

# PROYECTO "CUATRO CUADRANTES

AREA METROPOLITANA, SAN JOSE

## INFORME DE LABORATORIO



### **CONTROL DE AVANCE**

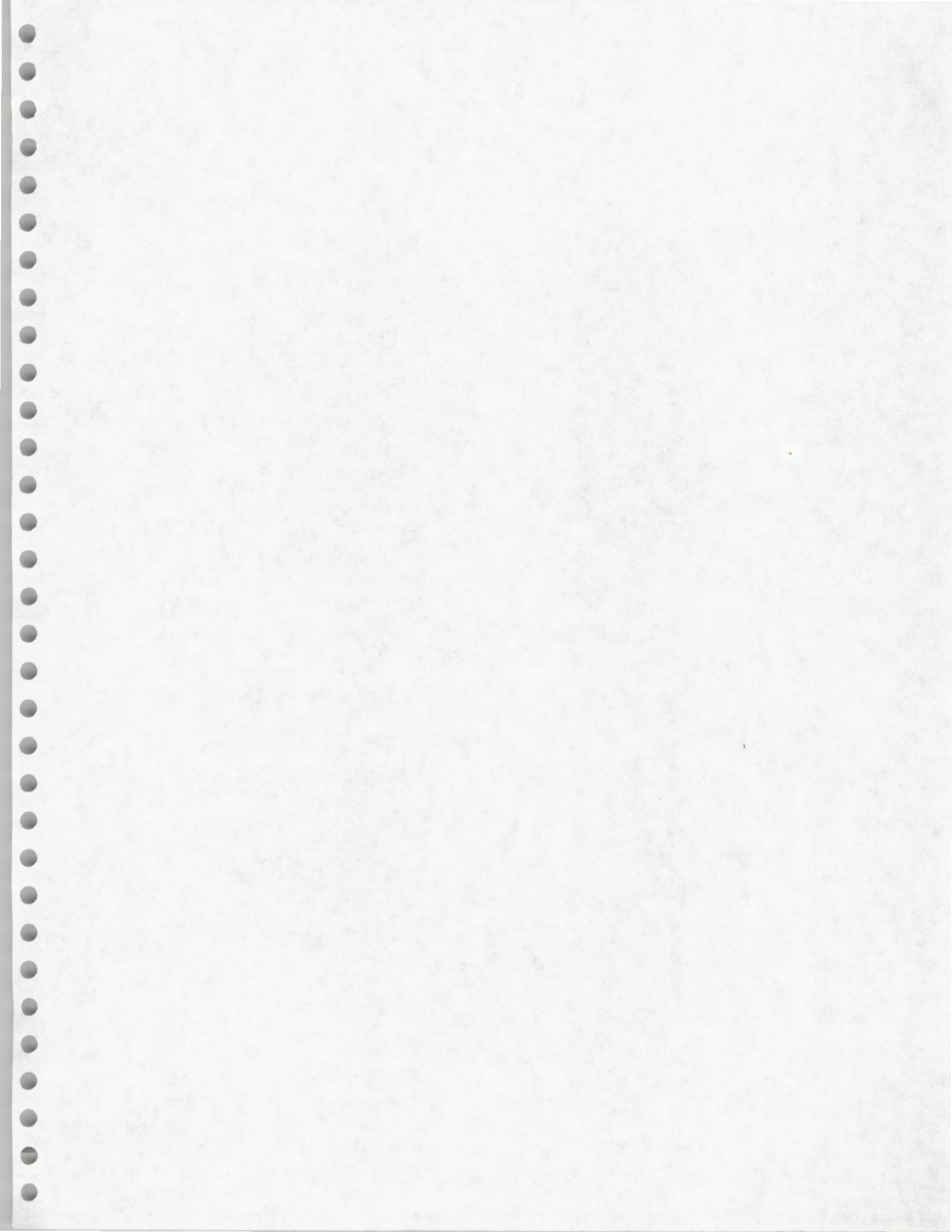
- CONTROL DE AVANCE FISICO.
- VERIFICACION DE LA COMPACTACION EN SITIO.
- VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LA MEZCLA.



30 DE SETIEMBRE, 1999







# **Proyecto Cuatro Cuadrantes Informe de Control de Avance**

**Avance al 30 de setiembre,1999**

## **Contenido**

### **Capítulo I: Control de avance físico**

1.1 Gráficos de seguimiento histórico

1.2 Avance en el periodo: **Primer Cuadrante**

- Escuela Pilar Jiménez-Colegio Lincoln-Ent. Ruta 102
- Calle Chile de Perro-Ent. Ruta 101-La Guaria-Ent. Ruta 109
- Cinco Esquinas-Ent.Ruta 100-Llorente -Ent. Ruta 101

1.3 Avance en el período: **Segundo Cuadrante**

- Iglesia de Zapote-Cortel-Iglesia de San Francisco de Dos Ríos

1.4 Avance en el período: **Tercer Cuadrante**

- Numar-Hatillo-Rotonda 15 de Setiembre
- Rotonda 15 de Setiembre-Alajuelita centro

1.5 Avance en el período: **Cuarto Cuadrante**

### **Capítulo II: Verificación de la compactación en sitio**

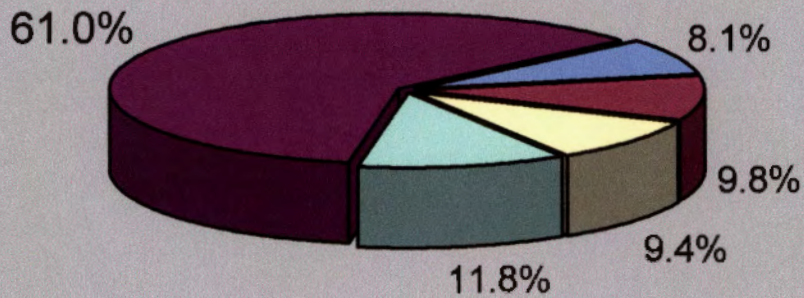
### **Capitulo III: Verificaeión de la calidad de la mezcla**

**CAPITULO I**  
**CONTROL DE AVANCE FISICO**



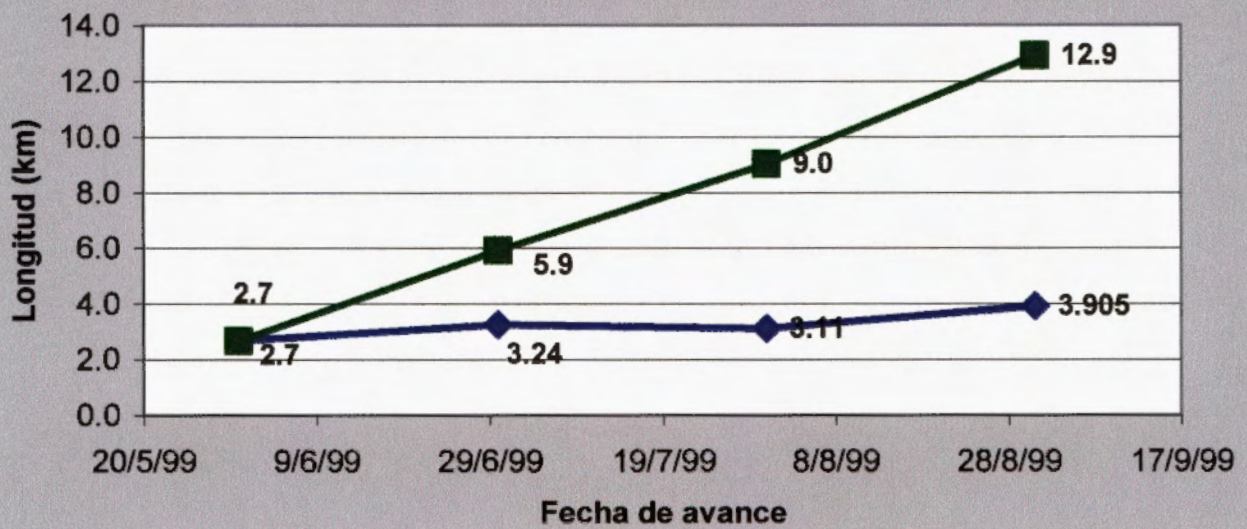
**GRAFICOS DE  
SEGUIMIENTO HISTORICO**

### Porcentaje de avance Primer Cuadrante



- Primer Informe
- Segundo Informe
- Tercer informe
- Cuarto informe
- Longitud por evaluar

### Longitud de recarpeteo vrs fecha de entrega del avance visual PRIMER CUADRANTE

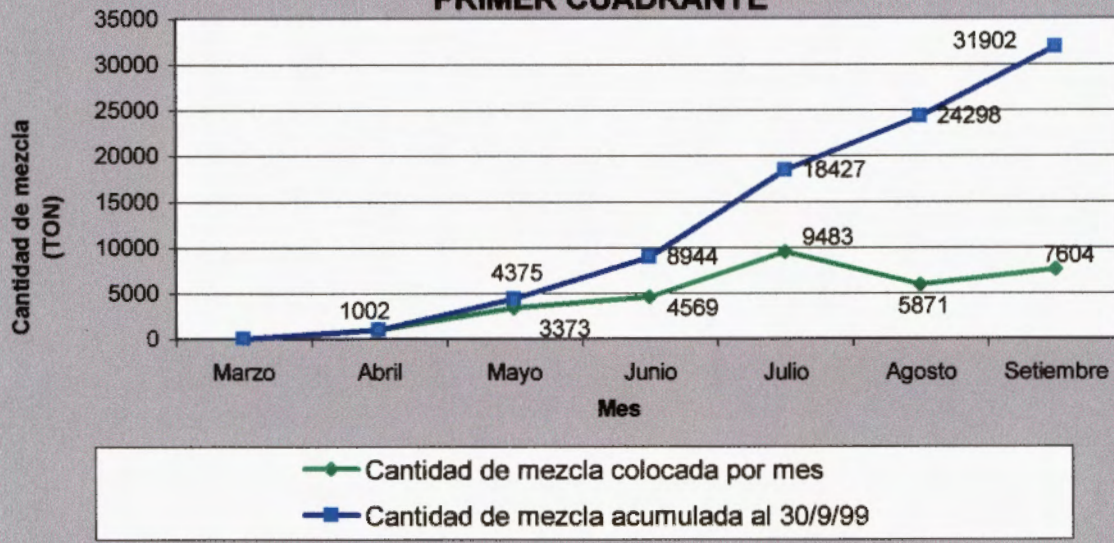


- ◆ Avance puntual
- Avance acumulado

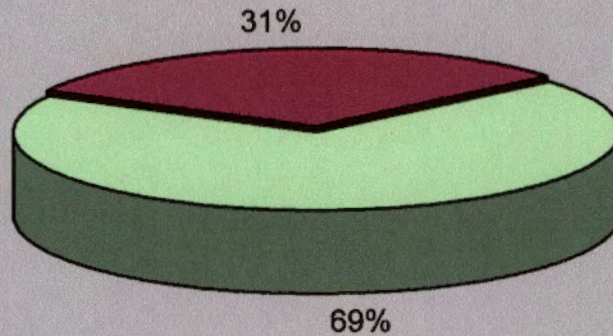
**Longitud total del proyecto=33.11 km**



**Cantidad de mezcla colocada,  
Periodo Marzo-Setiembre, 1999  
PRIMER CUADRANTE**



**Porcentaje de avance de mezcla asfáltica colocada ,  
Periodo: Marzo-Setiembre, 1999  
PRIMER CUADRANTE**

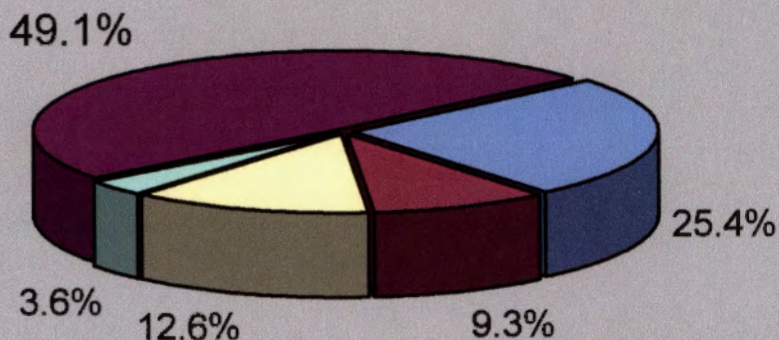


■ Porcentaje de mezcla colocada al 30/9/99  
■ Porcentaje de mezcla por colocar del total del proyecto

**TOTAL DE MEZCLA ASIGNADA AL PROYECTO: 46370 Ton.**  
**TOTAL DE MEZCLA COLOCADA AL 30-09-1999: 31902 Ton.**

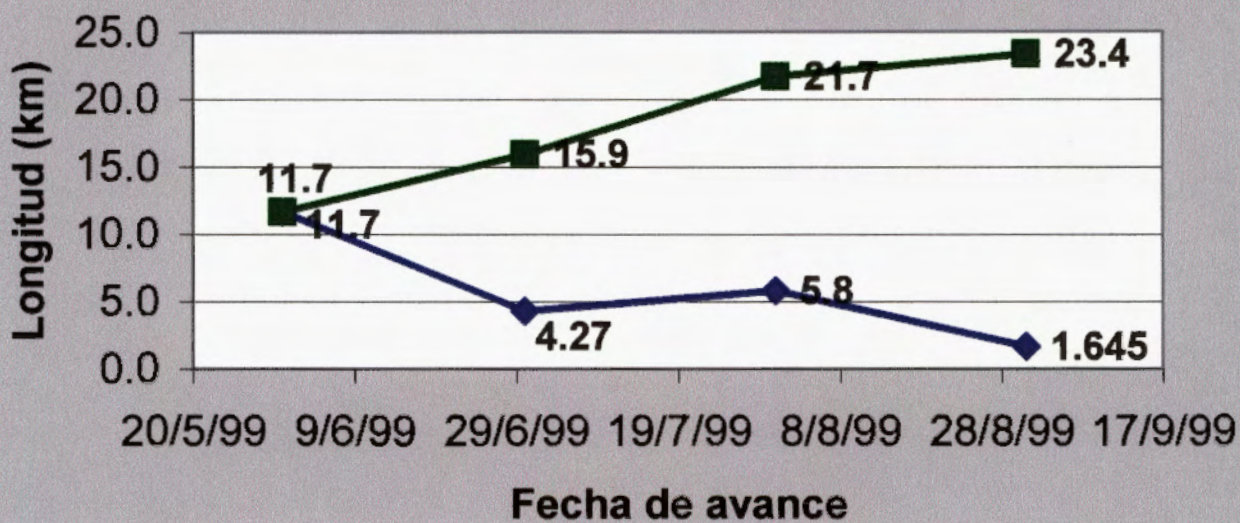


### Porcentaje de avance Segundo Cuadrante



- Primer Informe
- Segundo Informe
- Tercer informe
- Cuarto informe
- Longitud por evaluar

### Longitud de recarpeteo vrs fecha de entrega del avance visual SEGUNDO CUADRANTE

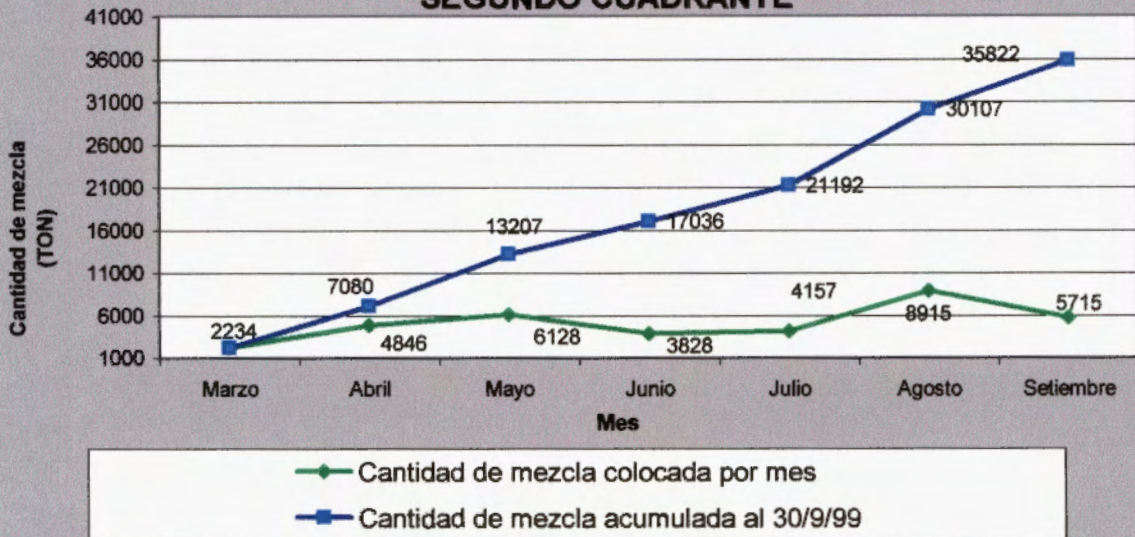


- ◆ Avance puntual
- Avance acumulado

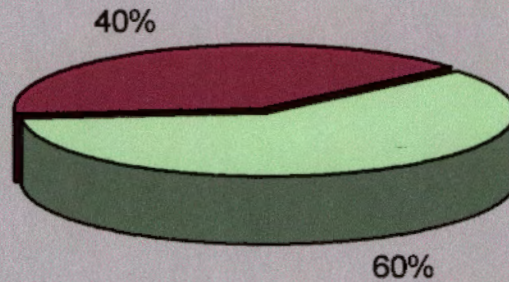
Longitud total del proyecto=45.88 km



**Cantidad de mezcla colocada,  
Período Marzo-Setiembre, 1999  
SEGUNDO CUADRANTE**



**Porcentaje de avance en mezcla asfáltica colocada,  
Período: Marzo-Setiembre, 1999  
SEGUNDO CUADRANTE**

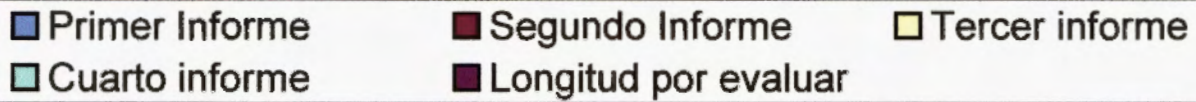
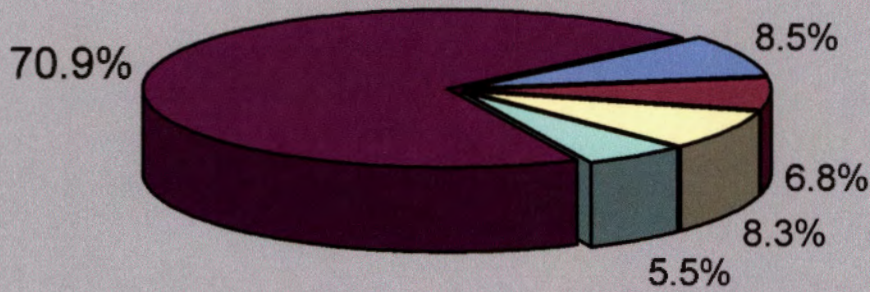


