

**MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

**PROYECTO DE REHABILITACION  
DE VIAS URBANAS**

**INFORME DE AVANCE N° 3**

**DISTRITO SAN SEBASTIAN**

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



**FEBRERO 1998**

# PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

## INFORME DE AVANCE N° 3

### DISTRITO SAN SEBASTIAN

<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 Análisis de la capacidad estructural	3
5.2 Diseño propuesto	15
6- Cuadro de cantidades	22
7- Conclusiones y recomendaciones	27
8- Especificaciones especiales	30
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	33
Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente	46
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	88
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas	101

# PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

## INFORME DE AVANCE N° 3

### DISTRITO SAN SEBASTIAN

#### 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 5 rutas del distrito de San Sebastián, ubicadas según se detalla en el Anexo 4 (planos de ubicación de rutas), y se identifican de la siguiente forma:

- E1: De la rotonda de La Guacamaya hacia el este, (ver mapa de ubicación de rutas).
- E2: De la rotonda de La Guacamaya hacia el norte, hasta el puente colindante con San Cayetano.
- E3: Del Rivera's bar hacia el este, hasta el final de la vía, (calle sin salida).
- E4: De la rotonda de San Sebastián 100 m oeste, hasta la intersección (semáforos de Hatillo).
- E5: De Pito's bar hacia el oeste, hasta la intersección con Hatillo 1.

#### 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 solicitudes 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 solicitudes 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)
E1	1.9 - 3.1
E2	0.9 - 1.5
E3	0.9 - 1.5
E4	1.10 - 1.8
E5	0.2- 0.5

### 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. El valor más alto de deflexión se obtuvo en la ruta E3 y el menor en la ruta E5. Se observa coincidencia entre los resultados de este ensayo y los resultados obtenidos en los sondeos realizados. En síntesis se obtuvieron los siguientes resultados:

RUTA	DEFLEX. MEDIA (mm*10 <sup>-2</sup> )	Drr (mm*10 <sup>-2</sup> )(*)
E1	121.2	187.84
E2	158.0	225.23
E3	198.8	297.08
E4	167.5	272.38
E5	104.6	153.42

(\*) Drr : deflexión de rebote (deflexión media más 2 desviaciones estandar).

### 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.

Cabe destacar que coincidentemente con el perfil de deflexiones, se detectaron materiales de muy mala calidad, fuera de especificación y con gran variabilidad de espesores. Especialmente llama la atención en algunos casos la presencia de suelo orgánico, capas de material con mucho sobretamaño, y capas de base de lastre lo que hace muy costosa y con mayor nivel de incertidumbre, la alternativa de rehabilitar estos pavimentos estabilizando solamente las capas superiores. Incluso en algunos de los sondeos no se encontró la capa de sub-base y en general las capas granulares están fuera de especificación. Además las bases estabilizadas son de escaso espesor y se encuentran muy agrietadas.

## **5. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

### **5.1 Análisis de la capacidad estructural**

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. Por retrocálculo de módulos se estimó el valor probable del módulo resiliente de las capas del pavimento de la sub-rasante.

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.
- Nivel de confiabilidad asociado al diseño (valor R).
- 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 5.1a 5.5 se resumen los resultados de este análisis.

Puede notarse en estas tablas, que se evalúa el valor SN para diferentes valores de módulo de la sub-rasante, lo cual obedece a diferentes tipos de suelos detectados y también a diferentes opciones de rehabilitación.

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 rodadura, 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 las Tablas 5.6 a 5.12 se resumen los resultados del análisis de fatiga para las siguientes alternativas de rehabilitación:

Tabla N°	Ruta	Alternativa (*)	Módulo de la sub-rasante (kg/cm <sup>2</sup> )
5.6	E1	1	264
5.7	E1	2	264
5.8	E2	1	352
5.9	E2	2	282
5.10	E3	1	352
5.11	E4	1	352
5.12	E5	1	458

(\*) En el apartado siguiente (5.2), se describe el perfil de la estructura del pavimento para cada una de estas alternativas.

Tabla 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA: E1

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
2.00E+06	6.3010300	-1.65	0.35	4.9053	5.9053	2.3	3000	0.000332	6.3013615
2.00E+06	6.30103000	-1.29	0.35	4.71743	5.71743	2.3	3000	4.81E-05	6.30107809
2.00E+06	6.3010300	-1.65	0.35	4.31617	5.31617	2.3	4500	1.08E-05	6.30104082
2.00E+06	6.301029996	-1.29	0.35	4.14562	5.14562	2.3	4500	5.35E-05	6.30108351
2.00E+06	6.3010300	-1.65	0.35	3.82897	4.82897	2.3	6500	7.63E-05	6.30110634
2.00E+06	6.301029996	-1.29	0.35	3.67311	4.67311	2.3	6500	6.2E-05	6.30109198
3.00E+06	6.4771213	-1.65	0.35	5.1758	6.1758	2.3	3000	-4.44E-05	6.47707684
3.00E+06	6.47712125	-1.29	0.35	4.98085	5.98085	2.3	3000	1.91E-05	6.47714032
3.00E+06	6.4771213	-1.65	0.35	4.56308	5.56308	2.3	4500	-4.75E-05	6.47707376
3.00E+06	6.477121255	-1.29	0.35	4.38621	5.38621	2.3	4500	0.000588	6.47770942
3.00E+06	6.4771213	-1.65	0.35	4.05496	5.05496	2.3	6500	-5.4E-05	6.47706723
3.00E+06	6.477121255	-1.29	0.35	3.89233	4.89233	2.3	6500	9.09E-05	6.47721215

 $W_{18}$  : 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 : SAN SEBASTIAN

RUTA: E2

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	4.25086	5.25086	2.3	3500	3.35E-05	6.0000335
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	4.08225	5.08225	2.3	3500	8.91E-05	6.00008911
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	3.783	4.783	2.3	5000	9.74E-06	6.00000974
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	3.62873	4.62873	2.3	5000	0.000103	6.00010251
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	3.37884	4.37884	2.3	7000	4.07E-06	6.00000407
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	3.23782	4.23782	2.3	7000	0.00012	6.00012035
1.60E+06	6.2041200	-1.65	0.35	4.53478	5.53478	2.3	3500	-7.87E-05	6.20404128
1.60E+06	6.20411998	-1.29	0.35	4.35799	5.35799	2.3	3500	3.27E-05	6.20415265
1.60E+06	6.2041200	-1.65	0.35	4.04358	5.04358	2.3	5000	-8.95E-05	6.20403048
1.60E+06	6.204119983	-1.29	0.35	3.88024	4.88024	2.3	5000	-0.000768	6.20335159
1.60E+06	6.2041200	-1.65	0.35	3.61776	4.61776	2.3	7000	-0.000104	6.20401646
1.60E+06	6.204119983	-1.29	0.35	3.469	4.469	2.3	7000	0.000169	6.20428888

 $W_{18}$  : 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 : SAN SEBASTIAN

RUTA: E3

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
6.00E+05	5.77815125	-1.65	0.35	3.95735	4.95735	2.3	3500	0.000122	5.77827351
6.00E+05	5.77815125	-1.29	0.35	3.7978	4.7978	2.3	3500	0.000351	5.77850251
6.00E+05	5.77815125	-1.65	0.35	3.51465	4.51465	2.3	5000	0.000143	5.77829452
6.00E+05	5.77815125	-1.29	0.35	3.36925	4.36925	2.3	5000	0.000412	5.77856316
6.00E+05	5.77815125	-1.65	0.35	3.13371	4.13371	2.3	7000	0.000164	5.77831516
6.00E+05	5.77815125	-1.29	0.35	3.00128	4.00128	2.3	7000	0.000465	5.77861586
1.20E+06	6.07918125	-1.65	0.35	4.35901	5.35901	2.3	3500	-0.000292	6.0788895
1.20E+06	6.07918125	-1.29	0.35	4.18757	5.18757	2.3	3500	1.55E-05	6.07919671
1.20E+06	6.07918125	-1.65	0.35	3.88214	4.88214	2.3	5000	-0.000336	6.07884492
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.72507	4.72507	2.3	5000	1.77E-05	6.07919892
1.20E+06	6.07918125	-1.65	0.35	3.46959	4.46959	2.3	7000	-0.000383	6.07879845
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.32585	4.32585	2.3	7000	2.12E-05	6.07920245

 $W_{18}$  : 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 5.4 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA: E4

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	4.46572	5.46572	2.3	3000	-1.24E-05	5.99998763
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	4.2909	5.2909	2.3	3000	8.44E-05	6.00008442
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	3.91636	4.91636	2.3	4500	-0.00045	5.99955039
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	3.75847	4.75847	2.3	4500	9.87E-05	6.00009868
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	3.46436	4.46436	2.3	6500	-0.000365	5.99963466
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	3.32088	4.32088	2.3	6500	0.000116	6.00011642
1.60E+06	6.20411998	-1.65	0.35	4.76005	5.76005	2.3	3000	-7.61E-05	6.20404393
1.60E+06	6.20411998	-1.29	0.35	4.57648	5.57648	2.3	3000	-0.000221	6.20389867
1.60E+06	6.20411998	-1.65	0.35	4.18437	5.18437	2.3	4500	-8.64E-05	6.20403361
1.60E+06	6.204119983	-1.29	0.35	4.0176	5.0176	2.3	4500	-0.000136	6.20398367
1.60E+06	6.20411998	-1.65	0.35	3.70845	4.70845	2.3	6500	-0.000101	6.204019
1.60E+06	6.204119983	-1.29	0.35	3.55644	4.55644	2.3	6500	-9.81E-05	6.20402192

 $W_{18}$  : 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 5.5 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

## PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA: E5

$W_{18}$	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	$Z_R$	$S_o$	SN	SN+1	$\Delta$ PSI	$M_R$	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.10E+06	6.04139269	-1.65	0.35	4.52427	5.52427	2.3	3000	-4.66E-05	6.04134607
1.10E+06	6.04139269	-1.29	0.35	4.34783	5.34783	2.3	3000	9.8E-05	6.04149068
1.10E+06	6.04139269	-1.65	0.35	3.97005	4.97005	2.3	4500	-5.79E-05	6.04133481
1.10E+06	6.041392685	-1.29	0.35	3.81004	4.81004	2.3	4500	0.000113	6.04150602
1.10E+06	6.04139269	-1.65	0.35	3.60896	4.60896	2.3	6000	-1.77E-05	6.04137503
1.10E+06	6.041392685	-1.29	0.35	3.46034	4.46034	2.3	6000	0.000129	6.04152212
1.80E+06	6.25527251	-1.65	0.35	4.83598	5.83598	2.3	3000	-8.81E-05	6.25518437
1.80E+06	6.25527251	-1.29	0.35	4.65044	5.65044	2.3	3000	-0.000114	6.25515821
1.80E+06	6.25527251	-1.65	0.35	4.25348	5.25348	2.3	4500	-9.83E-05	6.25517416
1.80E+06	6.255272505	-1.29	0.35	4.08468	5.08468	2.3	4500	-0.000127	6.2551458
1.80E+06	6.25527251	-1.65	0.35	3.87277	4.87277	2.3	6000	-0.000111	6.25516171
1.80E+06	6.255272505	-1.29	0.35	3.71566	4.71566	2.3	6000	-2.22E-05	6.25525028

 $W_{18}$  : 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 5.6 : Análisis de fatiga.

Ruta : E1 (Alternativa 1)

RUTA	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z : z=0</sub> (pulg)	U <sub>z : z=0</sub> (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t = (4.3)</sub>	e <sub>c = (19.685)</sub>	NF <sub>1</sub>	ND
E1	7042	24648	0.0379	96.266	6.76E-05	3.97E-04	2.18E+09	2.30E+06
E1	7042	31690	0.0395	100.330	5.90E-05	4.57E-04	3.41E+09	1.23E+06
E1	7042	38732	0.0359	91.186	6.70E-05	3.24E-04	2.25E+09	5.72E+06
E1	17606	24648	0.0341	86.614	1.73E-05	3.31E-04	8.85E+10	5.20E+06
E1	17606	31690	0.0332	84.328	2.70E-05	2.99E-04	2.04E+10	8.20E+06

E<sub>1</sub> : módulo resiliente de la base (kg/cm<sup>2</sup>).

E<sub>2</sub> : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm<sup>2</sup>).

U<sub>z</sub> : desplazamiento vertical total del pavimento (mm\*10<sup>-2</sup>).

e<sub>t</sub> (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

e<sub>c</sub> (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).

NF<sub>1</sub> : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 264 kg/cm<sup>2</sup>

TABLA 5.7 : Análisis de fatiga.

Ruta : E1 (Alternativa 2)

RUTA	$E_{1,1}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_z : Z=0$ (pulg)	$U_z : Z=0$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (2.76)$	$e_c = (5.52)$	$e_c = (17.335)$	NF <sub>1</sub>	NF <sub>2</sub>	ND
E1	7042	7042	0.04	101.600	2.34E-05	5.38E-05	3.38E-04	7.16E+10	4.62E+09	4.73E+06
E1	7042	7042	0.039	99.060	3.17E-05	5.99E-05	3.03E-04	2.64E+10	3.25E+09	7.72E+06
E1	7042	7042	0.0382	97.028	3.90E-05	6.18E-05	2.76E-04	1.33E+10	2.93E+09	1.17E+07
E1	17606	14085	0.0355	90.170	1.44E-05	4.82E-06	2.74E-04	1.62E+11	5.93E+12	1.21E+07
E1	17606	14085	0.0346	87.884	1.32E-05	1.74E-05	2.46E-04	2.15E+11	8.68E+10	1.96E+07

$E_{1,1}$  : módulo resiliente de la base (kg/cm<sup>2</sup>).

$E_2$  : módulo resiliente de la sub-base (kg/cm<sup>2</sup>).

$U_z$  : desplazamiento vertical total del pavimento (mm\*10<sup>-2</sup>).

$e_t$  (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<sub>1</sub> : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

NF<sub>2</sub> : Número de repeticiones de carga admisibles en la segunda capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 264 kg/cm<sup>2</sup>

TABLA 5.8 : Análisis de fatiga.

Ruta : E2 (Alternativa 1)

RUTA	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z : z=0</sub> (pulg)	U <sub>z : z=0</sub> (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t = (3.94)</sub>	e <sub>c = (16.145)</sub>	NF <sub>1</sub>	ND
E2	7042	24648	0.0346	87.884	9.15E-05	5.14E-04	8.05E+08	7.25E+05
E2	7042	31690	0.0334	84.836	9.24E-05	4.16E-04	7.80E+08	1.87E+06
E2	7042	38732	0.0325	82.550	9.03E-05	4.21E-04	8.41E+08	1.77E+06
E2	17606	24648	0.0306	77.724	2.63E-05	4.19E-04	2.23E+10	1.81E+06
E2	17606	31690	0.0297	75.438	3.75E-05	3.78E-04	6.93E+09	2.87E+06

TABLA 5.9 : Análisis de fatiga.

Ruta : E2 (Alternativa 2)

RUTA	E <sub>1</sub> (Psi)	E <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z : z=0</sub> (pulg)	U <sub>z : z=0</sub> (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t = (4.92)</sub>	e <sub>c = (16.625)</sub>	NF <sub>1</sub>	ND
E2	7042	24648	0.0423	107.442	7.67E-05	6.47E-04	1.44E+09	2.59E+05
E2	7042	31690	0.0411	104.394	8.39E-05	5.85E-04	1.07E+09	4.06E+05
E2	7042	38732	0.0402	102.108	8.61E-05	5.38E-04	9.84E+08	5.91E+05
E2	17606	24648	0.0368	93.472	3.00E-06	5.05E-04	2.82E+13	7.84E+05
E2	17606	31690	0.0359	91.186	1.85E-05	4.56E-04	7.09E+10	1.24E+06

TABLA 5.10 : Análisis de fatiga.

Ruta : E3

RUTA	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z</sub> : Z=0 (pulg)	U <sub>z</sub> : Z=0 (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t</sub> = (3.94)	e <sub>c</sub> = (14.965)	NF <sub>1</sub>	ND
E3	7042	24648	0.0373	94.742	1.04E-04	6.31E-04	5.28E+08	2.89E+05
E3	7042	31690	0.0361	91.694	1.07E-04	5.73E-04	4.81E+08	4.46E+05
E3	7042	38732	0.0351	89.154	1.06E-04	5.27E-04	4.96E+08	6.48E+05
E3	17606	24648	0.0328	83.312	2.60E-05	5.06E-04	2.31E+10	7.77E+05
E3	17606	31690	0.0318	80.772	3.96E-05	4.59E-04	5.80E+09	1.20E+06

TABLA 5.11 : Análisis de fatiga.

