



16

**MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**PROYECTO DE REHABILITACION  
DE VIAS URBANAS**

# **INFORME DE AVANCE N° 2**

**DISTRITO CARMEN**

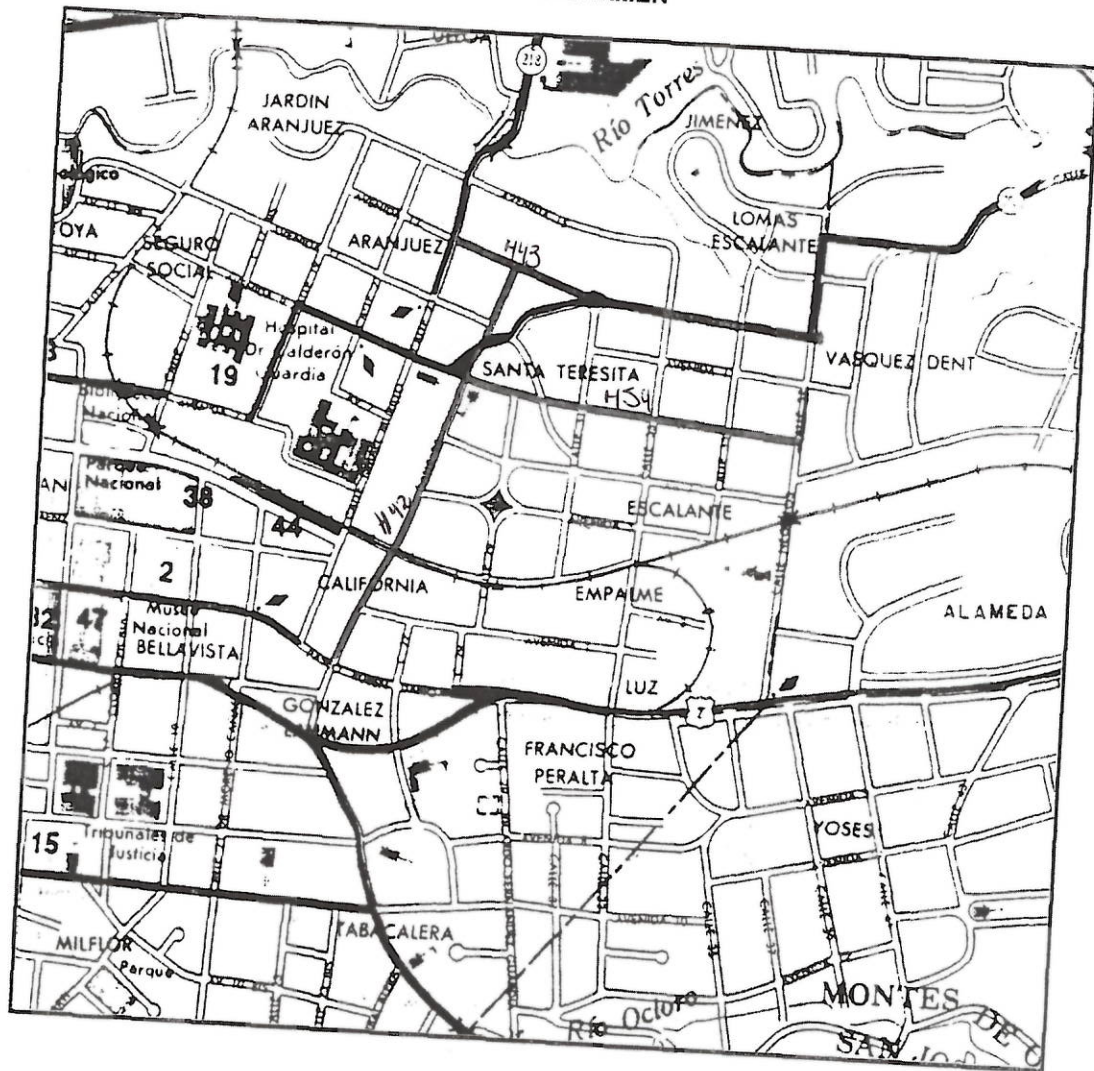
**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**






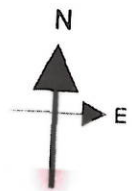
**SETIEMBRE 1997**

# MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

## ZONA : CARMEN



- Simbología :
- 11 = 
  - 12 = 
  - 13 = 



SEPTIEMBRE 1997

**MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**PROYECTO DE REHABILITACION  
DE VIAS URBANAS**

# **INFORME DE AVANCE N° 2**

**DISTRITO CARMEN**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**



**SETIEMBRE 1997**

# PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

## INFORME DE AVANCE N° 2

### DISTRITO CARMEN

<b>Indice de Contenido</b>	<b>Página</b>
1- Objetivo y alcance	1
2- Estudios de tránsito y predicción de cargas por eje	1
3- Análisis deflectométrico	2
4- Estudio de laboratorio	2
5- Análisis estructural del pavimento	3
5.1 Pavimento flexible	3
5.2 Diseño propuesto	8
6- Cuadro de cantidades	11
7- Conclusiones y recomendaciones	14
8- Especificaciones especiales	16
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	20
Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente	25
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	51
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas	58

# PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

## INFORME DE AVANCE N° 2

### DISTRITO CARMEN

#### 1. OBJETIVO Y ALCANCE

Realizar un estudio de las condiciones actuales de los pavimentos, para readecuarlos estructuralmente a las condiciones futuras del tránsito.

Este informe se circunscribe a 3 rutas del distrito El Carmen, ubicadas según se detalla en los planos anexos, y se identifican de la siguiente forma:

- I1: Del Centro Médico La California hacia el norte, hasta la intersección con la avenida 13 en Barrio Escalante.
- I2: Del bar El Comisariato hacia el este, hasta la intersección con la calle 37 en Barrio Escalante.
- I3: De la Universidad Monterrey hacia el este, hasta la intersección con la calle 37 en Barrio Escalante.

#### 2. ESTUDIOS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE

Con base en los conteos de tránsito y composición vehicular, suministrados por la Municipalidad de San José, se hicieron las proyecciones de flujo vehicular hasta el año 2010.

De acuerdo con esta información se determinó la cantidad de solicitaciones de carga, en términos de ejes equivalentes de 8200 kg, estimados estos a partir de dos escenarios probables de carga (bajo y alto) para el período de diseño antes indicado. En el Anexo 1 se muestran las tablas resumen de este análisis para cada una de las estaciones de conteo, y a continuación se presentan los rangos probables de solicitaciones de carga, estimados para cada una de las vías contempladas en el presente estudio.

Tabla 2.1 Rango probable de ejes equivalentes.

RUTA	EJES EQUIVALENTES * 10 <sup>6</sup> (8.2 ton) (rango probable)
I1	1.40 - 2.00
I2	1.50 - 2.00
I3	2.60 - 3.60

### 3. ANALISIS DEFLECTOMETRICO

Se realizó un estudio de deflexiones por medio de la viga Benkelman, con una carga de 8200 kg en el eje trasero y una presión de inflado de 5.6 kg/cm<sup>2</sup>.

En virtud de la premura de tiempo con que se requiere ejecutar este estudio, se hizo una medición de deflexiones en la totalidad del proyecto, en el mes de abril. Posteriormente se repitió el ensayo en algunas de las vías, en la segunda mitad del mes de julio, para readecuar el comportamiento elástico del pavimento a las condiciones de humedad de los materiales en invierno.

En el Anexo 3 se presenta el perfil de deflexiones, en cada una de las rutas, así como su dispersión estadística.

En general los valores de deflexión obtenidos son muy altos, lo que denota insuficiencia estructural del pavimento. Es crítica la situación de las tres rutas, donde se obtuvieron los siguientes valores de deflexión en verano:

RUTA	DEFLEX. MEDIA (mm*10 <sup>-2</sup> )	Drr (mm*10 <sup>-2</sup> ) (*)
I1	127	172
I2	119	194
I3	87	160

(\*) Drr : deflexión de rebote (deflexión media más dos desviaciones estándar).

### 4. ESTUDIO DE LABORATORIO

Como parte del diagnóstico, se hizo un estudio de laboratorio con base en sondeos a cielo abierto y se realizaron análisis del perfil del pavimento y de valoración visual de los materiales constitutivos, así como de sus características fisicomecánicas. En general se evaluaron los siguientes aspectos :

- Espesor de capas.
- Evaluación visual de los materiales constitutivos.
- Apreciación visual de la condición de las capas en el sitio de sondeo.
- Capacidad de soporte de la sub-rasante en sitio.
- Densidad de compactación en sitio.
- Capacidad de soporte en laboratorio de materiales de sub-rasante, sub-base y base.
- Granulometría, plasticidad y clasificación de materiales (sub-rasante, sub-base y base).

En el Anexo 2 se presenta el detalle de los resultados de los ensayos de laboratorio y el perfil de la estructura del pavimento en cada uno de los sondeos realizados.

## 5. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

### 5.1 Pavimento Flexible

Con base en la información de campo y de laboratorio, se definieron las secciones típicas (probables) de cada una de las vías, y las características fundamentales de los materiales constitutivos.

Se diseñó la reconstrucción de los pavimentos, aplicando en primera instancia el modelo AASHTO, para lo cual se definieron para cada una de las rutas los siguientes parámetros :

- Rango probable de ejes equivalentes.
- Capacidad de soporte de la sub-rasante.
- Desviación estándar global.
- Pérdida en el índice de servicio (psi).
- Valor del índice de servicio al final del período de diseño del pavimento.

Con base en dichos parámetros se determinó la capacidad estructural requerida en cada una de las rutas, en términos del número estructural SN (AASHTO).

En la Tablas 5.1, 5.2 y 5.3 se resumen los resultados de este análisis.

Posteriormente se hizo un análisis de esfuerzos y deformaciones, por medio de un modelo multicapa elástico, con el propósito de determinar la capacidad a fatiga del pavimento, por deformaciones unitarias de tensión en la capa asfáltica y por deformaciones verticales, tipo rodera, en la sub-rasante. En todos los casos se obtuvo que la capacidad estructural a fatiga del pavimento, supera el número de repeticiones de carga previstos para el período de diseño.

En la Tabla 5.4 se resumen los resultados de este análisis y la simbología utilizada es la siguiente:

$E$  : módulo resiliente ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$U_z$  : desplazamiento vertical total del pavimento ( $\text{mm} \cdot 10^{-2}$ ).

$E_{t(h)}$  : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

$E_{c(h)}$  : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).

$NF_1$  : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

$NF_2$  : Número de repeticiones de carga admisibles en la sub-rasante.

Tabla 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : CARMEN

RUTA: I1

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1,45E+06	6,161368002	-1,65	0,35	4,42863	5,42863	2,4	3500	5,65E-05	6,16142448
1,45E+06	6,161368002	-1,29	0,35	4,25701	5,25701	2,4	3500	5,78E-05	6,16142583
1,45E+06	6,161368002	-1,65	0,35	3,95245	4,95245	2,4	5000	2E-05	6,16138804
1,45E+06	6,161368002	-1,29	0,35	3,79512	4,79512	2,4	5000	2,14E-05	6,16138937
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	4,59319	5,59319	2,4	3500	6,39E-05	6,27881749
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	4,41675	5,41675	2,4	3500	6,51E-05	6,27881868
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	4,10347	5,10347	2,4	5000	2,36E-05	6,27877724
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	3,94154	4,94154	2,4	5000	2,46E-05	6,27877816
1,45E+06	6,161368002	-1,65	0,35	4,24551	5,24551	2,4	4000	2,04E-05	6,16138844
1,45E+06	6,161368002	-1,29	0,35	4,07931	5,07931	2,4	4000	2,11E-05	6,16138915
1,45E+06	6,161368002	-1,65	0,35	3,72477	4,72477	2,4	6000	6,91E-05	6,16143711
1,45E+06	6,161368002	-1,29	0,35	3,57454	4,57454	2,4	6000	7,21E-05	6,16144009
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	4,40491	5,40491	2,4	4000	1,99E-05	6,27877352
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	4,23399	5,23399	2,4	4000	2,05E-05	6,27877409
1,90E+06	6,278753601	-1,65	0,35	3,86909	4,86909	2,4	6000	6,65E-05	6,27882013
1,90E+06	6,278753601	-1,29	0,35	3,71434	4,71434	2,4	6000	6,93E-05	6,27882291

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad ( 90 Y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante



Tabla 5.2 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : CARMEN

RUTA: I2

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
2,00E+06	6,301029996	-1,65	0,35	4,85072	5,85072	2,4	3000	-3,06E-05	6,30099945
2,00E+06	6,301029996	-1,29	0,35	4,66682	5,66682	2,4	3000	-3,11E-05	6,3009989
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	4,66836	5,66836	2,4	3000	-2,06E-05	6,17607069
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	4,48972	5,48972	2,4	3000	-2,25E-05	6,17606875
2,00E+06	6,301029996	-1,65	0,35	4,43559	5,43559	2,4	4000	-3,2E-05	6,30099795
2,00E+06	6,301029996	-1,29	0,35	4,26376	5,26376	2,4	4000	-3,31E-05	6,30099694
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	4,26527	5,26527	2,4	4000	3,02E-05	6,17612149
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	4,09848	5,09848	2,4	4000	3,01E-05	6,17612132
2,00E+06	6,301029996	-1,65	0,35	4,13255	5,13255	2,4	5000	-3,4E-05	6,30099602
2,00E+06	6,301029996	-1,29	0,35	3,96973	4,96973	2,4	5000	-3,53E-05	6,30099467
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	3,9711	4,9711	2,4	5000	-2,59E-05	6,17606532
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	3,81319	4,81319	2,4	5000	-2,77E-05	6,1760636
2,00E+06	6,301029996	-1,65	0,35	3,89683	4,89683	2,4	6000	-3,61E-05	6,30099389
2,00E+06	6,301029996	-1,29	0,35	3,74122	4,74122	2,4	6000	-3,76E-05	6,30099236
1,50E+06	6,176091259	-1,65	0,35	3,74258	4,74258	2,4	6000	2,37E-05	6,17611491
1,50E+06	6,176091259	-1,29	0,35	3,59179	4,59179	2,4	6000	2,47E-05	6,17611597

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad ( 90 Y 95%) $S_o$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.3 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : CARMEN

RUTA: 13

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_0$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
2,62E+06	6,418301291	-1,65	0,35	5,02682	6,02682	2,4	3000	-1,1E-05	6,41829026
2,62E+06	6,418301291	-1,29	0,35	4,83784	5,83784	2,4	3000	-1,12E-05	6,41829011
3,50E+06	6,544068044	-1,65	0,35	5,21956	6,21956	2,4	3000	-0,000948	6,54312018
3,50E+06	6,544068044	-1,29	0,35	5,02648	6,02648	2,4	3000	-3,5E-06	6,54406454
2,62E+06	6,418301291	-1,65	0,35	4,6002	5,6002	2,4	4000	-1,15E-05	6,41828981
2,62E+06	6,418301291	-1,29	0,35	4,42355	5,42355	2,4	4000	-1,18E-05	6,41828949
3,50E+06	6,544068044	-1,65	0,35	4,78179	5,78179	2,4	4000	-4,66E-06	6,54406338
3,50E+06	6,544068044	-1,29	0,35	4,59988	5,59988	2,4	4000	-5,73E-06	6,54406231
2,62E+06	6,418301291	-1,65	0,35	4,28862	5,28862	2,4	5000	-1,21E-05	6,41828918
2,62E+06	6,418301291	-1,29	0,35	4,12113	5,12113	2,4	5000	-1,26E-05	6,41828872
3,50E+06	6,544068044	-1,65	0,35	4,46088	5,46088	2,4	5000	-6,7E-06	6,54406134
3,50E+06	6,544068044	-1,29	0,35	4,28831	5,28831	2,4	5000	-8,07E-06	6,54405997
2,62E+06	6,418301291	-1,65	0,35	4,04612	5,04612	2,4	6000	-1,28E-05	6,41828849
2,62E+06	6,418301291	-1,29	0,35	3,88592	4,88592	2,4	6000	-1,34E-05	6,41828793
3,50E+06	6,544068044	-1,65	0,35	4,21099	5,21099	2,4	6000	-8,74E-06	6,54405931
3,50E+06	6,544068044	-1,29	0,35	4,04582	5,04582	2,4	6000	-1,04E-05	6,54405768

 $W_{18}$  : rango de ejes equivalentes $Z_R$  : confiabilidad ( 90 Y 95%) $S_0$  : desviación estándar global