■ Porcentaje de mezcla colocada al 30/9/99  
■ Porcentaje de mezcla por colocar del total del proyecto

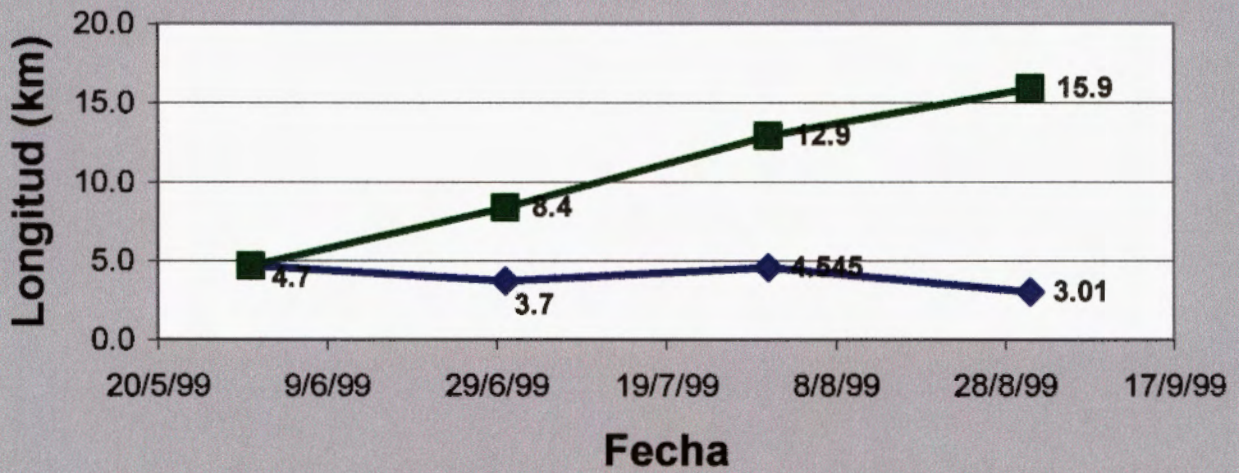
**TOTAL DE MEZCLA ASIGNADA AL PROYECTO: 59892 Ton.**  
**TOTAL DE MEZCLA COLOCADA AL 30-09-1999: 35822 Ton.**



### Porcentaje de avance Tercer Cuadrante

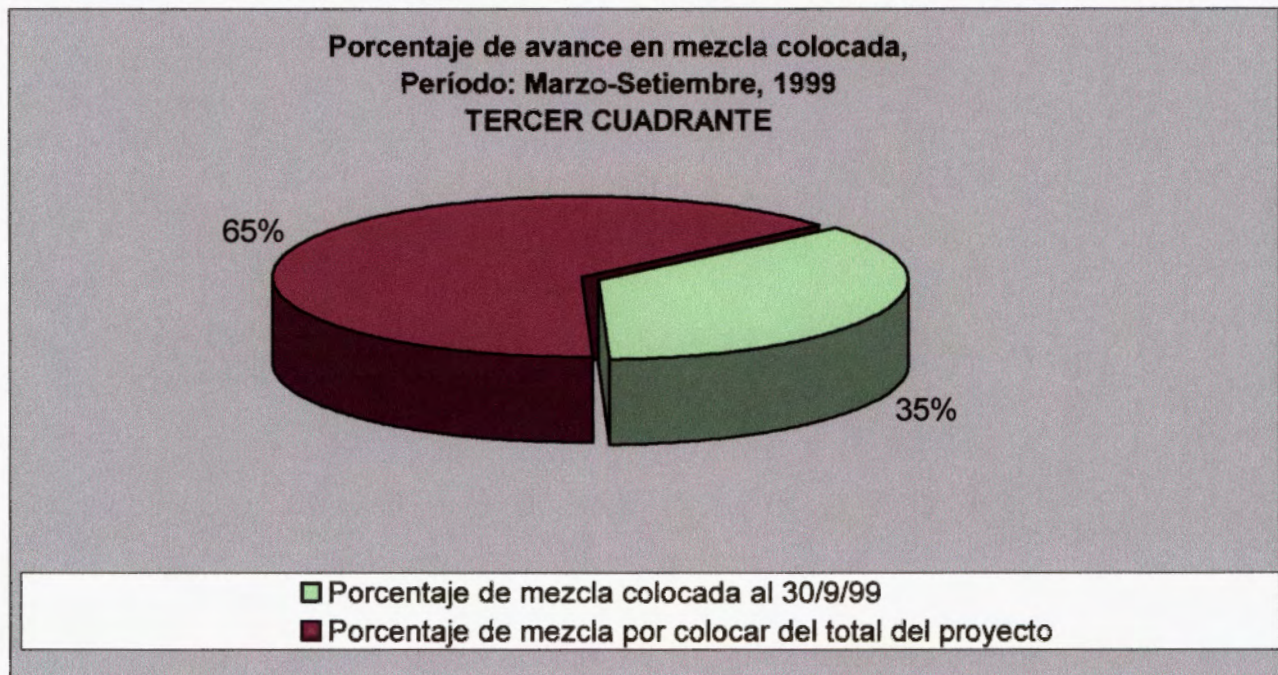
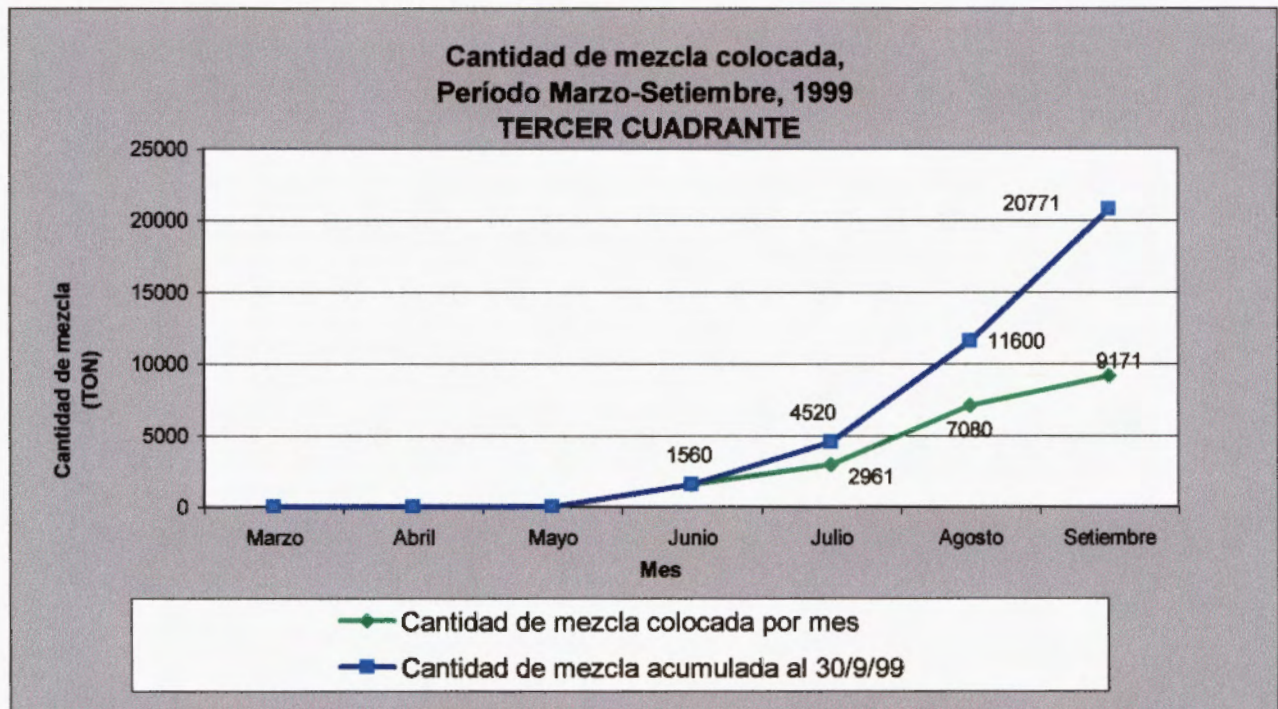


### Longitud de recarpeteo vrs fecha de entrega del avance visual TERCER CUADRANTE



Longitud total del proyecto=54.7 km

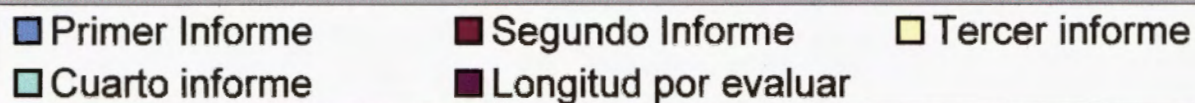
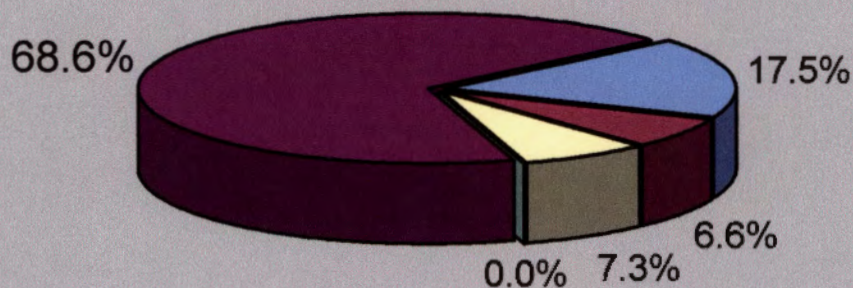




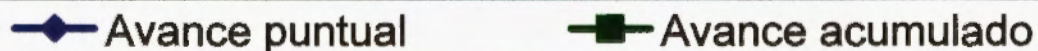
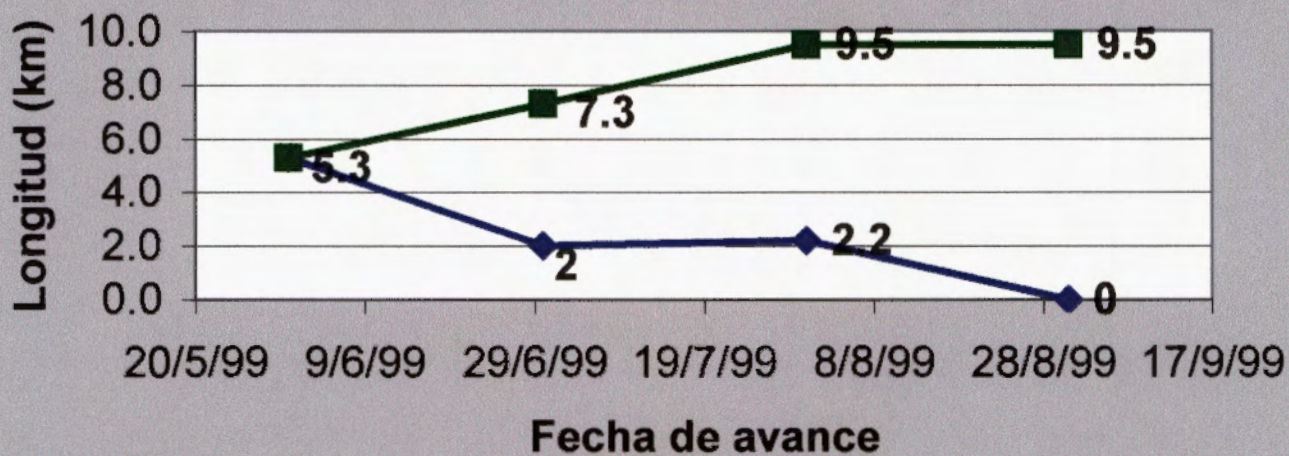
**TOTAL DE MEZCLA ASIGNADA AL PROYECTO: 58593 Ton.**  
**TOTAL DE MEZCLA COLOCADA AL 30-09-1999: 20771 Ton.**



### Porcentaje de avance Cuarto Cuadrante

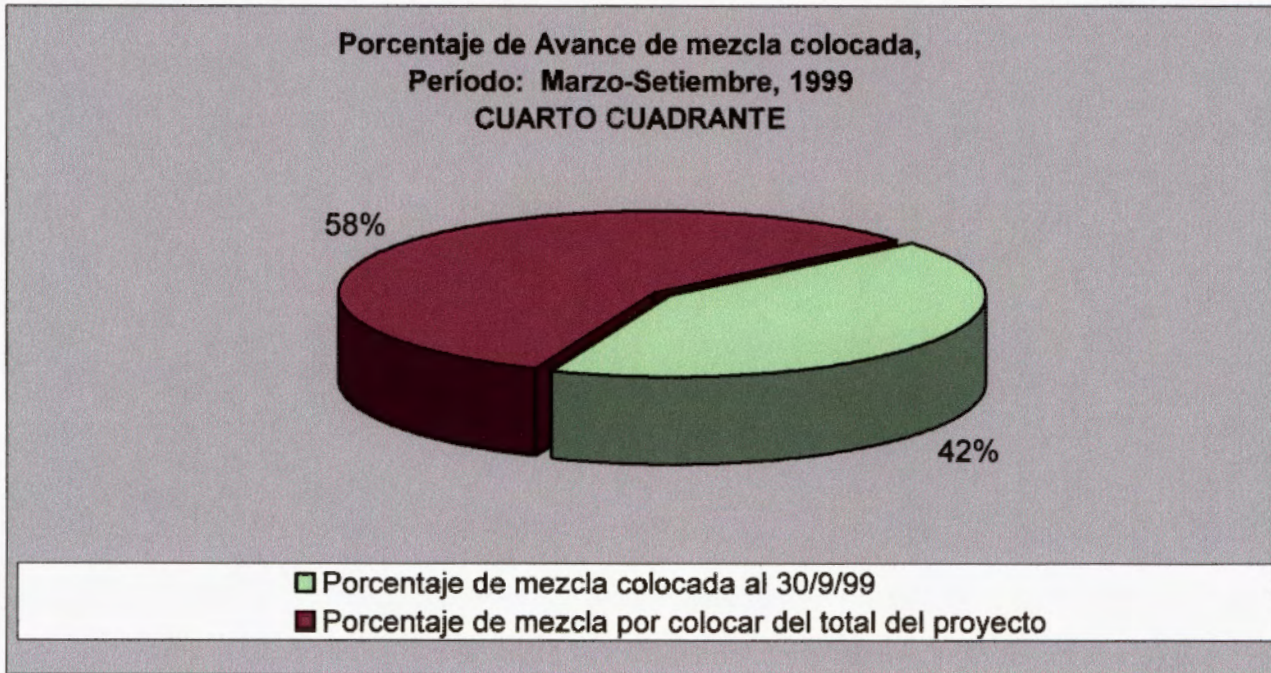
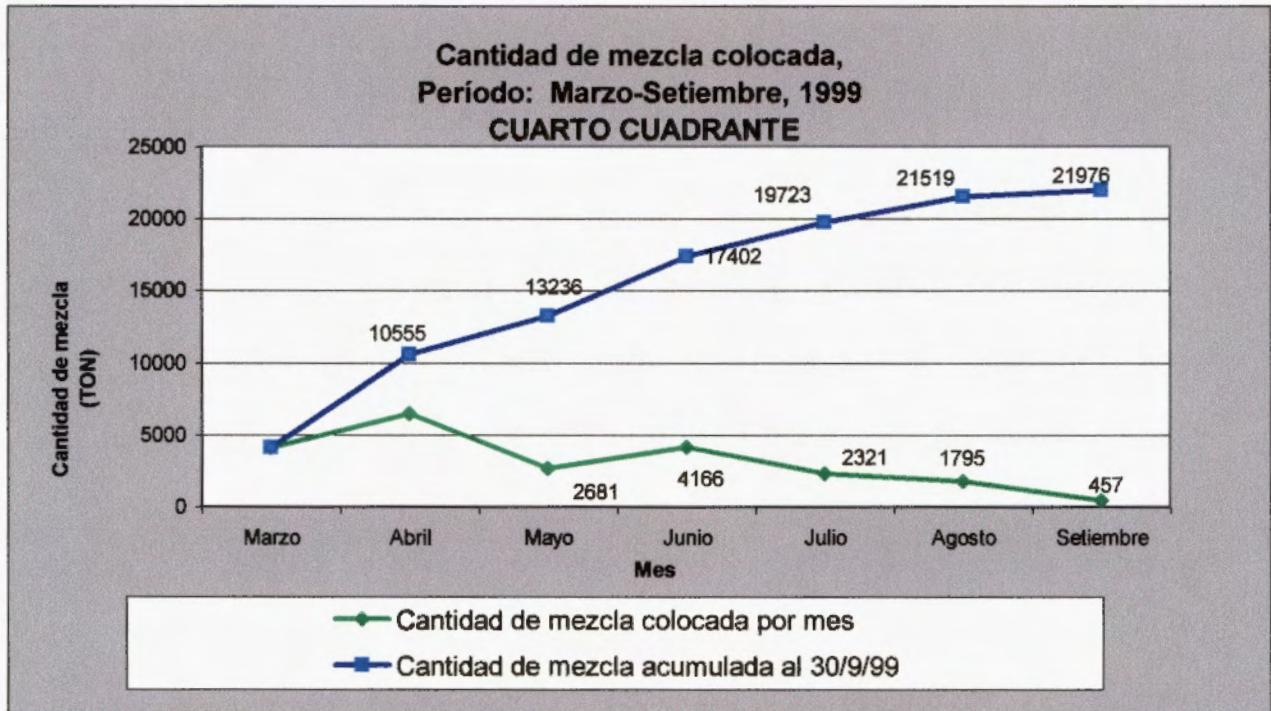