Ruta : E4

RUTA	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	U <sub>z</sub> : Z=0 (pulg)	U <sub>z</sub> : Z=0 (mm*10 <sup>-2</sup> )	e <sub>t</sub> = (3.94)	e <sub>c</sub> = (16.145)	NF <sub>1</sub>	ND
E4	7042	24648	0.0346	87.884	9.15E-05	5.14E-04	8.05E+08	7.25E+05
E4	7042	31690	0.0334	84.836	9.24E-05	4.16E-04	7.80E+08	1.87E+06
E4	7042	38732	0.0325	82.550	9.03E-05	4.21E-04	8.41E+08	1.77E+06
E4	17606	24648	0.0306	77.724	2.63E-05	4.19E-04	2.23E+10	1.81E+06
E4	17606	31690	0.0297	75.438	3.75E-05	3.78E-04	6.93E+09	2.87E+06

TABLA 5.12 : Análisis de fatiga.

Ruta : E5

RUTA	$E_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$U_z : Z=0$ (pulg)	$U_z : Z=0$ (mm*10 <sup>-2</sup> )	$e_t = (5.51)$	$e_c = (15.175)$	NF <sub>1</sub>	ND
E5	7042	24648	0.0447	113.538	8.51E-05	6.84E-04	1.02E+09	2.02E+05
E5	7042	31690	0.0434	110.236	9.15E-05	6.17E-04	8.05E+08	3.20E+05
E5	7042	38732	0.0424	107.696	9.30E-05	5.66E-04	7.63E+08	4.71E+05
E5	17606	24648	0.0391	99.314	7.86E-06	5.36E-04	1.19E+12	6.01E+05
E5	17606	31690	0.0381	96.774	2.33E-05	4.83E-04	3.32E+10	9.57E+05



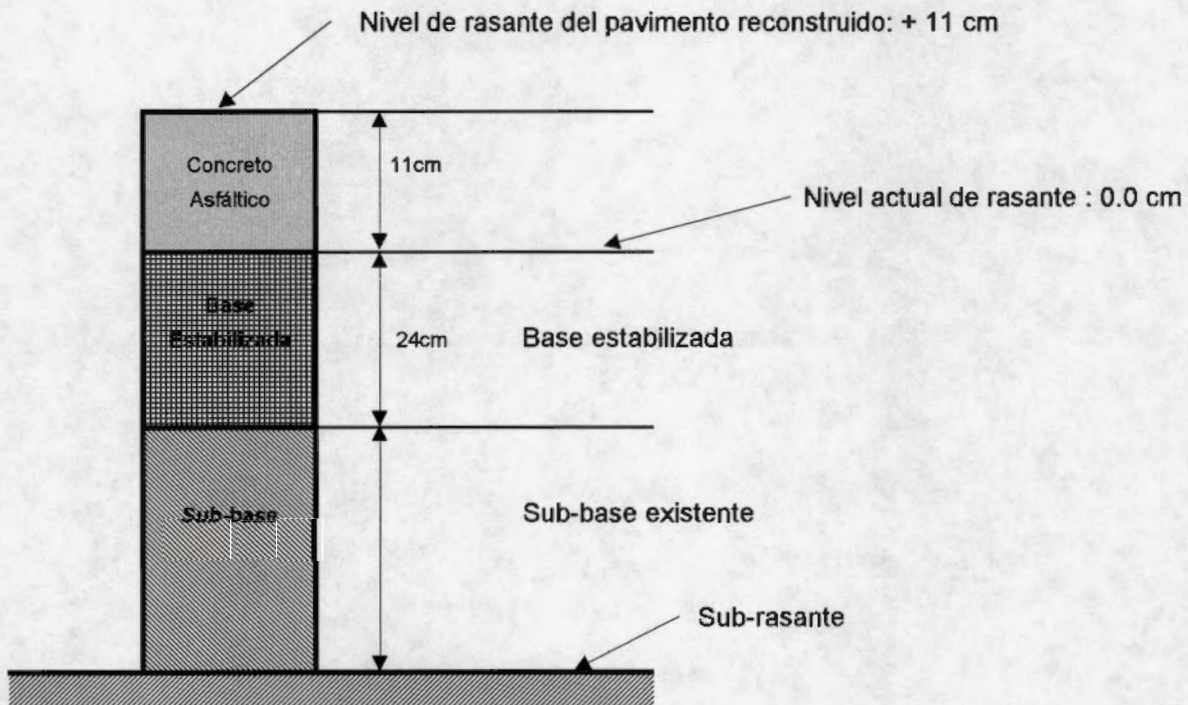
## 5.2 Diseño propuesto

En los croquis siguientes se detalla la solución estructural propuesta para cada una de la vías.

### PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

**RUTA E1 : De la rotonda de La Guacamaya hacia el este.**

#### ALTERNATIVA 1



#### Trabajo a realizar:

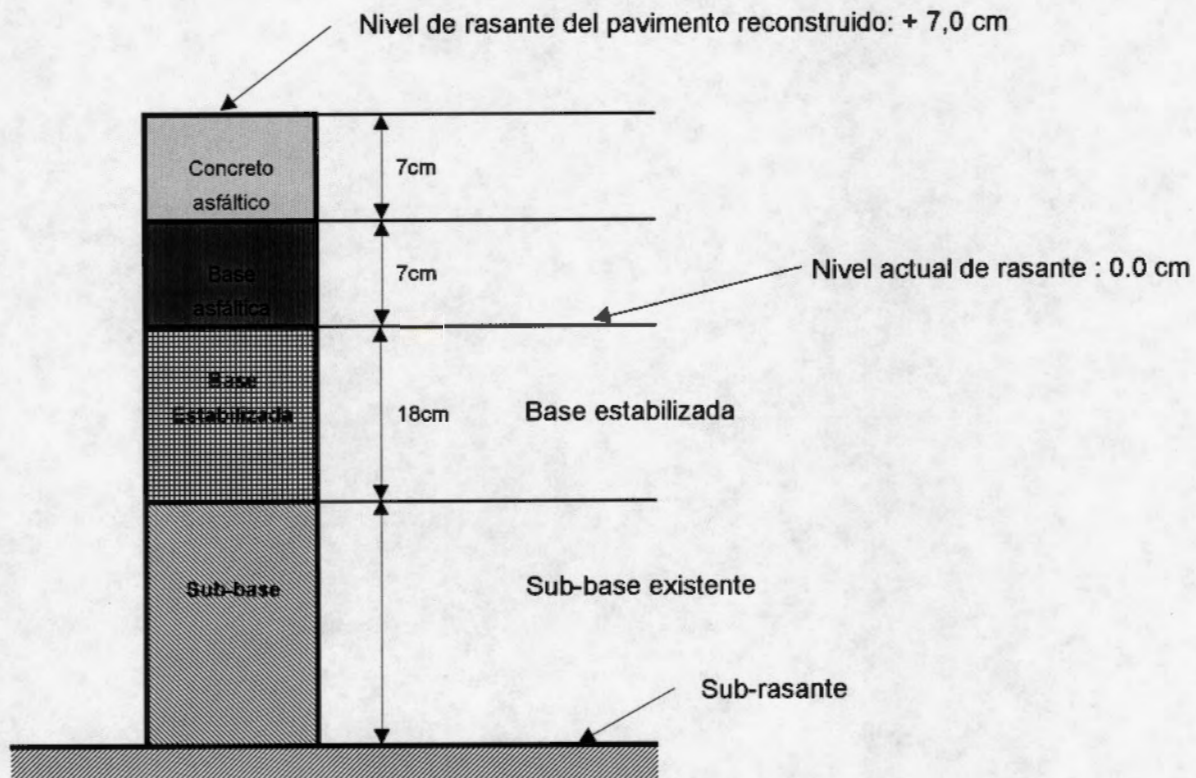
##### ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 24 cm del pavimento existente.
- Colocar 11 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 11 cm.

## PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA E1 : De la rotonda de La Guacamaya hacia el este.

### ALTERNATIVA 2



#### Trabajo a realizar :

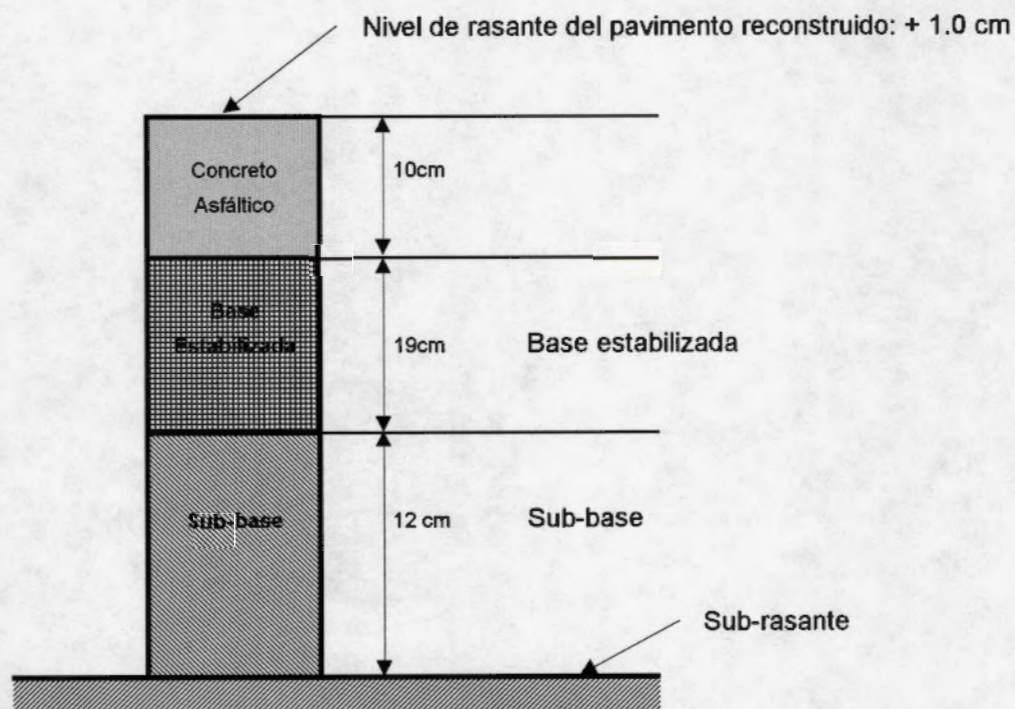
#### ALTERNATIVA 2

- Remover 7 cm del pavimento existente.
- Escarificar y estabilizar 18 cm del pavimento existente.
- Colocar 7,0 cm de base asfáltica.
- Colocar 7,0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 7,0 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA E2 : De la rotonda de la Guacamaya hacia el norte, hasta el puente colindante con San Cayetano

### ALTERNATIVA 1



#### Trabajo a realizar:

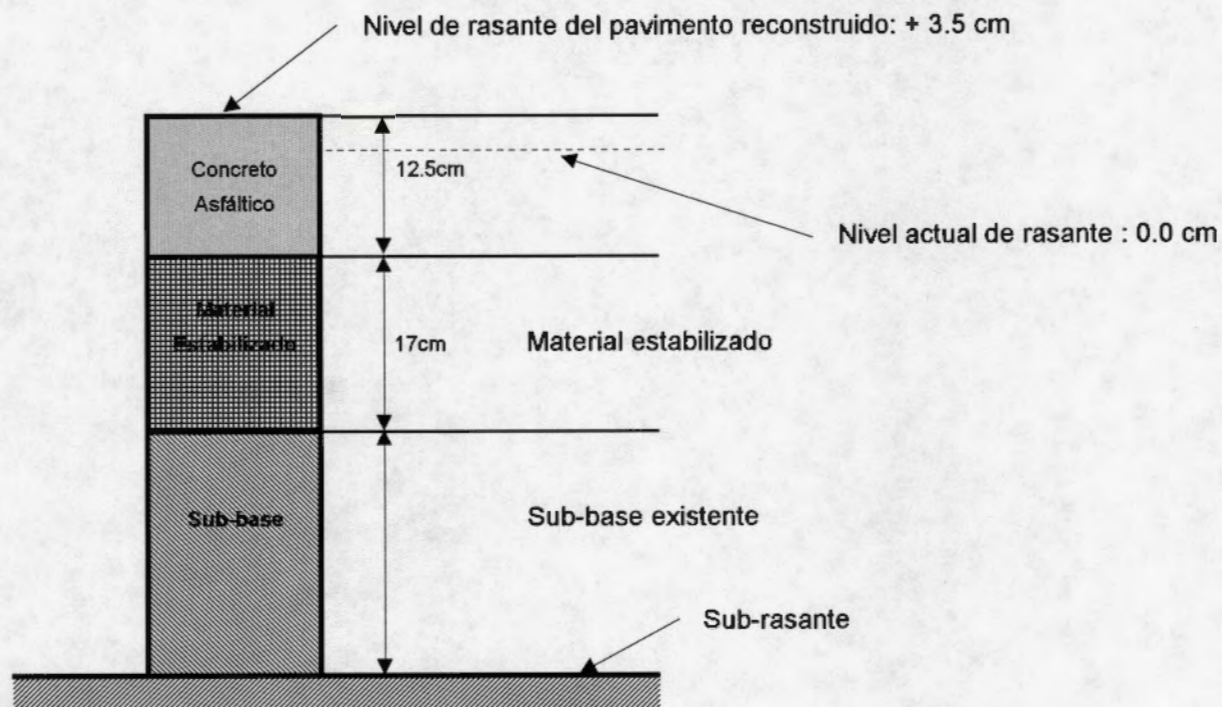
#### ALTERNATIVA 1

- Excavar hasta una profundidad de 40 cm.
- Conformar la sub-rasante y verificar que se obtenga un valor de soporte CBR mayor a 3.5 %.
- Colocar 12 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 19 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 10 cm.
- El nivel de rasante sube + 1.0 cm.