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

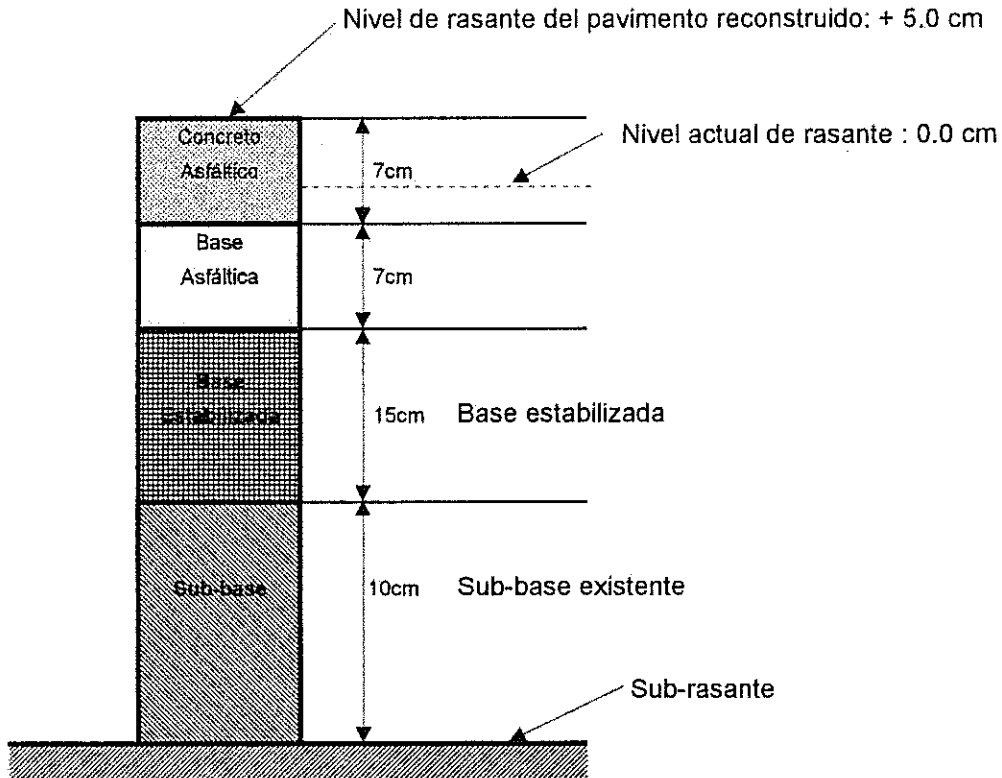
 $M_R$  : módulo resiliente de la sub-rasante

TABLA 5.4 : Análisis de fatiga

RUTA	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	U <sub>z</sub> : Z=0	U <sub>z</sub> : Z=0	e <sub>t</sub> = (2,8)	e <sub>t</sub> = (5,6)	e <sub>c</sub> = (16,405)	NF <sub>1</sub>	NF <sub>2</sub>	ND
	(Psi)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(pulg)	(mm*10 <sup>-2</sup> )						
I1	125000	8803	0,0271	68,834	1,04E-05	2,83E-05	3,84E-04	8,85E+10	3,28E+09	2,67E+06
I1	125000	8803	0,0294	74,676	1,47E-05	3,01E-05	4,98E-04	2,83E+10	2,68E+09	8,35E+05
I1	325000	22887	0,0235	59,690	8,89E-06	1,67E-05	3,06E-04	6,56E+10	8,24E+09	7,39E+06
I1	325000	22887	0,0256	65,024	4,93E-06	6,93E-05	4,04E-04	4,57E+11	7,62E+07	2,13E+06
RUTA	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	U <sub>z</sub> : Z=0	U <sub>z</sub> : Z=0	e <sub>t</sub> = (2,8)	e <sub>t</sub> = (5,6)	e <sub>c</sub> = (16,405)	NF <sub>1</sub>	NF <sub>2</sub>	ND
	(Psi)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(pulg)	(mm*10 <sup>-2</sup> )						
I2	125000	8803	0,0271	68,834	1,04E-05	2,83E-05	3,84E-04	8,85E+10	3,28E+09	2,67E+06
I2	125000	8803	0,0294	74,676	1,47E-05	3,01E-05	4,98E-04	2,83E+10	2,68E+09	8,35E+05
I2	325000	22887	0,0235	59,690	8,89E-06	1,67E-05	3,06E-04	6,56E+10	8,24E+09	7,39E+06
I2	325000	22887	0,0256	65,024	4,93E-06	6,93E-05	4,04E-04	4,57E+11	7,62E+07	2,13E+06
RUTA	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	U <sub>z</sub> : Z=0	U <sub>z</sub> : Z=0	e <sub>t</sub> = (3,20)	e <sub>t</sub> = (6,40)	e <sub>c</sub> = (17,205)	NF <sub>1</sub>	NF <sub>2</sub>	ND
	(Psi)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(pulg)	(mm*10 <sup>-2</sup> )						
I3	125000	8803	0,0265	67,310	3,59E-05	1,74E-05	3,50E-04	1,50E+09	1,63E+10	4,05E+06
I3	125000	8803	0,0286	72,644	2,76E-05	3,89E-05	4,53E-04	3,57E+09	1,15E+09	1,28E+06
I3	325000	22887	0,0227	57,658	1,59E-05	2,12E-05	2,76E-04	9,68E+09	3,76E+09	1,17E+07
I3	325000	22887	0,0246	62,484	1,78E-05	7,09E-05	3,63E-04	6,68E+09	7,07E+07	3,44E+06

## PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA I2 : Bar El Comisariato (hacia el este) - Intersección con la calle 37

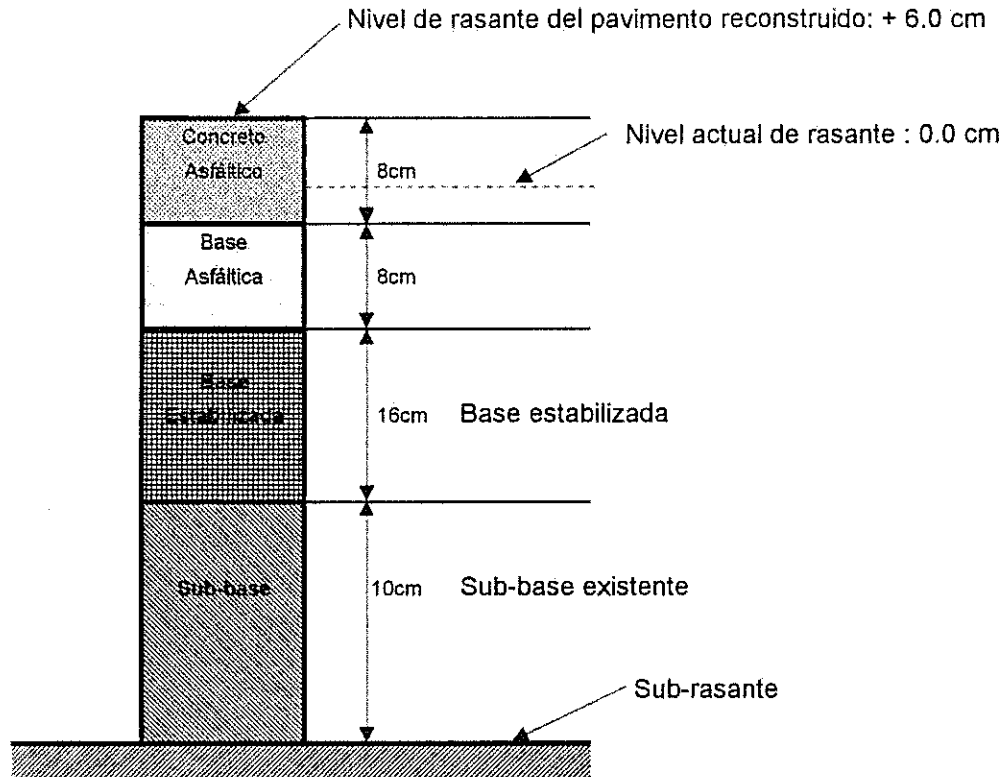


Trabajo a realizar :

- Excavar del nivel de rasante actual hasta 24.0 cm.
- Después de compactar la sub-rasante, colocar y conformar 10 cm de sub-base.
- Colocar 15 cm de base estabilizada.
- Colocar 7 cm de base asfáltica.
- Colocar 7 cm de concreto asfáltico (capa de rodamiento).

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA I3 : Universidad Monterrey (hacia el este) - Intersección con la calle 37



Trabajo a realizar :

- Excavar del nivel de rasante actual hasta 26.0 cm.
- Después de compactar la sub-rasante, colocar y conformar 10 cm de sub-base.
- Colocar 16 cm de base estabilizada.
- Colocar 8 cm de base asfáltica.
- Colocar 8 cm de concreto asfáltico (capa de rodamiento).

## 6. CUADRO DE CANTIDADES

Se presenta a continuación los datos relativos a la sección típica y cantidades estimadas de obra a ejecutar, en cada una de las rutas. Asimismo, al final de este cuadro se presentan las secciones típicas de los diferentes tramos de cada uno de las vías analizadas.

RUTA : I1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y remoción de pavimento existente	6592	0,24	1582
Conformación de sub-base	6592	(*)	
Colocación y conformación de base estabilizada	6592	0,16	1055
Colocación y conformación de base asfáltica	6592	0,07	461
Colocación y conformación de capa asfáltica	6592	0,07	461

RUTA : I2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y remoción de pavimento existente	4977	0,24	1194
Conformación de sub-base	4977	(*)	
Colocación y conformación de base estabilizada	4977	0,15	747
Colocación y conformación de base asfáltica	4977	0,07	348
Colocación y conformación de capa asfáltica	4977	0,07	348

RUTA : I3	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y remoción de pavimento existente	5036	0,26	1309
Conformación de sub-base	5036	(*)	
Colocación y conformación de base estabilizada	5036	0,16	806
Colocación y conformación de base asfáltica	5036	0,08	403
Colocación y conformación de capa asfáltica	5036	0,08	403

(\*) Este espesor es variable, sólo se puede precisar al momento de realizar la escarificación.

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**SECCION TIPICA**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDA DE SAN JOSE**

ZONA : CARMEN

RUTA : 11

FECHA : 2-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
				Cordón ambos lados de la vía	
			0	Cordón ambos lados de la vía	
7,25	100	725		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
6,7	100	670		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
8,95	200	1790		Cordón ambos lados de la vía	Cruce de la línea del tren
			400	Cordón ambos lados de la vía	
7,15	50	357,5		Cordón ambos lados de la vía	
			450	Cordón ambos lados de la vía	
9,2	150	1380		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
7,95	100	795		Cordón ambos lados de la vía	Losa de concreto
			700	Cordón ambos lados de la vía	
7,95	110	874,5		Cordón ambos lados de la vía	
			810	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>810</b>	<b>6592</b>			

ZONA : CARMEN

RUTA : 12

FECHA : 2-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
6,9	100	690		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
8,9	100	890		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
8,9	100	890		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
9	150	1350		Cordón ambos lados de la vía	
			450	Cordón ambos lados de la vía	
8,9	130	1157		Cordón ambos lados de la vía	
			580	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>580</b>	<b>4977</b>			

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**SECCION TIPICA**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDA DE SAN JOSE**

ZONA : CARMEN

RUTA : I3

FECHA : 2-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8,9	100	890		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
8,85	200	1770		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
9,115	100	911,5		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
9,15	160	1464		Cordón ambos lados de la vía	
			560	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>560</b>	<b>5036</b>			



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ensayo de deflectometría muestra que, aún en las condiciones más favorables (final de la época de verano), los pavimentos muestran un déficit importante de capacidad estructural.

2. Los estudios de laboratorio muestran que en muchos de los sondeos realizados, los materiales constitutivos del pavimento son deficientes en conformación, espesores o calidad de los mismos. Tal es el caso, por ejemplo, de los materiales que en algunos casos se detectaron a nivel de sub-rasante, sub-base y base.

3. En algunos sondeos solo se detectó una capa entre la sub-rasante y el concreto asfáltico.

4. Los problemas más típicos que se detectaron a nivel de sub-rasante en algunos sondeos fueron : falta de compactación, presencia de suelos orgánicos que debieron sustituirse por otros de mejor calidad y arcillas expansivas de alta plasticidad.

5. Del análisis de fatiga se concluye que la sub-rasante, desde el punto de vista de falla por fatiga, es susceptible a la variación de módulos en la capa de base. Por tanto deben cumplirse estrictamente las especificaciones respecto a la calidad de la base.

6. A nivel de sub-base se detectaron, en algunos de los sondeos, situaciones como las siguientes:

- Mucha variación en espesores.
- Materiales con graduación inadecuada, sobre todo por sobretamaño.
- Ligera contaminación por finos arcillosos.
- Falta de compactación.

7. A nivel de base se encontró :

- Capas de poco espesor.
- En general cuando se presentan bases estabilizadas, están severamente agrietadas.
- En algunos casos se construyeron bases de lastre (tobas).
- Insuficiencia de capacidad estructural y, en algunos casos, escasa compactación.

8. Capa asfáltica :

En general se trata de una o más capas de concreto asfáltico, de escaso espesor. En muchos casos muestran condiciones avanzadas de oxidación, desprendimientos y agrietamiento severo, con algunas deficiencias de conformación y de drenaje superficial.

En general todos los pavimentos, por su escasa capacidad estructural, se encuentran en condición de deterioro severo y requieren de reconstrucción.

9. Los resultados obtenidos en los sondeos muestran que la estructura de los pavimentos es heterogénea en espesores y tipo de materiales. Por lo tanto, al momento de proceder a realizar el trabajo de reconstrucción es muy probable que se presenten situaciones especiales que no fueron detectadas en estas perforaciones.

10. Debe realizarse un riguroso control de calidad que garantice la calidad de la obra ejecutada. Conviene que en los términos de referencia quede suficientemente claro el marco de especificaciones, así como los criterios de aceptación, rechazo y penalización de obra por deficiencias en los trabajos a ejecutar.

11. De forma especial se subraya la necesidad de realizar un minucioso trabajo de inspección en la conformación y compactación de la sub-rasante y de la capa de sub-base.

Los siguientes son algunos de los aspectos más importantes a considerar :

a- Cuando se excava hasta el nivel de sub-rasante (reconstrucción total), o cuando se escarifica parcialmente la sub-base existente, debe garantizarse que la sub-rasante esté debidamente compactada y que no existan suelos de mala calidad a ese nivel, en cuyo caso debe hacerse una sustitución de material. Por tanto debe preverse un ítem para sustitución y conformación de sub-rasante.

Al momento de realizar este trabajo, podría también detectarse la necesidad de construir algún sub-drenaje, situación que debe preverse en el contrato.

b- Cuando se escarifique parcialmente la sub-base, debe inspeccionarse cuidadosamente la capa que queda como base del pavimento existente. Los problemas típicos que se pueden detectar son: deficiencias de espesor, contaminación por finos plásticos, saturación, falta de compactación, deficiencias granulométricas (especialmente sobre-tamaño), presencia de escombros, capas de piedra o capas de pavimentos antiguos. Todo esto debe analizarse cuidadosamente en el momento de realizar la excavación, para garantizar que la capa de sub-base finalmente conformada y compactada cumpla con los requerimientos del CR-77.

12. Teniendo en cuenta la variación de espesores de capas y calidad de materiales, detectada en los sondeos, es de esperar que las estimaciones previstas en el cuadro de cantidades sufran variaciones al momento de ejecutar los trabajos.

Además, conviene dejar previsto en el contrato algunos ítems no previstos que podrían requerirse eventualmente en los proyectos, como por ejemplo:

- Limpieza de espaldones.
- Conformación de cordón y caño.
- Limpieza de alcantarillas y tragantes.
- Revestimiento de cunetas y espaldones.
- Construcción de sub-drenajes.
- Sustitución de sub-base existente.
- Sustitución de suelo de sub-rasante.

13. Es preferible construir la base estabilizada mezclada en planta. Con esto se garantiza una mejor calidad de la obra. Asimismo, debe diseñarse adecuadamente en laboratorio el proceso de estabilización, de modo que se utilicen las dosificaciones adecuadas de estabilizante, y que además el proceso de estabilización se garantice en el largo plazo.

14. Tanto la base asfáltica como el concreto asfáltico, debe construirse con lo más altos estándares de calidad. Conviene dejar bien claro en el cartel de licitación todo el proceso que debe seguir el contratista para garantizar la calidad de estos materiales, incluidos los requerimientos para presentar a aprobación los diseños de mezcla, y los criterios de aceptación y rechazo.

15. Respecto a la graduación y algunas otras exigencias, se sugiere que en el cartel de licitación se establezcan normas especiales más allá de las exigencias del CR-77.

16. Se sugiere que el cartel de licitación y el proceso de control para el aseguramiento de la calidad queden claramente establecidos, previo al proceso licitatorio.

17. Por tratarse de vías urbanas, el tiempo de ejecución de los trabajos debe ser un criterio a considerar en la selección de ofertas. No obstante, este aspecto debe manejarse paralelamente con los procedimientos que se establezcan respecto al manejo de plazos (ampliaciones), las exigencias respecto al programa de trabajo y el monto de las multas por concepto de atrasos en la ejecución de la obra.