### Longitud de recarpeteo vrs fecha de entrega del avance visual CUARTO CUADRANTE



Longitud total del proyecto=30.3 km

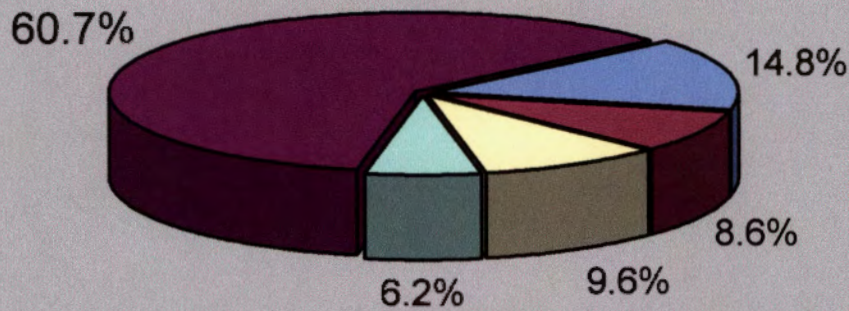




**TOTAL DE MEZCLA ASIGNADA AL PROYECTO: 52057 Ton.**  
**TOTAL DE MEZCLA COLOCADA AL 30-09-1999: 21976 Ton.**

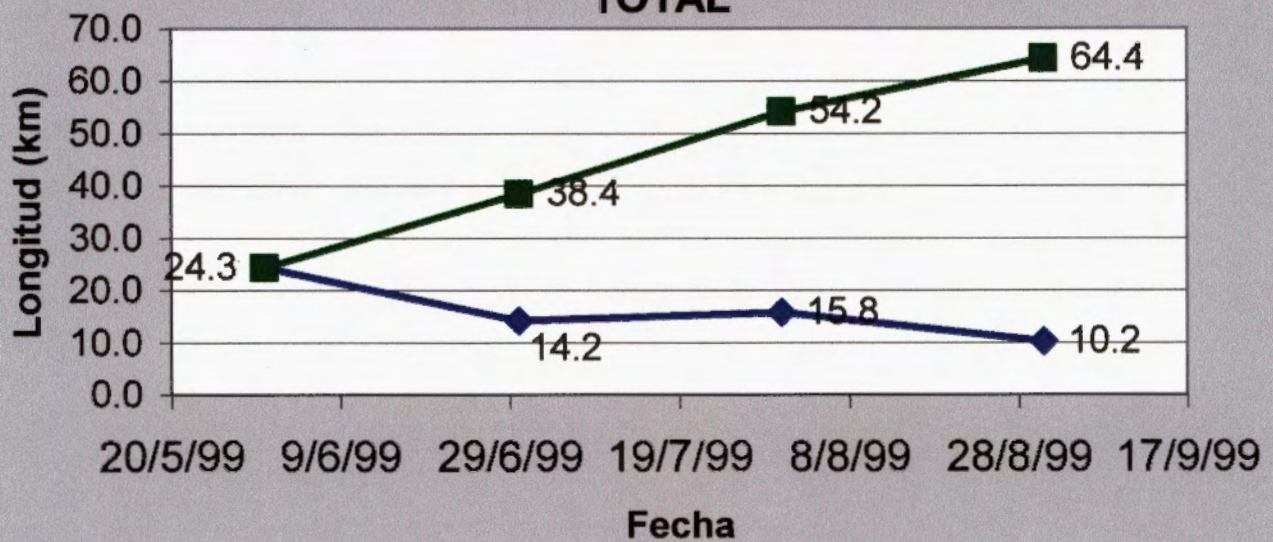


### Porcentaje de avance Total



- Primer Informe
- Segundo Informe
- Tercer informe
- Cuarto informe
- Longitud por evaluar

### Longitud de recarpeteo vrs fecha de entrega del avance visual TOTAL



- ◆ Avance puntual
- Avance acumulado

Longitud total del proyecto=164 km

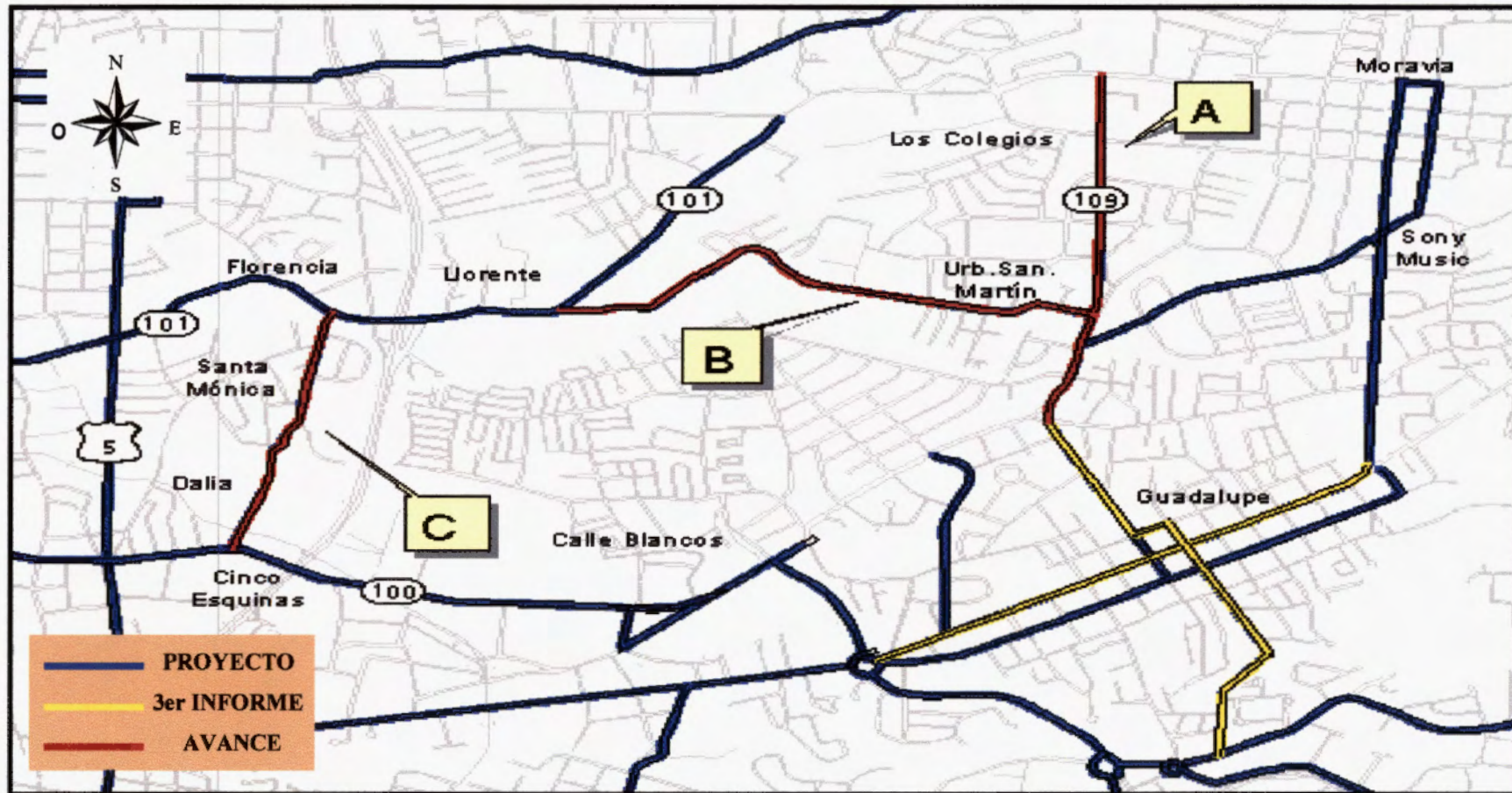


**PRIMER CUADRANTE**





# PRIMER CUADRANTE

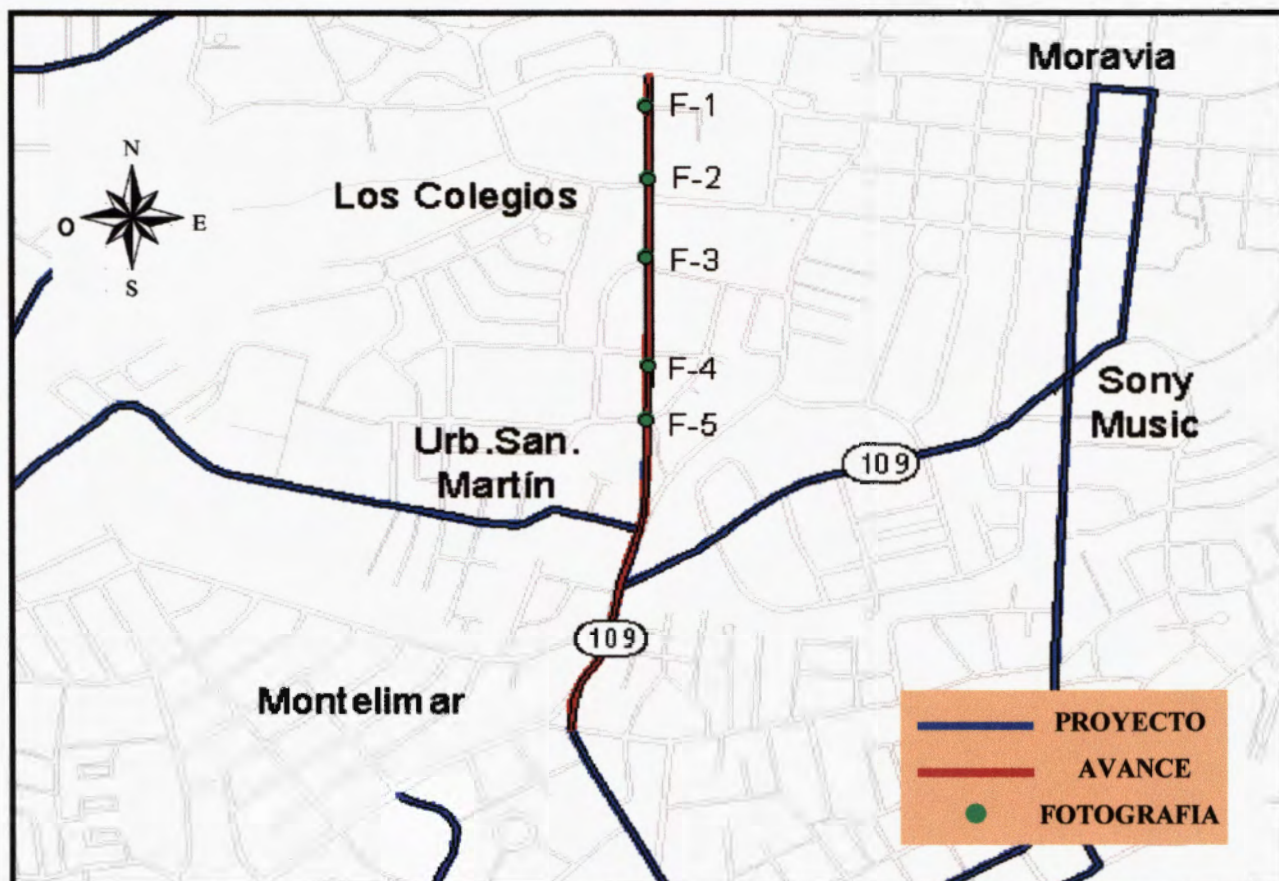


- A:** Escuela Pilar Jiménez - Ent. R. 109 – Colegio Lincoln – Ent. R 102 (BFA)  
**B:** Calle Chile de Perro: (Llorente Ent. R. 101) – Urb San Martín – La Guaria (Ent. R. 109)  
**C:** Cinco Esquinas (Ent. R. 100) – Jugos del Campo – Llorente (Ent. R. 101)





**Tramo: Escuela Pilar Jiménez – Colegio Lincoln.**



**Figura No. 1 Avance Gráfico**

**Longitud de avance:** 1350 metros aproximadamente.

**Control gráfico de avance al 30 de setiembre de 1999.**

**Descripción del tramo:** Trabajos de recarpeteo sobre ruta 109. Con base en el informe anterior se continúa con sobrecapa en las inmediaciones de la Escuela Pilar Jiménez hasta el Colegio Lincoln.

**Los trabajos consistieron en la colocación de una carpeta de 6 cm de espesor en promedio, a todo lo ancho de la vía.**





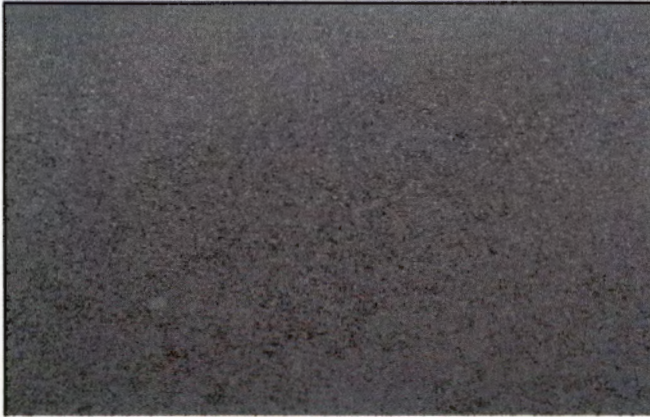
**La Ruta Escuela Pilar Jiménez – Colegio Lincoln cuenta con la siguiente información fotográfica. Las fotografías mostradas corresponden a los puntos indicados en la figura No. 1.**

**Fotografía 1: Vista general de trabajos de recarpeteo.**



**Fotografía 2: El acabado superficial presenta problemas de uniformidad, mezcla muy abierta en ciertos sectores.**





*Fotografía 3 Idem Fotografía No. 2*

**Fotografía 4: Detalle de espesor de carpeta. Se registró un espesor promedio de 6 cm.**



**Fotografía 5: Detalle de acabado de bocas de calle del proyecto.**





**Tramo: Calle Chile de Perro (Llorente Ent R. 101) – Urb San Martín – La Guaria (Ent. R. 109)**

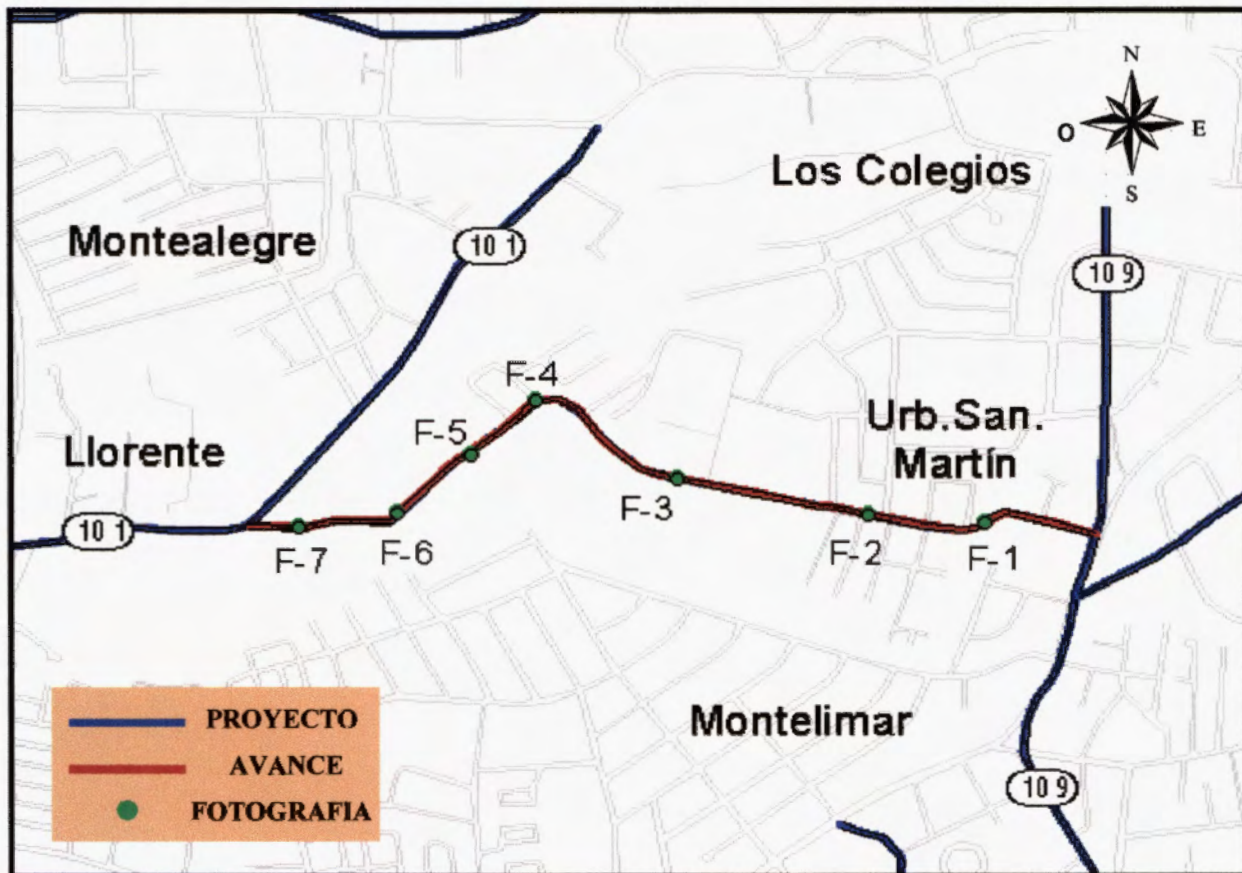


Figura No. 2 Avance Gráfico

**Longitud de avance: 1600 metros aproximadamente.**

**Control gráfico de avance: al 30 de setiembre de 1999.**

**Descripción: Los trabajos de recarpeteo se iniciaron en el entronque con la ruta 101 continuando por la Urb. San Martín, hasta el entronque con ruta 109.**

**Se colocó una sobrecapa de 6 cm. En el inicio del tramo la vía cuenta con un ancho aproximado de 7 metros para luego sufrir un ensanchamiento de 12 metros en el paso por la Urb. San Martín el cual fue completamente cubierto por el recarpeteo. Desemboca finalmente en otra sección de 7 metros en el entronque con ruta 109.**





**La Ruta Calle Chile de Perro – La Guaria cuenta con la siguiente información fotográfica. Las fotografías mostradas corresponden a los puntos indicados en la figura No. 2.**

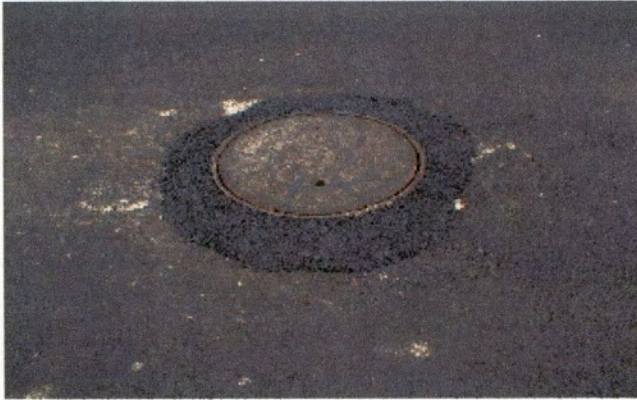


***Fotografía 1: Problemas de uniformidad en la sobrecapa***

***Fotografía 2: Vista general de recarpeteo al paso por Urb. San Martín. Se aprecian problemas de uniformidad en acabado superficial.***







**Fotografía 3:** Detalle de acabado de confinamiento de tapa de alcantarillado, deficiencia en la compactación.

**Fotografía 4:** Punto de control de densidad en sitio por parte del Laboratorio del contratista, nótese acabado superficial.