## PERFIL TÍPICO DEL PAVIMENTO

RUTA E2 : De la rotonda de la Guacamaya hacia el norte, hasta el puente colindante con San Cayetano

### ALTERNATIVA 2



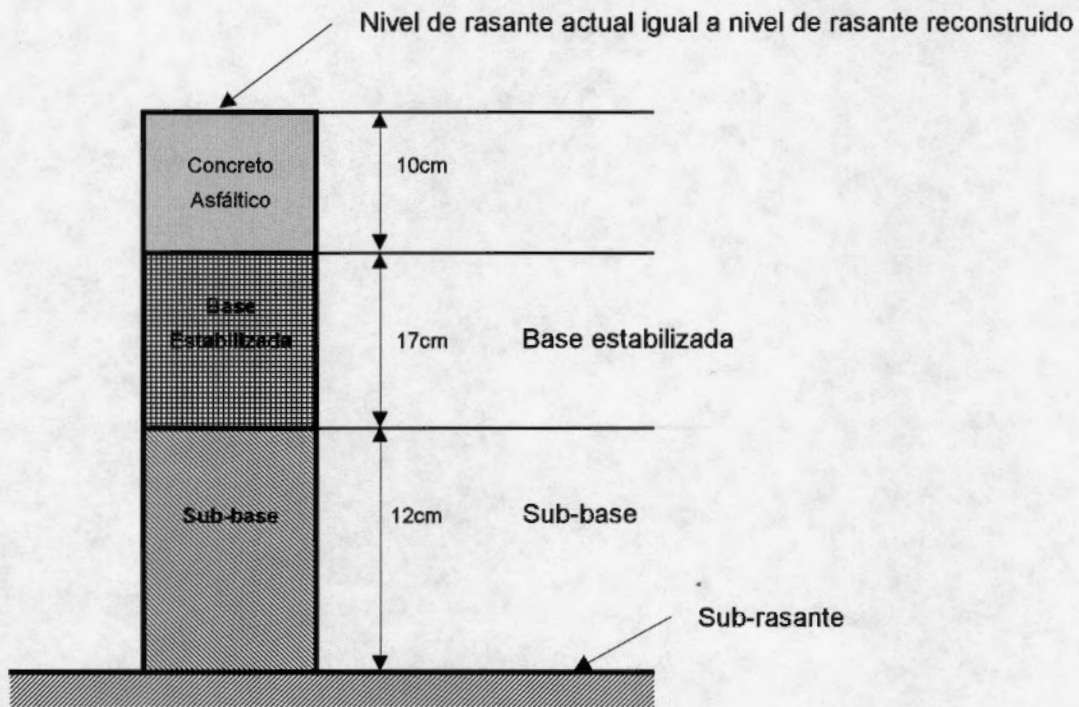
#### Trabajo a realizar:

#### ALTERNATIVA 2

- Remover 9 cm del pavimento existente.
- Escarificar y construir 17 cm de base estabilizada.
- Colocar 12.5 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 3.5 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

**RUTA E3 : Del Rivera´s bar hacia el este, hasta el final de la vía (calle sin salida)**

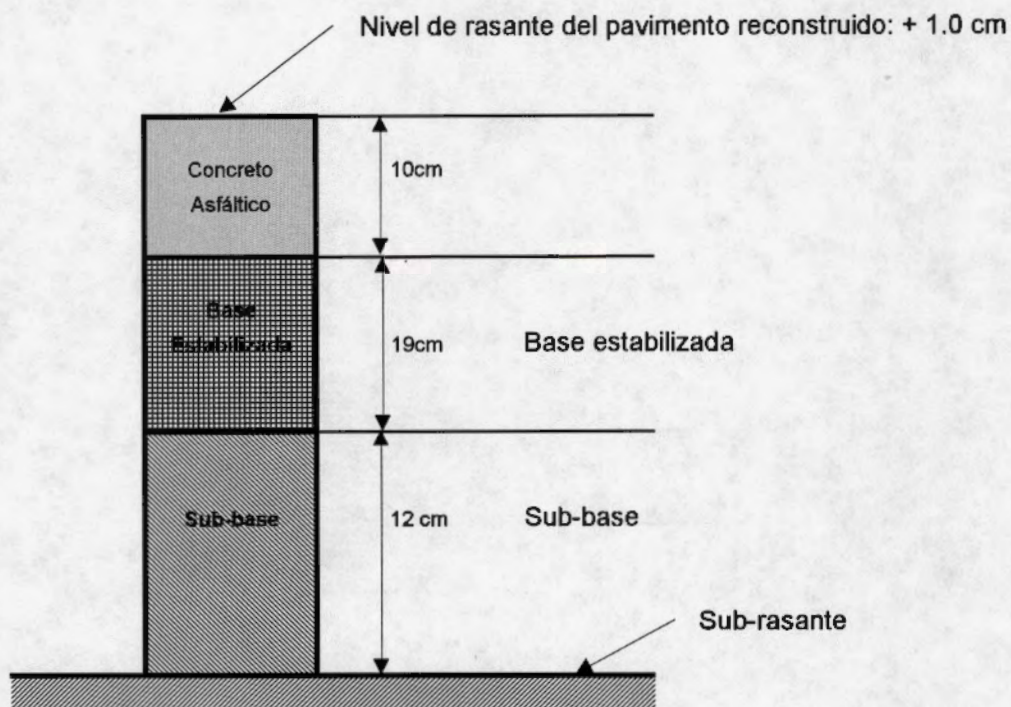


### Trabajo a realizar :

- Excavar 39 cm
- Conformar la sub-rasante y verificar que se obtenga un valor de soporte CBR mayor a 3.5 %.
- Construir una base estabilizada de 17 cm.
- Colocar 10 cm de concreto asfáltico
- El nivel de rasante actual se mantiene.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

**RUTA E4 : De la rotonda de San Sebastián 100 m oeste, hasta la intersección (semáforos de Hatillo)**

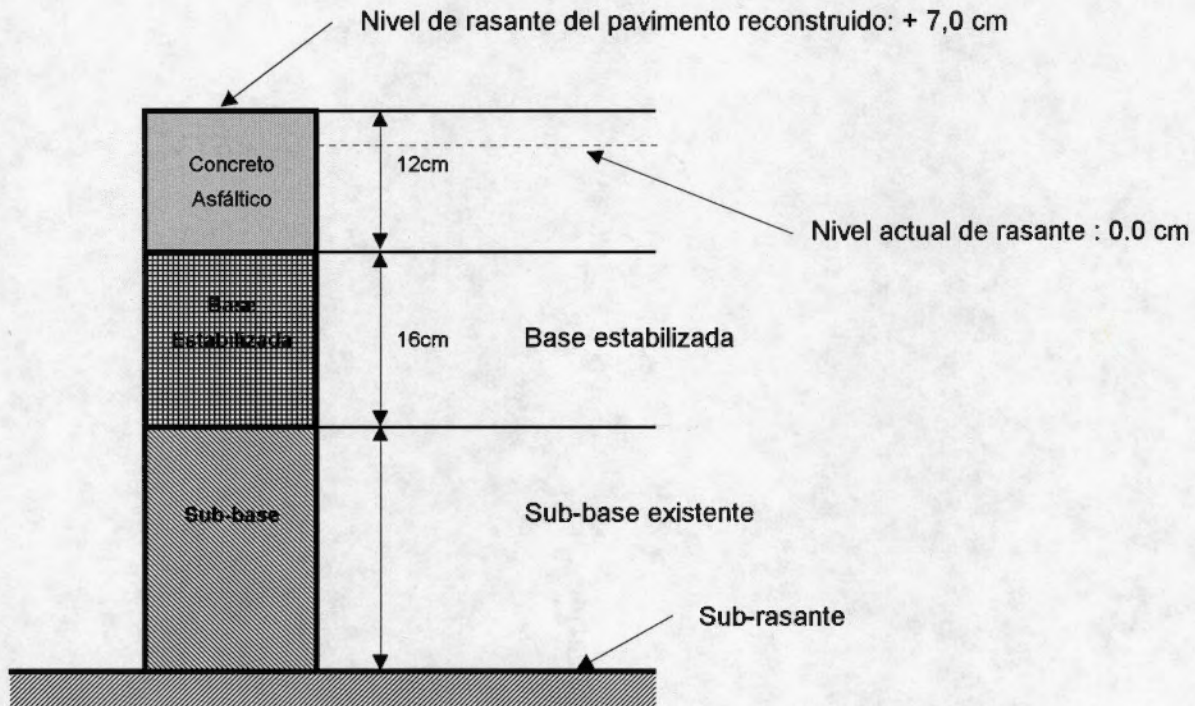


### Trabajo a realizar:

- Excavar hasta una profundidad de 40 cm.
- Conformar la sub-rasante y verificar que se obtenga un valor de soporte CBR mayor a 3.5 %.
- Colocar 12 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 19 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 10 cm.
- El nivel de rasante sube + 1.0 cm.

## PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA E5 : De Pito's bar hacia el oeste, hasta la intersección con Hatillo 1



### Trabajo a realizar :

- Remover 5 cm del pavimento existente.
- Escarificar y construir una base estabilizada de 16 cm.
- Colocar una capa de concreto asfáltico de 12 cm.
- El nivel de rasante sube + 7,0 cm.

## 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 transversales de los diferentes tramos de cada uno de las vías analizadas.

RUTA : E1	ALTERNATIVA A1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Escarificación y estabilización de pavimento existente		9553	0.24	2293
Colocación y conformación de capa asfáltica		9553	0.11	1051

RUTA : E1	ALTERNATIVA A2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		9553	0.07	669
Escarificación y estabilización de pavimento existente		9553	0.18	1720
Colocación y conformación de capa asfáltica		9553	0.07	669
Colocación y conformación de base asfáltica		9553	0.07	669

RUTA : E2	ALTERNATIVA A1	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Excavación		7190	0.4	2876
Colocación y conformación de sub-base		7190	0.12	863
Colocación y conformación de base estabilizada		7190	0.19	1366
Colocación y conformación de capa asfáltica		7190	0.1	719

RUTA : E2	ALTERNATIVA A2	area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		7190	0.09	647
Colocación y conformación de base estabilizada		7190	0.17	1222
Colocación y conformación de capa asfáltica		7190	0.125	899

RUTA : E3		area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Excavación		2980	0.39	1162
Colocación y conformación de base estabilizada		2980	0.16	477
Colocación y conformación de sub-base		2980	0.12	358
Colocación y conformación de capa asfáltica		2980	0.1	298

RUTA : E4		area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Excavación		10563	0.4	4225
Colocación y conformación de sub-base		10563	0.12	1268
Colocación y conformación de base estabilizada		10563	0.19	2007
Colocación y conformación de capa asfáltica		10563	0.1	1056

RUTA : E5		area (m <sup>2</sup> )	espesor (m)	cantidad (m <sup>3</sup> )
Remoción del pavimento existente		10330	0.05	517
Colocación y conformación de base estabilizada		10330	0.16	1653
Colocación y conformación de capa asfáltica		10330	0.12	1240



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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E1

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	100	810		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	100	810		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
7.45	150	1118		Cordón ambos lados de la vía	
			350	Cordón ambos lados de la vía	
9.9	250	2475		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
6.6	200	1320		Cordón ambos lados de la vía	
			800	Cordón solo lado izquierdo	
7.9	200	1580		Cordón solo lado izquierdo	
			1000	Cordón solo lado izquierdo	
7.2	200	1440		Cordón solo lado izquierdo	
			1200	Cordón solo lado izquierdo	
<b>TOTALES</b>	<b>1200</b>	<b>9553</b>			

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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E2

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8	100	800		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
8.2	100	820		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	200	1580		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
8.9	100	890		Cordón ambos lados de la vía	
			500	Cordón ambos lados de la vía	
6	100	600		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
6.5	200	1300		Cordón ambos lados de la vía	
			800	Cordón ambos lados de la vía	
8	150	1200		Cordón ambos lados de la vía	
			950	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	950	7190			

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

**ZONA : SAN SEBASTIAN****ruta : E3****FECHA : 3-5-97**

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.5	200	1700		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	Bahía para buses de 4m
8.1	50	405		Cordón ambos lados de la vía	(largo = 30 m)
			250	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	50	395		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
8	60	480		Cordón ambos lados de la vía	
			360	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>360</b>	<b>2980</b>			

**ZONA : SAN SEBASTIAN****ruta : E4****FECHA : 3-5-97**

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.6	400	3440		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
7.3	100	730		Cordón ambos lados de la vía	
			500	Cordón ambos lados de la vía	
8.6	200	1720		Cordón ambos lados de la vía	
			700	Cordón ambos lados de la vía	
6.1	300	1830		Cordón ambos lados de la vía	
			1000	Cordón ambos lados de la vía	
7.8	200	1560		Cordón ambos lados de la vía	
			1200	Cordón ambos lados de la vía	
7.3	75	547.5		Cordón ambos lados de la vía	
			1275	Cordón ambos lados de la vía	
9.8	75	735		Cordón ambos lados de la vía	
			1350	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	<b>1350</b>	<b>10563</b>			

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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E5

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.5	200	1700		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
7.1	50	355		Cordón ambos lados de la vía	
			250	Cordón ambos lados de la vía	
5.4	150	810		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
9.6	100	960		Cordón ambos lados de la vía	
			500	Cordón ambos lados de la vía	
8.6	100	860		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
7.5	100	750		Cordón ambos lados de la vía	
			700	Cordón ambos lados de la vía	
8.9	300	2670		Cordón ambos lados de la vía	
			1000	Cordón ambos lados de la vía	
8.9	250	2225		Cordón ambos lados de la vía	
			1250	Cordón ambos lados de la vía	
<b>TOTALES</b>	1250	10330			

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ensayo de deflectometría muestra que, aún en las condiciones más favorables (final de la época de verano), en general los pavimentos en estas rutas muestran un déficit importante de capacidad estructural. La ruta E5 presenta mejores condiciones estructurales en el ensayo deflectométrico, no obstante la deflexión característica es mayor a  $150 \text{ mm} \cdot 10^{-2}$ .

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 (arcillas de alta plasticidad, materiales de mala graduación, capas granulares contaminadas con arcilla, suelos orgánicos, inexistencia de algunas de las capas, etc).

3. En algunos sondeos solo se detectó una capa de base de mala calidad, entre la sub-rasante y la capa asfáltica.

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

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.
- Contaminación por finos arcillosos.
- Falta de compactación.

7. A nivel de base se encontró :

- Capas de poco espesor.
- En algunos casos se construyeron bases de lastre (tobas).
- Insuficiencia de capacidad estructural y, en algunos casos, escasa compactación.
- Contaminación por finos arcillosos.
- Capas estabilizadas severamente agrietadas.
- Material asfáltico tipo macadam, severamente oxidado y con escasa compactación.

## 8. Capa asfáltica :

En general se trata de una o más capas de concreto asfáltico, de escaso espesor. El pavimento asfáltico muestra condiciones avanzadas de oxidación, desprendimientos y agrietamiento severo, con algunas deficiencias de conformación y de drenaje superficial. El nivel de deterioro y de deformaciones superficiales que se observan en las rutas, concuerdan con la escasa capacidad estructural del pavimento existente.

En general en estas rutas, por su avanzado deterioro, por su escasa capacidad estructural y por la calidad deficiente de los materiales que conforman el pavimento (incluida la sub-rasante), requieren de acciones 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. Teniendo en cuenta la condición y calidad de los materiales constitutivos de estos pavimentos, la alternativa de rehabilitarlos por medio de la escarificación y estabilización de las capas superiores, tienen implícito los siguientes riesgos:

- Por la variabilidad de los espesores, podría eventualmente presentarse la situación de que el espesor que se debe escarificar supere el espesor total del pavimento existente, lo que implica que se estaría llegando a nivel de la sub-rasante, en cuyo caso deben tomarse en el sitio las medidas que corresponda.

- Como es imposible detectar por medio de los sondeos, todas las posibles situaciones que presentan las capas inferiores y la sub-rasante, la opción de rehabilitación deja la incertidumbre de que no se tiene certeza absoluta de la calidad y propiedades de los materiales a dicho nivel del pavimento.

- La opción de estabilización obliga a un detallado estudio en laboratorio que garantice el comportamiento adecuado de dicha estabilización en el largo plazo, especialmente cuando se tritura concreto asfáltico o capas estabilizadas, condición que debe garantizarse con un adecuado estudio de laboratorio y con un estricto control de calidad durante la ejecución de la obras, haciéndose cumplir todos los requerimientos de calidad de la base estabilizada, incluido la granulometría y la homogeneidad del proceso constructivo (espesores, humedad, compactación, dosificación de aditivo, etc).

- Se recomienda utilizar la cal como aditivo estabilizante para evitar el problema de grietas por retracción que presenta el cemento. Otras opciones de estabilización pueden ser consideradas, siempre que tengan el debido soporte de laboratorio y que cumplan con los requerimientos estructurales equivalentes a una base estabilizada con cemento tipo BE-35 del CR-77.

11. 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.

12. 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 lo 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.

13. 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 ítemes que podrían requerirse eventualmente en los proyectos, como por ejemplo:

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

14. Cuando se aplique la alternativa de rehabilitación por medio de la escarificación y estabilización de las capas superiores existentes, debe hacerse una inspección cuidadosa en el momento de la escarificación para verificar que el material sub-yacente a esta capa, corresponde a una sub-base debidamente compactada. Caso contrario debe corregirse la anomalía que se detecte.

15. 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.

16. El concreto asfáltico, debe construirse con los 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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, cuando esto procede, 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.

En el caso de la alternativa de rehabilitación por escarificación y estabilización de las capas superiores, debe tenerse en cuenta las recomendaciones señaladas en el capítulo 7 de este informe.



### **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 sobretamaño 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 existente presenta deficiencias de calidad, pueden escogerse entre las siguientes opciones :
  - Readecuar los materiales existentes eliminando lo que incumple con las especificaciones y adicionar 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 hacerse los análisis de laboratorio que así lo demuestren.
- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento en el largo plazo.
- Debe tener un módulo resiliente mayor a 20000 kg/cm<sup>2</sup>.
- Pueden aceptarse opciones de estabilización, siempre que demuestren igual o mejores propiedades en términos de : resistencia a compresión, módulo resiliente, durabilidad a largo plazo y contracción por fraguado.
- Si por alguna circunstancia no se alcanzan las resistencias especificadas el diseñar la estabilización con cal (caso de materiales granulares con escasa cantidad de finos), debe entonces diseñarse en laboratorio una opción equivalente de estabilización, por ejemplo utilizando cal y cemento en iguales proporciones (50% de cal y 50% de cemento).