18. Debe quedar suficientemente claro, en el proceso de selección de ofertas, los procedimientos de control de tránsito y de señalización que utilizará el contratista EN CADA RUTA. No puede quedar al arbitrio este aspecto tan importante, especialmente en el caso de vías urbanas.

## **8. ESPECIFICACIONES ESPECIALES**

### **La sub-rasante**

En aquellos casos donde se requiere hacer excavación, la sub-rasante debe ser conformada y compactada a una densidad no menor al 97% del proctor estándar.

Si a nivel de sub-rasante se detectan suelos de mala calidad, como arcillas de alta plasticidad, suelos de baja capacidad de soporte (CBR < 3.5, al 95% del proctor estándar), limos colapsables, suelos orgánicos, escombros, etc; estos deben ser removidos y sustituidos por un material de préstamo de buena calidad.

Además debe verificarse en sitio que la sub-rasante existente esté debidamente conformada y compactada. Caso contrario debe precederse a su conformación y compactación.

En todo el proceso constructivo debe mantenerse una estricta supervisión técnica, de modo que no se apoye el pavimento sobre suelos blandos o mal compactados.

### **La sub-base**

En aquellos casos en que se escarifique parcialmente el pavimento, debe procederse de la siguiente forma :

- Verificar que el espesor de sub-base existente cumpla con los requerimientos del diseño.
- Verificar que no se presenten zonas blandas, contaminadas con suelo de la sub-rasante, saturadas, etc. Todo esto debe ser reparado de forma apropiada, previo a la colocación de las capas superiores.
- Verificar que la sub-base tenga una graduación apropiada, según el CR-77 y eliminar sobre-tamaño y cualquier otro aspecto relativo a la calidad del material de sub-base.
- Realizar el trabajo de conformación y compactación de la sub-base granular, según sea el caso, y compactar a una densidad mayor al 98% del proctor modificado, cumpliendo con el espesor especificado en el diseño. Caso de detectarse que la sub-base presenta deficiencias de calidad, pueden escogerse entre las siguientes opciones :
- Readequar los materiales existentes eliminando lo que incumple con las especificaciones y adicionando nuevos agregados para superar las deficiencias.
- Hacer un tratamiento con cal, para mejorar las características del material. En este caso, debe de previo estudiarse en laboratorio el proceso a seguir para realizar dicha estabilización.
- Sustituir totalmente el material.

### **La base estabilizada**

Debe construirse una base estabilizada con cal de modo, que cumpla con lo siguientes requisitos:

- Debe tener una resistencia a la compresión simple equivalente al de una base tipo BE-35, según establece el CR-77.
- Debe compactarse a una densidad mayor al 98% del proctor modificado.
- Los agregados deben ser no degradables y deben pasar los requerimientos de durabilidad AASHTO T-210, con índice de durabilidad mayor a 35 para el agregado grueso y el agregado fino.
- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento a largo plazo.

### **La base asfáltica**

La base asfáltica debe cumplir los siguientes requerimientos :

- Tamaño máximo 25.4 mm.

- Debe cumplir con las restricciones de graduación SUPERPAVE (SHRP).
- El contenido de vacíos VMA debe ser mayor al 12.0%
- El porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA) debe estar entre 65 y 75%.
- Si la absorción de los agregados es mayor al 2.5% debe diseñarse la mezcla previo curado de 24 horas.
- El índice de durabilidad (AASHTO T -210) debe ser mínimo de 35, para el agregado grueso y el agregado fino.
- El agregado grueso debe cumplir con los requerimientos que establece el CR-77 para mezcla asfáltica en caliente.
- El agregado grueso debe cumplir :
  - a-) 90% de partículas con 1 o más caras fracturadas.
  - b-) 75% de las partículas con 2 o más caras fracturadas.
- El agregado fino debe tener un equivalente de arena mayor a 45 (vía húmeda y vía seca).
- Adicionalmente, esta mezcla asfáltica debe cumplir con todos los restantes requerimientos que establece el CR-77.
- Cada fuente de material, individualmente, debe cumplir con todos los requerimientos de calidad indicados, para agregado grueso y agregado fino.
- El agregado fino debe tener un índice de durabilidad mínimo de 35, según AASHTO T-210.
- Tanto el agregado grueso como el agregado fino, deben tener una pérdida por sanidad menor al 12% (5 ciclos), según AASHTO T-104.
- El agregado fino debe proceder de quebrador, en una proporción mayor al 80%, respecto al total del agregado fino.
- Todos los agregados deben cumplir los requerimientos de calidad, en apilamiento, individualmente por fuente de agregados y también al ser mezclados de conformidad con el diseño de la mezcla.
- La relación polvo/asfalto debe ser menor a 1.2 (polvo: % que pasa el tamiz # 200).

### **Capa de rodamiento**

Debe ser una mezcla densa, graduación B (CR-77), que cumpla con los requerimientos establecidos para la base asfáltica, excepto en los siguientes aspectos que se modifican según se indica :

- 80% de las partículas (agregado grueso) con 2 o más caras fracturadas.
- Índice de abrasión de Los Angeles menor de 35.

- Vacíos en el agregado mineral (VMA) mayor a 13%.

Asfalto : debe cumplir con la normativa nacional vigente.

### **Disposiciones Adicionales**

- Previo a realizar cualquier cambio de fuente de materiales, se debe proceder a formular el nuevo diseño de mezcla, y hasta tanto este sea aprobado, no se puede colocar mezcla asfáltica.

- No se pueden realizar cambios en el diseño de mezcla aprobado, a no ser que así lo apruebe la inspección del proyecto.

- Toda mezcla que sea calentada en planta a una temperatura que sobrepase en  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  la temperatura de mezclado, no se puede colocar en el proyecto.

- Las tolerancias máximas permisibles en la granulometría de la mezcla (base asfáltica y capa de rodamiento), respecto a las cantidades establecidas en el diseño de mezcla, son las siguientes:

a- Sobre la malla de 19mm (incluida esta)  $\pm 5.0\%$ .

b- Sobre las mallas de 19mm a la 100, excluidas ambas:  $\pm 4.0\%$ .

c- En la malla N° 100 :  $\pm 3.0\%$ .

d- En la malla N° 200 :  $\pm 2.0\%$ .

- La mezcla debe compactarse en sitio a una densidad mayor al 97% de la densidad obtenida en el ensayo AASHTO T-166.

## ANEXO 1

### ESTIMACION DE CARGAS POR EJE EN LAS ESTACIONES DE CONTEO

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

I1= CARMEN		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	6444	
1998	6767	
1999		7105
2000		7460
2001		7833
2002		8225
2003		8636
2004		9068
2005		9521
2006		9997
2007		10497
2008		11022
2009		11573
2010		12152
SUMATORIA		113091

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67,5	2	28	2,5

TABLA #3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0,001	1	0,07	1,15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1,39E+04	4,13E+05	4,05E+05	5,93E+05	1,42E+06



PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

I3 =CARMEN		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	11850	
1998	12443	
1999		13065
2000		13718
2001		14404
2002		15124
2003		15881
2004		16675
2005		17508
2006		18384
2007		19303
2008		20268
2009		21281
2010		22346
SUMATORIA		207957

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
67,5	2	28	2,5

TABLA #3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0,001	1	0,07	1,15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2,56E+04	7,59E+05	7,44E+05	1,09E+06	2,62E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1-1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

I1= CARMEN		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	6444	
1998	6767	
1999		7105
2000		7460
2001		7833
2002		8225
2003		8636
2004		9068
2005		9521
2006		9997
2007		10497
2008		11022
2009		11573
2010		12152
SUMATORIA		113091

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
63,5	3	30	3,5

TABLA #3-3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0,001	1	0,07	1,15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1,31E+04	6,19E+05	4,33E+05	8,31E+05	1,90E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1-1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

I3 =CARMEN		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	11850	
1998	12443	
1999		13065
2000		13718
2001		14404
2002		15124
2003		15881
2004		16675
2005		17508
2006		18384
2007		19303
2008		20268
2009		21281
2010		22346
SUMATORIA		207957

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
63,5	3	30	3,5

TABLA #3-3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0,001	1	0,07	1,15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2,41E+04	1,14E+06	7,97E+05	1,53E+06	3,49E+06

**ANEXO 2**

**ENSAYOS DE LABORATORIO Y SECCIONES TIPICAS DEL  
PAVIMENTO EXISTENTE**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: CARMEN

TRAMO : I1

MUESTRA : H42

FECHA : 16-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7,5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
18,0	BASE	<p>Lastre con mucho sobretamaño, pocos finos y con ligera contaminación con arcilla y con escasa compactación.  Tamaño máximo = 28 cm (11").</p> <p>Material = No plástico      GRANUL. (%Pas)  #4 = 39,8  #40 = 20,1  #200 = 11,7</p>
4,5	SUB-BASE	Lastre gris rosado, medianamente compactado. tamaño máximo = 6,25 cm (2.5").
	SUB-RASANTE	<p>LIMITES      GRANUL. (%Pas)      CBR sitio = &gt;6  LL = 42,7      #4 = 99,8      CBR laboratorio = 6%  LP = 30,4      #40 = 95,7  IP = 12,3      #200 = 68,8</p>

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: CARMEN

TRAMO : I2

MUESTRA : H43

FECHA : 16-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
▲ 4,0 ▼	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
▼ 16,0 ▲	BASE	<p>Lastre gris oscuro, con sobretamaño, medianamente compactado y con exceso de finos.  Tamaño máximo = 12,5 cm (5").</p> <p>Material = No plástico      GRANUL. (%Pas)  #4 = 72,8  #40 = 55,7  #200 = 47,4</p>
▼ 0,0 ▲	SUB-BASE	No existe
	SUB-RASANTE	<p>Suelo orgánico arcilloso, color negruzco, con plasticidad media-alta.</p> <p>LIMITES      GRANUL. (%Pas)      CBR sitio &gt; 6 %  LL = 45,4      #4 = 99,3      CBR laboratorio = 4%  LP = 24,2      #40 = 93,9  IP = 21,2      #200 = 76,6</p>

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**  
**PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**DESCRIPCION DE LAS CAPAS**  
**DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

ZONA: CARMEN

TRAMO : I3

MUESTRA : H54

FECHA : 16-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
10,0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, dos capas, la inferior dañada.
13,0	BASE	Piedra quebrada contaminada con finos arcillosos y escasa compactación. Tamaño máximo = 6,25 cm (2,5").  LIMITES      GRANUL. (%Pas) LL = 20,9    #4 = 26,5 LP = 17,6    #40 = 12,4 IP = 3,3      #200 = 8,2
0,0	SUB-BASE	No existe
	SUB-RASANTE	Limo negro, ligeramente orgánico, plasticidad media.  LIMITES      GRANUL. (%Pas)    CBR sitio > 6 % LL = 38,7    #4 = 98,8            CBR laboratorio >6% LP = 24,5    #40 = 89,4 IP = 14,3    #200 = 62,4

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 02 de abril de 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR CAFE OSCURO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: I-1 HUECO 42 PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

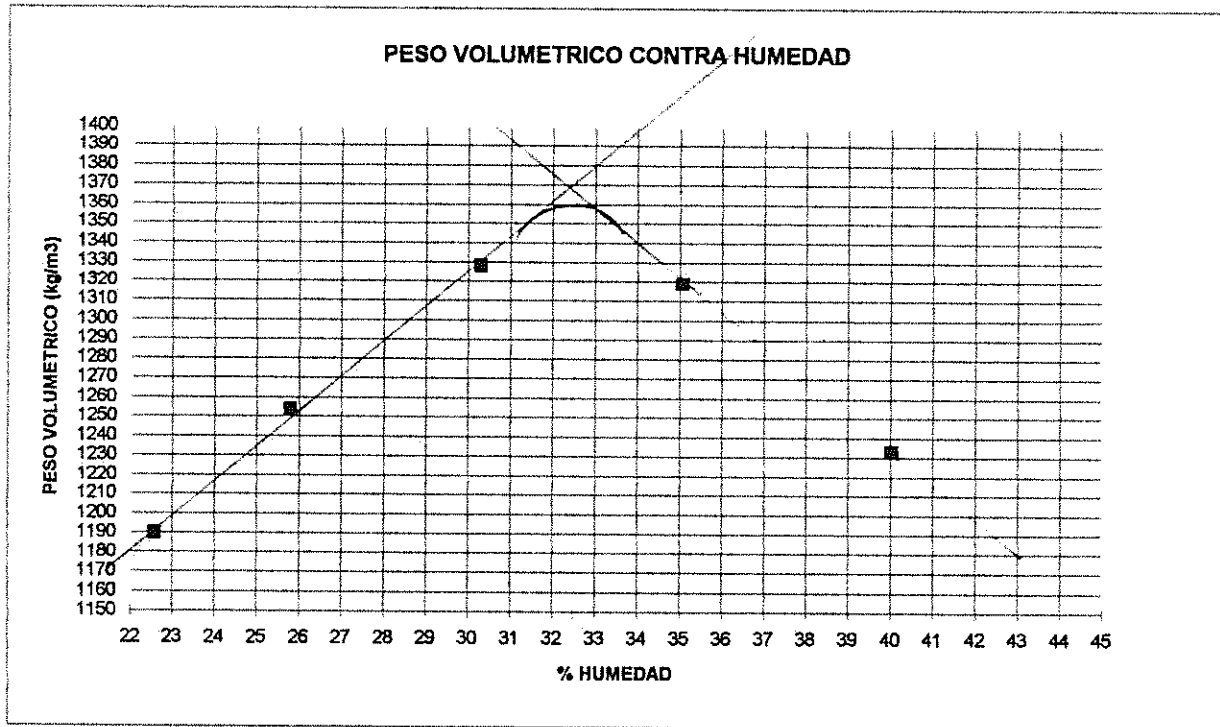
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5587	5699	5844	5892	5840		
P molde	4210	4210	4210	4210	4210		
Ww	1377	1499	1634	1682	1630		
δ w	1458	1577	1730	1781	1726		
δ s	1190	1254	1328	1319	1233		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	17	9	6	11	49
Ww + Wc	330,4	370,8	337,2	283,7	232,6
Ws + Wc	293,4	320,8	283,3	241,9	177,6
Ww	37,0	49,9	53,9	41,8	55,1
Wc	129,5	127,3	105,3	122,8	40,0
Ws	163,9	193,6	177,9	119,2	137,5
%W	22,6	25,8	30,3	35,1	40,0

$\gamma_{max} = 1360 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 32.5 \%$





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 5 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: 1-1

HUECO: 42

LOCALIZACION:

SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LIMO COLOR CAFE OSCURO

$\delta_m = 1360$

$W_o = 32.5 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10960												
56	12	7120	3840	1812	1362	100,1	50	202,0	161,8	39,4		40,2	122,4	32,9
		11018												
28	0	7400	3618	1714	1288	94,7	48	214,4	170,8	39,8		43,5	131,1	33,2
		10634												
14	11	7274	3360	1590	1195	87,9	46	185,9	148,9	37,7		36,9	111,2	33,2
														33,1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION			4 D	
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D		3 D
12	1-may	1:20	327,00	327,00	329,00		329,00	0,00	0,61		0,61
0	1-may	1:20	292,00	297,00	303,00		306,00	1,71	3,77		4,79
11	1-may	1:20	403,00	422,00	415,00		417,00	4,71	2,98		3,47

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	5,0	10,0	14,0	19,0	27,0	33,0	40,0	45,0	50,0	54,0
12	0,06	1,24	2,42	3,364	4,544	6,432	7,848	9,5	10,68	11,86	12,804
	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	29,0	32,0	34,0	36,0	38,0
0	0,06	1,24	2,42	3,6	4,78	5,96	6,904	7,612	8,084	8,556	9,028
	0,0	4,0	7,0	9,0	11,0	12,0	13,0	15,0	16,0	17,0	17,5
11	0,06	1,004	1,712	2,184	2,656	2,892	3,128	3,6	3,836	4,072	4,19