**Fotografía 5:** Este tramo se caracteriza por un deficiente acabado de la superficie de la sobrecapa.





**Fotografía 6:** Detalle típico de acabado de sobrecapa. Se manifiesta este problema de poca uniformidad constantemente en todo el tramo.

**Fotografía 7:** Vista general en los trabajos de recarpeteo en las proximidades del entronque con ruta 101.







**Tramo: Cinco Esquinas (Ent R. 100) – Jugos del Campo – Llorente (Ent R. 101).**

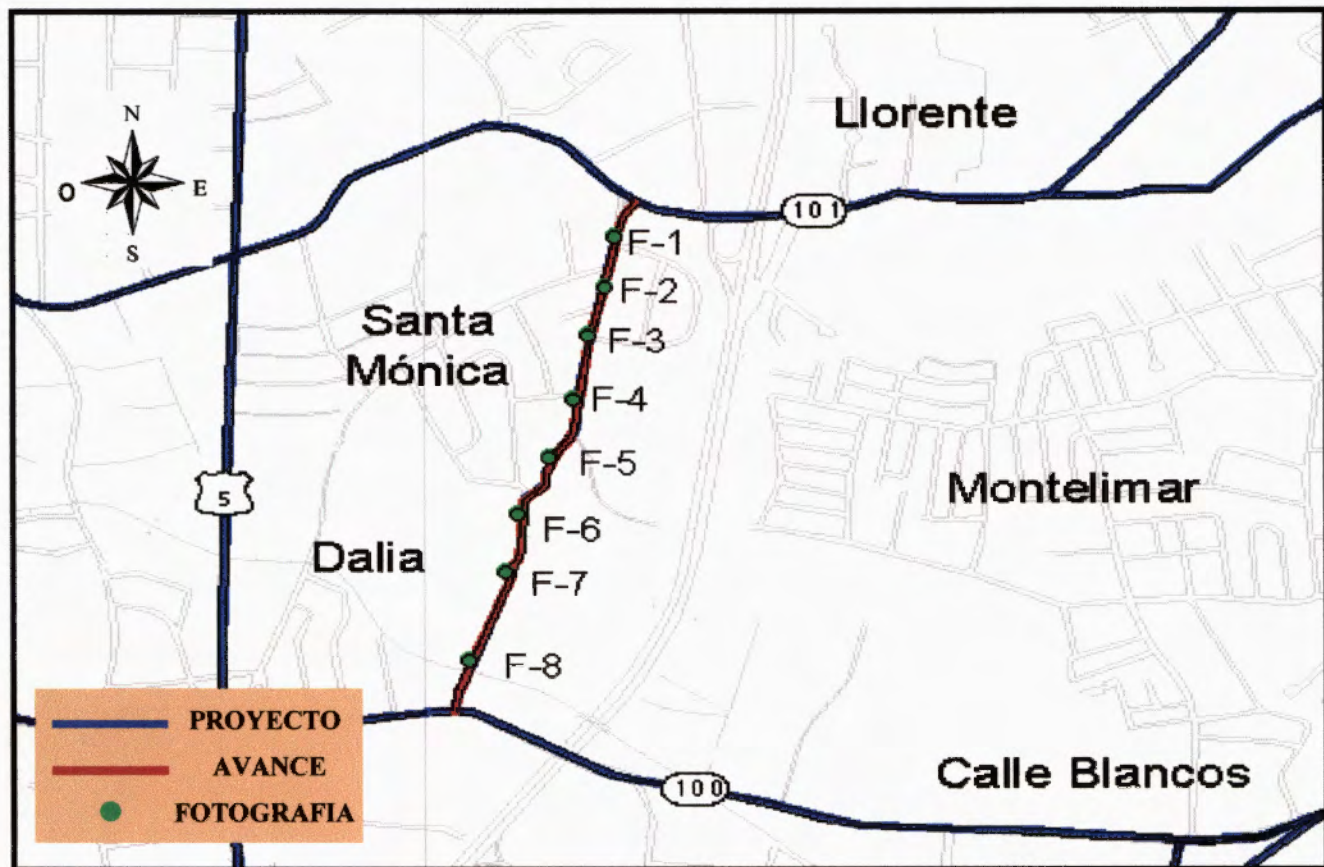


Figura No.3 Avance Gráfico

Longitud de avance: 955 metros aproximadamente.

Control gráfico de avance al 30 de setiembre de 1999.

Descripción del tramo: La sobrecapa colocada en este tramo se inicia en el entronque con la ruta 101 y continúa por la Calle Espinal hasta el entronque con ruta 100.

En la visita de control de avance se detectó serios problemas en la mezcla colocada, ya que de acuerdo con las indicaciones emitidas por el inspector la mezcla presentaba una alta deficiencia de material fino, lo que obligó a remover y corregir ciertas áreas ya compactadas de la sobrecapa ( ver fotografías ).





**La Ruta Cinco Esquinas - Llorente cuenta con la siguiente información fotográfica.  
Las fotografías mostradas corresponden a los puntos indicados en la figura No. 3.**

***Fotografía 1:*** Detalle de nivel de colocación de tapas de alcantarilla.



***Fotografía 2:*** Detalle de acabado superficial de sobrecapa, en algunas secciones se hizo necesario la remoción de material colocado para corrección de áreas severamente segregadas.





**Fotografía 3:** Vista general de trabajos de recarpeteo. Nótese lo abierto de la mezcla en el lado derecho.

**Fotografía 4:** El puente sobre la Quebrada Rivera presenta un serio problema de socavamiento, el cual a corto plazo afectará la estructura del pavimento y al puente mismo.



**Fotografía 5:** Esta sección de sobrecapa fue removida por completo, debido a una mezcla muy deficiente en contenido de finos. El fenómeno se dio en otras secciones del tramo. Ver fotografía No. 3.





**Fotografía 6:** Vista general de trabajos de recarpeteo en el tramo. Nótese acabado superficial.

**Fotografía 7:** Deficiencia en el señalamiento vial en áreas de recarpeteo.



**Fotografía 8:** La Quebrada Rivera está generando serios problemas de socavamiento en varios sectores paralelos a este tramo.



**SEGUNDO CUADRANTE**





# SEGUNDO CUADRANTE

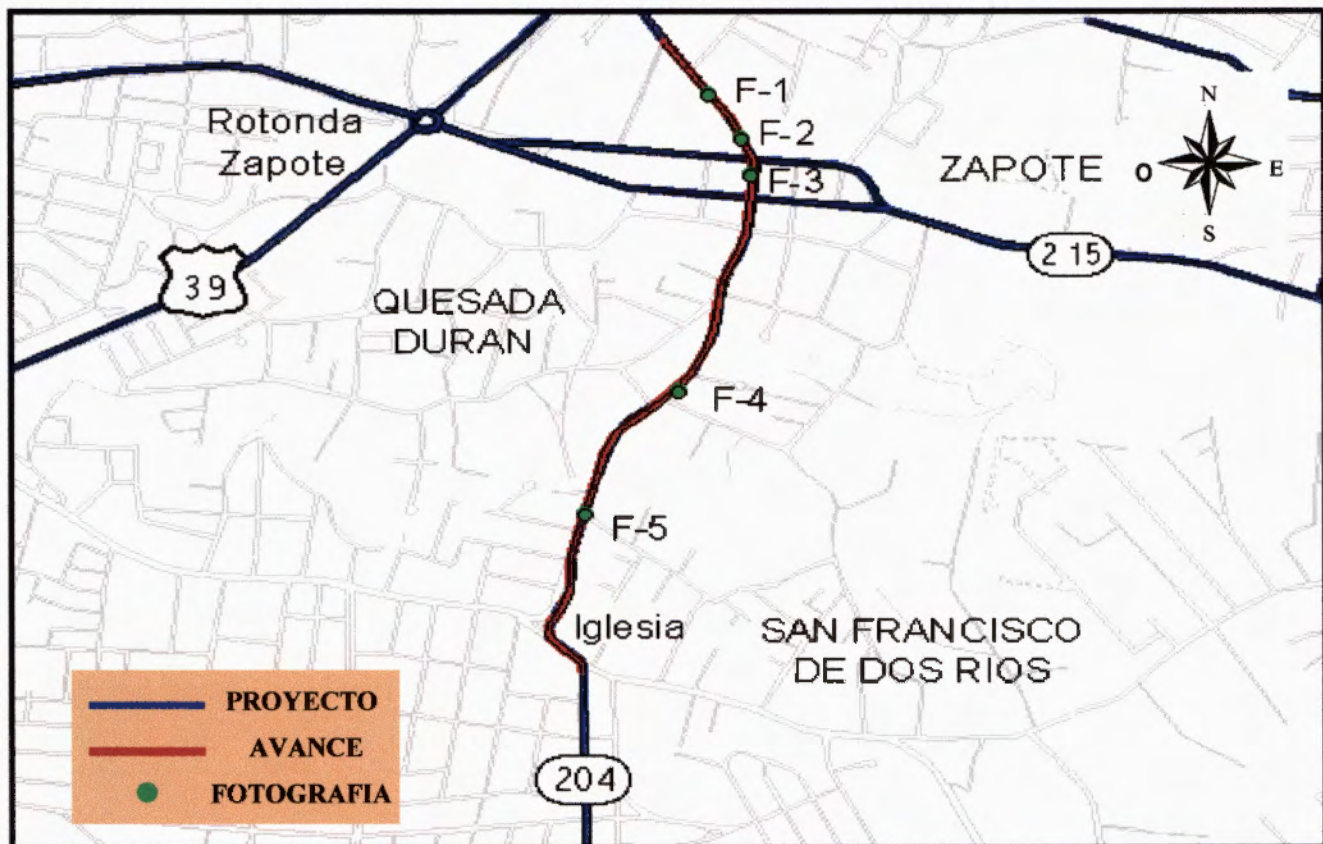


A: Iglesia de Zapote – Cortel – Ent. R. 211 – Hasta Iglesia de San Francisco de Dos Ríos.





**Tramo: Iglesia de Zapote – Cortel – Ent. R. 211 (Iglesia de San Francisco de Dos Ríos).**



**Figura No.4 Avance Gráfico**

**Longitud de avance: 1645 metros aproximadamente.**

**Control gráfico de avance al 30 de setiembre de 1999.**

**Descripción del tramo: trabajos de recarpeteo sobre la ruta 204, el tramo comprendido entre La Casa Presidencial y la Iglesia de San Francisco de Dos Ríos; en el entronque con Ruta 211. Se coloca una sobrecapa de 7 cm de espesor.**





**La Ruta Iglesia de Zapote – Iglesia de San Francisco de Dos Ríos cuenta con la siguiente información fotográfica.**

**Las fotografías mostradas corresponden a los puntos indicados en la figura No. 4.**

**Fotografía 1: Vista general de trabajos de prenivelación consistentes en la colocación de una capa delgada (2 cm) para corregir problemas de bombeo y agrietamiento de la capa asfáltica existente, 50 m norte de la Iglesia de Zapote.**



**Fotografía 2: Detalle de colocación de capa de nivelación.**





**Fotografía 3: La imprimación se colocó a todo lo ancho de la vía con el continuo transitar de vagonetas sobre ésta.**



**Fotografía 4: Ausencia de alcantarilla para recolección de aguas pluviales, incide directamente en el acabado de borde de la sobrecapa.**

**Fotografía 5: Detalle típico de acabado superficial.**



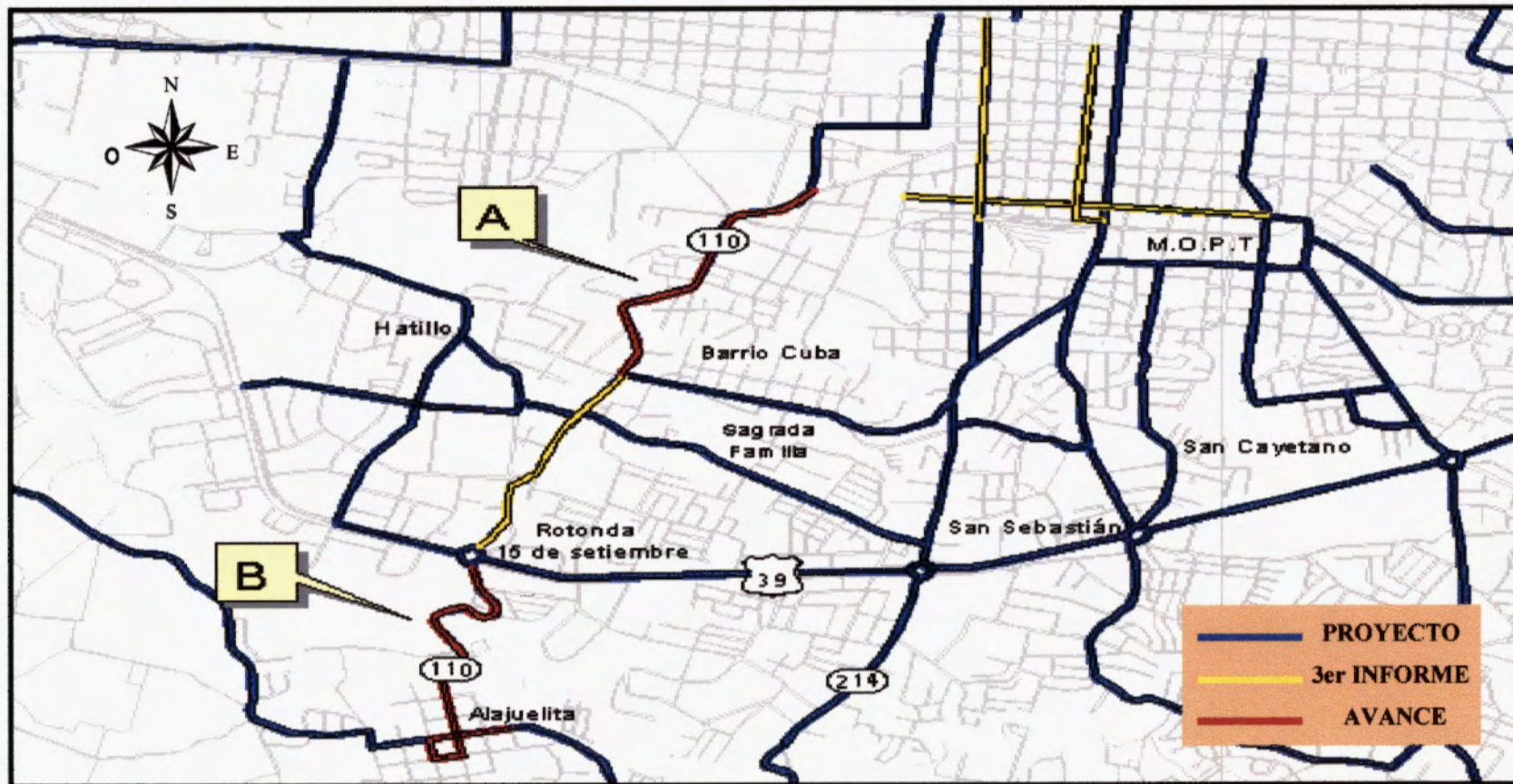


**TERCER CUADRANTE**





## TERCER CUADRANTE



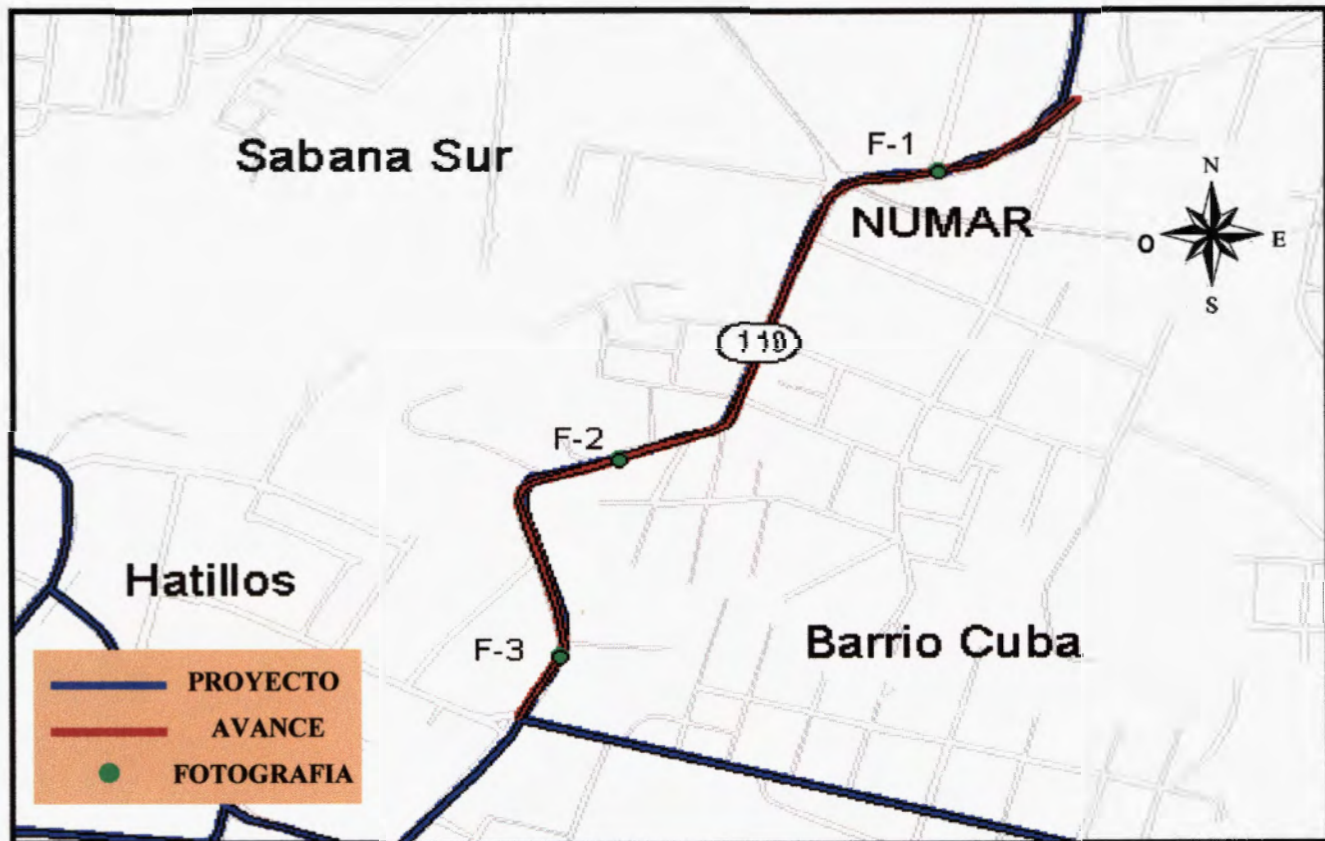
**A:** Numar – Hatillo – Rotonda 15 de setiembre.