- Debe tenerse en consideración que la sobre dosificación de estos aditivos hidráulicos incrementa el riesgo de agrietamiento por contracción.

### **Capa de rodamiento**

Debe ser una mezcla densa, graduación B (CR-77), que cumpla con los siguientes requerimientos :

- 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%.
- Equivalente de arena mayor a 50.

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  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  respecto a la temperatura de mezclado, no se puede colocar en el proyecto.

- Las tolerancias máximas permisibles en la granulometría de la mezcla, 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- Entre las mallas de 19mm a la N° 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 : RUTA E1

TABLA # 1.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E1= GUACAMAYA ESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	9217	
1998	9678	
1999		10162
2000		10670
2001		11203
2002		11763
2003		12352
2004		12969
2005		13618
2006		14299
2007		15014
2008		15764
2009		16552
2010		17380
SUMATORIA		161746

TABLA # 1.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
89.5	2	5	3.5

TABLA # 1.3 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	2.64E+04	5.90E+05	1.03E+05	1.19E+06	1.91E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E1

TABLA # 2.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E1= GUACAMAYA ESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	9217	
1998	9678	
1999		10162
2000		10670
2001		11203
2002		11763
2003		12352
2004		12969
2005		13618
2006		14299
2007		15014
2008		15764
2009		16552
2010		17380
SUMATORIA		161746

TABLA # 2.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
85	3.5	7	4.5

TABLA # 2.3 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	2.51E+04	1.03E+06	1.45E+05	1.53E+06	2.73E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E1

TABLA # 3.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E1= GUACAMAYA ESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	9217	
1998	9678	
1999		10162
2000		10670
2001		11203
2002		11763
2003		12352
2004		12969
2005		13618
2006		14299
2007		15014
2008		15764
2009		16552
2010		17380
SUMATORIA		161746

TABLA # 3.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
84	4.5	7	4.5

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	2.48E+04	1.33E+06	1.45E+05	1.53E+06	3.03E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E2

TABLA # 4.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E2 = GUACAMAYA NORTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	4714	
1998	4950	
1999		5197
2000		5457
2001		5730
2002		6016
2003		6317
2004		6633
2005		6965
2006		7313
2007		7679
2008		8063
2009		8466
2010		8889
SUMATORIA		82724

TABLA # 4.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
91	1.5	4	3.5

TABLA # 4.3 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	1.37E+04	2.26E+05	4.23E+04	6.08E+05	8.90E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E2

TABLA # 5.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E2 = GUACAMAYA NORTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	4714	
1998	4950	
1999		5197
2000		5457
2001		5730
2002		6016
2003		6317
2004		6633
2005		6965
2006		7313
2007		7679
2008		8063
2009		8466
2010		8889
SUMATORIA		82724

TABLA # 5.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
86	3	6.5	4.5

TABLA # 5.3 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	1.30E+04	4.53E+05	6.87E+04	7.81E+05	1.32E+06



PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E2

TABLA # 6.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E2 = GUACAMAYA NORTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	4714	
1998	4950	
1999		5197
2000		5457
2001		5730
2002		6016
2003		6317
2004		6633
2005		6965
2006		7313
2007		7679
2008		8063
2009		8466
2010		8889
SUMATORIA		82724

TABLA # 6.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
85	4	6.5	4.5

TABLA # 6.3 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	1.28E+04	6.04E+05	6.87E+04	7.81E+05	1.47E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E4

TABLA # 7.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E4 = COLONIA KENNEDY		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5386	
1998	5655	
1999		5938
2000		6235
2001		6547
2002		6874
2003		7218
2004		7579
2005		7958
2006		8355
2007		8773
2008		9212
2009		9672
2010		10156
SUMATORIA		94517

TABLA # 7.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
89.5	2	5	3.5

TABLA # 7.3 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	1.54E+04	3.45E+05	6.04E+04	6.94E+05	1.12E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E4

TABLA # 8.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E4 = COLONIA KENNEDY		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5386	
1998	5655	
1999		5938
2000		6235
2001		6547
2002		6874
2003		7218
2004		7579
2005		7958
2006		8355
2007		8773
2008		9212
2009		9672
2010		10156
SUMATORIA		94517

TABLA # 8.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
85	3.5	7	4.5

TABLA # 8.3 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	1.47E+04	6.04E+05	8.45E+04	8.93E+05	1.60E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E4

TABLA # 9.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E4 = COLONIA KENNEDY		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5386	
1998	5655	
1999		5938
2000		6235
2001		6547
2002		6874
2003		7218
2004		7579
2005		7958
2006		8355
2007		8773
2008		9212
2009		9672
2010		10156
SUMATORIA		94517

TABLA # 9.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
84	4.5	7	4.5

TABLA # 9.3 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	1.45E+04	7.76E+05	8.45E+04	8.93E+05	1.77E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E5

TABLA # 10.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E5 = CAÑADA SUR		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	920	
1998	966	
1999		1014
2000		1065
2001		1118
2002		1174
2003		1233
2004		1295
2005		1359
2006		1427
2007		1499
2008		1574
2009		1652
2010		1735
SUMATORIA		16145

TABLA # 10.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
89.5	2	5	3.5

TABLA # 10.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.64E+03	5.89E+04	1.03E+04	1.19E+05	1.90E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E5

TABLA # 11.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E5 = CANADA SUR		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	920	
1998	966	
1999		1014
2000		1065
2001		1118
2002		1174
2003		1233
2004		1295
2005		1359
2006		1427
2007		1499
2008		1574
2009		1652
2010		1735
SUMATORIA		16145

TABLA # 11.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
85	3.5	7	4.5

TABLA # 11.3 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	2.50E+03	1.03E+05	1.44E+04	1.52E+05	2.73E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA E5

TABLA # 12.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

E5 = CANADA SUR		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	920	
1998	966	
1999		1014
2000		1065
2001		1118
2002		1174
2003		1233
2004		1295
2005		1359
2006		1427
2007		1499
2008		1574
2009		1652
2010		1735
SUMATORIA		16145

TABLA # 12.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
84	4.5	7	4.5

TABLA # 12.3 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	2.47E+03	1.33E+05	1.44E+04	1.52E+05	3.02E+05

**ANEXO 2**

**SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DEL  
PAVIMENTO EXISTENTE Y ENSAYOS DE LABORATORIO**



**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: S.SEBASTIAN

TRAMO : E1

MUESTRA : H27

FECHA : 18-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
11.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
11.0	BASE	Estabilizada, muy agrietada
18.0	SUB-BASE	<p>Lastre color gris, medianamente compactado.</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: center;">#4 = 66.5</p> <p style="text-align: center;">#40 = 35.2</p> <p style="text-align: center;">#200 = 17.6</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla gris de plasticidad media</p> <p style="text-align: center;">LIMITES      GRANUL. (%PAS)      CBR sitio &lt; 2 %</p> <p>LL = 49,7      #4 = 89,4      CBR laboratorio = 5%</p> <p>LP = 31,3      #40 = 81,1</p> <p>IP = 18,3      #200 = 63,5</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: S.SEBASTIAN

TRAMO : E2

MUESTRA : H26

FECHA : 21-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
9.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, constituido de varias capas muy dañadas.
26.0	BASE	<p>Lastre de mala calidad, mal graduado, muy contaminado con arcilla, y muy suelto            Tamaño máximo = 12.5 cm (5" ) .</p> <p>LIMITES      GRANUL. (%PAS)            LL = 26,6    #4 = 55,1            IP = 19,8    #40 = 38,8            IP = 6,8     #200 = 25,0</p>
0.0	SUB-BASE	No existe
	SUB-RASANTE	<p>Limo arcilloso de color negro, plasticidad media.</p> <p>LIMITES      GRANUL. (%PAS)    CBR sitio &lt; 2 %            LL = 60,4    #4 = 97,0            CBR laboratorio = 3.0 %            LP = 26,4    #40 = 82,1            IP = 34,0    #200 = 69,1</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: S.SEBASTIAN

TRAMO : E4

MUESTRA : H24

FECHA : 21-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado
12.0	BASE	Estabilizada muy agrietada
11.0	SUB-BASE	<p>Lastre gris con pocos finos, mucho sobretamaño, medianamente compactada.  Tamaño máximo = 17.75 cm (7")</p> <p>LIMITES            GRANUL. (%PAS)</p> <p>LL = 23,5        #4 = 35,8</p> <p>LP = 19,1        #40 = 21,1</p> <p>IP = 4,4            #200 = 15,1</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla gris de alta plasticidad</p> <p>LIMITES            GRANUL. (%PAS)    CBR sitio = 2 %</p> <p>LL = 64,9        #4 = 99,1            CBR laboratorio &lt; 2 %</p> <p>LP = 25,5        #40 = 88,1</p> <p>IP = 39,4        #200 = 74,8</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: S.SEBASTIAN

TRAMO : E5

MUESTRA : H25

FECHA : 21-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
10.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico.
14.0	BASE	Piedra quebrada, sobretamaño, pocos finos y compactada. Apariencia de prescencia de finos plásticos. Tamaño máximo = 10cm (4")  LIMITES      GRANUL. (%PAS) LL = 24,4      #4 = 34,2 LP = 15,8      #40 = 18,4 IP = 8,6        #200 = 11,4
5.0	SUB-BASE	Lastre gris oscuro, mal graduado, con pocos finos y medianamente compactada. Tamaño máximo = 10cm (4")  GRANUL. (%PAS) #4 = 74,2 #40 = 33,3 #200 = 2,3
	SUB-RASANTE	Limo arcilloso color negro.  LIMITES      GRANUL. (%PAS)      CBR sitio = 5 % LL = 52,4      #4 = 99,6              CBR laboratorio > 6 % LP = 41,4      #40 = 92,2 IP = 10,9      #200 = 66,3

**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: S.SEBASTIAN

RUTA : E2

MUESTRA : X 12

FECHA : 16-6-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, compuesto de varias carpetas muy dañadas.
6.5	BASE	Lastre gris con sobretamaño y medianamente compactado.
25.0	SUB-BASE	Lastre gris fino, medianamente compactado. Tamaño máximo = 3.75cm (1.5")
	SUB-RASANTE	Suelo limo-arcilloso de plasticidad media-alta, color café oscuro. Contiene suelo orgánico.  CBR sitio = 4 %

**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: S.SEBASTIAN

RUTA : E3

MUESTRA : X60

FECHA : 21-10-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
1.5	PAVIMENTO	Tratamiento superficial asfáltico, muy deteriorado.
5.5	BASE	Piedra quebrada, revuelta con macadam y contaminada con finos arcillosos, además posee pocos finos y se encuentra muy suelta. Tamaño máximo = 3,75cm (1.5")
17.0	SUB-BASE	Lastre girs, contaminado con arcilla, suelta Tamaño máximo = 7.5cm (3")
	SUB-RASANTE	Arcilla de color café, de alta plasticidad y muy compacta  CBR sitio = 3.2 %

**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: S.SEBASTIAN

RUTA : E4

MUESTRA : X61

FECHA : 21-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
17.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, en varias capas y muy deteriorado.
10.0	BASE	Piedra contaminada con arcilla, mucha piedra redondeada, compactada. Tamaño máximo = 7.5 cm (3")
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Limo orgánico de color negro.  CBR sitio = 2 %

**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: S.SEBASTIAN

RUTA : E5

MUESTRA : X62

FECHA : 21-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
8.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, en varias capas y muy deteriorado.
11.5	BASE	Piedra gris mal graduada y contaminada con arcilla, compactada. Tamaño máximo = 10.0 cm (4")
14.5	SUB-BASE	Piedra quebrada de color rojizo , revuelta con lastre y contaminada con arcilla, y compactada. Tamaño máximo = 11.25 cm (4.5")
	SUB-RASANTE	Material arcilloso de plasticida media-alta, muy revuelto con suelo orgánico (se detectaron raíces en descomposición).  CBR sitio < 2 %



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 23 DE ABRIL DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE  
 E1 H27

PRUEBA: PROCTOR

COMPACTACION

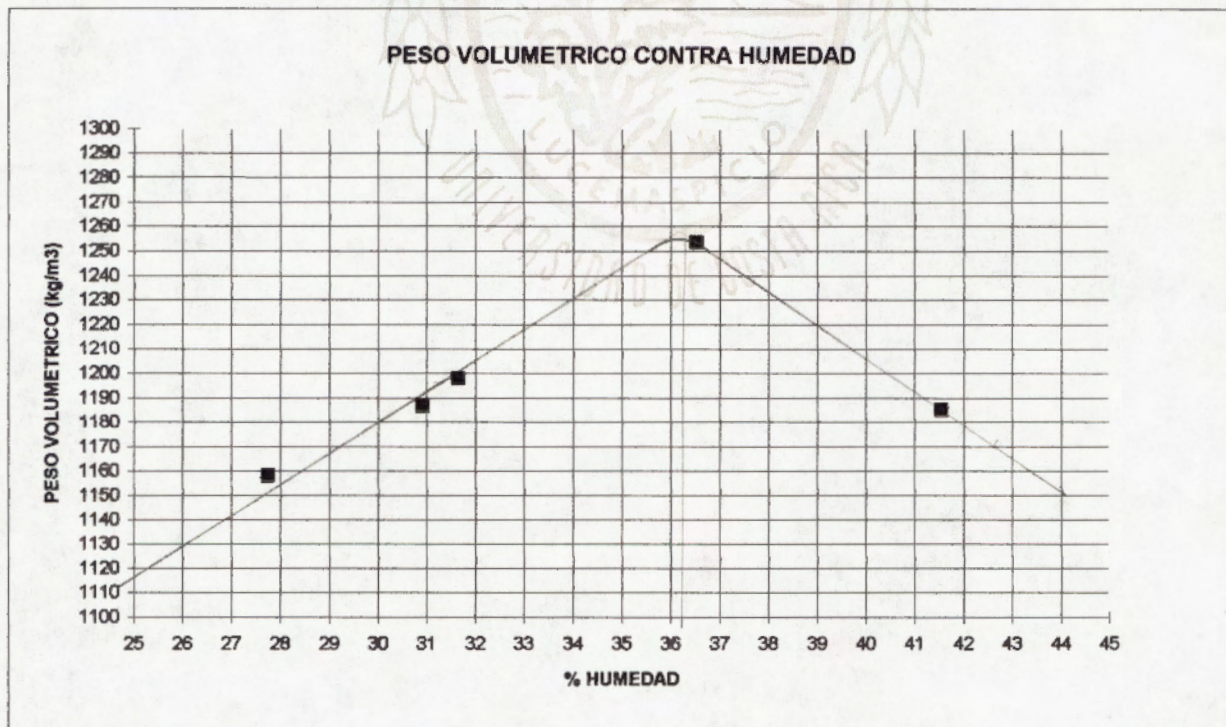
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5612	5704	5831	5799	5682		
P molde	4215	4215	4215	4215	4215		
Ww	1397	1489	1616	1584	1467		
$\delta_w$	1479	1577	1711	1677	1554		
$\delta_s$	1158	1198	1253	1185	1187		

$$\gamma_{max} = 1255 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 36.2\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	44	54	51	66	52
Ww + Wc	215,2	294,0	209,8	259,1	227,0
Ws + Wc	177,0	232,9	164,3	210,7	182,4
Ww	38,2	61,1	45,5	48,4	44,6
Wc	39,2	39,8	39,6	94,3	38,2
Ws	137,8	193,1	124,7	116,4	144,3
%W	27,8	31,6	36,5	41,6	30,9



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: 28 DE ABRIL DE 1997

MUESTRA No: E-1 HUECO: H-27 SUBRASANTE

LOCALIZACION:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta m = 1255$  Wo: 36.2 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10749												
56	1	7134	3615	1706	1243	99.1	11	213.9	166.6	39.5		47.3	127.1	37.2
		10809												
28	2	7357	3452	1624	1164	94.3	77	346.0	280.6	104.4		65.3	176.2	37.1
		10391												
14	4	7183	3208	1506	1097	87.4	82	356.0	289.2	105.2		66.8	164.0	37.4
														37.2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO					% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
1	22-abr	3:30	342.00	372.00	374.00	375.00	375.00	8.77	9.36	9.65	9.65
2	22-abr	3:30	289.00	309.00	312.00	312.00	313.00	6.92	7.96	7.96	8.30
4	22-abr	3:30	290.00	309.00	312.00	310.00	313.00	6.55	7.59	6.90	7.93