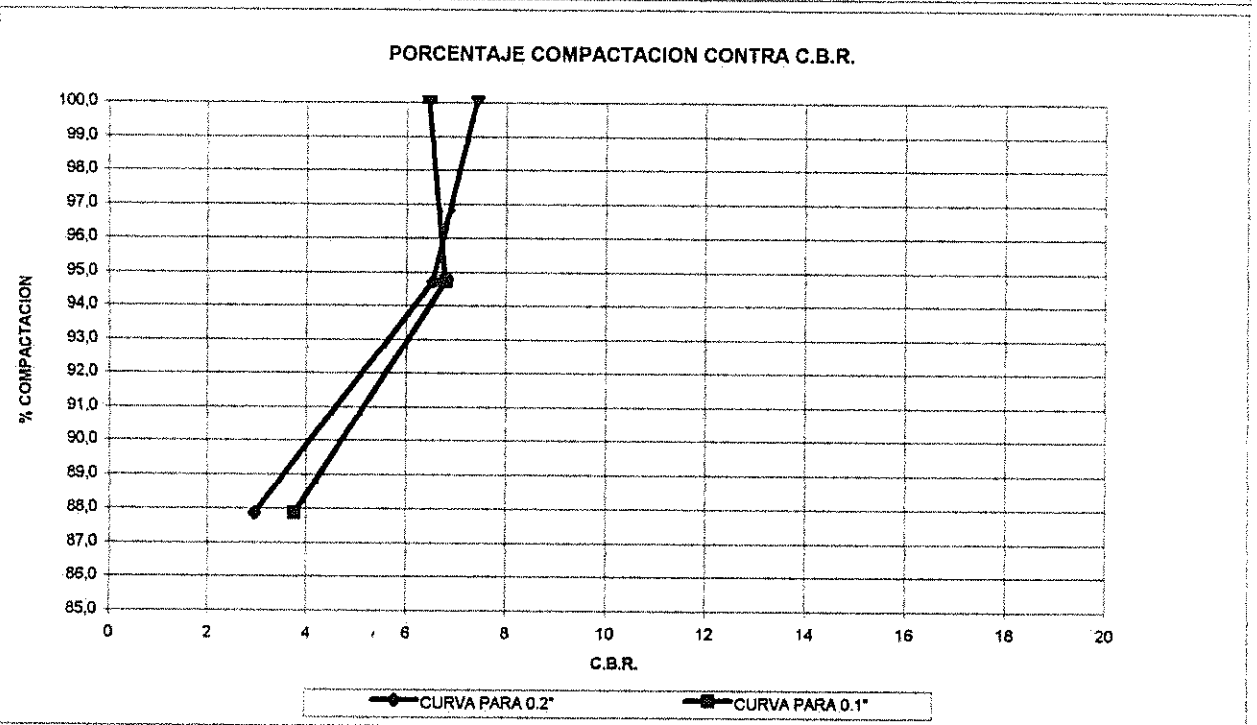
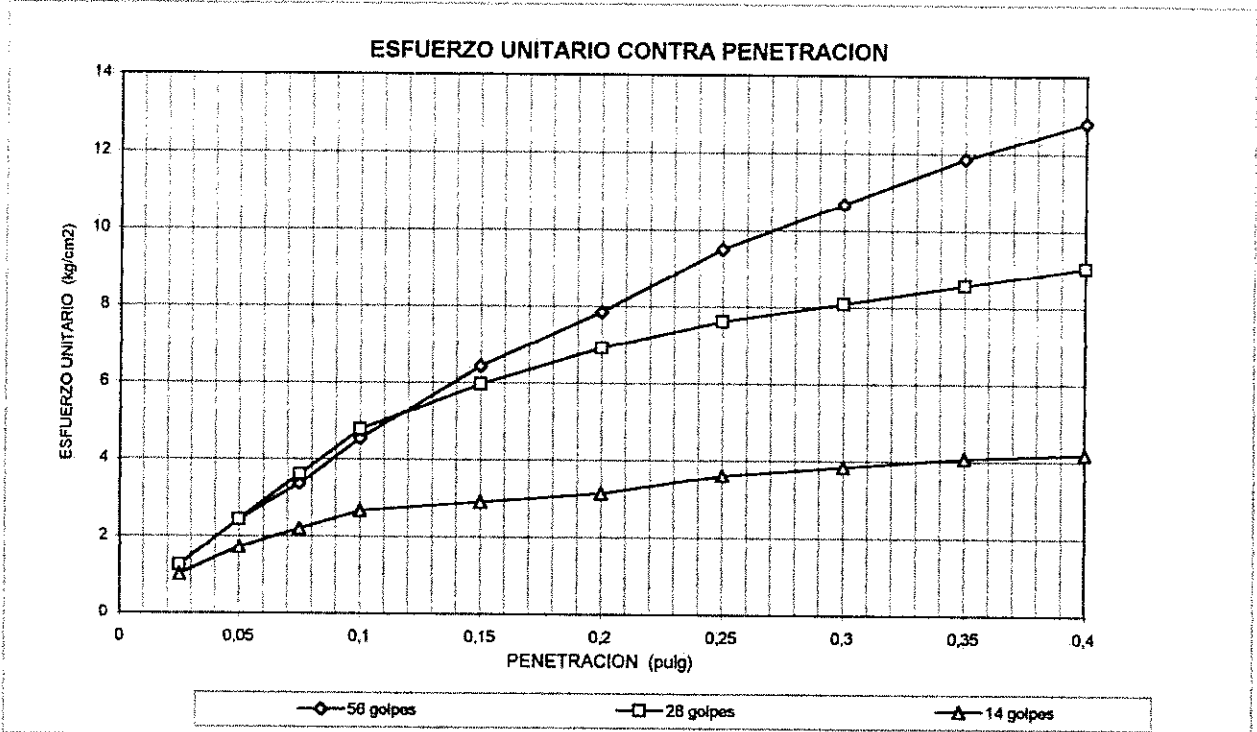
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	4,54	7,85	100,1	6,45	7,43
28	4,78	6,90	94,7	6,79	6,54
14	2,66	3,13	87,9	3,77	2,96

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 5 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR CAFE OSCURO  
 MUESTRA No: 1-1 HUECO: 42  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 6 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE POROSO MUY LIVIANO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

MUESTRA No:

1-2

HUECO 43

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

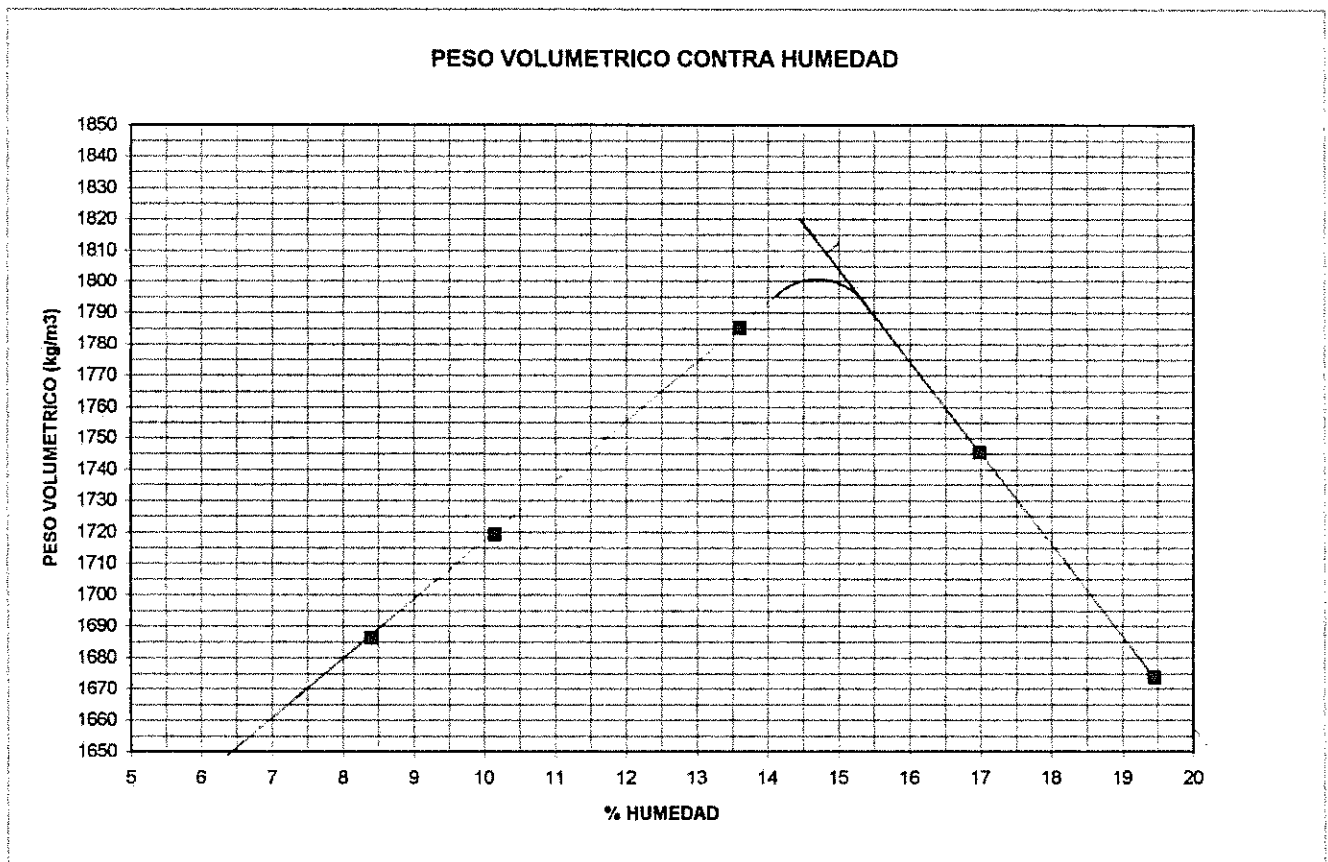
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6000	5938	6127	6140	6100		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1788	1726	1915	1928	1888		
$\delta_{IV}$	1893	1828	2028	2042	1999		
$\delta_s$	1719	1686	1785	1745	1674		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	82	81	71	74	22
Ww + Wc	386,3	440,9	520,6	413,9	549,7
Ws + Wc	360,4	415,8	471,6	369,0	477,5
Ww	25,9	25,1	49,0	44,9	72,2
Wc	105,2	117,0	111,3	104,6	106,4
Ws	255,2	298,8	360,3	264,4	371,1
%W	10,1	8,4	13,6	17,0	19,5

$$\gamma_{max} = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 14.6 \%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 02 de abril de 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR CAFE OSCURO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: I-2 HUECO 43

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

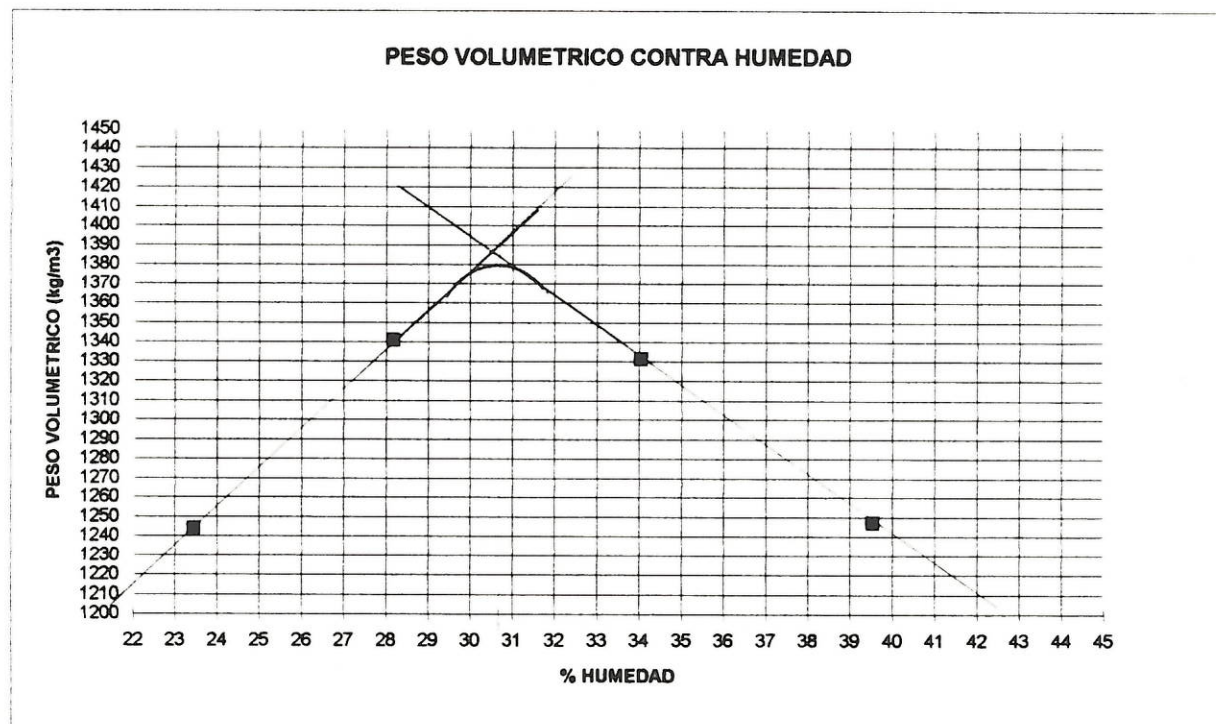
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5665	5838	5900	5858			
P molde	4215	4215	4215	4215			
Ww	1450	1623	1685	1643			
$\delta w$	1536	1719	1784	1740			
$\delta s$	1244	1341	1331	1247			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	52	53	47	54
Ww + Wc	331,7	356,3	393,2	331,2
Ws + Wc	275,9	286,3	303,0	248,7
Ww	55,8	70,1	90,2	82,6
Wc	38,2	37,5	38,1	39,8
Ws	237,8	248,8	264,9	208,8
%W	23,5	28,2	34,1	39,5

$$\gamma_{max} = 1380 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 30.7\%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA : 17 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: 1 - 2

HUECO: 43

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL : LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE OSCURO

$\delta m = 1380$

Wo: 30.6 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10821												
56	12	7119	3702	1747	1349	97.8	47	270.3	217.8	38.7		52.5	179.1	29.3
		10557												
28	1	7131	3426	1617	1248	90.5	48	284.7	228.6	39.7		56.1	188.9	29.7
		10429												
14	11	7282	3147	1489	1150	83.3	11	255.0	205.8	39.5		49.2	166.3	29.6
														29.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
12	12-may	6:15	340.00	390.00	393.00	392.00	395.00	14.71	15.59	15.29	16.18
1	12-may	6:15	292.00	347.00	348.00	349.00	351.00	18.84	19.18	19.52	20.21
11	12-may	6:15	309.00	353.00	355.00	353.00	354.00	14.24	14.89	14.24	14.56