**B:** Rotonda 15 de setiembre (Int. R. 39) – Alajuelita – (Parque).





**Tramo: Numar – Hatillo – Rotonda 15 de setiembre.**



**Figura No. 5 Avance Gráfico**

**Longitud de avance: 1295 metros aproximadamente.**

**Control gráfico de avance al 30 de setiembre de 1999.**

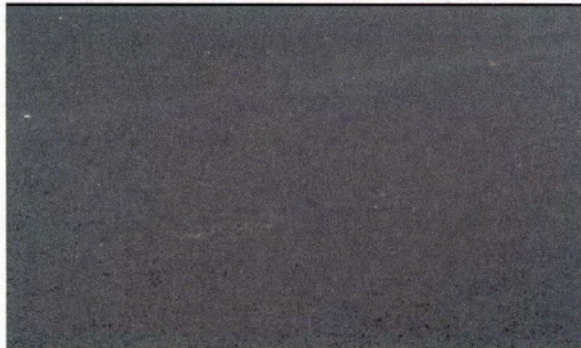
**Descripción:** Con respecto al informe anterior se continuó con el recarpeteo de esta ruta en el entronque con Avenida Tempisque (Entrada a Sagrada Familia), continuando por Barrio Cuba hasta el entronque con la Avenida 10. Se colocó una capa de 7 cm en promedio.





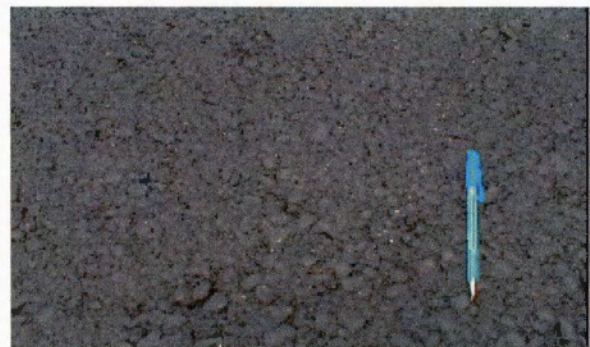
**La Ruta Numar – Rotonda 15 de setiembre cuenta con la siguiente información fotográfica. Las fotografías mostradas corresponden a los puntos indicados en la figura No. 5.**

**Fotografía 1: Vista general de trabajos de recarpeteo. Al fondo el puente sobre el río María Aguilar**



**Fotografía 2: Detalle de acabado típico de superficie.**

**Fotografía 3: Mezcla con áreas de segregación de moderado a severo en diversas partes de la nueva capa.**





**Tramo: Rotonda 15 de setiembre (Int. R. 39) – Alajuelita – (Parque).**

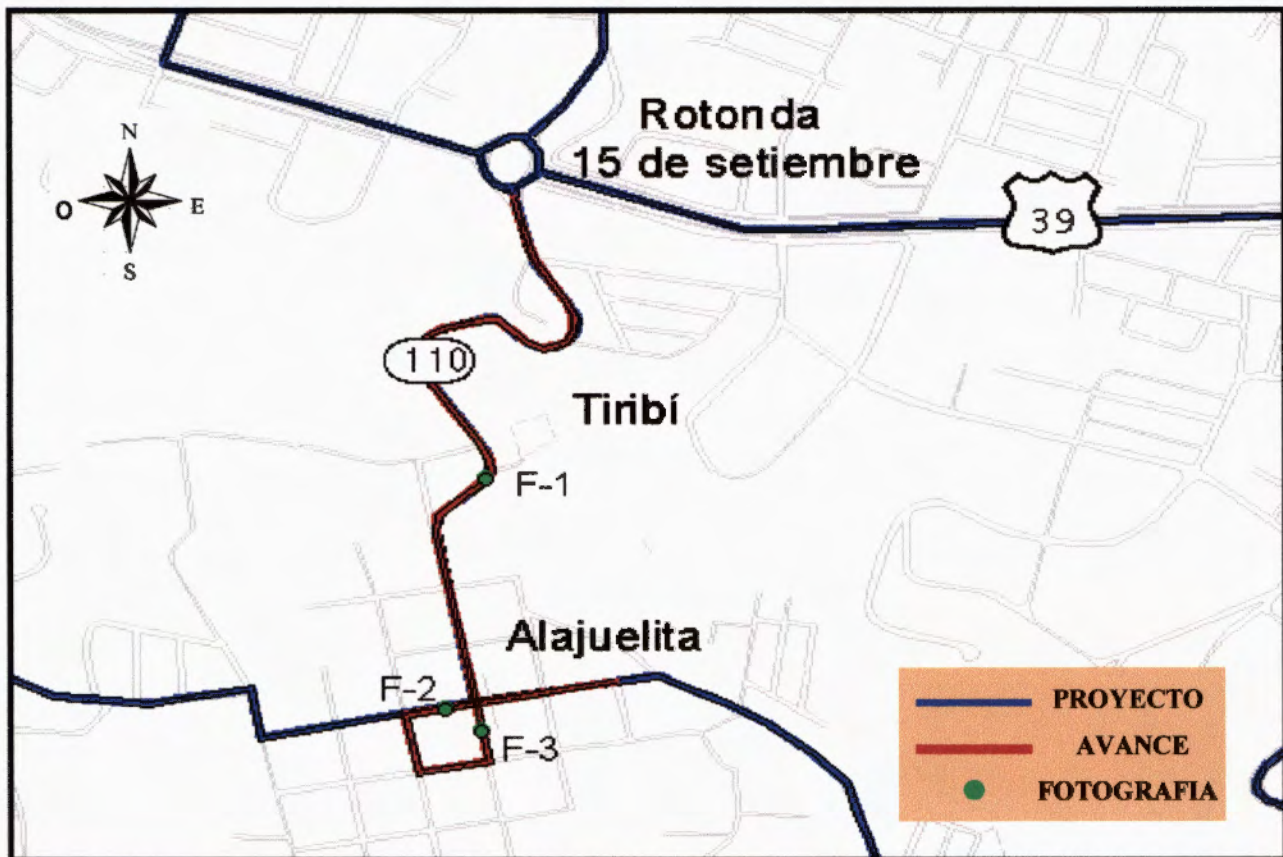


Figura No. 6 Avance Gráfico

**Longitud de avance: 1715 metros aproximadamente.**

**Control gráfico de avance al 30 de setiembre de 1999.**

**Descripción:** Los trabajos de recarpeteo de este tramo inician en la Rotonda 15 de Setiembre y continuando hacia el sur rumbo a Alajuelita. La sobrecapa consta de un espesor promedio de 7 cm. Se realizó un perfilado en la cuadra correspondiente al parque central de Alajuelita, el cual inicialmente no estaba contemplado dentro del proceso de recarpeteo, de acuerdo a los comentarios emitidos por el inspector a cargo.



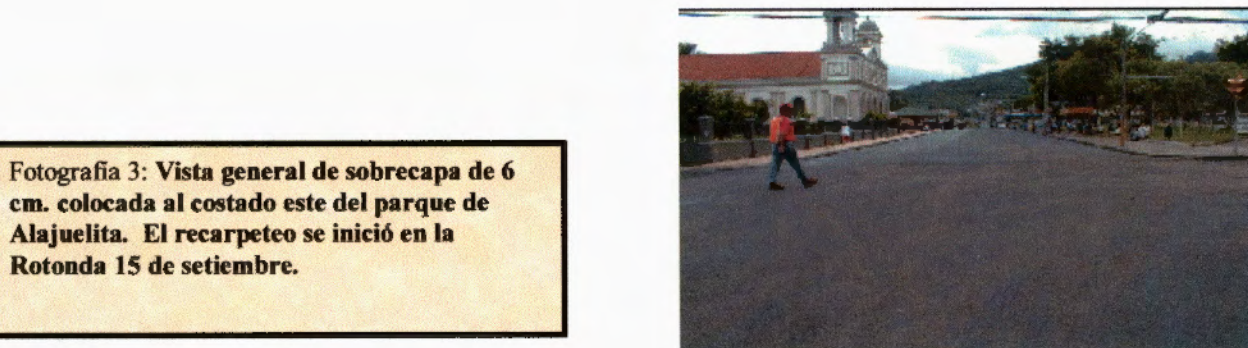


**La Ruta Rotonda 15 de setiembre - Alajuelita cuenta con la siguiente información fotográfica. Las fotografías mostradas corresponden a los puntos indicados en la figura No. 6.**

**Fotografía 1: Estas depresiones son los señalamientos indicados por el contratista para ubicar válvulas o tapas de alcantarillado.**



**Fotografía 2: Trabajos de perfilado al costado norte del parque de Alajuelita, se perfilaron de 5 a 6 cm. de la capa existente.**



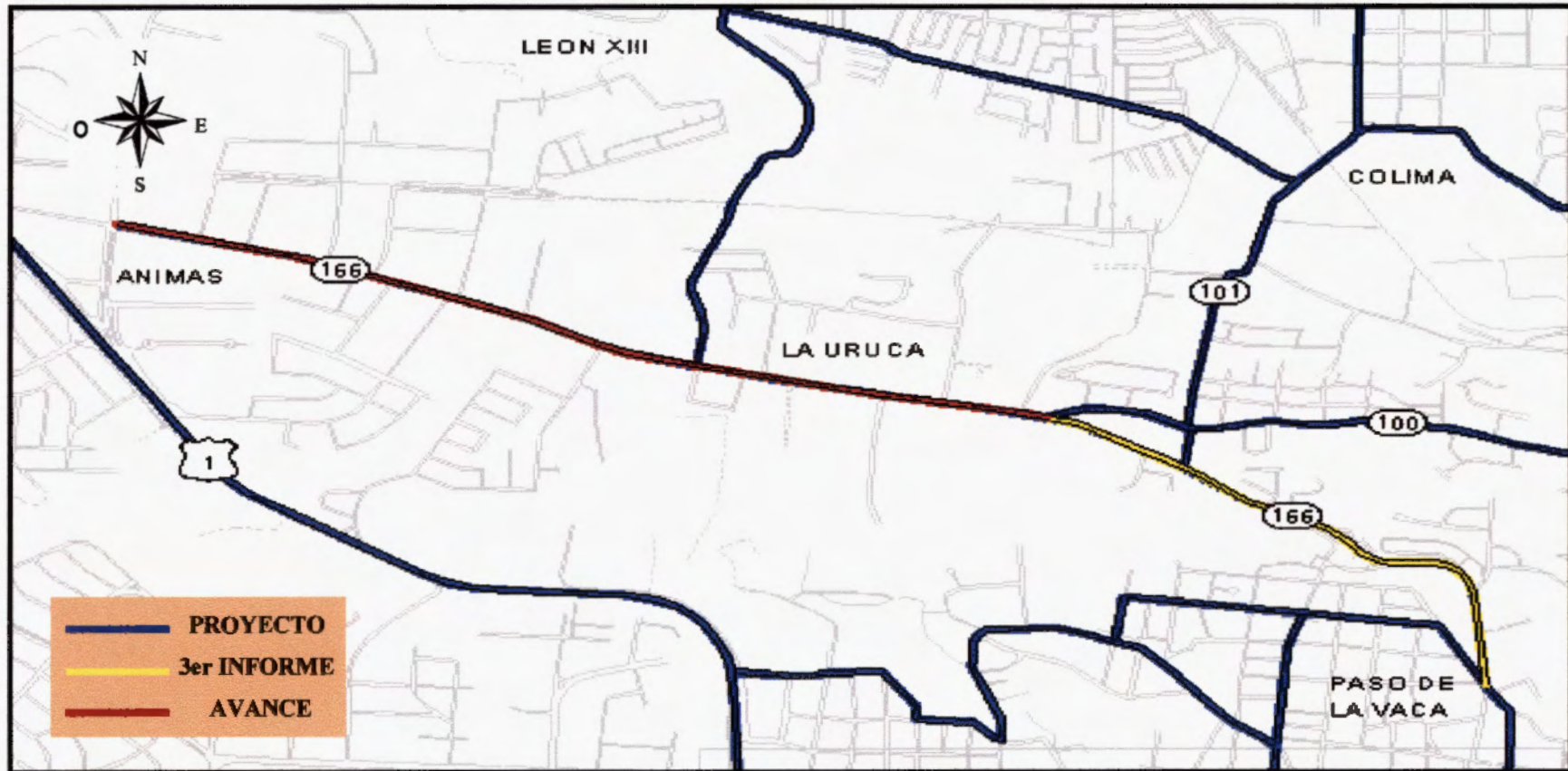
**Fotografía 3: Vista general de sobrecapa de 6 cm. colocada al costado este del parque de Alajuelita. El recarpeteo se inició en la Rotonda 15 de setiembre.**

**CUARTO CUADRANTE**





# CUARTO CUADRANTE



Durante este período no se registran avances en este cuadrante, por lo que se presenta el mismo mapa de avance del informe anterior.

**CAPITULO II  
VERIFICACION DE LA  
COMPACTACION EN SITIO**



## **VERIFICACION DE VACIOS DE LA MEZCLA EN SITIO**

Este informe parcial incluye los datos de verificación de la empresa MECO en recarpeteo los cuadrantes de San José en setiembre. Cada tramo verificado tiene una breve descripción gráfica de ubicación y otra página de resultados de densidad de núcleos y densimetría calibrada.

El nuevo procedimiento de verificación de vacíos en sitio respecto a la densidad máxima teórica ya se está aplicando en forma generalizada (conforme a la orden de modificación). Los datos de densidad máxima teórica de referencia son los de las muestras tomadas por el Lanamme y se presentan en el anexo No.1

### **Observaciones de este periodo en el Recarpeteo**

Los datos de densidad de algunas secciones de las carpetas colocadas muestran vacíos altos sobre el 9% aceptable. Esto generalmente se asocia con tramos que tienen mayor segregación superficial de agregado grueso y vacíos superficiales que se aprecian a simple vista. A veces se notan tramos con una textura superficial notablemente diferente a los tramos contiguos, lo que confirma las variaciones de producción de mezcla.

Es importante pedir más datos al laboratorio de calidad en estos tramos donde se observan vacíos superficiales. Estos datos deben ser tomados con un procedimiento aleatorio establecido previamente a la visita de campo y antes de 15 días.

Se siguen notando algunos tramos donde la porosidad de la mezcla permite que se absorba agua de lluvia y luego fluye hacia la superficie (generalmente al día siguiente). Este fenómeno se reduce un poco conforme pasa el tránsito y cierra la superficie y logra una mayor compactación y acomodo de la mezcla, sin embargo hay sitios donde este comportamiento se mantiene desde hace tres o cuatro meses. La entrada y salida de agua y aire en una carpeta asfáltica acorta su duración.

Los detalles de acabado, bordes, pozos y juntas se han mejorado porque las cuadrillas han desarrollado mejor práctica para realizar estas labores. Sin embargo, ocasionalmente se han visto tapas de pozos hundidas o con mezcla encima que no fue eliminada. Conviene que los ingenieros e inspectores hagan un recorrido a pie de los tramos trabajados y revisen estos detalles técnicos para solicitar su corrección. En el tramo entre Guadalupe y Los Colegios existe una fuga grande de agua desde que se hizo el recarpeteo y no se ha solucionado en más de dos semanas.



Lanamme, UCR

Proyecto de Recarpeteo de Los Cuatro Cuadrantes de San José

Resumen de datos de verificación de vacíos en sitio de la mezcla asfáltica

Proyecto	Localización precisa	Ruta No.	fecha de visita	# lecturas densímetro	# nucleos perforados	Dens. Prom. (kg/m <sup>3</sup> )	Dens. Std. (kg/m <sup>3</sup> )	Coeff. Var. prom/D.S.	Promedio de vacíos en sitio
<b>MEGO</b>									
Noreste	Betania Guadalupe		26-Ago-99	18	7	2194	49	2.2%	9.0%
Noreste	Colegio Farmacéuticos		05-Sep-99	20	7	2229	48	2.2%	7.4%
Noreste	Los Colegios - Lincoln		05-Sep-99	20	7	2250	77	3.4%	6.5%
Sureste	Desamparados S. Antonio		18-Ago-99	18	7	2203	51	2.3%	10.1%
	subtotales			76	28				
	cantidades anteriores			239	83				
	totales a la fecha			315	111				

\*\* : Según la nueva orden de modificación, se revisa el porcentaje de vacíos de la mezcla colocada respecto a la densidad máxima teórica de la fecha.