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	12.0	18.0	23.0	29.0	34.0	39.0	43.0	48.0	52.0
1	0.06	1.476	2.892	4.308	5.488	6.904	8.064	9.284	10.208	11.368	12.332
	0.0	6.0	9.0	12.0	15.0	19.0	22.0	25.0	28.0	31.0	34.0
2	0.08	1.476	2.184	2.892	3.6	4.544	5.252	5.96	6.666	7.376	8.084
	0.0	3.5	6.0	7.0	8.0	9.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
4	0.06	0.886	1.476	1.712	1.948	2.184	2.656	2.892	3.128	3.364	3.6

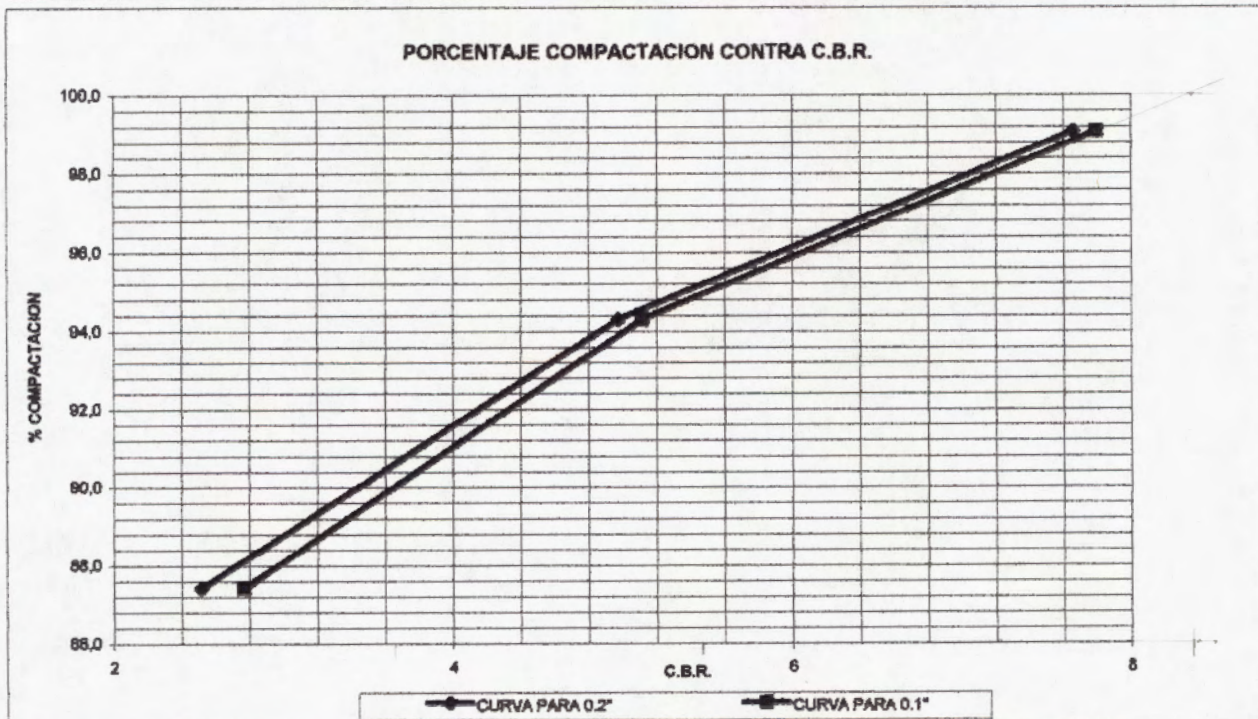
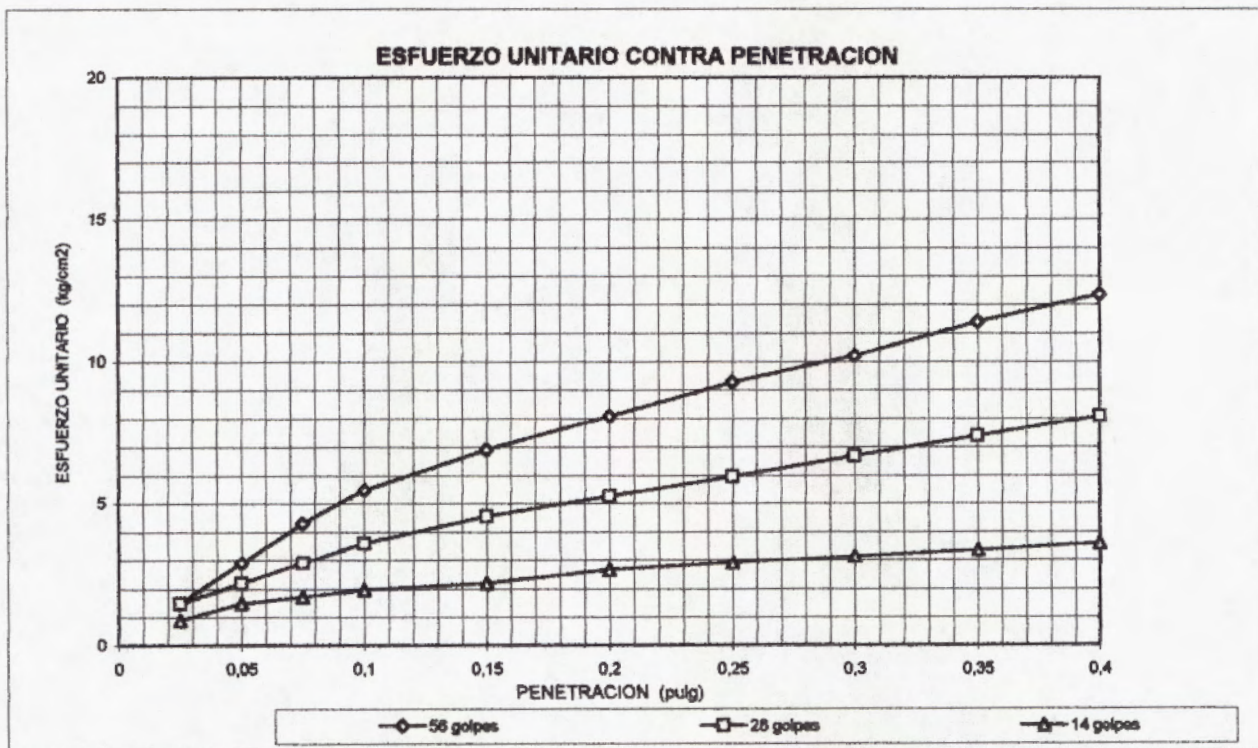
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	5.49	8.08	99,1	7.80	7.66
28	3.60	5.25	94,9	5.11	4.97
14	1.95	2.66	87,4	2.77	2.52

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 28 DE ABRIL DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No: E-1 HUECO: H-27  
 LOCALIZACION:



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 13 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE  
 E - 2 HUECO 26

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5515	5598	5720	5828	5806		
P molde	4215	4215	4215	4215	4215		
Ww	1300	1383	1505	1613	1591		
$\delta w$	1377	1465	1594	1708	1685		
$\delta s$	1123	1160	1224	1243	1185		

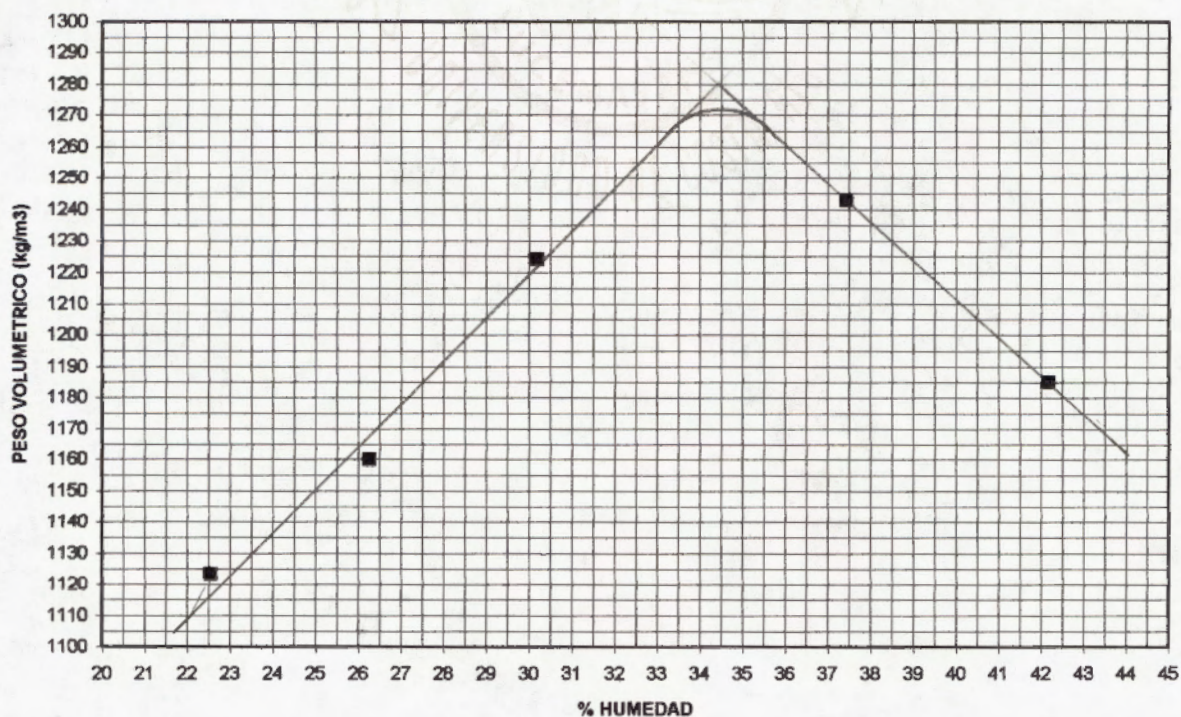
$$\gamma_{max} = 1272 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 34.5\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	50	46	48	52	53
Ww + Wc	219,3	277,2	239,3	167,9	256,8
Ws + Wc	186,2	227,4	193,0	132,6	191,8
Ww	33,1	49,8	46,3	35,4	65,1
Wc	39,3	37,7	39,7	38,2	37,5
Ws	146,9	189,7	153,3	94,4	154,3
%W	22,6	26,3	30,2	37,4	42,2

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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: 13 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: E - 2

HUECO: 26

LOCALIZACIÓN: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE CLARO CON PARTICULAS ANARANJADAS

$\delta m = 1272$

W<sub>o</sub>: 34,5 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	W <sub>w</sub> +M	W <sub>w</sub>	X <sub>m</sub>	X <sub>s</sub>	% C	CAP.	W <sub>w</sub> +C	W <sub>s</sub> +C	W <sub>c</sub>	e	W <sub>w</sub>	W <sub>s</sub>	%W
		10862												
56	7	7425	3437	1625	1229	96,6	75	355,1	296,8	116,3		58,3	180,5	32,3
		10609												
28	10	7361	3248	1544	1168	91,9	71	325,7	273,5	111,4		52,2	162,1	32,2
		9968												
14	13	7191	2777	1314	994	78,1	45	335,4	277,6	97,2		57,8	180,5	32,0
														32,2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			L <sub>o</sub>	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
7	5-may	2:30	263,00	357,00	357,00	368,00	368,00	26,15	26,15	30,04	30,04
10	5-may	2:30	304,00	368,00	368,00	375,00	375,00	21,05	21,05	23,36	23,36
13	5-may	2:30	282,00	295,00	295,00	298,00	298,00	4,61	4,61	5,67	5,67

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	L <sub>o</sub>	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	3,0	6,0	9,0	10,5	13,0	15,0	17,0	18,0	19,5	21,0
7	0,06	0,768	1,476	2,184	2,538	3,128	3,6	4,072	4,308	4,662	5,016
	0,0	2,0	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	10,5	11,0	12,0	13,0
10	0,06	0,532	1,004	1,358	1,712	2,066	2,42	2,538	2,656	2,892	3,128
	0,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
13	0,06	0,176	0,176	0,296	0,296	0,296	0,414	0,414	0,532	0,532	0,532

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	2,54	3,60	96,6	3,61	3,41
28	1,71	2,42	91,9	2,43	2,29
14	0,30	0,41	78,1	0,42	0,39

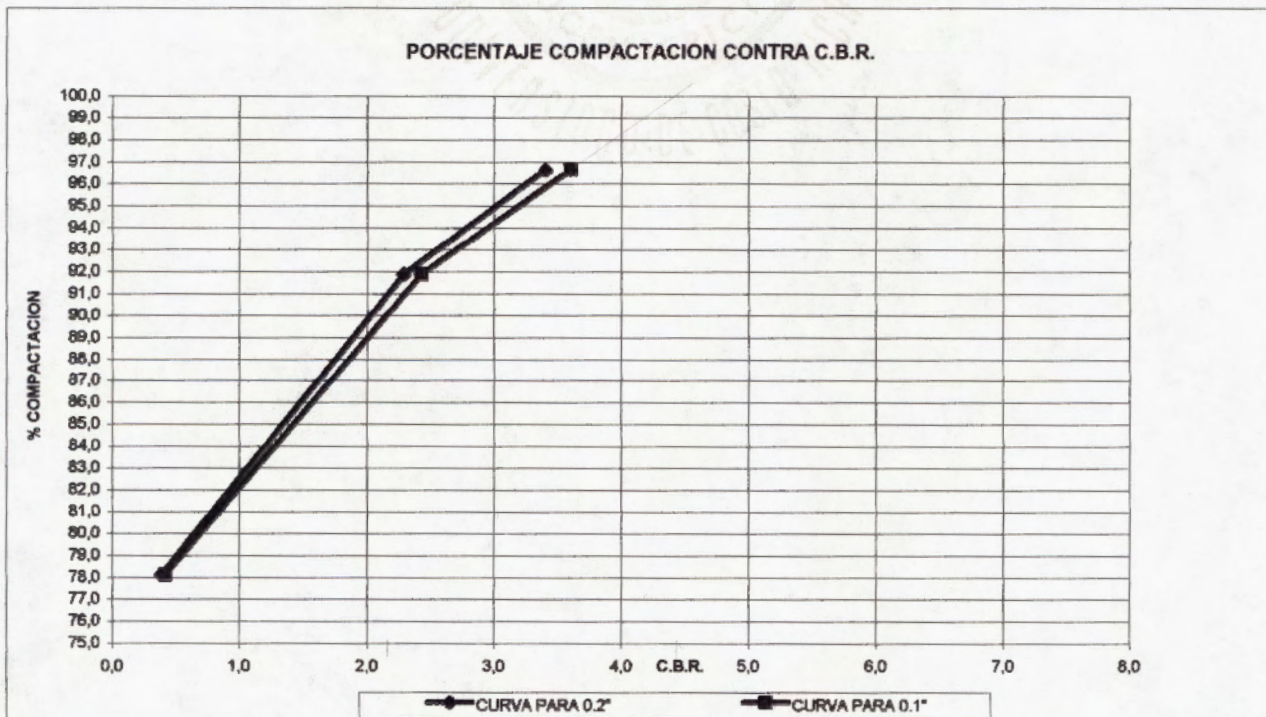
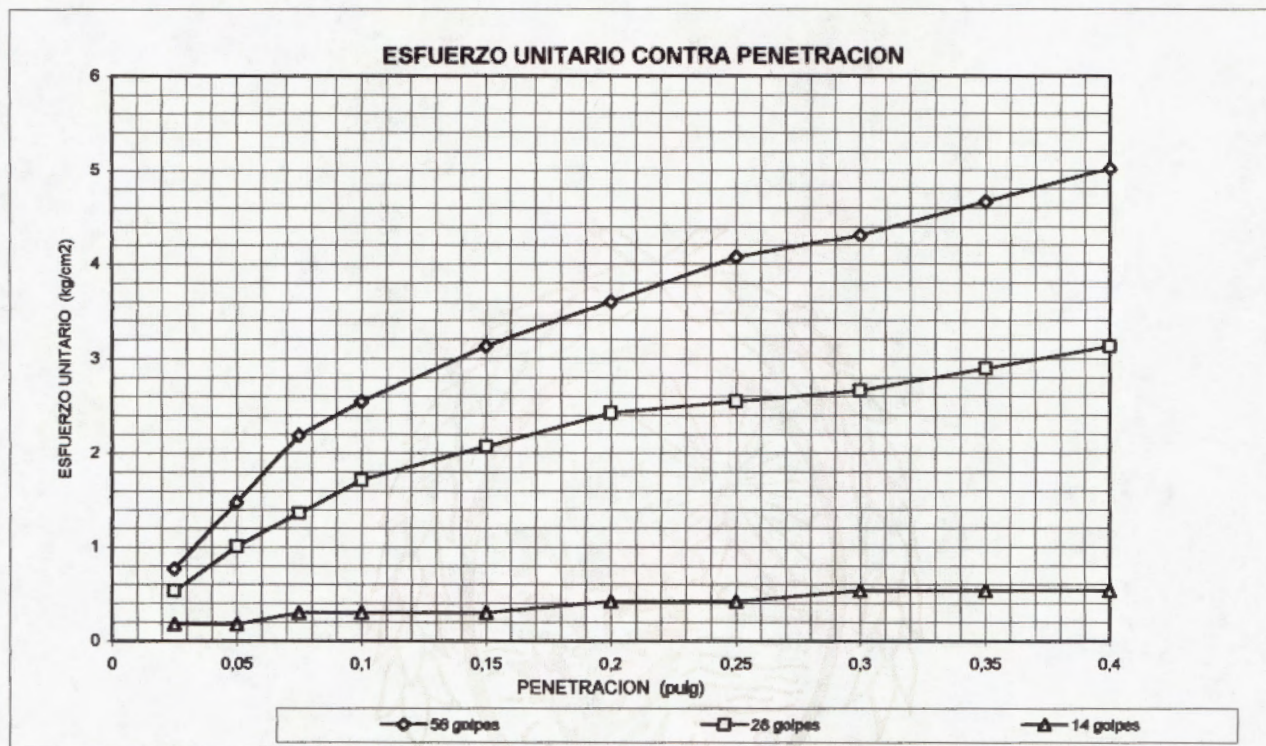
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 13 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