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

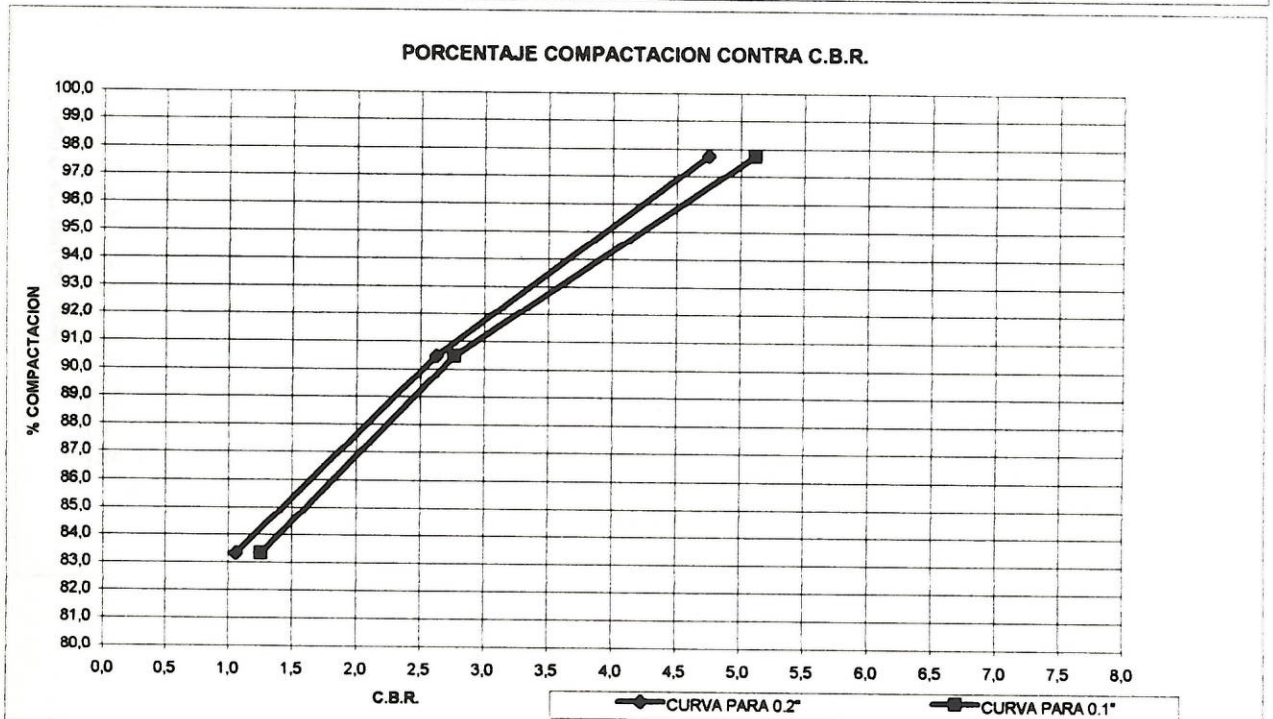
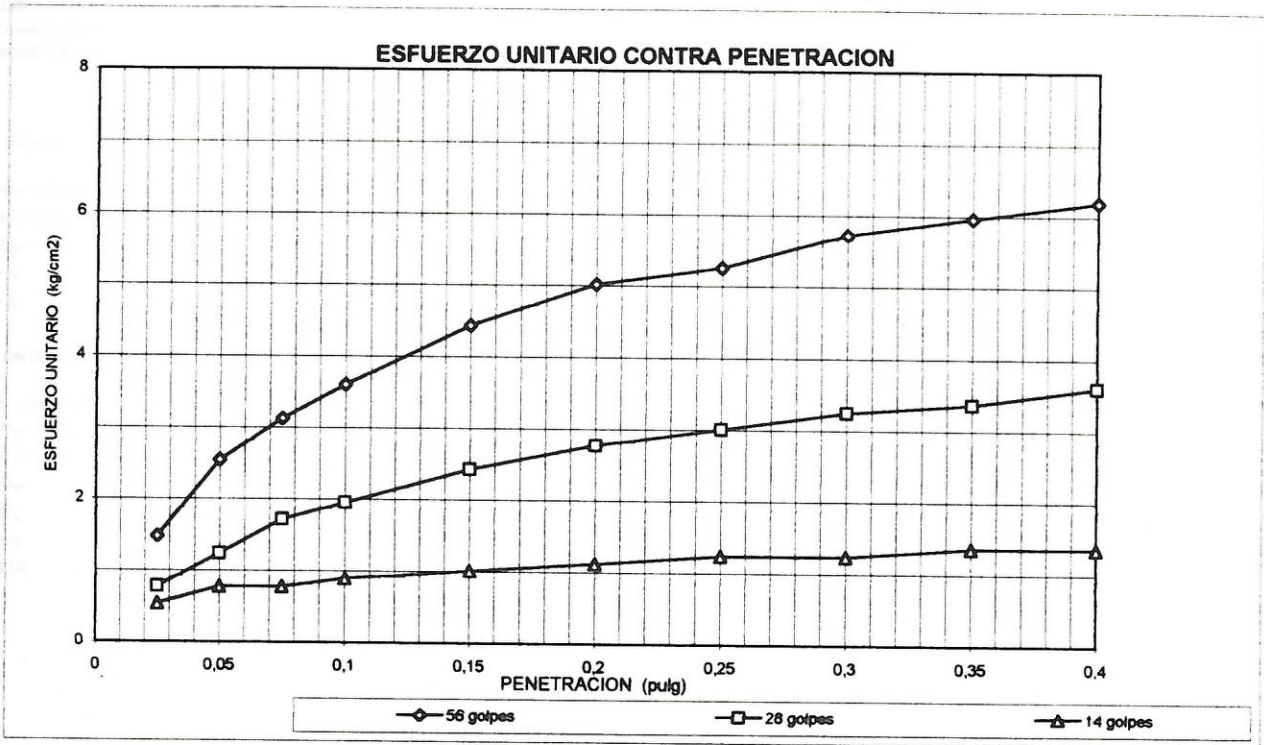
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	6.0	10.5	13.0	15.0	18.5	21.0	22.0	24.0	25.0	26.0
12	0.06	1.476	2.538	3.128	3.6	4.426	5.016	5.252	5.724	5.96	6.196
	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	11.5	12.5	13.5	14.0	15.0
1	0.06	0.768	1.24	1.712	1.948	2.42	2.774	3.01	3.246	3.364	3.6
	0.0	2.0	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.0	5.5	5.5
11	0.06	0.532	0.768	0.768	0.886	1.004	1.122	1.24	1.24	1.358	1.358

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	3.60	5.02	97,8	5.11	4.75
28	1.95	2.77	90,5	2.77	2.63
14	0.89	1.12	83,3	1.26	1.06

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 17 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE OSCURO  
 MUESTRA No: 1 - 2 HUECO: 43  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 9 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LLIMO ARCILLOSO COLOR CAFE OSCURO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: I-3 HUECO 54

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

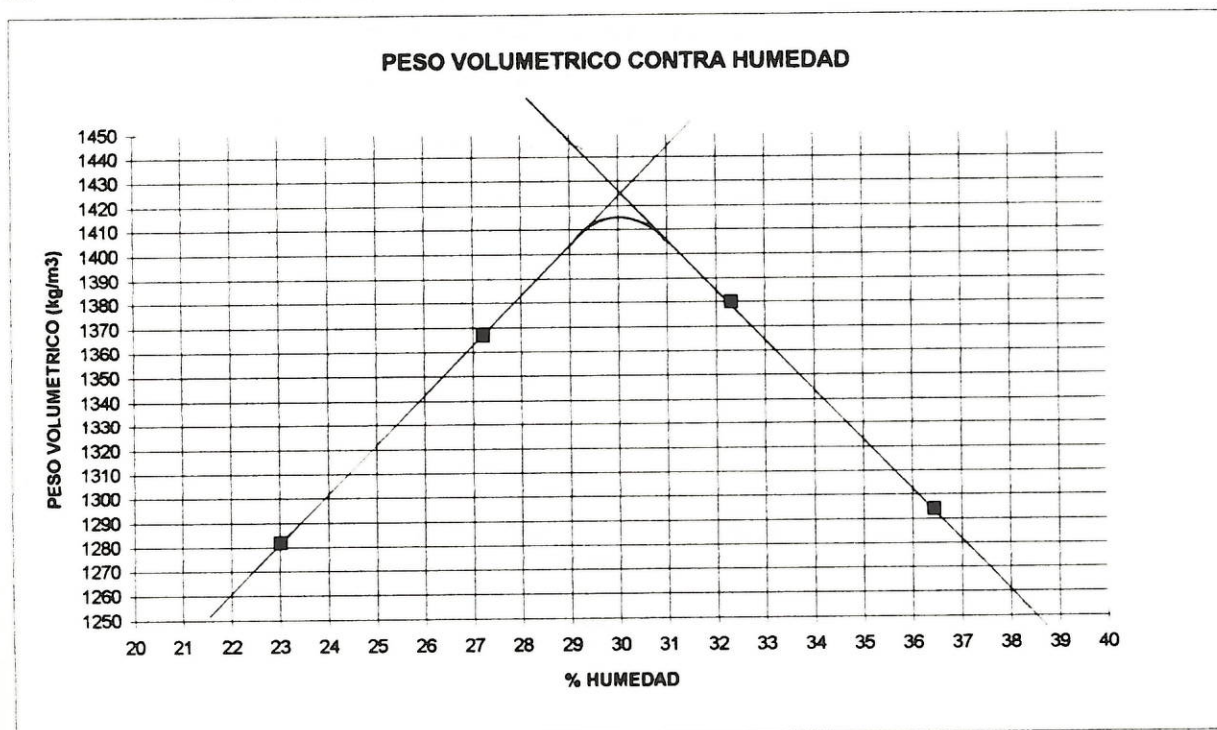
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5699	5852	5934	5877			
P molde	4210	4210	4210	4210			
Ww	1489	1642	1724	1667			
$\delta w$	1577	1739	1826	1765			
$\delta s$	1282	1367	1380	1294			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	45	75	69	3
Ww + Wc	385,8	426,7	378,0	421,3
Ws + Wc	331,8	360,2	310,4	337,2
Ww	54,0	66,4	67,6	84,1
Wc	97,2	116,2	101,1	106,4
Ws	234,6	244,0	209,3	230,8
%W	23,0	27,2	32,3	36,4

$$\gamma_{max} = 1415 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 30\%$$



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA : 17 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: 1-3 HUECO: 54

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL : LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE OSCURO

$\delta m = 1415$  W<sub>o</sub>: 30.0 %

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11683												
56	29	7894	3789	1791	1390	98.2	74	394.2	328.6	103.4		65.6	225.2	29.1
		11195												
28	24	7729	3466	1644	1276	90.2	66	377.9	314.6	94.3		63.3	220.3	28.7
		10703												
14	27	7400	3303	1593	1237	87.4	71	376.8	317.7	111.4		59.1	206.3	28.6
														28.8

**EXPANSION**

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
29	12-may	2:00	294.00	300.00	300.00	300.00	301.00	2.04	2.04	2.04	2.38
24	12-may	2:00	271.00	274.00	284.00	284.00	284.00	1.11	4.80	4.80	4.80
27	12-may	2:00	309.00	312.00	312.00	310.00	313.00	0.97	0.97	0.32	1.29

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	11.0	21.0	27.0	32.0	38.0	43.0	47.0	52.0	55.0	61.0
29	0.06	2.656	5.016	6.432	7.612	8.556	10.208	11.152	12.332	13.04	14.456
	0.0	8.0	12.0	15.0	17.0	20.0	24.0	26.0	29.0	31.0	33.0
24	0.06	1.948	2.892	3.6	4.072	4.78	5.724	6.196	6.904	7.376	7.848
	0.0	4.0	5.5	7.0	8.0	9.0	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
27	0.06	1.004	1.358	1.712	1.948	2.184	2.42	2.538	2.656	2.774	2.892

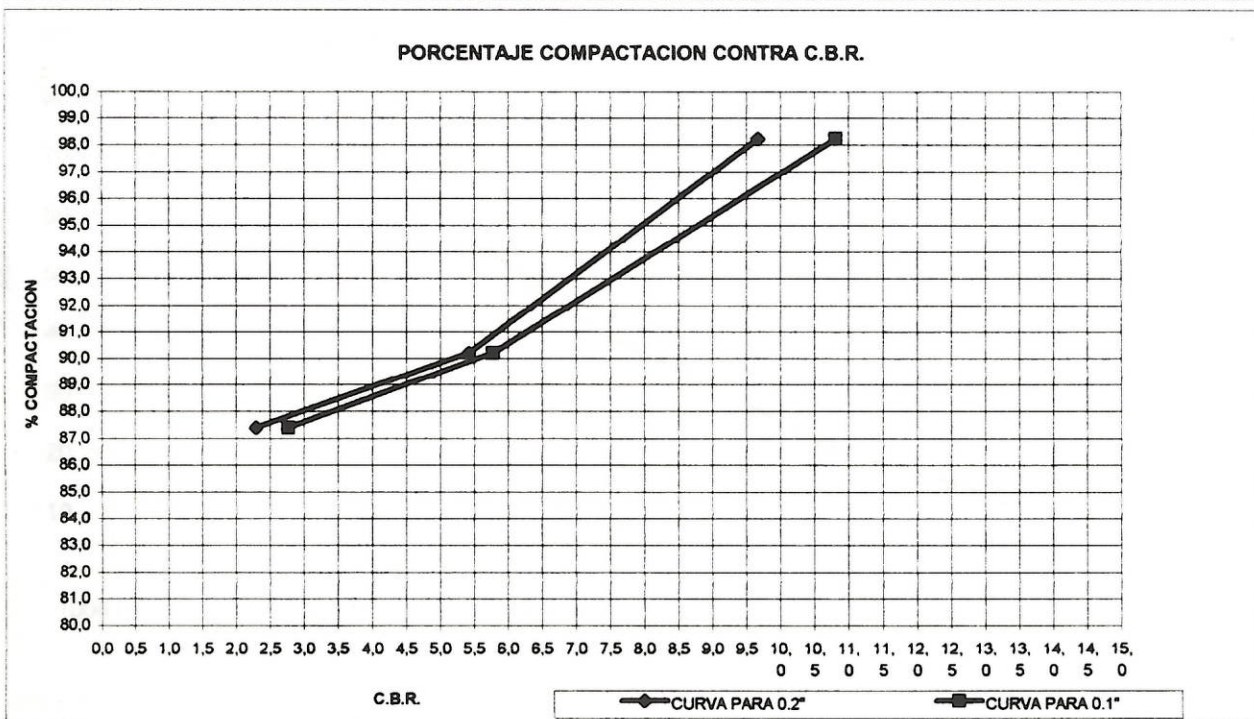
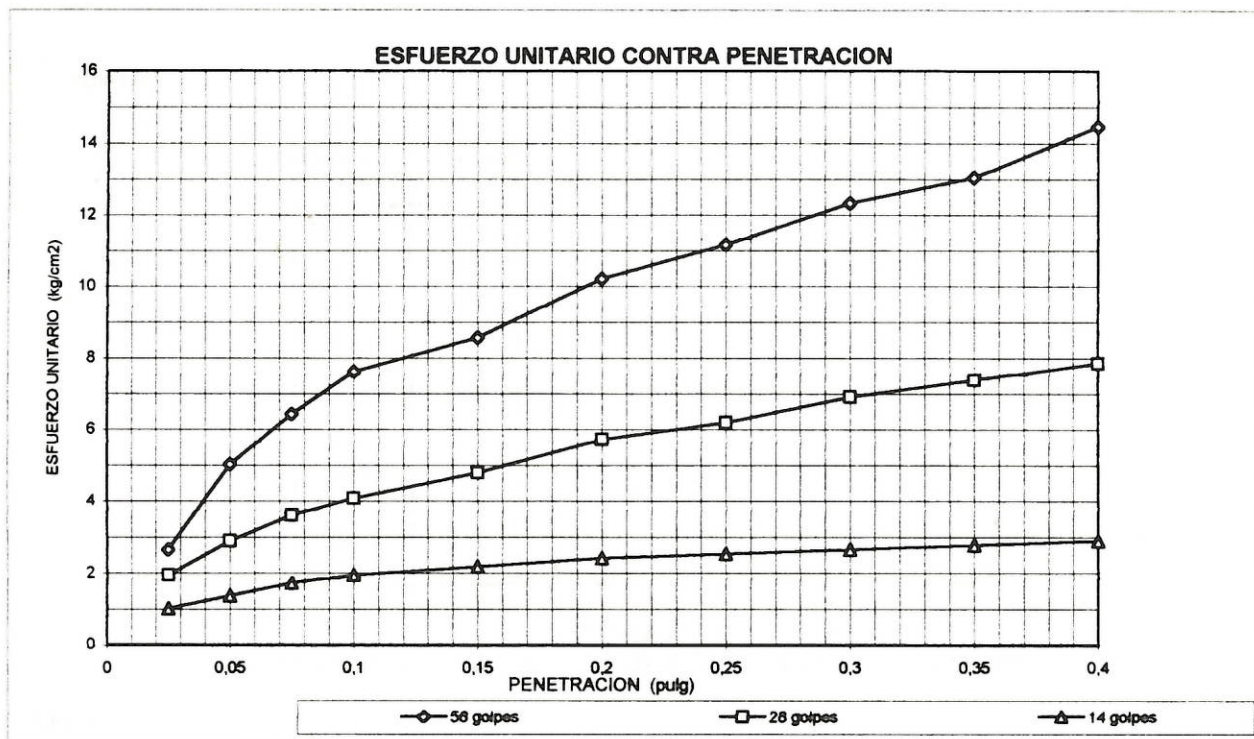
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	7.61	10.21	98,2	10.81	9.67
28	4.07	5.72	90,2	5.78	5.42
14	1.95	2.42	87,4	2.77	2.29



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 17 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE OSCURO  
 MUESTRA No: 1-3 HUECO: 54  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 2 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : 1-1 HUECO: 42

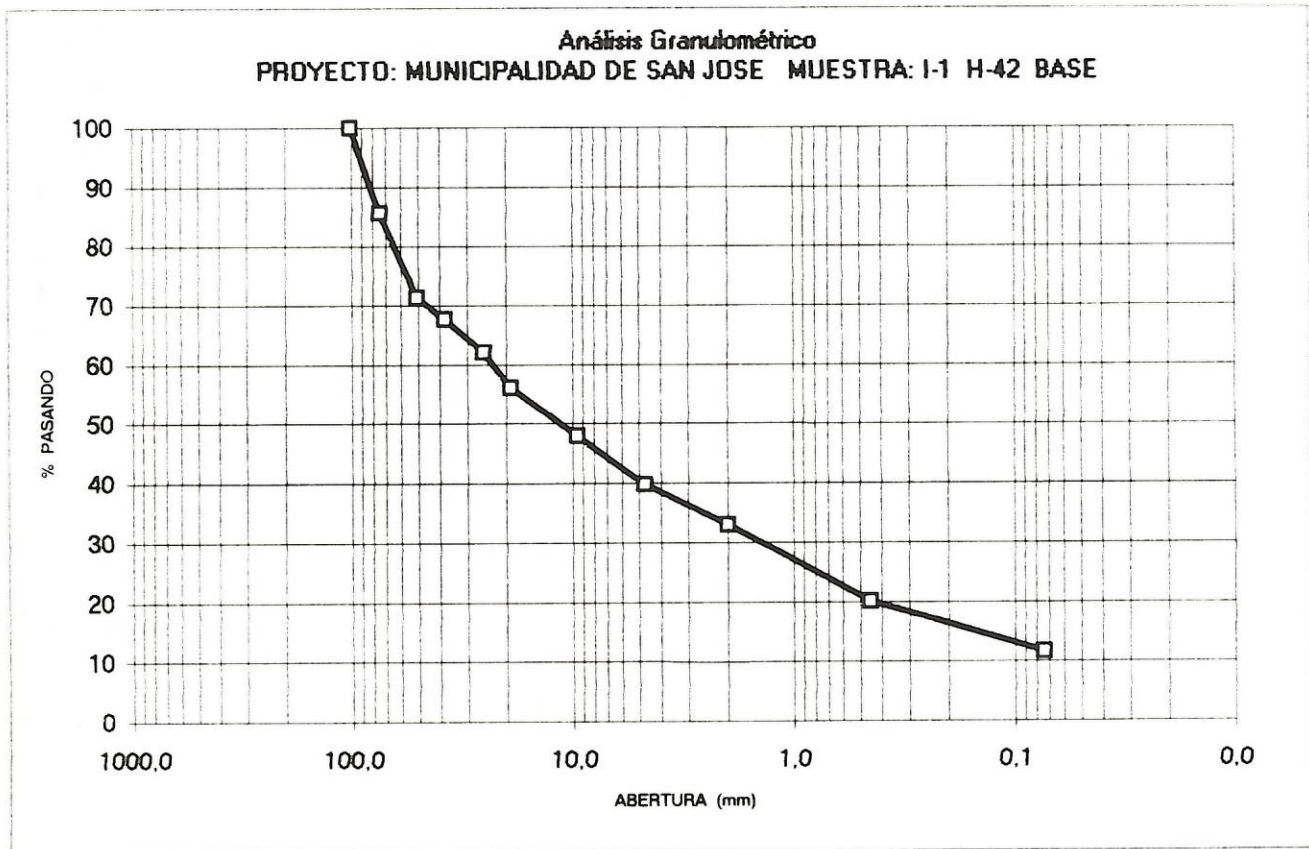
MUESTRA : BASE CON PARTICULAS  
 DE 6" - 7" - 9"  
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 5098,0 g.