**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 #	-	Fecha:	26-8-99
Nombre de la ruta:	Betania - Guadalupe	Hora:	09:45 AM
Sección de control:	-	Densímetro:	1870
Contratista:	Meco	Licitación #:	-
Tramo de verificación		Zona #:	1-1
Estación inicial:	Super El Buen Gusto		
Estación final:	0+400		
Sentido:	Betania - Guadalupe		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):	7.0		
Profundidad de medición (cm):	5.0	Tiempo lectura:	0.5 minutos
Densidad Máxima Teórica (kg/m <sup>3</sup> ):	2410	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 vacíos
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+010	1	2148	2138	6.5	2138	11.3%
0+025	2	2212			2230	7.5%
0+040	3	2175			2192	9.0%
0+050	4	2087	2121	8.0	2121	12.0%
0+070	5	2135			2152	10.7%
0+090	6	2071			2088	13.4%
0+150	7	2190	2189	8.0	2189	9.2%
0+170	8	2146			2163	10.2%
0+190	9	2260			2278	5.5%
0+200	10	2212			2230	7.5%
0+250	11	2180	2184	9.0	2184	9.4%
0+270	12	2188			2206	8.5%
0+300	13	2180	2225	9.0	2225	7.7%
0+320	14	2207			2225	7.7%
0+360	15	2165	2161	9.0	2161	10.3%
0+375	16	2212			2230	7.5%
0+390	17	2185	2238	9.0	2238	7.1%
0+400	18	2227			2245	6.9%
<b>Promedio</b>		2177	2179	8	2194	9.0%
<b>Desv. Std.</b>		46.89	42.99	0.94	49.21	2.0%
<b>Máximo</b>		2260	2238	9	2278	13.4%
<b>Mínimo</b>		2071	2121	7	2088	5.5%

El porcentaje de vacíos se obtuvo así; % Vacíos = 1 - (densidad / densidad máxima teórica)

El porcentaje de vacíos en sitio debe estar en el rango entre 3% mínimo y 9% máximo



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

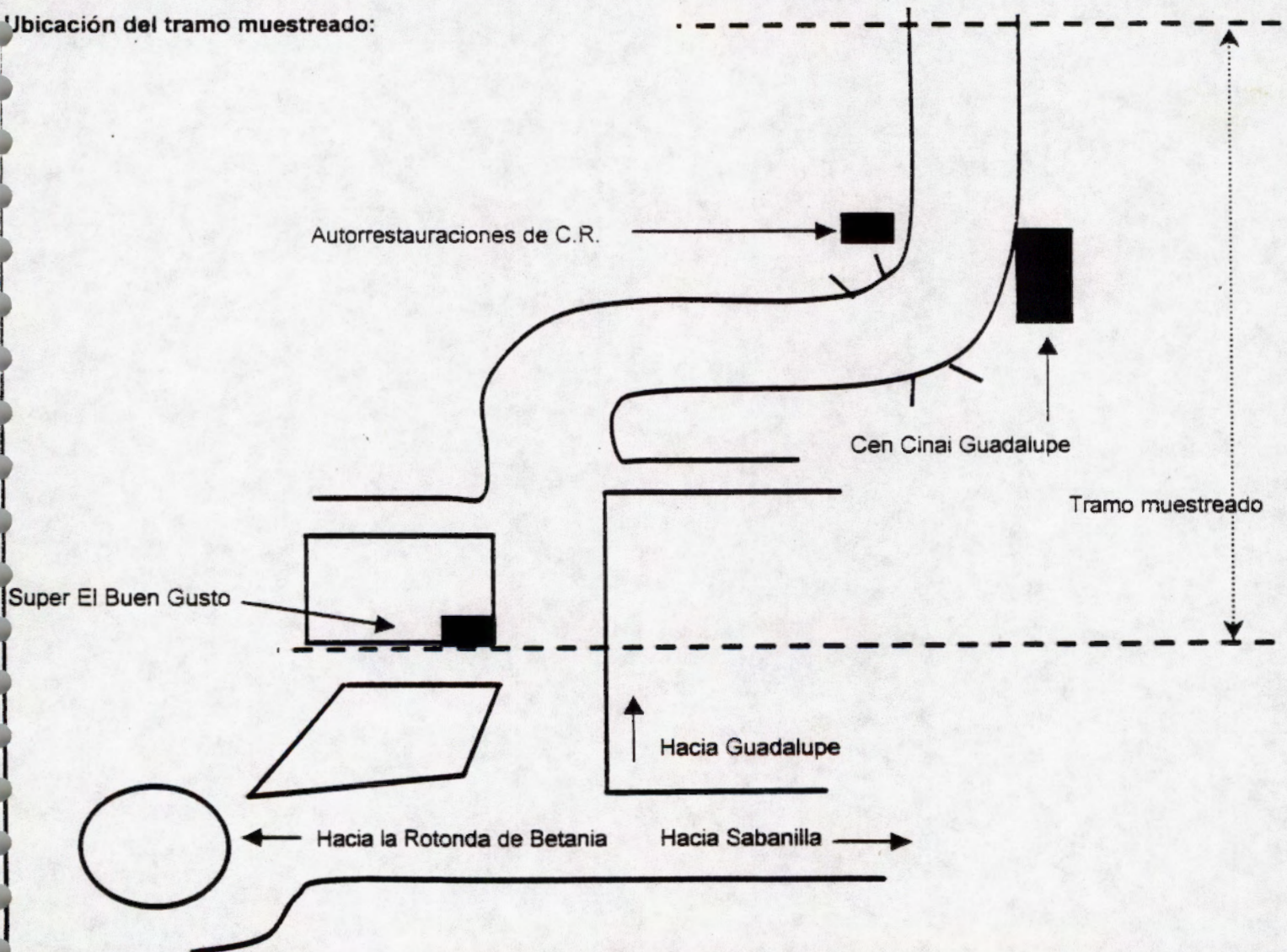
**Comentarios generales :** \_\_\_\_\_

Se presentan algunos sectores con mezcla segregada y algunas alcantarillas con mezcla.

Se aprecia una junta transversal defectuosa a unos 100 m al norte de la estación 0+000, en la cual existe una grada y además una zona aledaña con mezcla muy segregada y acabado final defectuoso.

Se presenta una nivel de rasante casi igual al nivel de acera en varios puntos del tramo.

**Ubicación del tramo muestreado:**





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

Ruta # _____	Fecha: 5-Sep-99
Nombre de la ruta: <u>Guadalupe - Colegio de farmacéuticos</u>	Hora: 10:00 AM
Sección de control: _____	Densímetro: 2031
Contratista: <u>Meco</u>	Cuadrante: Noreste
<b>Tramo de verificación</b>	
Estación inicial: <u>Romanas Ballar</u>	
Estación final: <u>Colegio de Farmacéuticos</u>	
Sentido: <u>Este a Oeste</u>	
Profundidad de medición (cm): <u>5.0</u>	Tiempo lectura: 30 segundos
Densidad Máxima Teórica (kg/m <sup>3</sup> ): <u>2408</u>	No. lecturas: 4
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 vacíos
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+050	1	2170	2252	5.0	2252	6.5
0+040	2	2137			2255	6.4
0+060	3	2191			2312	4.0
0+200	4	2126	2268	7.0	2268	5.8
0+210	5	2165			2284	5.1
0+220	6	2028			2140	11.1
0+350	7	2142	2248	7.0	2248	6.6
0+340	8	2049			2162	10.2
0+360	9	2055			2168	10.0
0+460	10	2095	2198	6.5	2198	8.7
0+450	11	2037			2149	10.7
0+470	12	2113			2229	7.4
0+570	13	2071	2223	11.0	2223	7.7
0+560	14	2102			2218	7.9
0+580	15	2114			2230	7.4
0+700	16	2079	2200	10.0	2200	8.6
0+690	17	2143			2261	6.1
0+715	18	2118			2235	7.2
0+820	19	2153	2262	7.5	2262	6.1
0+800	20	2167			2286	5.1
<b>Promedio</b>		2113	2236		2229	7.4
<b>Dev. Std.</b>		47.51	28.89		47.53	1.97
<b>Máximo</b>		2191	2268		2312	11.1
<b>Mínimo</b>		2028	2198		2140	4.0

**El porcentaje de vacíos se obtuvo así: % Vacíos = 1 - (densidad / densidad máxima teórica)**

**El porcentaje de vacíos en sitio debe estar en el rango entre 3% mínimo y 9% máximo**



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

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

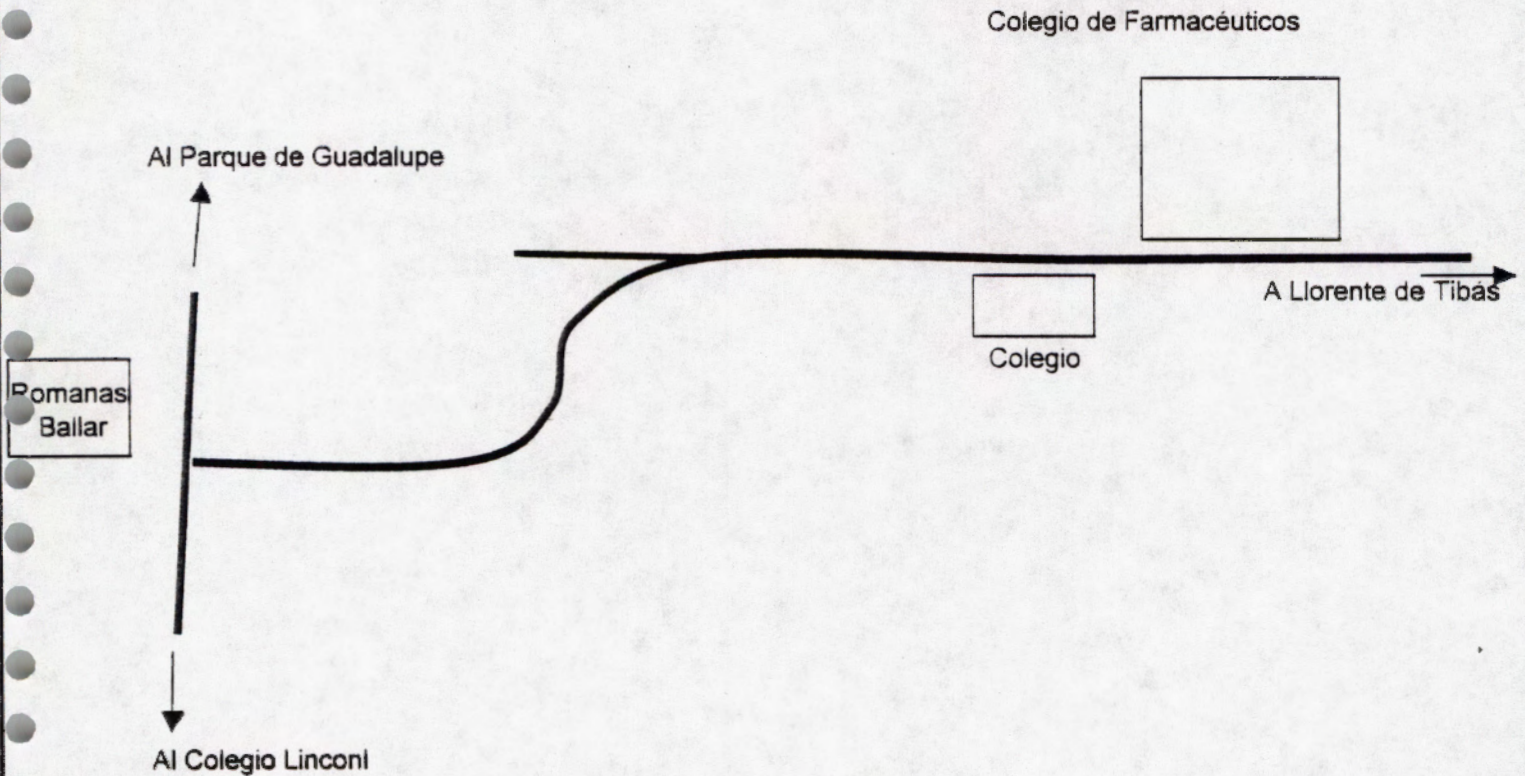
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Ubicación del tramo muestreado:**





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

<b>Ruta #</b> _____	<b>Fecha:</b>	5-Sep-99
<b>Nombre de la ruta:</b> <u>Guadalupe - Linconí</u>	<b>Hora:</b>	7:30 AM
<b>Sección de control:</b> _____	<b>Densímetro:</b>	2031
<b>Contratista:</b> <u>Meco</u>	<b>Cuadrante:</b>	Noreste
<b>Tramo de verificación</b>		
<b>Estación inicial:</b> <u>100 Norte del parque</u>		
<b>Estación final:</b> <u>Frente al Banco Banex</u>		
<b>Sentido:</b> <u>Sur a Norte</u>		
<b>Profundidad de medición (cm):</b> <u>5.0</u>	<b>Tiempo lectura:</b>	30 segundos
<b>Densidad Máxima Teórica (kg/m<sup>3</sup>):</b> <u>2408</u>	<b>No. lecturas:</b>	4
<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 vacíos
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+150	1	2167	2258	11.5	2258	6.2
0+165	2	2254			2362	1.9
0+175	3	2243			2351	2.4
0+250	4	2235	2317	8.0	2317	3.8
0+240	5	2073			2173	9.8
0+260	6	2201			2307	4.2
0+350	7	2159	2260	8.0	2260	6.1
0+340	8	2202			2308	4.2
0+360	9	2228			2335	3.0
0+450	10	2213	2294	6.5	2294	4.7
0+440	11	2218			2325	3.5
0+460	12	2190			2295	4.7
0+650	13	2065	2159	10.0	2159	10.3
0+640	14	2034			2132	11.5
0+660	15	2033			2131	11.5
0+910	16	2055	2201	9.5	2201	8.6
0+900	17	2098			2199	8.7
0+920	18	2068			2167	10.0
1+100	19	2138	2262	10.0	2262	6.1
1+110	20	2071			2171	9.9
<b>Promedio</b>		2147	2250		2250	6.5
<b>Desv. Std.</b>		77.33	53.87		76.63	3.18
<b>Máximo</b>		2254	2317		2362	11.5
<b>Mínimo</b>		2033	2159		2131	1.9

**El porcentaje de vacíos se obtuvo así: % Vacíos = 1 - (densidad / densidad máxima teórica)**

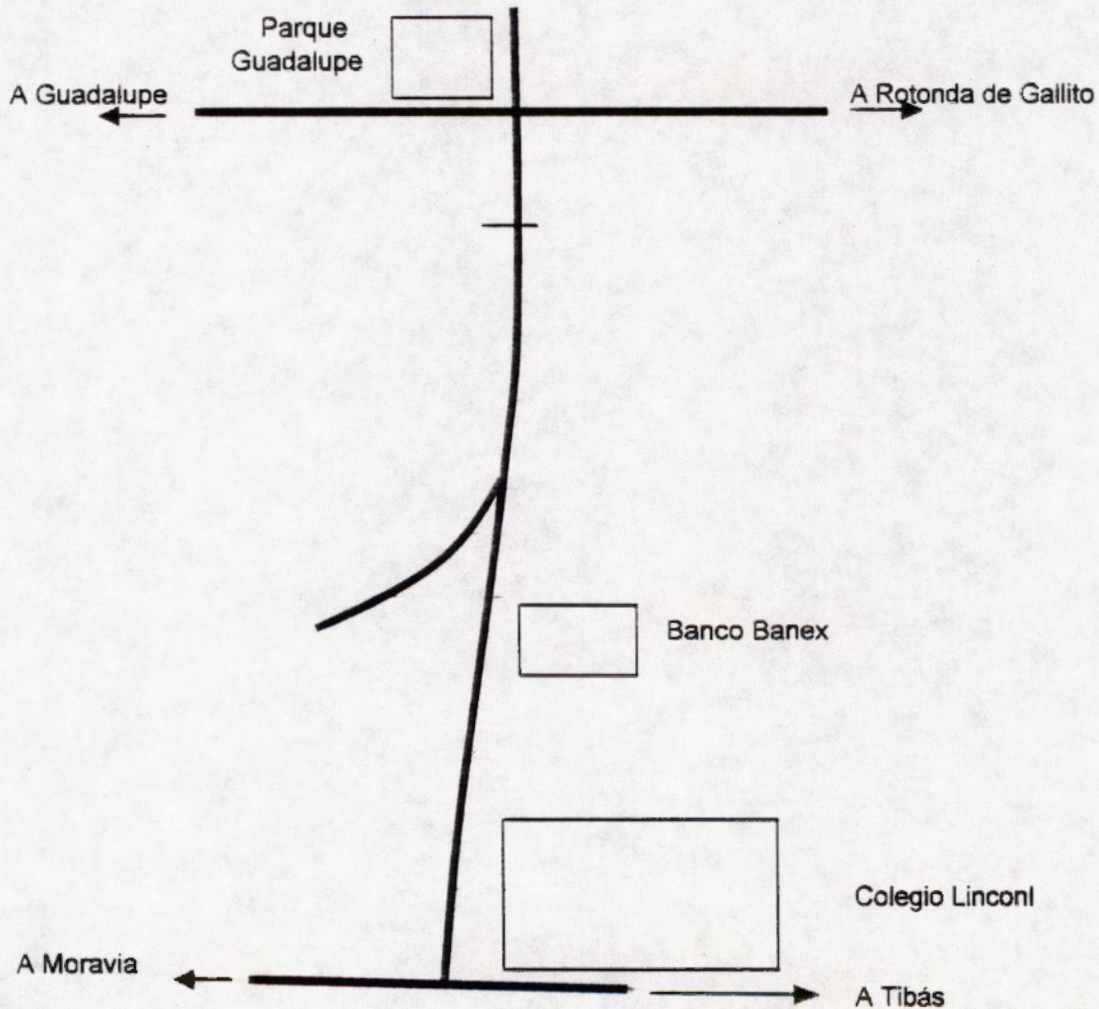
**El porcentaje de vacíos en sitio debe estar en el rango entre 3% mínimo y 9% máximo**