MUESTRA No: E-2 HUECO: 26  
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 15 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA GRIS AMARILLENTO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: E - 4 HUECO # 24 PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

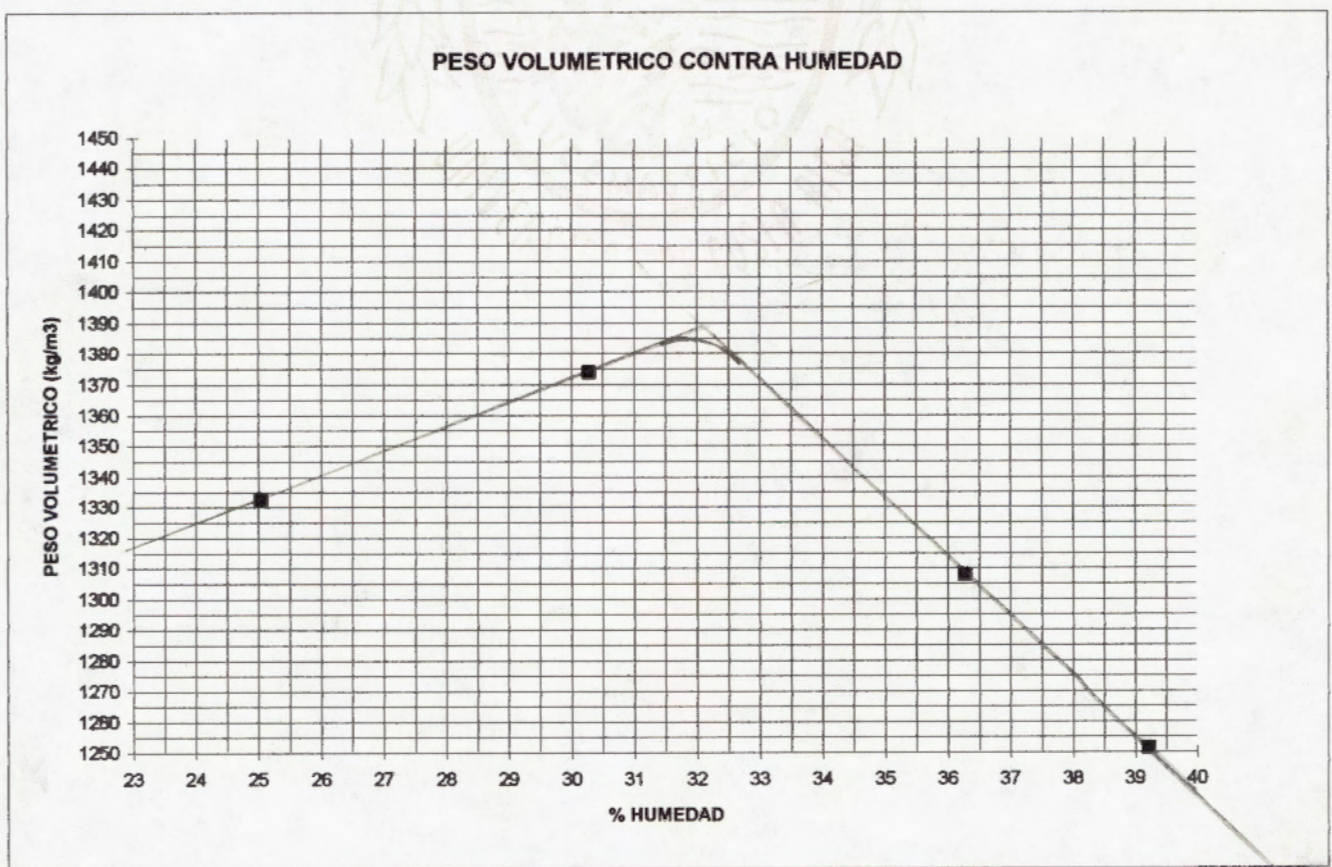
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5785	5902	5895	5857			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1573	1690	1683	1645			
δ w	1666	1790	1782	1742			
δ s	1332	1374	1308	1251			

$\gamma_{max} = 1385 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 31.7\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	48	45	47	74
Ww + Wc	397,7	445,6	445,6	501,3
Ws + Wc	326,0	351,4	337,1	389,5
Ww	71,7	94,2	108,5	111,8
Wc	39,7	40,4	38,1	104,6
Ws	286,3	311,0	299,0	284,9
%W	25,0	30,3	36,3	39,2



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:

22 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: E-4 HUECO: H-24 SUBRASANTE

LOCALIZACION:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL ARCILLA GRIS AMARILLENTO

$\delta m = 1365$

Wo: 31,7 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11024												
56	19	7278	3746	1755	1334	96,3	52	248,9	196,5	38,2		50,4	160,4	31,4
		10600												
28	20	7099	3501	1657	1260	91,0	47	307,1	243,5	38,1		63,6	205,4	31,0
		10913												
14	26	7703	3210	1520	1155	83,4	11	235,1	187,5	39,5		47,6	148,0	32,2
														31,5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
19	15-may	4:00	731,00	811,00	828,00	-	868,00	10,94	13,27	-	18,74
20	15-may	4:00	303,00	418,00	444,00	-	480,00	37,95	46,53	-	58,42
26	15-may	4:00	304,00	438,00	455,00	-	458,00	44,08	49,67	-	50,66

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	2,0	2,5	3,0	3,5	3,8	4,5	4,8	5,0	5,3	5,8
19	0,06	0,532	0,65	0,788	0,886	0,945	1,122	1,181	1,24	1,299	1,417
	0,0	2,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,3	7,0	7,3	7,5	8,0
20	0,06	0,532	0,886	1,122	1,24	1,358	1,535	1,712	1,771	1,83	1,948
	0,0	2,0	6,8	8,0	8,8	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
26	0,06	0,532	1,653	1,948	2,125	2,42	2,856	2,892	3,128	3,364	3,6

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	0,89	1,12	96,3	1,26	1,06
28	1,24	1,54	91,0	1,76	1,45
14	2,13	2,66	83,4	3,02	2,52

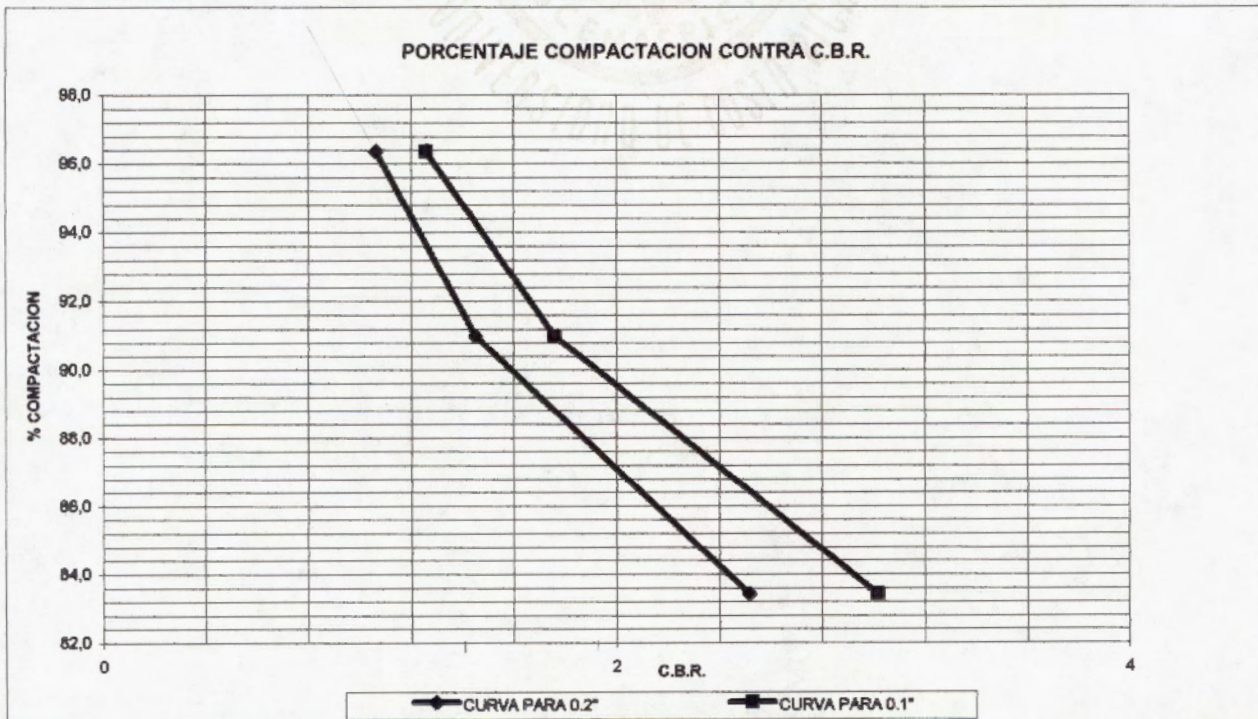
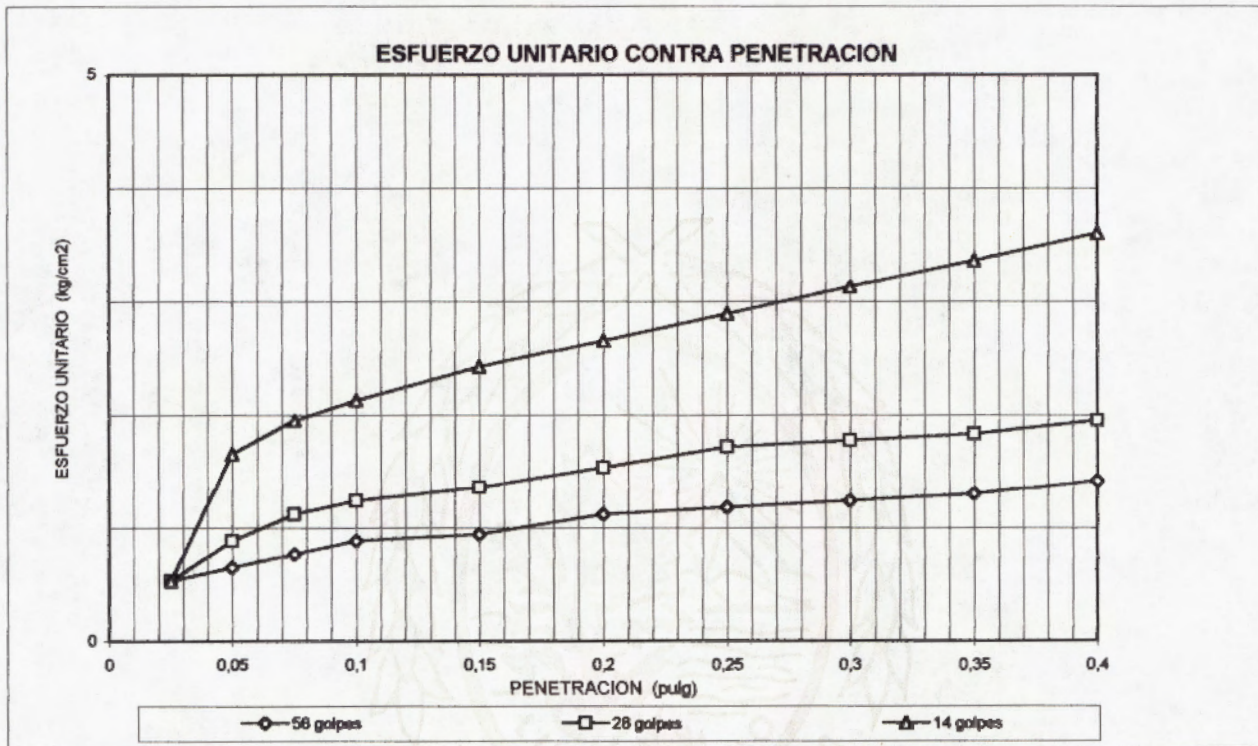


UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 22 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No: E-4 HUECO: H-24  
 LOCALIZACION:



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 28 de abril de 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR NEGRO  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
 MUESTRA No: E-5 HUECO 25

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

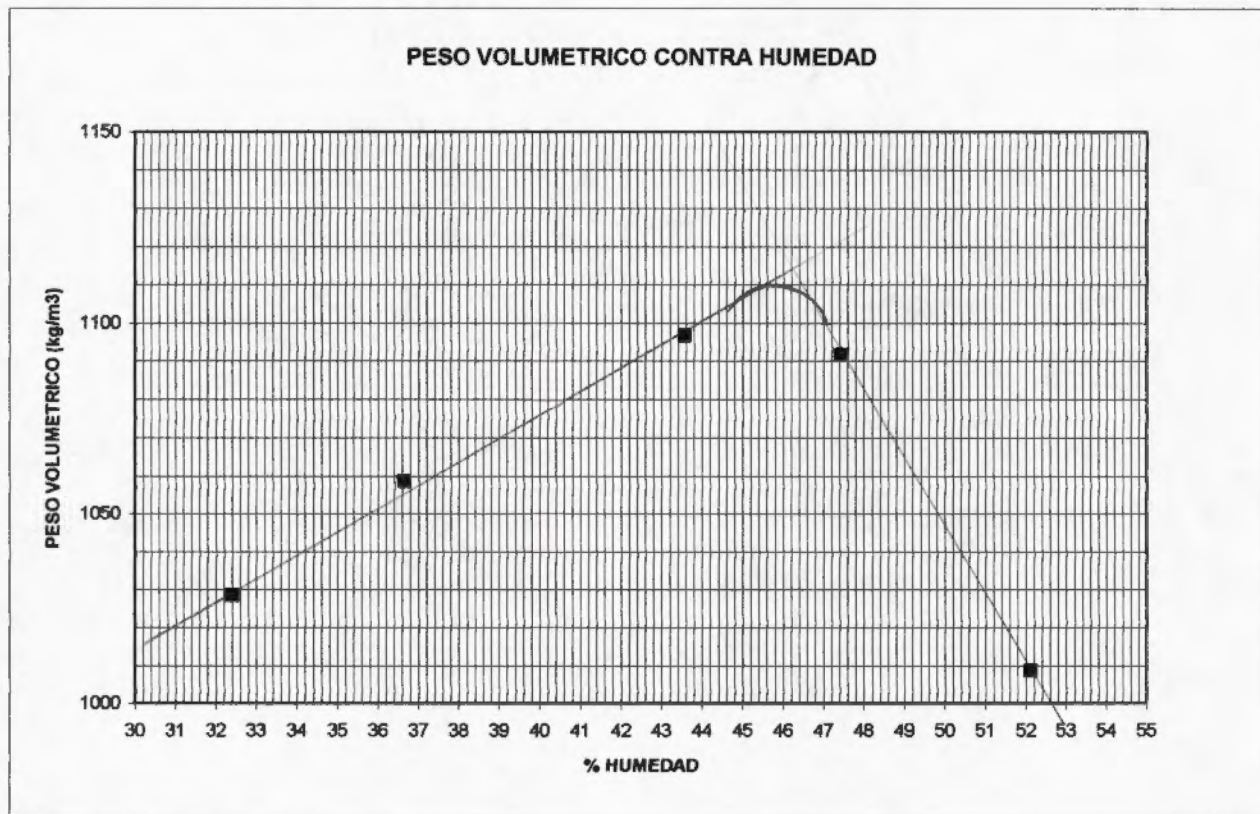
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5496	5576	5697	5659	5730		
P molde	4210	4210	4210	4210	4210		
Ww	1286	1366	1487	1449	1520		
$\delta w$	1362	1447	1575	1534	1610		
$\delta s$	1029	1059	1097	1009	1092		

$$\gamma_{max} = 1110 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 46\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	25	13	26	42	54
Ww + Wc	316,7	331,5	298,8	325,2	253,3
Ws + Wc	267,9	275,3	246,6	255,0	184,6
Ww	48,8	56,3	52,1	70,2	68,7
Wc	117,3	121,8	127,0	120,4	39,8
Ws	150,6	153,5	119,6	134,6	144,8
%W	32,4	36,6	43,6	52,1	47,4