PESO FINAL: 4509,4 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	101,6	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,0	730,4	14,3	14,3	85,7
2"	50,8	731,1	14,3	28,7	71,3
1 1/2 "	38,1	183,6	3,6	32,3	67,7
1"	25,4	284,7	5,6	37,9	62,1
3/4"	19,1	302,0	5,9	43,8	56,2
3/8"	9,5	415,3	8,1	51,9	48,1
#4	4,75	420,7	8,3	60,2	39,8
#10	2,00	347,0	6,8	67,0	33,0
#40	0,45	658,3	12,9	79,9	20,1
#200	0,074	429,4	8,4	88,3	11,7



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : I-1 HUECO: # 42

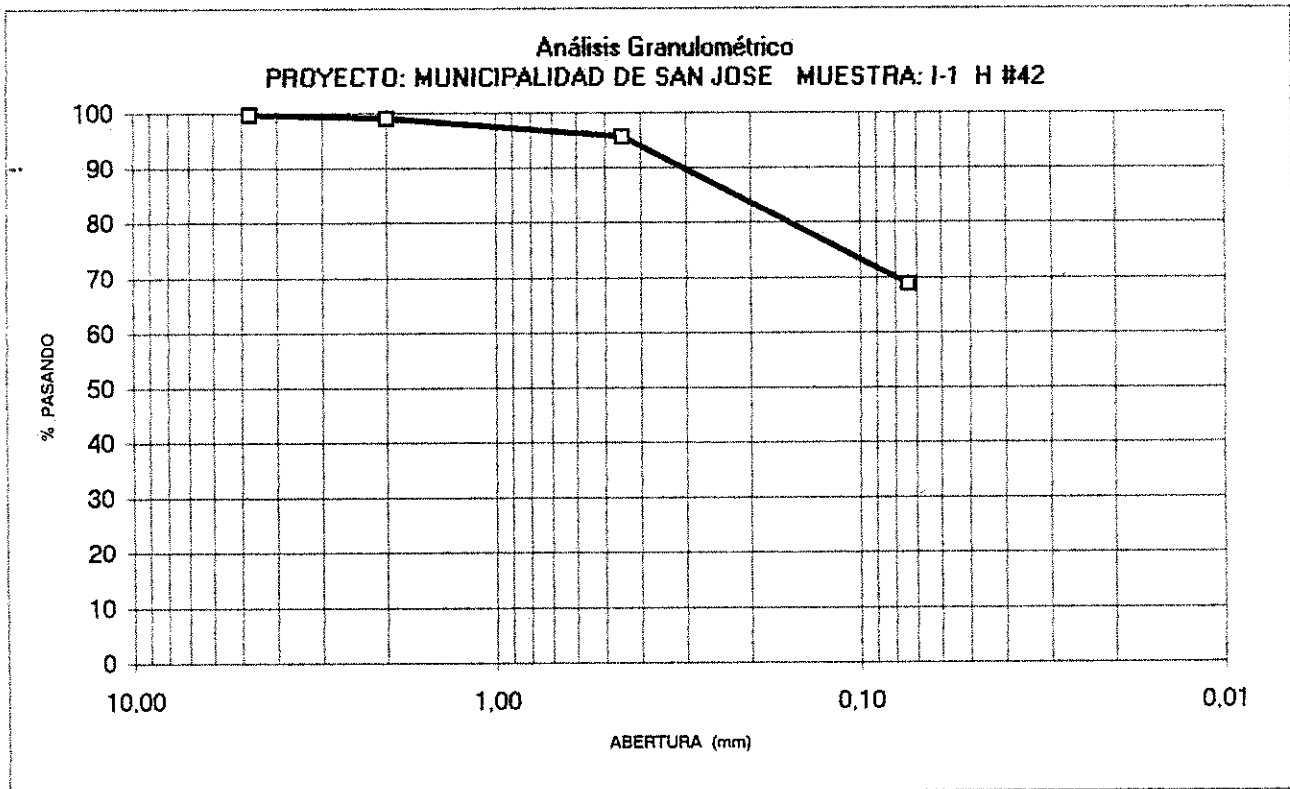
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 708,2 g.

PESO FINAL: 221,2 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	1,7	0,2	0,2	99,8
#10	2,00	5,3	0,7	1,0	99,0
#40	0,45	23,5	3,3	4,3	95,7
#200	0,074	190,2	26,9	31,2	68,8



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 15 DE MAYO DE 1197  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : I-2 HUECO: H 43

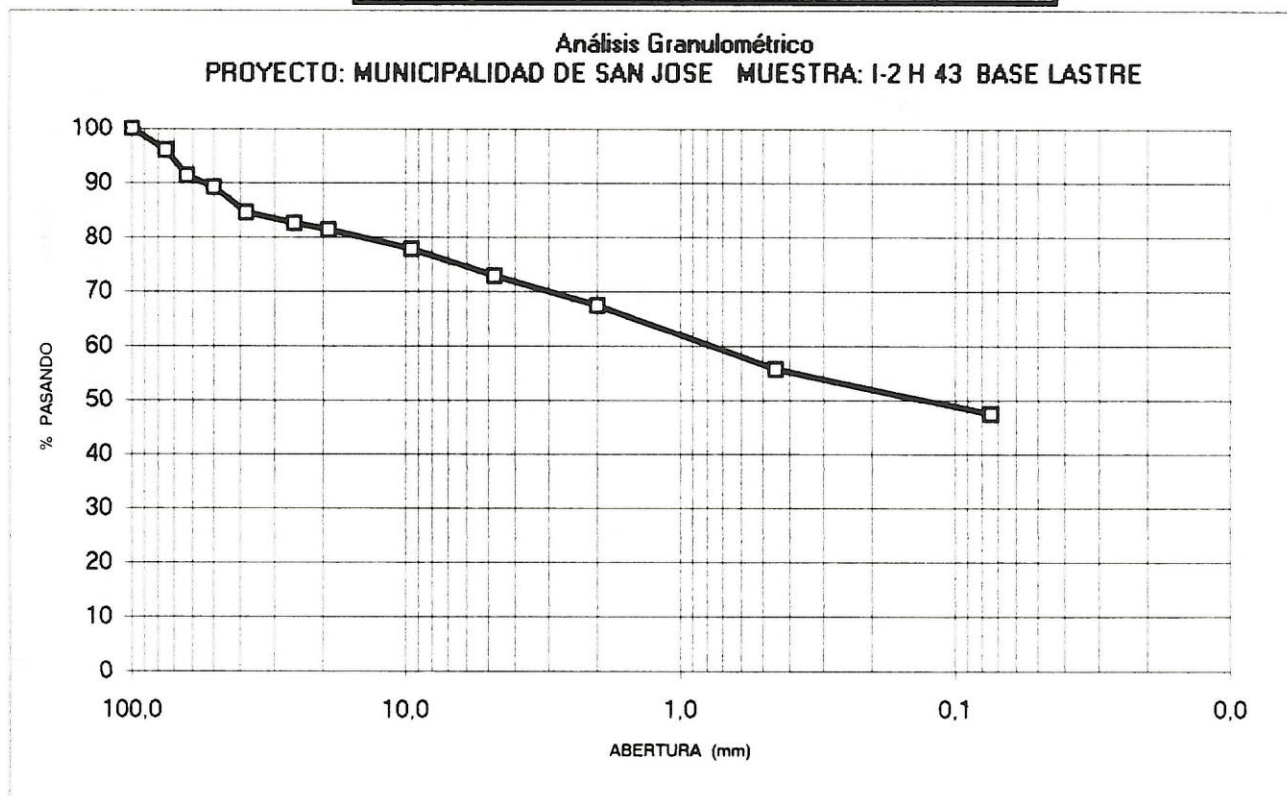
MUESTRA : BASE LASTRE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 15300,0 g.

PESO FINAL: 8090,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,0	615,6	4,0	4,0	96,0
2 1/2 "	63,0	699,3	4,6	8,6	91,4
2 "	50,0	329,8	2,2	10,7	89,3
1 1/2 "	38,1	730,9	4,8	15,5	84,5
1 "	25,4	299,3	2,0	17,5	82,5
3/4 "	19,1	179,4	1,2	18,7	81,3
3/8 "	9,5	533,0	3,5	22,1	77,9
#4	4,75	770,8	5,0	27,2	72,8
#10	2,00	827,6	5,4	32,6	67,4
#40	0,45	1785,8	11,7	44,3	55,7
#200	0,074	1270,9	8,3	52,6	47,4



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : I-2 HUECO: # 43

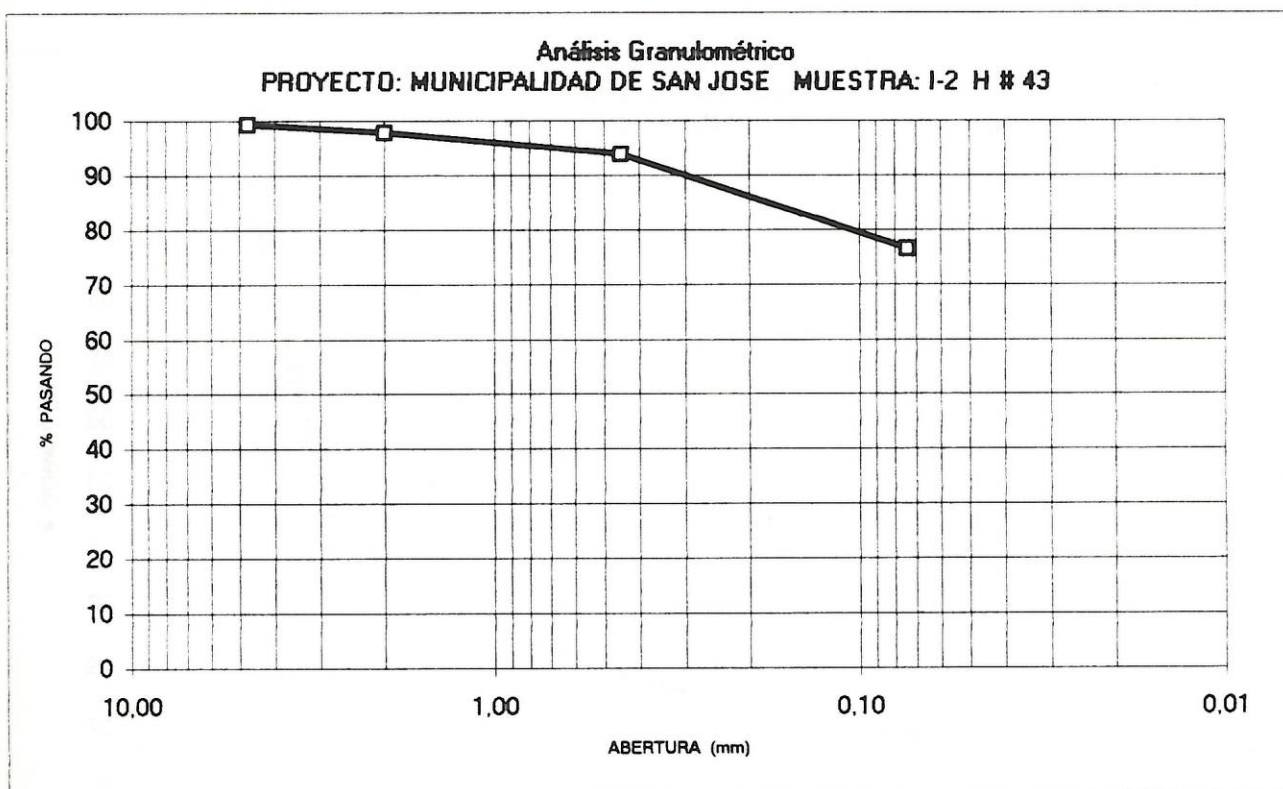
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 585,8 g.

PESO FINAL: 137,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	3,9	0,7	0,7	99,3
#10	2,00	8,4	1,4	2,1	97,9
#40	0,45	23,4	4,0	6,1	93,9
#200	0,074	101,5	17,3	23,4	76,6



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 2 DE JUNIO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : 1-3 HUECO: 54

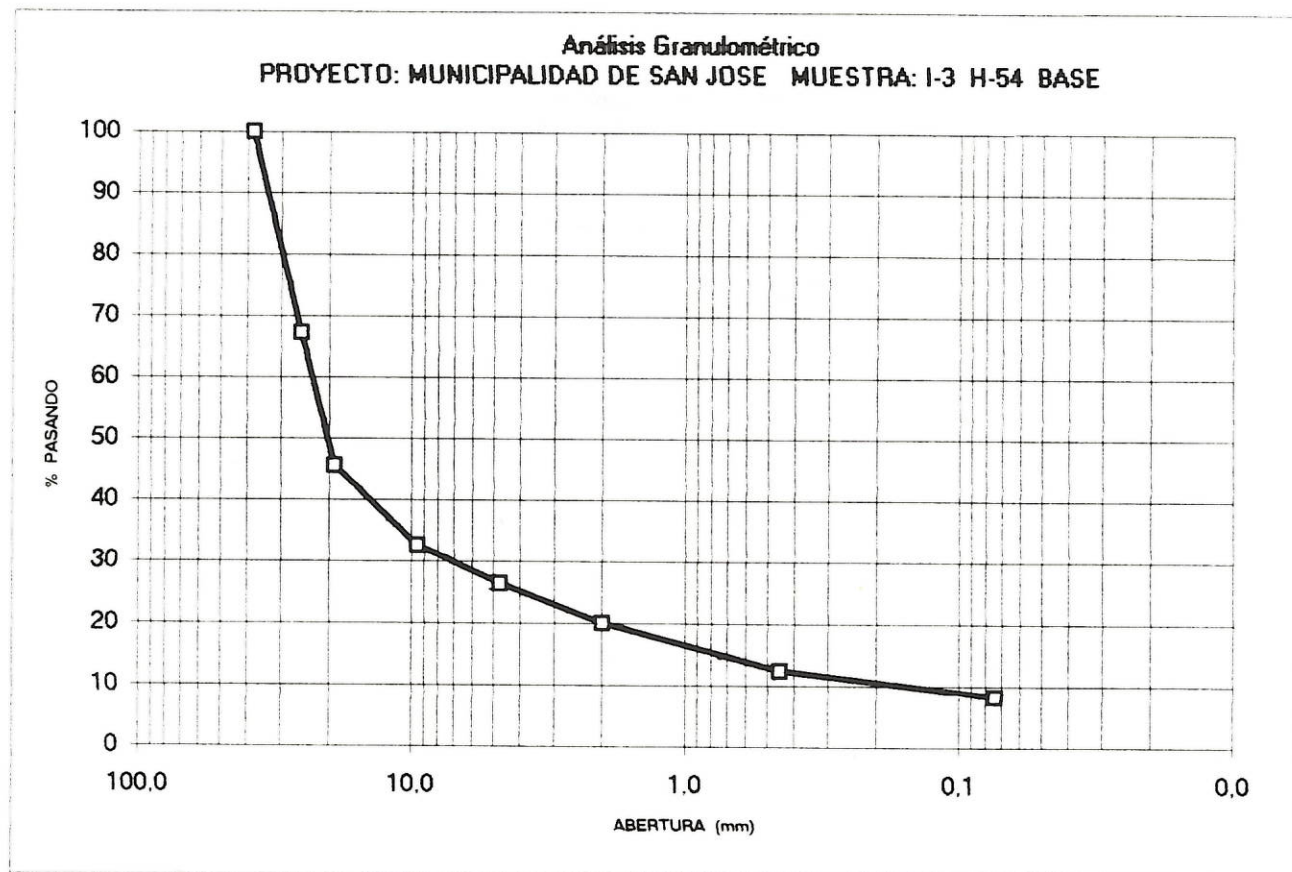
MUESTRA : BASE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 5801,0 g.