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

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

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 #	-	Fecha:	19-8-99
Nombre de la ruta:	San Antonio - Desamparados	Hora:	09:20 AM
Sección de control:	-	Densímetro:	1870
Contratista:	Meco	Licitación #:	-
Tramo de verificación		Zona #:	1-1
Estación inicial:	Esquina de la Plazoleta (Desamparados)		
Estación final:	Llantas Cocollan		
Sentido:	Desamparados - San Antonio		
Espesor reportado por el Insp. o Ingeniero (cm):	-		
Profundidad de medición (cm):	6.0	Tiempo lectura:	0.5 minutos
Densidad Máxima Teórica (kg/m <sup>3</sup> ):	2451	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 vacíos
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+010	1	2220	2260	8.0	2260	7.8%
0+030	2	2174			2249	8.3%
0+050	3	2182	2229	8.0	2229	9.1%
0+070	4	2169			2243	8.5%
0+100	5	2209			2285	6.8%
0+115	6	2161	2224	8.5	2224	9.3%
0+135	7	2178			2253	8.1%
0+165	8	2151			2225	9.2%
0+195	9	2079	2173	8.5	2173	11.3%
0+220	10	2049			2119	13.5%
0+240	11	2039	2141	7.5	2141	12.6%
0+250	12	2050			2120	13.5%
0+270	13	2129			2202	10.2%
0+285	14	2094			2166	11.6%
0+310	15	2145	2217	8.0	2217	9.5%
0+335	16	2116			2189	10.7%
0+370	17	2142	2233	8.0	2233	8.9%
0+400	18	2058			2129	13.2%
<b>Promedio</b>		2130	2211	8	2203	<b>10.1%</b>
<b>Desv. Std.</b>		56.93	40.33	0.35	51.18	0.021
<b>Máximo</b>		2220	2260	9	2285	<b>0.13</b>
<b>Mínimo</b>		2039	2141	8	2119	<b>0.7</b>

Observaciones:

El % de vacíos debe estar entre 3% mínimo y 9% máximo

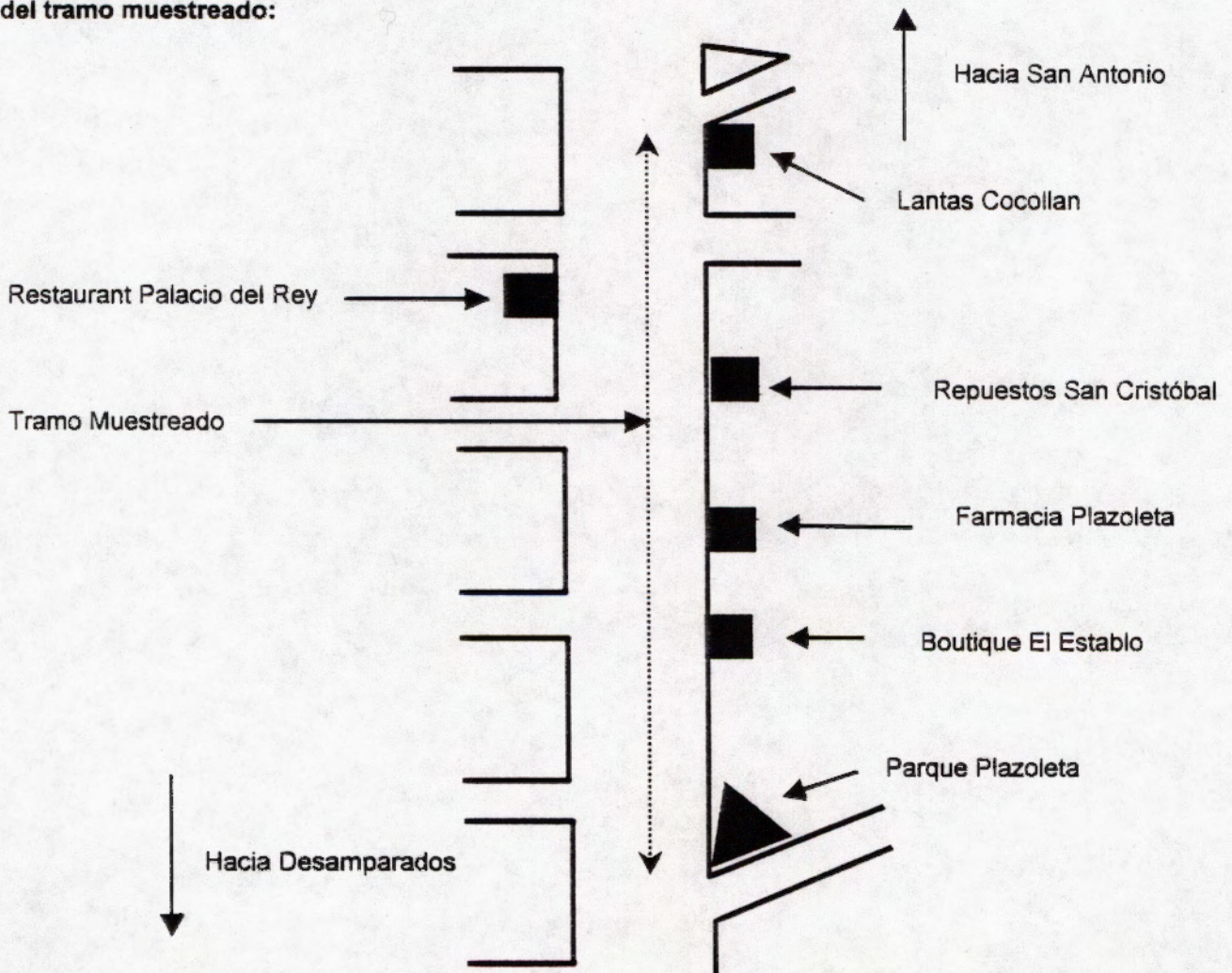


**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

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

Se observa segregación de la mezcla en algunos puntos de la carpeta, sobre todo en los puntos más bajos de los resultados.

**Ubicación del tramo muestreado:**





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

<b>Ruta #</b>	-	<b>Fecha:</b>	23-9-99	
<b>Nombre de la ruta:</b>	Desamparados - San Francisco de 2 Ríos		<b>Hora:</b>	10:00 AM
<b>Sección de control:</b>	-		<b>Densímetro:</b>	1870
<b>Contratista:</b>	Meco		<b>Cuadrante:</b>	Sureste
<b>Tramo de verificación</b>				
<b>Estación inicial:</b>	Farmacia San Francisco			
<b>Estación final:</b>	0+510			
<b>Sentido:</b>	Desamparados - San Francisco			
<b>Profundidad de medición (cm):</b>	6.0	<b>Tiempo lectura:</b>	30 segundos	
<b>Densidad Máxima Teórica (kg/m<sup>3</sup>):</b>	2422	<b>No. lecturas:</b>	4	
<b>Uso de arena:</b>	SI	<b>Parámetro #1:</b>	0.42%	
		<b>Parámetro #2:</b>	0.08%	

Estación	# bache o # punto	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Espesor del núcleo (cm)	Densidad calibrada (kg/m <sup>3</sup> )	% de vacíos
		Prom. Nuclear	Núcleo			
0+030	1	2295	2306	9.5	2306	4.8
0+050	2	2254			2282	5.8
0+090	3	2230			2258	6.8
0+110	4	2268			2296	5.2
0+160	5	2251	2250	8.0	2250	7.1
0+175	6	2289			2318	4.3
0+215	7	2241			2269	6.3
0+225	8	2222	2238	7.8	2238	7.6
0+265	9	2159			2186	9.7
0+280	10	2172	2162	8.0	2162	10.7
0+325	11	2212			2240	7.5
0+340	12	2207			2234	7.7
0+350	13	2114	2205	7.0	2205	9.0
0+395	14	2146			2173	10.3
0+440	15	2164			2191	9.5
0+460	16	2183	2237	7.0	2237	7.6
0+500	17	2188			2215	8.5
0+510	18	2196			2223	8.2
<b>Promedio</b>		2211	2233		2238	7.6
<b>Desv. Std.</b>		50.20	47.92		45.10	1.86
<b>Máximo</b>		2295	2306		2318	10.7
<b>Mínimo</b>		2114	2162		2162	4.3

**El porcentaje de vacíos se obtuvo así; % Vacíos = 1 - (densidad / densidad máxima teórica)**

**El porcentaje de vacíos en sitio debe estar en el rango entre 3% mínimo y 9% máximo**

---



---



---



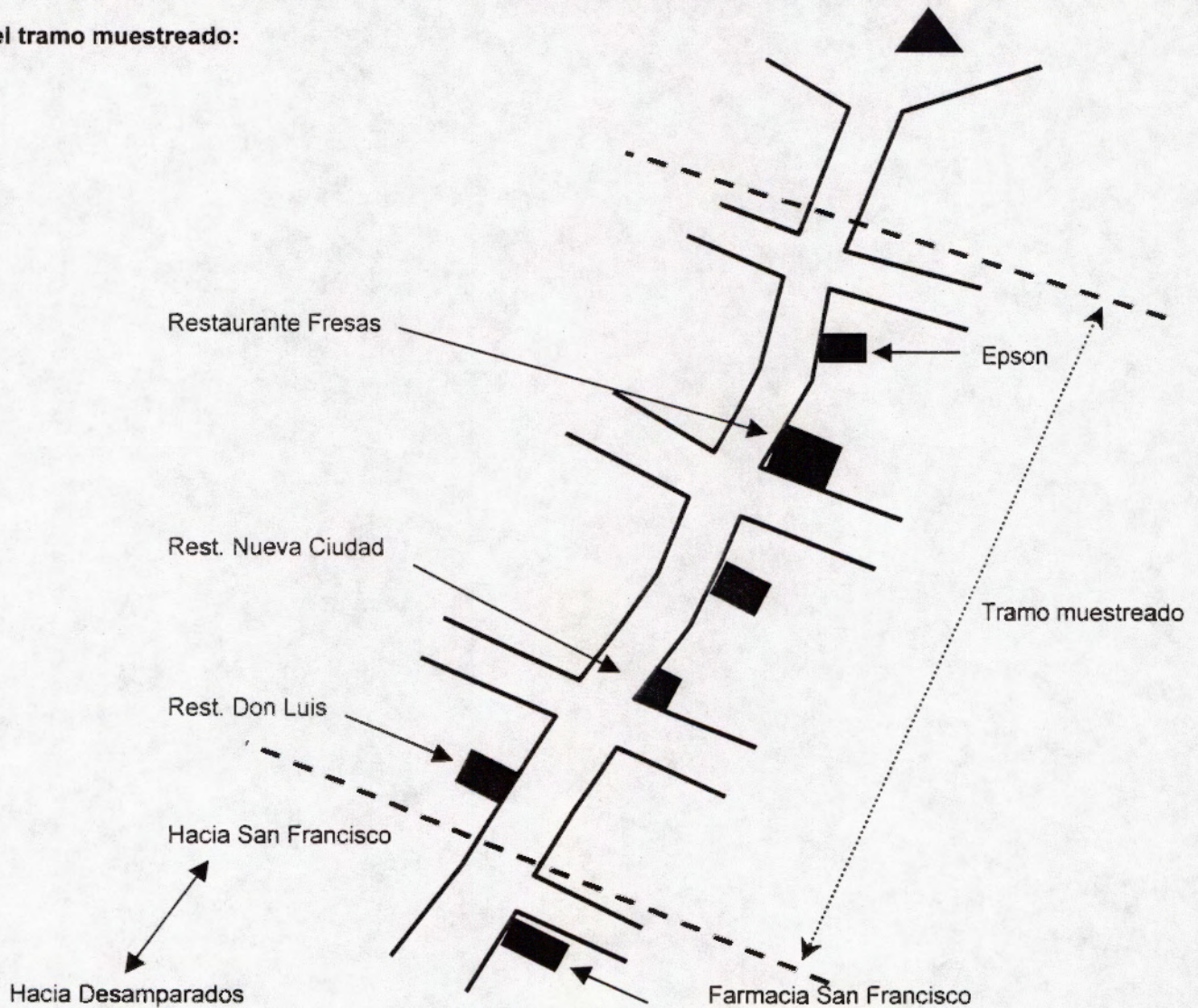
**Universidad de Costa Rica**  
**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**  
**Programa de Mantenimiento Rutinario de Cuatro Cuadrantes**  
**Resultado de Verificación de Compactación en Sitio**

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

Se presenta un tramo en el cual se observan varios empates de mezcla, dentro de los cuales tanto su densidad como su acabado superficial varia. En los puntos donde el acabado superficial es mas deficiente (mezcla segregada y abierta), la densidad es menor.

Se debe notar que en la mayor parte de la ruta el nivel de pavimento se encuentra casi a nivel de acera, lo cual puede significar un mayor peligro de seguridad vial para los peatones y las viviendas.

**Ubicación del tramo muestreado:**





**CAPITULO III  
VERIFICACION DE LA  
CALIDAD DE LA MEZCLA**



# **RESULTADOS DE VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA LA PLANTA PEDREGAL DE BELEN: PRODUCCION PARA LOS CUATRO CUADRANTES DE SAN JOSE, CORTE AL 16 DE SETIEMBRE DE 1999**

## **1. Base de datos de resultados de verificación de la calidad.**

Se presentan los resultados de julio, agosto y setiembre de 1999 en el inserto No. 1. adjunto.

La fecha de corte del reporte de resultados de verificación de la calidad es el 16 de setiembre de 1999.

## **2. Gráficos de seguimiento histórico de los resultados de verificación de la calidad.**

Se presentan los gráficos de seguimiento histórico para la producción de la Planta Pedregal de San Antonio de Belén para la totalidad del Proyecto de Rehabilitación de los Cuatro Cuadrantes de San José en el inserto No. 2 adjunto.

Se incluyen los gráficos de variación histórica para los siguientes parámetros:

- Estabilidad Marshall.
- Flujo Marshall.
- Porcentaje de vacíos Marshall.
- Relación polvo / asfalto.
- Contenido de asfalto.
- Porcentaje de asfalto sobre la mezcla.
- Porcentaje de agregado pasando la malla No. 4.
- Porcentaje de agregado pasando la malla No. 50.
- Porcentaje de agregado pasando la malla No. 200.
- Densidad.
- Gravedad específica máxima teórica.



### **3. Comentarios.**

#### **3.1. Respecto a la dosificación de la fórmula de trabajo.**

A pesar de que el contenido de asfalto promedio se mantiene dentro de tolerancias, con tendencia a caer por debajo del valor de diseño, hay una dispersión considerable de los resultados individuales obtenidos. Algunos contenidos de asfalto caen por debajo del límite inferior de tolerancia.

La malla No. 4 presenta porcentajes de agregado pasando menores al límite inferior tolerable. Es notorio un incumplimiento de la granulometría de la fórmula de trabajo para esta malla.

La malla No. 50 presenta algunos valores por debajo del límite inferior de tolerancia.

La relación polvo asfalto se mantiene, generalmente, dentro de los rangos de tolerancia definidos por los términos contractuales.

Los valores de densidad Marshall y gravedad específica máxima teórica tienden a ser mayores que los valores de diseño. Tal situación puede relacionarse con: 1) variabilidad de la naturaleza de la materia prima, 2) variabilidad en la dosificación de la planta (granulometría y contenido de asfalto).

#### **3.2. Respecto a los parámetros Marshall.**

Los valores de flujo de la producción tienden a situarse en las cercanías del límite superior de la especificación (40 centésimas de centímetro), sin embargo no lo exceden.

Se recuerda que la mezcla asfáltica del diseño de mezcla planteado para este proyecto presenta incertidumbre respecto al comportamiento del parámetro de flujo Marshall para contenidos de asfalto superiores al óptimo de diseño. Sin embargo, la tendencia histórica es a presentar contenidos de asfalto menores al óptimo (algunos bajo el límite inferior de tolerancia), de manera que los resultados de flujo son consistentes con los contenidos de asfalto registrados.

Los contenidos de vacíos tienden a salirse del rango de especificación, superando el nivel máximo especificado de 5.0 %. Esta situación es consistente con:

- Contenidos de asfalto inferiores al valor de diseño.
- Porcentajes de agregado pasando la malla No. 4 menores al correspondiente para la fórmula de trabajo (granulometría con más gruesos).
- Sensibilidad de la mezcla asfáltica de diseño en sus parámetros volumétricos, respecto a cambios en el contenido de asfalto.



