, que es consistente con la deformabilidad plástica observada.