PESO FINAL: 5329,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	1900,7	32,8	32,8	67,2
3/4"	19,1	1251,5	21,6	54,3	45,7
3/8"	9,5	754,2	13,0	67,3	32,7
#4	4,75	359,3	6,2	73,5	26,5
#10	2,00	369,9	6,4	79,9	20,1
#40	0,45	446,5	7,7	87,6	12,4
#200	0,074	241,0	4,2	91,8	8,2



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : I-3 HUECO: # 54

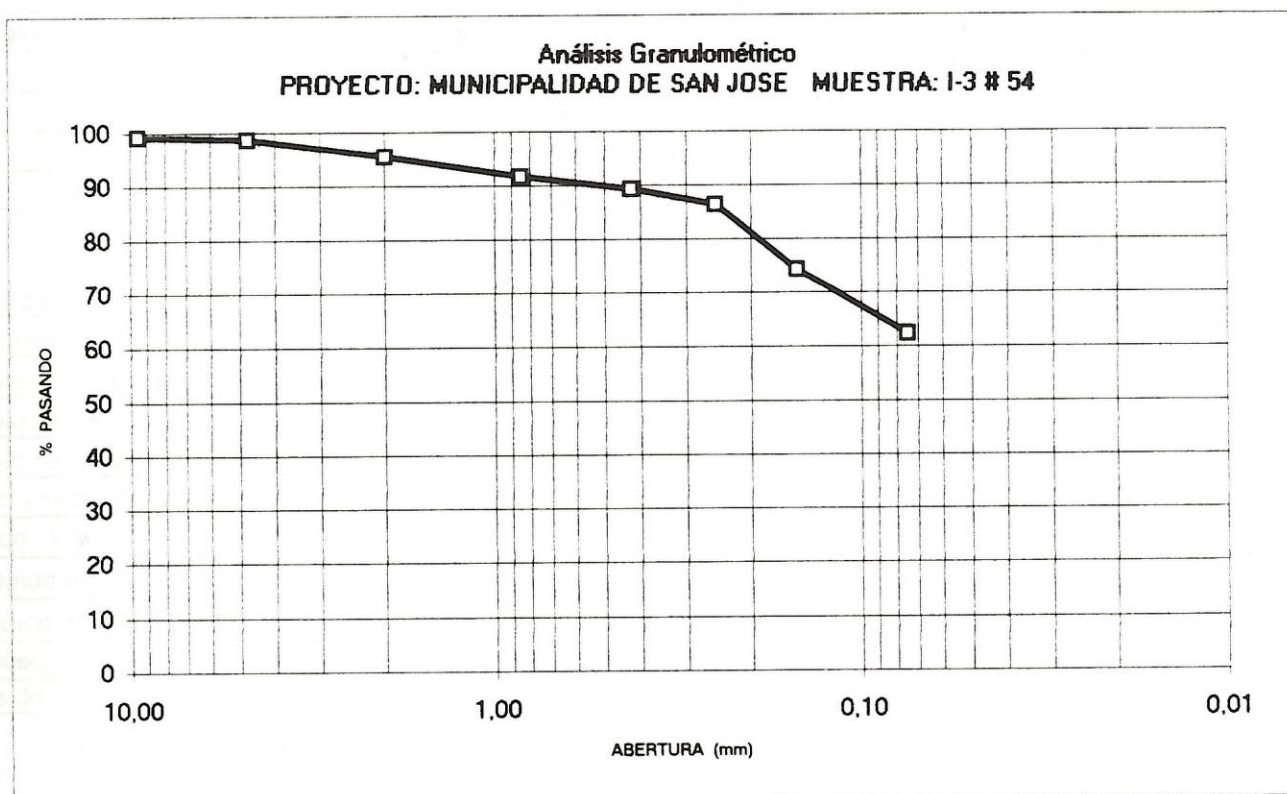
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 636,5 g.

PESO FINAL: 239,1 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8	9,50	4,8	0,8	0,8	99,2
#4	4,75	3,1	0,5	1,2	98,8
#10	2,00	21,2	3,3	4,6	95,4
#20	0,85	23,6	3,7	8,3	91,7
#40	0,43	15,0	2,4	10,6	89,4
#60	0,25	18,5	2,9	13,5	86,5
#100	0,15	76,9	12,1	25,6	74,4
#200	0,075	76,2	12,0	37,6	62,4



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

**LIMITES DE ATTERBERG**

ASTM D 423 , ASTM D 424 y AASHTO T 89-94 , AASHTO T 90-94

Proyecto: Munic. San José Muestra: Base Fecha: 23-4-97  
 Localización: I-1 Descripción Material: lastre gris  
 Remitido por: \_\_\_\_\_ Profundidad: \_\_\_\_\_ Hueco: #42

**Límite Líquido :**

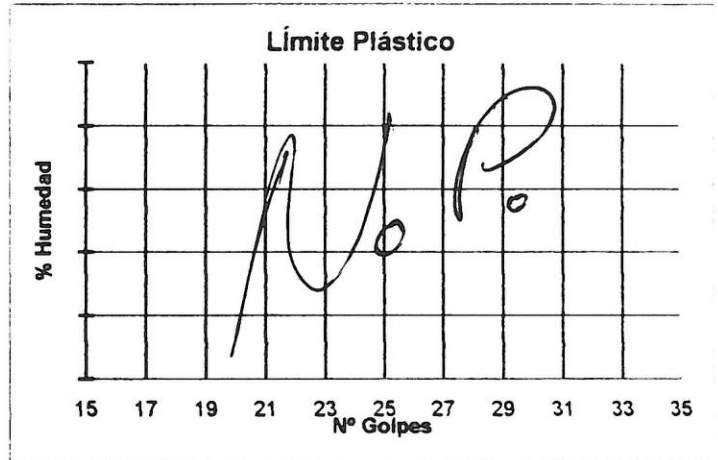
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

Nomenclatura :

- Ww : Peso humedo de muestra
- Ws : Peso seco de muestra
- Wc : Peso de capsula
- W : Peso de humedad en muestra
- %W : Porcentaje de humedad

**Límite Plástico :**

Determinación N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Wc + Ww (g)				
Wc + Ws (g)				
W (g)				
Wc (g)				
Ws (g)				
%W (g)				



**Límite de contracción :**

Determinación N°	1	2	3	4
W plato rec. + suelo humedo (g)				
W plato rec. + suelo seco (g)				
W plato recubierto (g)				
W suelo seco, Ws (g)				
W agua, Ww (g)				
Contenido Agua W <sub>0</sub> %				
Vol. suelo húmedo, V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )				
Vol. suelo seco, V <sub>f</sub> (cm <sup>3</sup> )				
Límite de contracción, LC =				

Límite Líquido : \_\_\_\_\_  
 Límite Plástico : \_\_\_\_\_  
 Índice Plástico : \_\_\_\_\_  
 Límite Contracción : \_\_\_\_\_

$$LC = W_0 - ((V_0 - V_f) * 100 / W_s)$$

Fecha de Prueba : 19-5-97 Temperatura : \_\_\_\_\_  
 Experimentador : Blanco Revisado por : \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

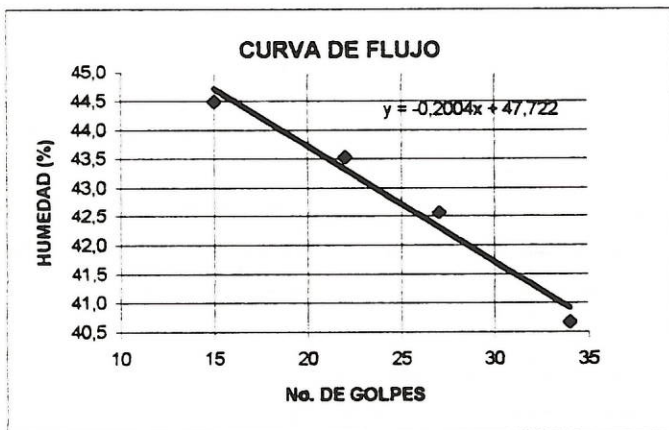
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO CAFE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD  
MUESTRA No: 1-1 HUECO No: 42  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	27	22	15	
Wc + Ww (gr.)	38,54	33,68	32,65	34,44	
Wc + Ws (gr.)	34,13	28,53	28,47	29,52	
Ww	4,412	5,145	4,182	4,914	
Wc	23,28	16,44	18,86	18,48	
Ws	10,85	12,09	9,608	11,05	
% W	40,7	42,6	43,5	44,5	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	55	53	4
Wc + Ww (gr.)	14,78	15,09	15,04
Wc + Ws (gr.)	13,92	14,18	14,13
Ww	0,867	0,914	0,906
Wc	11,05	11,19	11,15
Ws	2,862	2,987	2,978
% W	30,3	30,6	30,4
PROMEDIO			30,4



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	42,7
LIMITE PLASTICO	30,4
INDICE DE PLASTICIDAD	12,3

**LIMITES DE ATTERBERG**

ASTM D 423 , ASTM D 424 y AASHTO T 89-94 , AASHTO T 90-94

Proyecto: Munic. Sandoz Muestra: Base Fecha: 29-4-97  
 Localización: T-2 (H43) Descripción Material: Lastre  
 Emitido por: \_\_\_\_\_ Profundidad: \_\_\_\_\_ Hueco: #43

**Límite Líquido :**

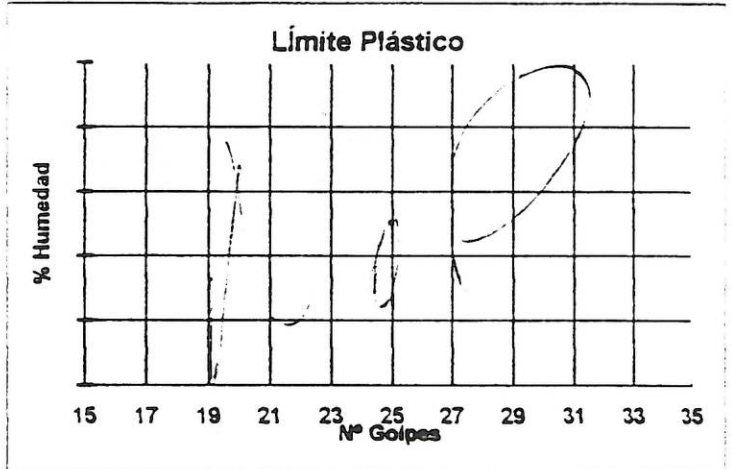
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
Nº de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc - Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
W (g)					

**Nomenclatura :**

- Ww : Peso humedo de muestra
- Ws : Peso seco de muestra
- Wc : Peso de capsula
- W : Peso de humedad en muestra
- %W : Porcentaje de humedad

**Límite Plástico :**

Determinación N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Wc + Ww (g)				
Wc + Ws (g)				
W (g)				
Wc (g)				
Ws (g)				
W (g)				



**Límite de contracción :**

Determinación N°	1	2	3	4
plato rec. + suelo humedo (g)				
plato rec. + suelo seco (g)				
plato recubierto (g)				
suelo seco, Ws (g)				
agua, Ww (g)				
Contenido Agua W <sub>0</sub> %				
Vol. suelo húmedo, V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )				
Vol. suelo seco, V <sub>f</sub> (cm <sup>3</sup> )				
Límite de contracción. LC =				

Límite Líquido : \_\_\_\_\_  
 Límite Plástico : \_\_\_\_\_  
 Índice Plasticidad : \_\_\_\_\_  
 Límite Contracción : \_\_\_\_\_

$$LC = W_0 - ((V_0 - V_f) * 100 / W_s)$$

Fecha de Prueba: 30-4-97 Temperatura: \_\_\_\_\_  
 Experimentador: [Firma] Revisado por: \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 5 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

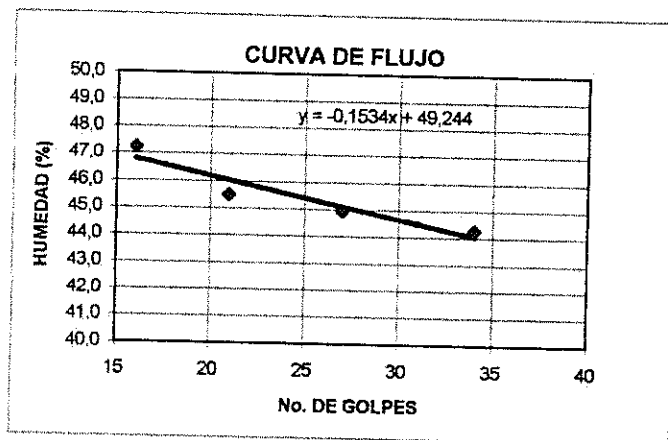
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO NEGRUZO  
MUESTRA No: I-2  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: H-43

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	27	21	16	
Wc + Ww (gr.)	31,92	33,84	33,95	39,94	
Wc + Ws (gr.)	27,83	29,15	29,16	34,63	
Ww	4,094	4,691	4,784	5,311	
Wc	18,58	18,71	18,65	23,38	
Ws	9,248	10,44	10,52	11,25	
% W	44,3	45,0	45,5	47,2	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	43	3
Wc + Ww (gr.)	11,91	14,21	13,62
Wc + Ws (gr.)	11,43	13,61	13,09
Ww	0,483	0,602	0,532
Wc	9,453	11,1	10,89
Ws	1,975	2,509	2,203
% W	24,5	24,0	24,1
PROMEDIO			24,2



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	45,4
LIMITE PLASTICO	24,2
INDICE DE PLASTICIDAD	21,2

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 29 DE MAYO DE 1997

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: PIEDRA QUEBRADA CONTAMINADA CON FINOS ARCILLOSOS

MUESTRA No: 1 - 3

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

HUECO No: 54

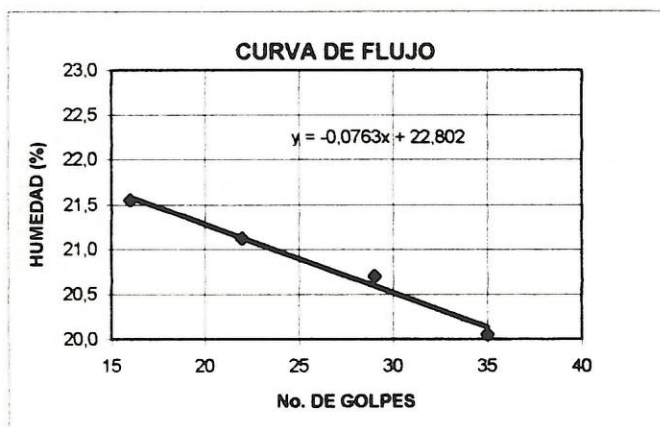
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	29	22	16	
Wc + Ww (gr.)	37,74	33,82	38,01	33,49	
Wc + Ws (gr.)	35,33	31,22	35,46	30,87	
Ww	2,415	2,597	2,551	2,619	
Wc	23,28	18,68	23,38	18,71	
Ws	12,04	12,54	12,08	12,15	
% W	20,1	20,7	21,1	21,6	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	13	24	5
Wc + Ww (gr.)	10,27	10,41	10,82
Wc + Ws (gr.)	9,755	9,87	10,25
Ww	0,516	0,539	0,569
Wc	6,774	6,819	7,045
Ws	2,981	3,051	3,201
% W	17,3	17,7	17,8

PROMEDIO 17,6



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	20,9
LIMITE PLASTICO	17,6
INDICE DE PLASTICIDAD	3,3