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: 7 DE ABRIL DE 1997

MUESTRA No: E-5 HUECO: H-25 SUBRASANTE

LOCALIZACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta m = 1110$  Wc: 46 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10519												
56	20	7100	3419	1605	1100	99,1	17	283,0	234,8	129,6		48,2	105,2	45,8
		10290												
28	21	7148	3142	1475	1011	91,0	24	275,9	222,4	105,2		53,5	117,2	45,6
		10059												
14	22	7166	2893	1348	924	83,3	16	303,6	247,1	125,0		56,5	122,1	46,3
														45,9

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
20	30-abr	6:45	338,00	350,00	353,00	-	353,00	3,55	4,44	-	4,44
21	30-abr	6:45	329,00	341,00	345,00	-	345,00	3,65	4,86	-	4,86
22	30-abr	6:45	291,00	301,00	301,00	-	301,00	3,44	3,44	-	3,44

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	12,0	18,0	24,0	33,0	40,0	48,0	54,0	60,0	65,0
20	0,06	1,476	2,892	4,308	5,724	7,848	9,5	11,388	12,804	14,22	15,4
	0,0	6,0	11,0	14,0	16,0	19,0	21,0	22,0	24,0	25,0	26,0
21	0,06	1,476	2,656	3,364	3,836	4,544	5,016	5,252	5,724	5,96	6,196
	0,0	2,0	4,0	5,5	6,5	8,0	9,0	10,0	10,5	11,0	11,5
22	0,06	0,532	1,004	1,358	1,594	1,948	2,184	2,42	2,538	2,656	2,774

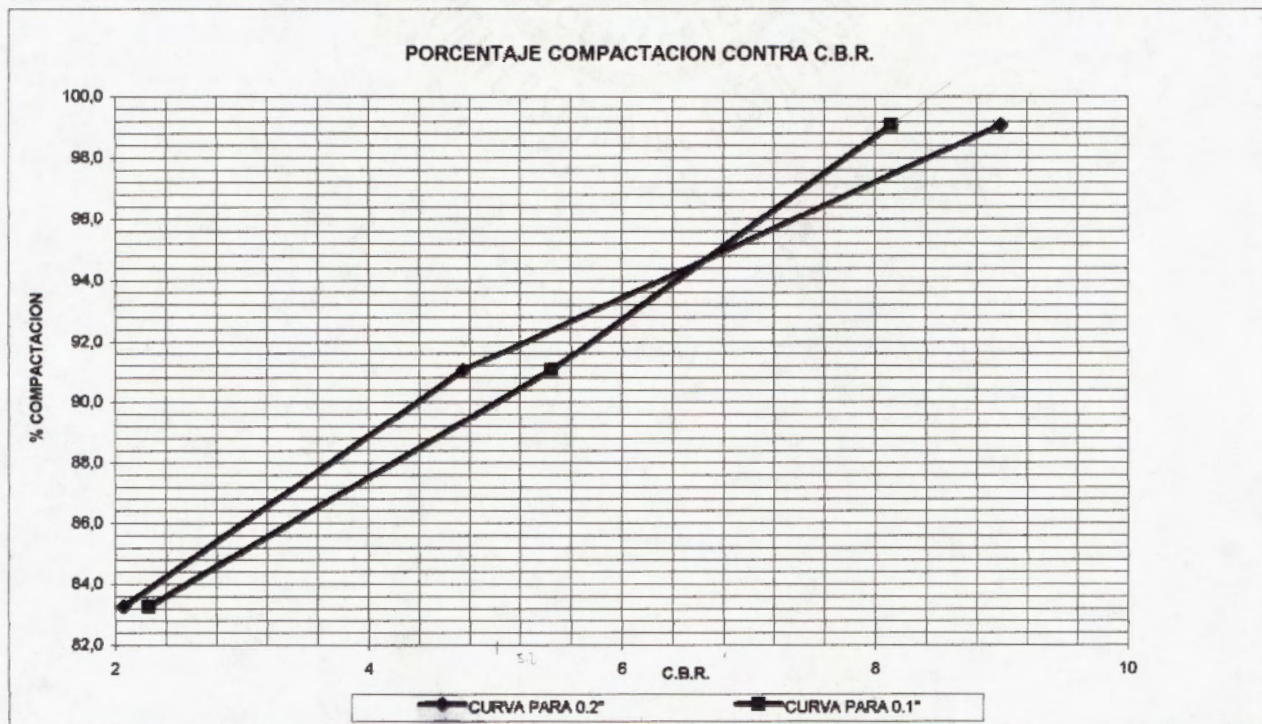
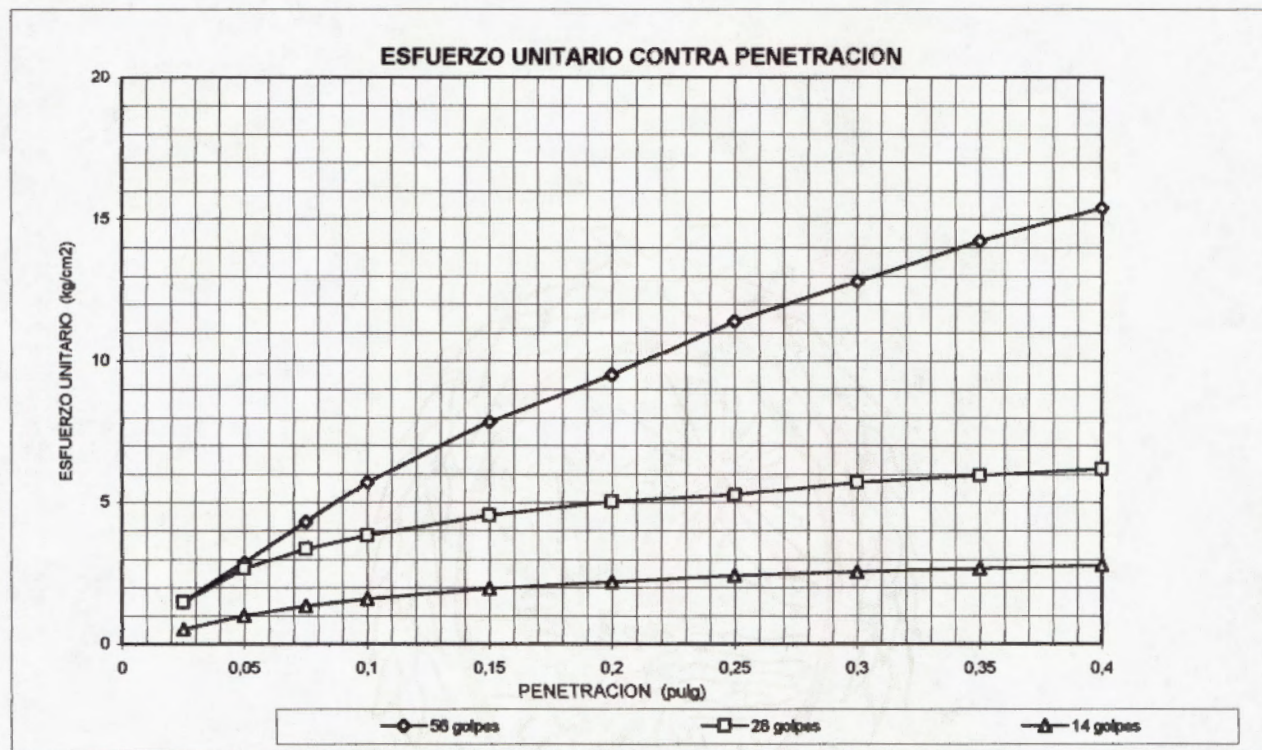
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	5,72	9,50	99,1	8,13	9,00
28	3,84	5,02	91,0	5,45	4,75
14	1,59	2,18	83,3	2,26	2,07

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 7 DE ABRIL DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:  
 MUESTRA No: E-5 HUECO: H-25  
 LOCALIZACION:



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 19 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

E-4

HUECO # 24

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

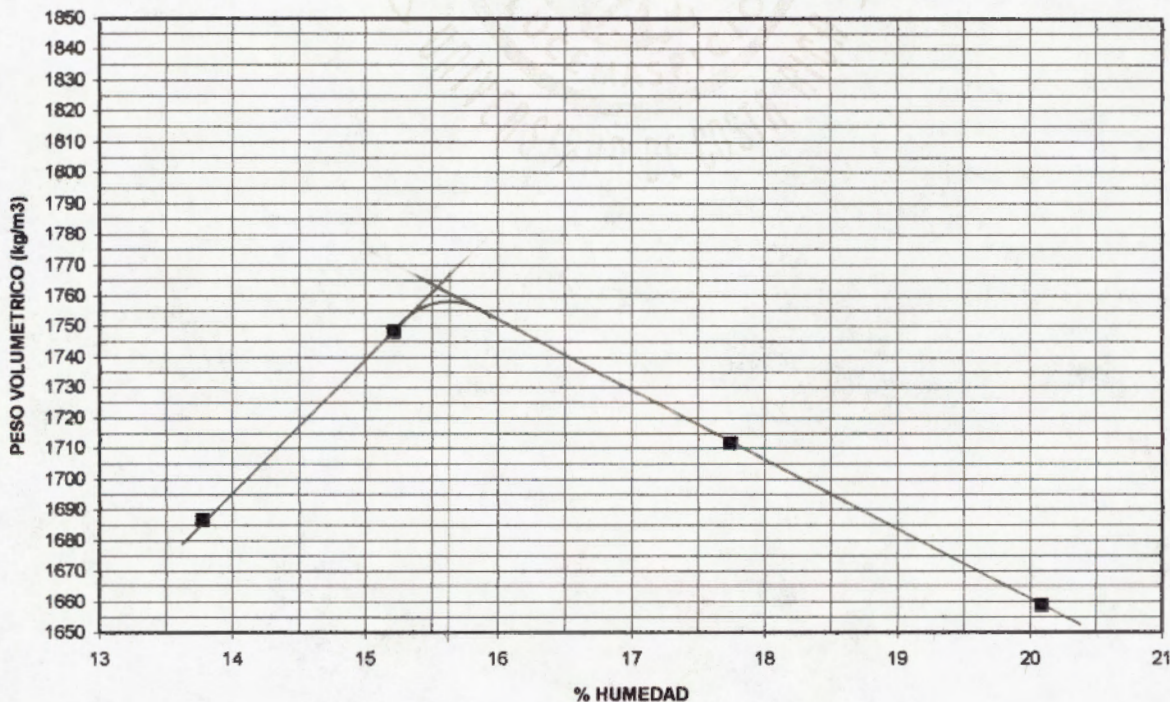
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6024	6114	6115	6093			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1812	1902	1903	1881			
δ w	1919	2014	2015	1992			
δ s	1687	1748	1712	1659			

$\gamma_{max} = 1758 \text{ kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 15.6\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	69	74	72	50
Ww + Wc	576,6	459,0	463,8	477,5
Ws + Wc	519,1	412,2	403,8	404,2
Ww	57,5	46,8	60,0	73,3
Wc	101,8	104,6	65,7	39,3
Ws	417,3	307,6	338,1	364,9
%W	13,8	15,2	17,7	20,1

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 27 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS OSCURO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

E-1

HUECO # 27

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

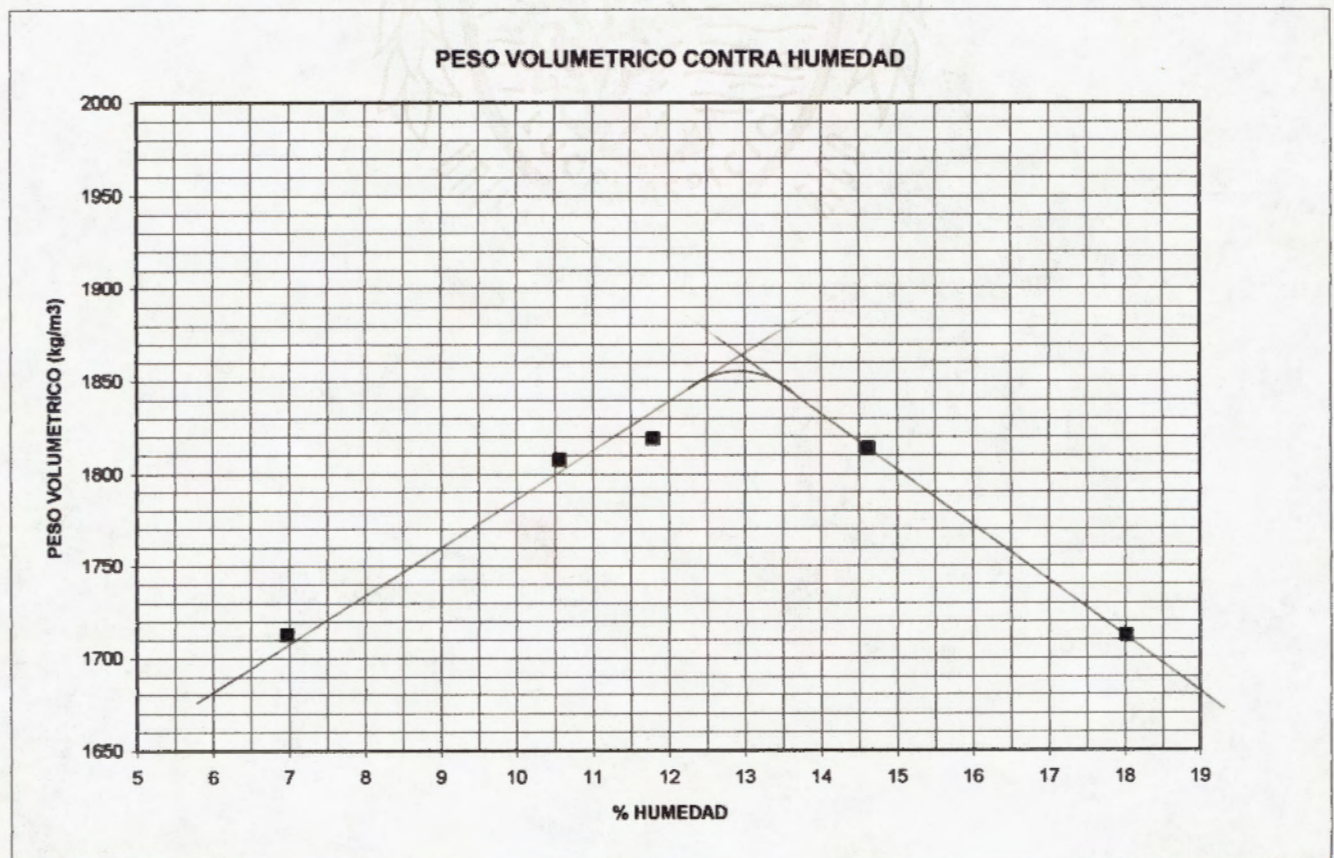
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6099	6132	6175	6120	5942		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1887	1920	1963	1908	1730		
$\delta w$	1998	2033	2079	2021	1832		
$\delta s$	1807	1819	1814	1712	1713		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	53	51	49	52	48
Ww + Wc	291,8	408,7	510,8	380,8	475,8
Ws + Wc	267,5	369,7	450,7	328,4	447,3
Ww	24,3	39,0	60,1	52,4	28,5
Wc	37,5	39,6	40,1	38,0	39,8
Ws	230,0	330,1	410,6	290,4	407,5
%W	10,6	11,8	14,6	18,0	7,0