**INSERTO No. 1**

**BASE DE DATOS DE LOS RESULTADOS DE  
VERIFICACION DE LA CALIDAD PARA LA PLANTA  
DE PEDREGAL BELEN, PARA EL PROYECTO DE  
LOS CUATRO CUADRANTES DE SAN JOSE**





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

Diseño de mezcla vigente 20-May-99	
Valor diseño	Tolerancia / especificación

Muestra No.		1492	1493	1494	1659	1670
Ruta		-	-	-	-	-
Planta		BELEN	BELEN	BELEN	BELEN	BELEN
Material		Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Fecha		08/07/99	10/07/99	12/07/99	06/08/99	12/08/99
Licitación		-	-	-	-	-
Propiedades	UNIDADES					
Estabilidad	Kg	1185	985 - 1300	1256	1353	-
Flujo	(1/100)cm	38.0	30.4 - 40	33.0	39.0	-
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	312	250 - 374	381	347	-
Gravedad especifica máxima teorica		2.325	-	2.398	2.358	-
Densidad	%	2220	-	2247	2247	-
Vacios en la mezcla	%	4.5	4.0 - 5.0	6.3	4.7	-
V.A.M.	%	19	>12	19	20	-
V.F.A.	%	77	65 - 78	67	76	-
Resistencia Retenida	%	83	>75	-	-	72
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2.6	>2.1	-	-	3.1
Relación Polvo / Asfalto	%	0.86	0.68 - 1.03	0.96	0.80	-
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.25	6.75 - 7.75	5.73	6.75	-
Contenido asf. sobre agregado	%	7.82	7.32 - 8.32	6.14	7.33	-
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-
Temperatura de mezclado	%	N.I.	-	151	151	148
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 ")	%	85	80-90	72	86	-
Malla N° 4	%	56	52-60	45	55	-
Malla N° 8	%	36	32-40	29	34	-
Malla N° 50	%	11.0	10-15	9.7	10.4	-
Malla N° 200	%	6.2	4.2-8.0	5.5	5.4	-

**Nota:** (-) : No se realiza  
( PEND. ) : Prueba en proceso.





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

**Diseño de mezcla vigente  
20-May-99**

**Valor diseño      Tolerancia /  
especificación**

Muestra No.				1721	1723	1748	1750	1859
Ruta				-	-	-	-	-
Planta				BELEN	BELEN	BELEN	BELEN	BELEN
Material				Bache Humedo	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta	Mezcla Planta
Fecha				14/08/99	17/08/99	20/08/99	22/08/99	14/09/99
Licitación				-	-	-	-	-
Propiedades	UNIDADES							
Estabilidad	Kg	1185.0	985 - 1300	-	1628	1306	1163	1188
Flujo	(1/100)cm	38.0	30.4 - 40	-	39.0	35.0	36.0	39.0
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	312.0	250 - 374	-	417	373	323	305
Gravedad específica máxima teorica		2.325	-	-	2.354	2.348	2.369	2.380
Densidad	%	2220	-	-	2224	2272	2245	2262
Vacios en la mezcla	%	4.5	4.0 - 5.0	-	5.5	3.3	5.3	5.0
V.A.M.	%	19.0	>12	-	21	-	-	-
V.F.A.	%	77.0	65 - 78	-	74	-	-	-
Resistencia Retenida	%	83.0	>75	-	-	-	-	-
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-	-	-	-	-
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2.6	>2.1	-	-	-	-	-
Relación Polvo / Asfalto	%	0.9	0.68 - 1.03	-	0.82	0.90	0.70	0.77
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.3	6.75 - 7.75	-	7.30	7.50	7.50	6.73
Contenido asf. sobre agregado	%	7.8	7.32 - 8.32	-	7.90	8.00	8.10	7.22
Contenido de ceniza	%	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua	%	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura de mezclado	%	N.I.	-	-	149	151	151	-
Agregados (% pasando)								
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100.0	100	100	100	100	100	100
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100.0	100	100	100	100	100	100
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	85.0	80-90	88	83	76	80	78
Malla N° 4	%	56.0	52-60	53	54	47	49	46
Malla N° 8	%	36.0	32-40	38	34	31	30	28
Malla N° 50	%	11.0	10-15	12.0	11.2	12.0	10.1	9.0
Malla N° 200	%	6.2	4.2-8.0	6.0	6.5	7.3	5.6	5.2

**Nota:** (-) : No se realiza  
( PEND. ) : Prueba en proceso.





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

**Diseño de mezcla vigente  
20-May-99**

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

<b>Muestra No.</b>				<b>1861</b>			
<b>Ruta</b>				-			
<b>Planta</b>				<b>BELEN</b>			
<b>Material</b>				Mezcla Planta			
<b>Fecha</b>				<b>16/09/99</b>			
<b>Licitación</b>				-			
<b>Propiedades</b>		<b>UNIDADES</b>					
Estabilidad	Kg	1185.0	985 - 1300	1009			
Flujo	(1/100)cm	38.0	30.4 - 40	40.0			
Estabilidad/Flujo	Kg /mm	312.0	250 - 374	252			
Gravedad especifica máxima teorica		2.325	-	2.373			
Densidad	%	2220	-	2228			
Vacios en la mezcla	%	4.5	4.0 - 5.0	6.1			
V.A.M.	%	19.0	>12	-			
V.F.A.	%	77.0	65 - 78	-			
Resistencia Retenida	%	83.0	>75	-			
Estabilidad Retenida	%	N.I.	>75	-			
Resistencia compresión uniaxial	Mpa	2.6	>2.1	-			
Relación Polvo / Asfalto	%	0.9	0.68 - 1.03	0.92			
Contenido asf. sobre mezcla	%	7.3	6.75 - 7.75	6.65			
Contenido asf. sobre agregado	%	7.8	7.32 - 8.32	7.12			
Contenido de ceniza	%	-	-	-			
Contenido de agua	%	-	-	-			
Temperatura de mezclado	%	N.I.	-	-			
<b>Agregados (% pasando)</b>							
Malla 25.4 mm ( 1 ")	%	100.0	100	100			
Malla 19.0 mm ( 3/4")	%	100.0	100	100			
Malla 9.5 mm ( 3/8 ")	%	85.0	80-90	86			
Malla N° 4	%	56.0	52-60	55			
Malla N° 8	%	36.0	32-40	31			
Malla N° 50	%	11.0	10-15	10.4			
Malla N° 200	%	6.2	4.2-8.0	6.1			

**Nota:** (-) : No se realiza  
( PEND. ) : Prueba en proceso.



**INSERTO No. 2**

**GRAFICOS DE SEGUIMIENTO HISTORICO PARA  
LA PRODUCCION DE LA PLANTA DE PEDREGAL  
EN BELEN, PARA EL PROYECTO DE  
REHABILITACION DE LOS CUATRO CUADRANTES  
DE SAN JOSE**



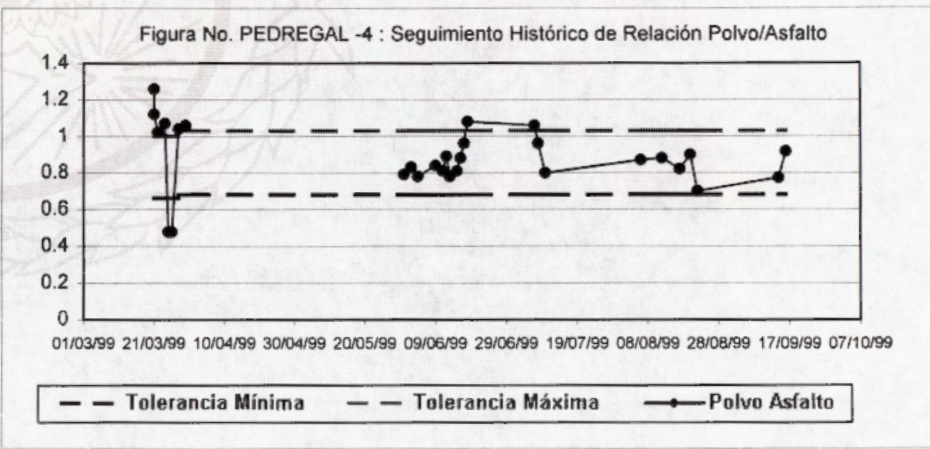
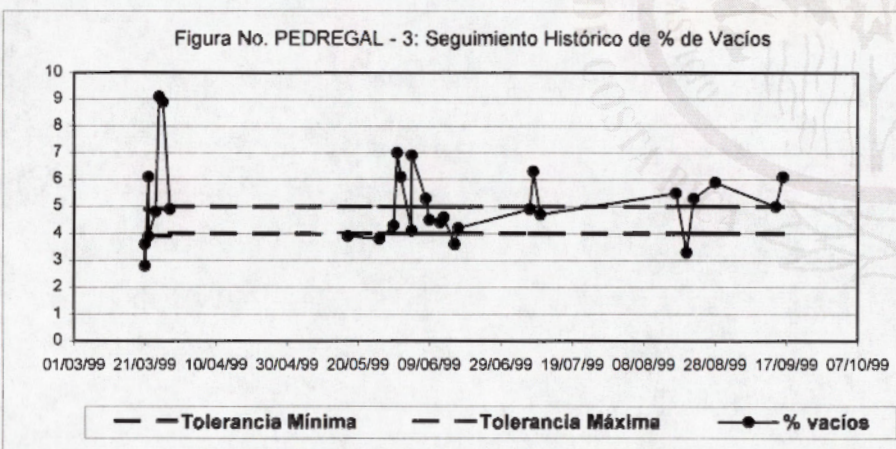
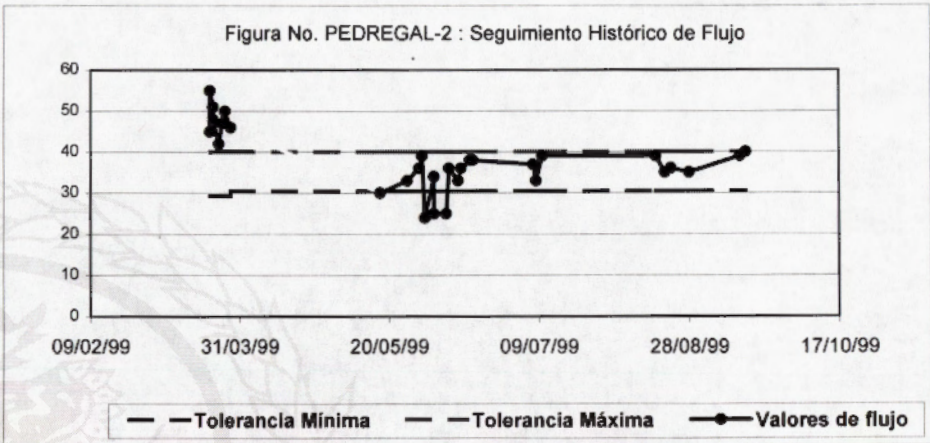
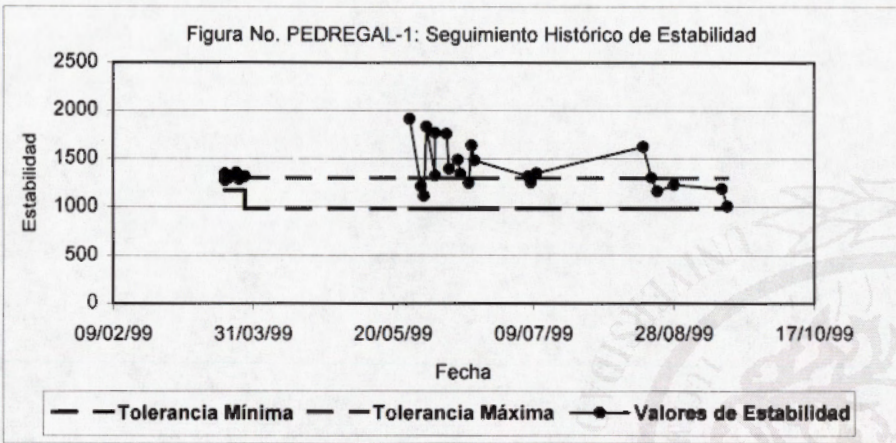




Figura No. PEDREGAL - 5: Seguimiento Histórico de % Asfalto sobre Mezcla

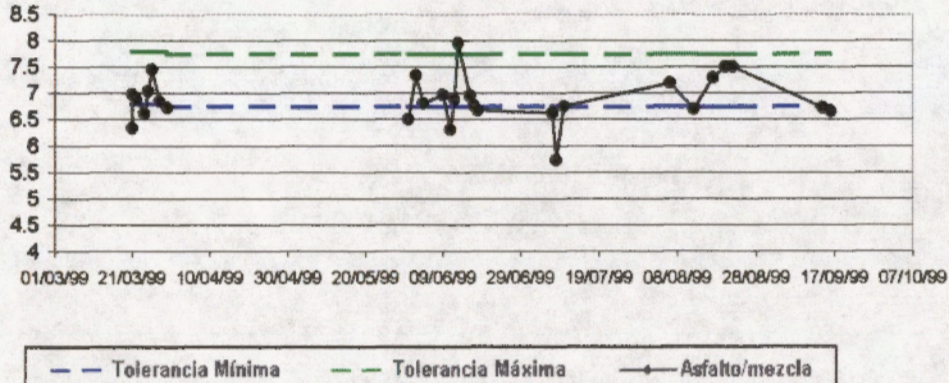


Figura No. PEDREGAL -6: Seguimiento Histórico de % pasando malla #4

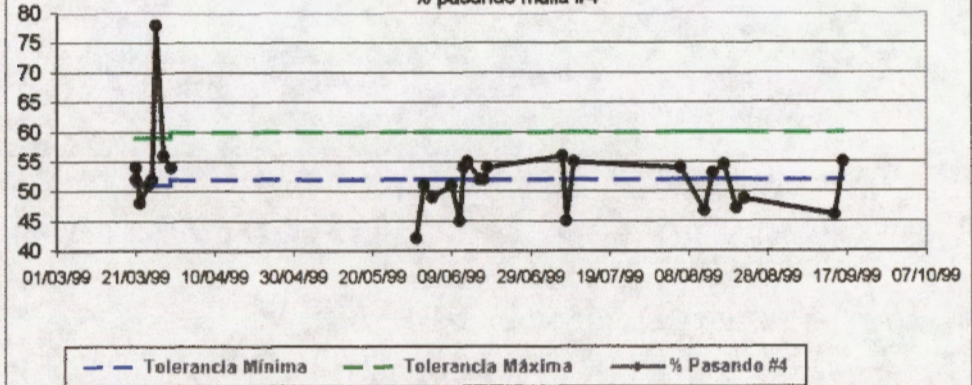


Figura No. PEDREGAL-8: Seguimiento Histórico de % pasando #200

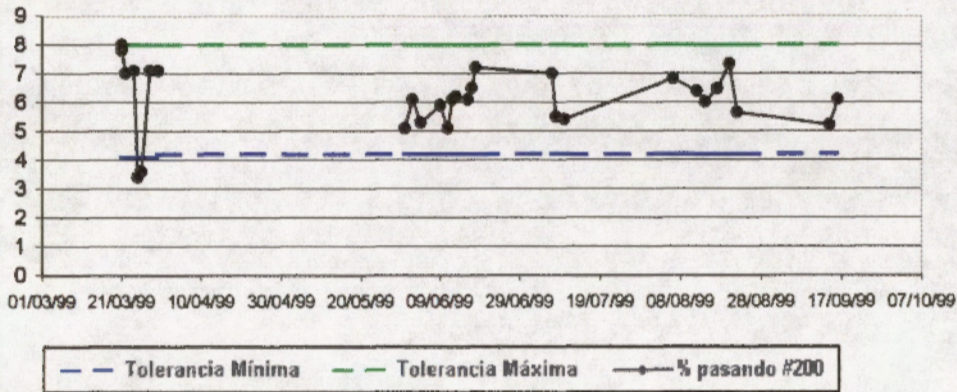


Figura No. PEDREGAL-7: Seguimiento Histórico de % pasando malla #50

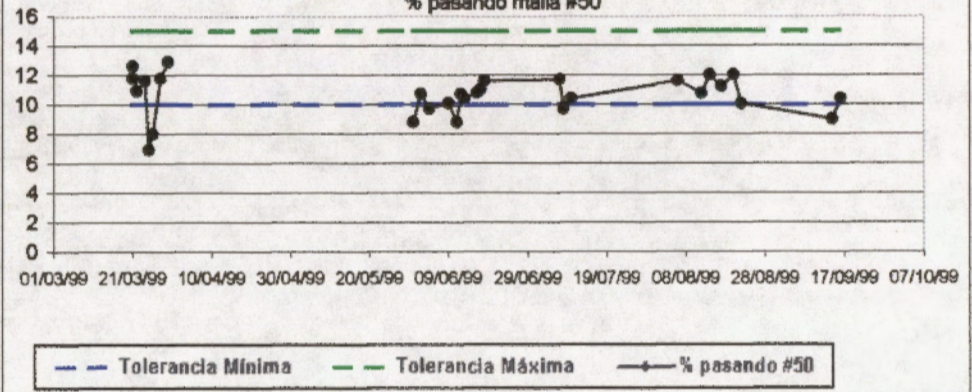




Figura No. PEDREGAL-9: Seguimiento Histórico de Densidad

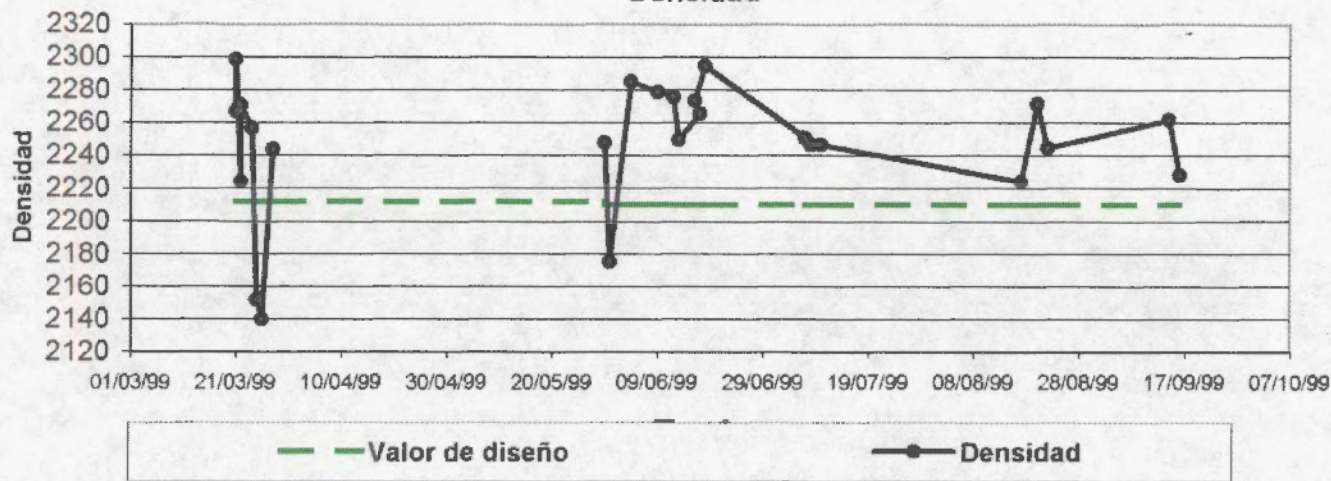


Figura No. PEDREGAL-10: Seguimiento Histórico de Gravedad Específica Máxima Teórica