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

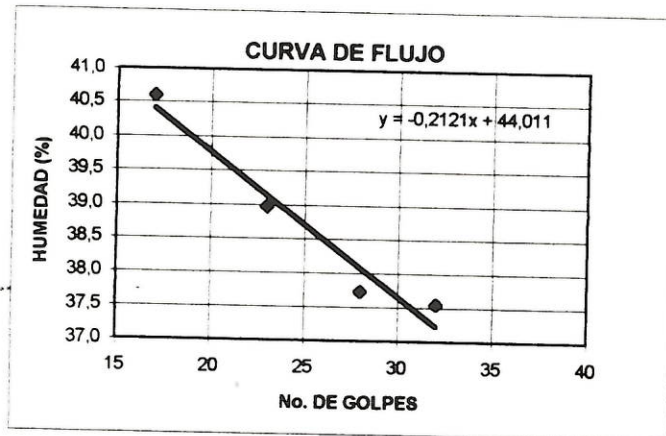
FECHA: 8 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO NEGRUZO  
 MUESTRA No: I-3  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 HUECO No: 54

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	23	17	
Wc + Ww (gr.)	35,01	34,06	36,94	35,41	
Wc + Ws (gr.)	30,57	29,84	33,11	31,94	
Ww	4,443	4,222	3,829	3,472	
Wc	18,73	18,65	23,28	23,38	
Ws	11,84	11,19	9,825	8,553	
% W	37,5	37,7	39,0	40,6	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	55	43
Wc + Ww (gr.)	15,76	15,39	16,22
Wc + Ws (gr.)	14,81	14,53	15,21
Ww	0,956	0,853	1,005
Wc	10,89	11,05	11,1
Ws	3,922	3,479	4,107
% W	24,4	24,5	24,5
PROMEDIO			24,5



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	38,7
LIMITE PLASTICO	24,5
INDICE DE PLASTICIDAD	14,3

**ANEXO 3**

**PERFIL DE DEFLEXIONES**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

ZONA : EL CARMEN

RUTA : I1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm<sup>2</sup>

FECHA: 28-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

DISTANCIA: 1610m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm): 7,5

PUNTO	DEFLEXION	DEFLEXION	TEMPER
Nº	0.01mm	mm*10 <sup>-2</sup>	PAVIM (°C)
1	75	150	39
2	66	132	39
3	66	132	39
4	56	112	40
5	51	102	40
6	90	180	40
7	58	117	41
8	69	137	41
9	66	132	41
10	66	132	42
11	53	107	42
12	74	147	42
13	61	122	43
14	46	91	43
15	64	127	43
16	46	91	43
17	71	142	43

PROMEDIO (D): 126,70  
 DESV. EST. (σ): 22,59

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

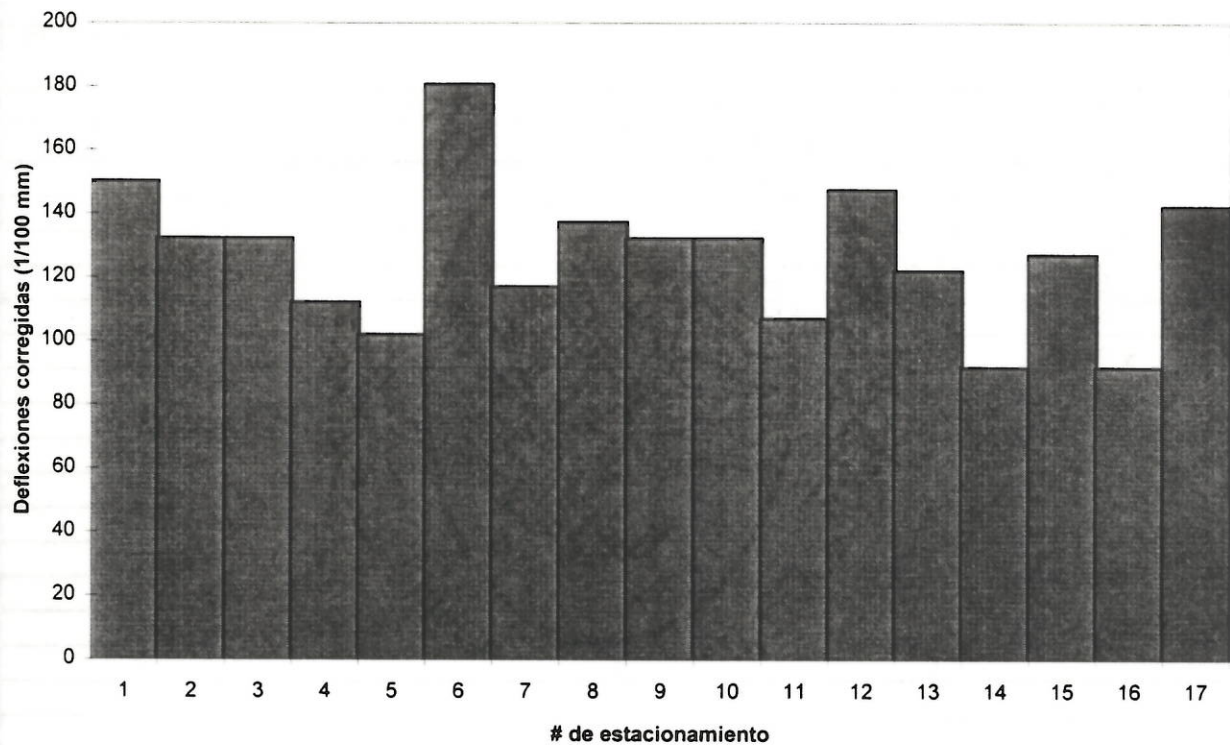
ZONA : EL CARMEN

RUTA : 11

DISTANCIA: 810m

MEDICIONES CADA 100 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	126,70
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	22,59
MIN	91
D - $2\sigma$	81,52
D + $1.282\sigma$	155,66
D + $2\sigma$	171,88
MAX	180



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

ZONA : EL CARMEN

RUTA : I2

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm<sup>2</sup>

FECHA: 28-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

DISTANCIA: 590m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm): 4.0

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	42	84	23
2	58	117	23
3	58	117	23
4	33	66	23
5	58	117	24
6	41	81	24
7	66	132	24
8	99	198	24
9	79	157	24
10	71	142	25
11	66	132	25
12	41	81	25

PROMEDIO (D): 118,72  
 DESV. EST. (σ): 37,59

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

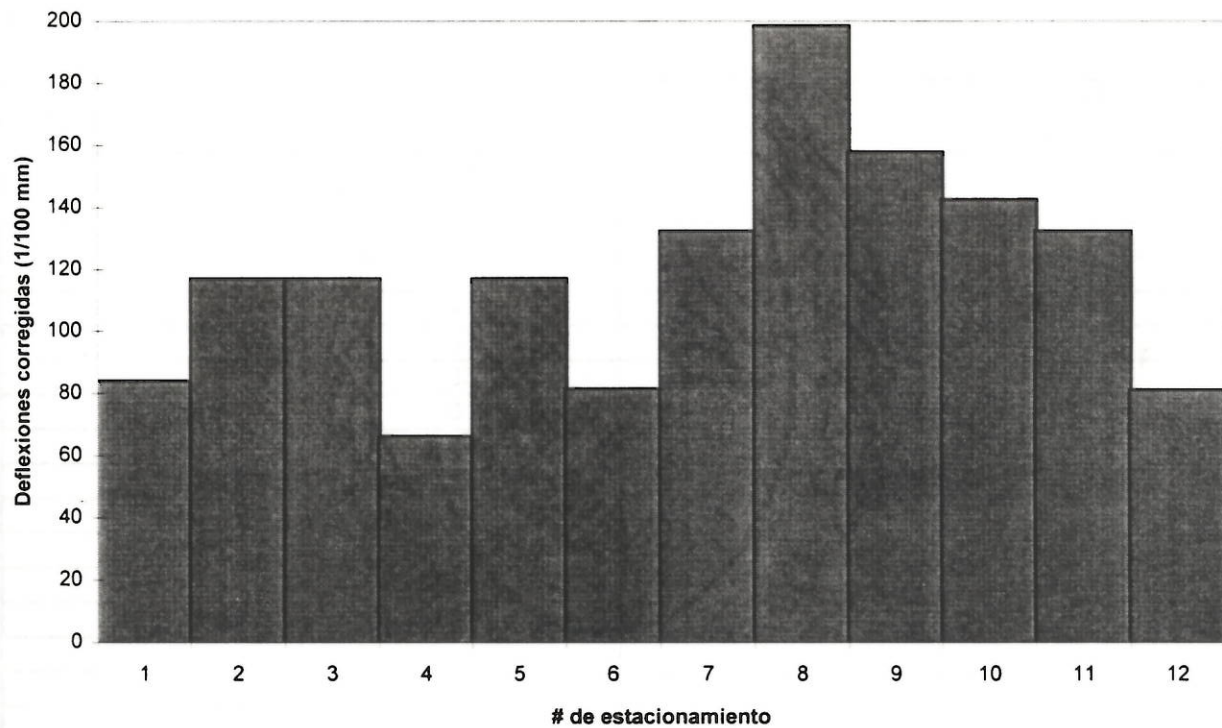
ZONA : EL CARMEN

RUTA : I2

DISTANCIA: 590m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	118,72
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	37,59
MIN	66
D - $2\sigma$	43,54
D + $1.282\sigma$	166,92
D + $2\sigma$	193,91
MAX	198

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES**

**ZONA : EL CARMEN**

**RUTA : I3**

**PESO DEL EJE : 8200 Kg**

**PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm<sup>2</sup>**

**FECHA: 28-4-97**

**PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm**

**DISTANCIA: 560m**

**MEDICIONES CADA 50 METROS**

**ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm): 10.0**

PUNTO N°	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	39	79	23
2	30	61	23
3	30	61	23
4	28	56	23
5	43	86	24
6	53	107	24
7	33	66	24
8	61	122	24
9	41	81	24
10	30	61	25
11	89	178	25

<b>PROMEDIO (D):</b>	<b>87,05</b>
<b>DESV. EST. (σ):</b>	<b>36,60</b>

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ESTUDIO DE DEFLEXIONES

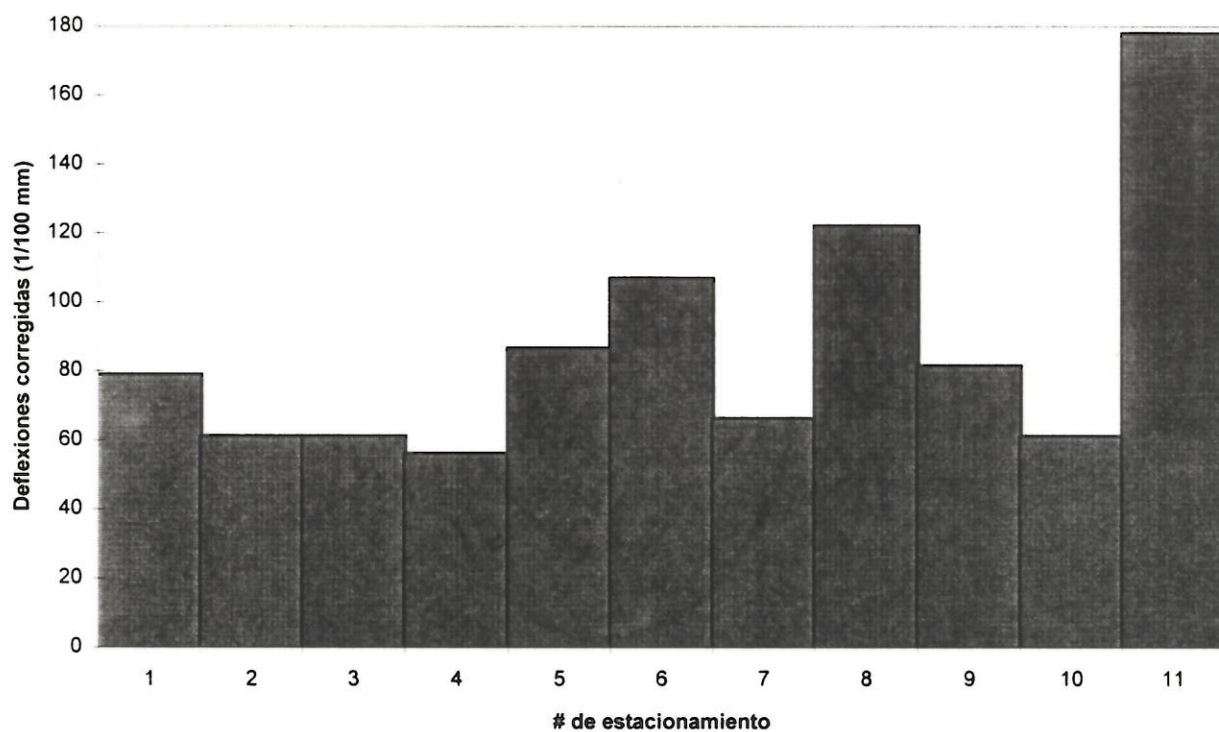
ZONA : EL CARMEN

RUTA : 13

DISTANCIA: 560m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



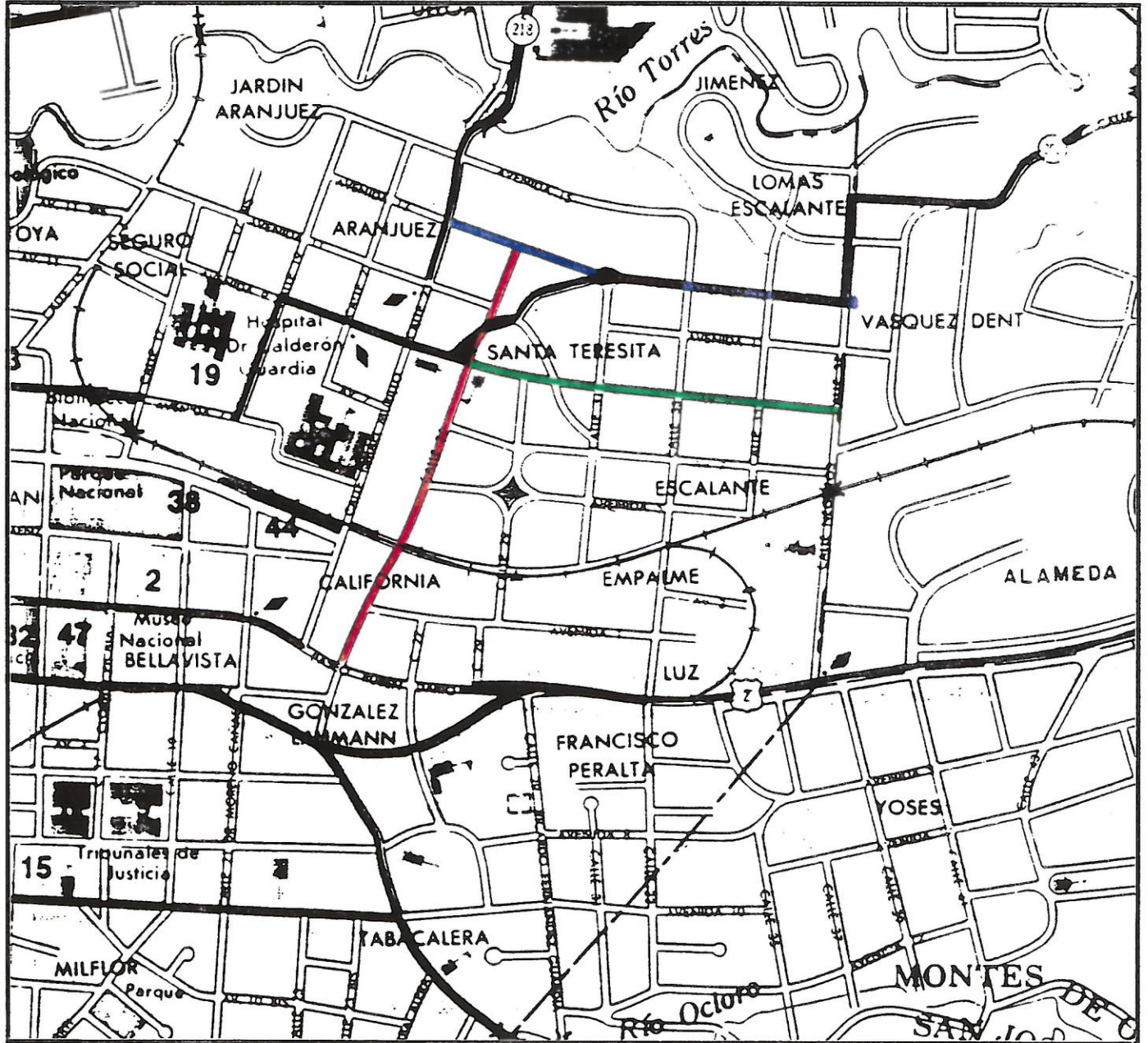
FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	87,05
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	36,60
MIN	56
D - $2\sigma$	13,86
D + $1.282\sigma$	133,97
D + $2\sigma$	160,25
MAX	178

**ANEXO 4**

**PLANO DE UBICACION DE RUTAS**

# MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

## ZONA :CARMEN



Simbología :

- 11 = 
- 12 = 
- 13 = 