$\gamma_{max} = 1855 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 12,9\%$



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 30 de abril de 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: BASE MUY CONTAMINADA  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE  
 MUESTRA No: E-2 HUECO #26

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

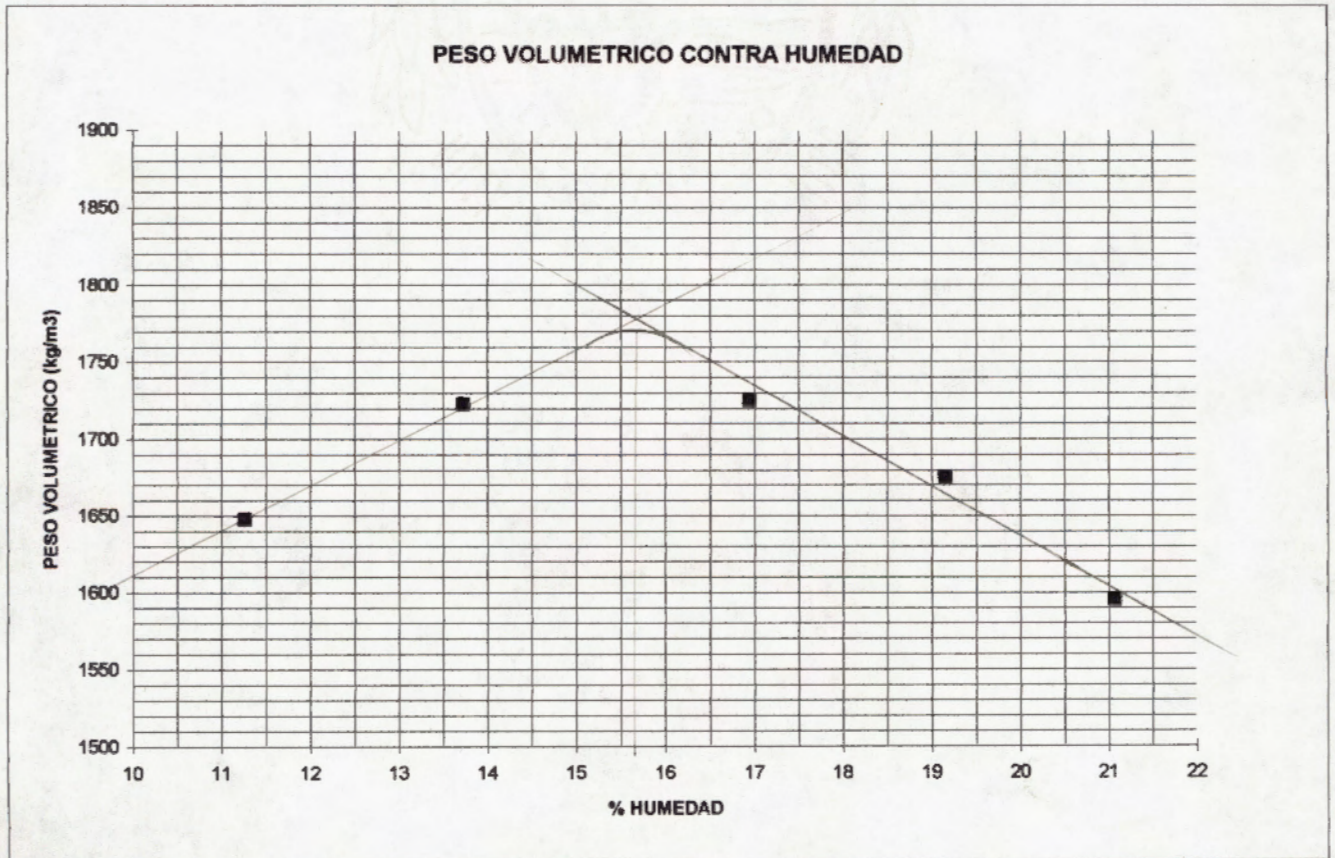
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5946	6065	6120	6100	6039		
P molde	4215	4215	4215	4215	4215		
Ww	1731	1850	1905	1885	1824		
$\delta w$	1833	1959	2017	1996	1932		
$\delta s$	1648	1723	1725	1675	1595		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	51	2	16	24	69
Ww + Wc	433,6	496,1	585,8	498,2	495,7
Ws + Wc	393,7	448,9	519,0	435,0	427,0
Ww	39,9	47,1	66,8	63,2	68,7
Wc	39,6	105,6	125,0	105,3	101,1
Ws	354,1	343,3	394,1	329,8	325,9
%W	11,3	13,7	16,9	19,2	21,1

$\gamma_{max} = 1770 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 15.6\%$



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 29 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

BASE  
 E - 5

HUECO: 25

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

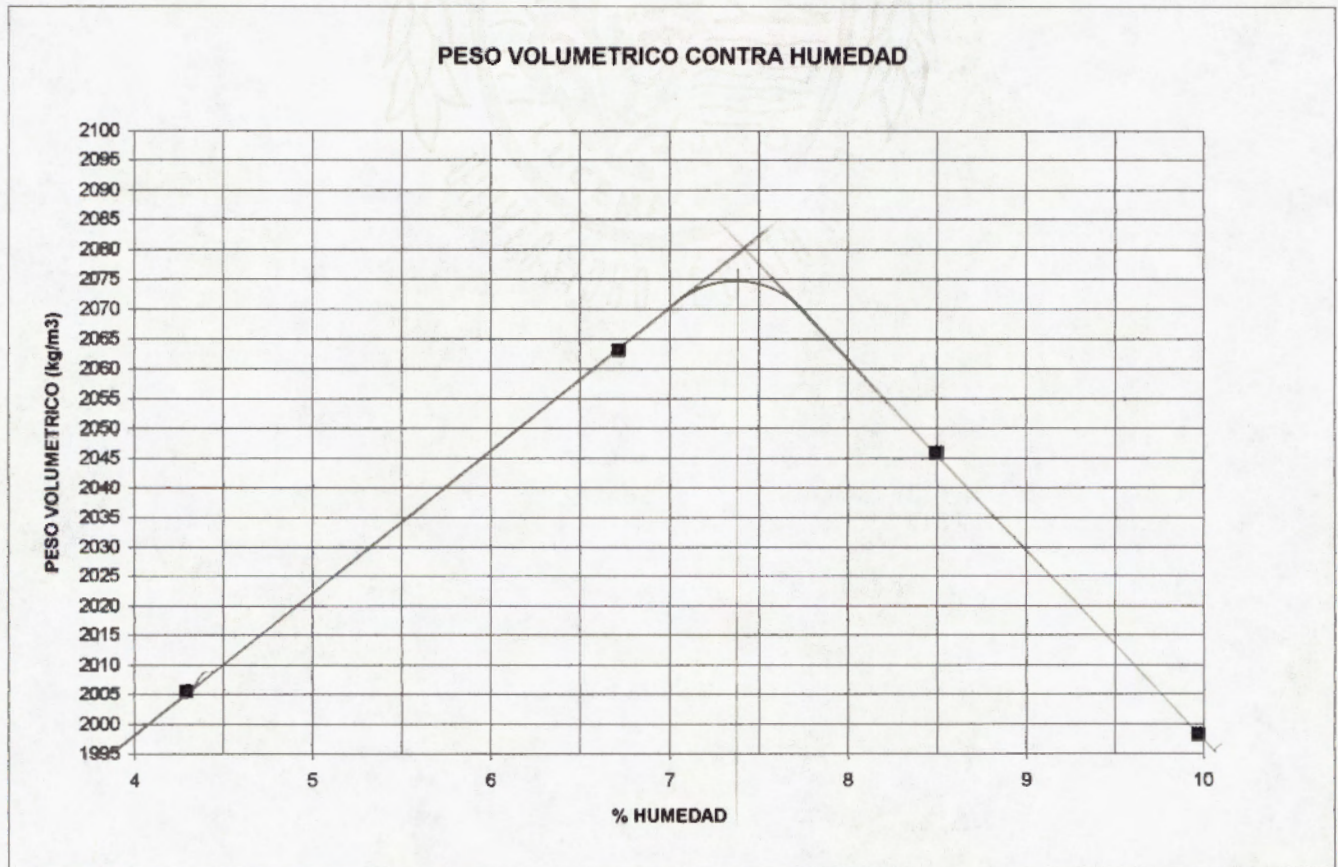
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6187	6287	6308	6291			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1975	2075	2096	2079			
δ w	2092	2197	2220	2202			
δ s	2005	1998	2046	2063			

$\rho_{max} = 2075 \text{ Kg/m}^3$   
 $W_{opt} = 7.4\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	42	49	37	34
Ww + Wc	416,8	456,8	548,5	492,6
Ws + Wc	404,6	419,0	514,8	468,2
Ww	12,2	37,8	33,7	24,4
Wc	120,4	40,0	118,2	105,0
Ws	284,2	379,0	396,6	363,2
%W	4,3	10,0	8,5	6,7





LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION Manic. San José Esp: 17-19-17-19 cur  
 MUESTRA N° E1 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #27  
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Lastre gris

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION N°	1	2	3	4	5
N° DE GOLPES					
Wc + Ww (gr.)					
Wc + Ws					
W					
Wc					
Ws					
% W					

NO MENCLATURA

- Gs = GRAVEDAD ESPECIFICA
- Ww = PESO HUMEDO DE MUESTRA
- Ws = PESO SECO DE MUESTRA
- Wc = PESO DEL RECIPIENTE
- W = CONTENIDO DE HUMEDAD
- %W = PORCENTAJE DE HUMEDAD

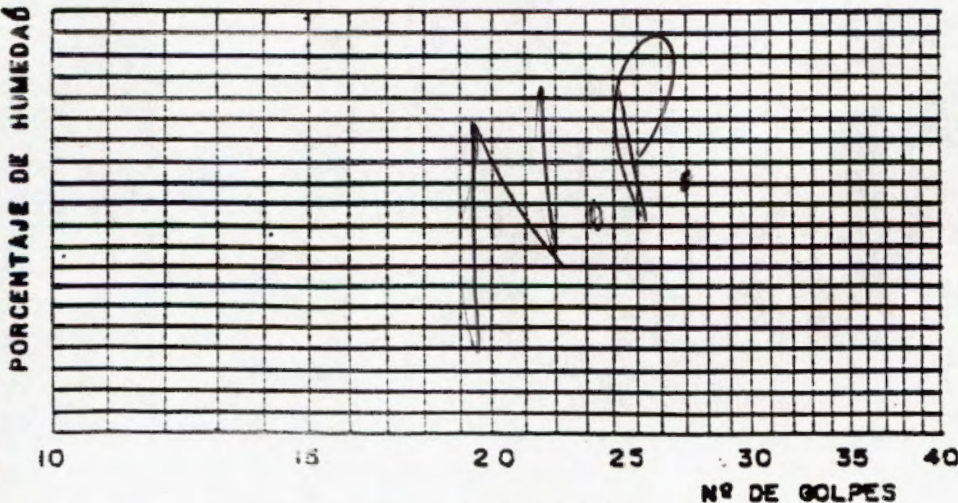
LIMITE PLASTICO

DETERMINACION N°	1	2	3
RECIPIENTE N°			
Wc + Ww (gr.)			
Wc + Ws			
W			
Wc			
Ws			
% W			

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION N°	1	2	3	4
Ws PASTILLA (gr.)				
Whg + Wc				
Wc				
Whg				
Wg (VOL. PASTILLA)				
L.C. (Ws EN %)				

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

EXPERIMENTADOR: \_\_\_\_\_  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

FORMULA PARA EL LIMITE DE CONTRACCION (LC)  
 METODO USANDO LA Gs DEL SUELO Y DETERMINANDO EL VOLUMEN  
 DE LA PASTILLA POR EL Hg. DESPLAZADO

$$W_s = \frac{G_w \cdot V}{W_s} - \frac{G_r}{G_s}$$

28-5-97  
 Alamp

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA **25 DE ABRIL DE 1997**  
 PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **SUELO LIMO NEGRUZCO**  
 MUESTRA No: **E-1**  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

HUECO No: **No.27**

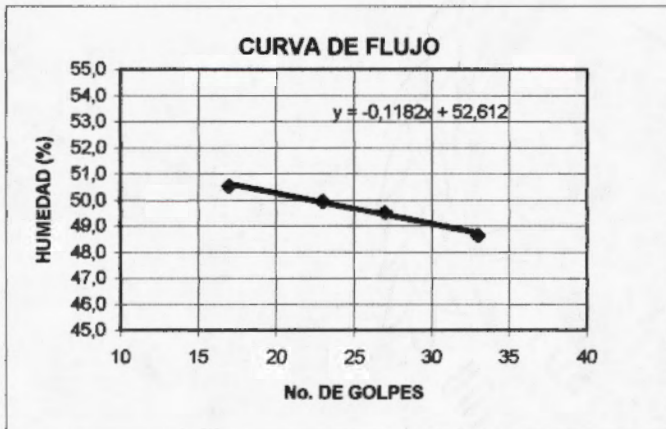
**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	31,4	30,97	33,33	33,02	
Wc + Ws (gr.)	27,17	26,16	28,51	28,28	
Ww	4,229	4,81	4,821	4,744	
Wc	18,48	16,44	18,86	18,89	
Ws	8,695	9,716	9,65	9,388	
% W	48,6	49,5	50,0	50,5	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	37	57
Wc + Ww (gr.)	12,31	12,13	14,33
Wc + Ws (gr.)	11,61	11,41	13,55
Ww	0,708	0,722	0,777
Wc	9,354	9,094	11,05
Ws	2,251	2,311	2,498
% W	31,5	31,2	31,1

PROMEDIO 31,3



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO 49,7  
 LIMITE PLASTICO 31,3  
 INDICE DE PLASTICIDAD 18,3

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

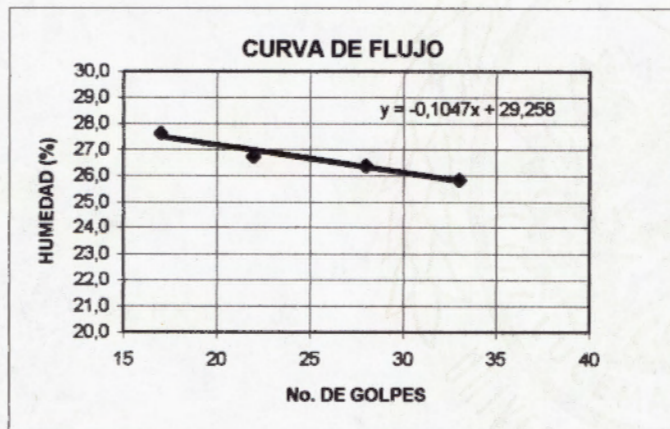
FECHA **15 DE MAYO DE 1997**  
 PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE GRISACEO**  
 MUESTRA No: **E-2**  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE MUY CONTAMINADA**  
 HUECO No: **# 26**

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	28	22	17	
Wc + Ww (gr.)	39,86	38,11	33,32	34,67	
Wc + Ws (gr.)	36,48	35,03	30,3	31,16	
Ww	3,379	3,073	3,016	3,505	
Wc	23,4	23,38	19,01	18,48	
Ws	13,08	11,65	11,29	12,69	
% W	25,8	26,4	26,7	27,6	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	43	53
Wc + Ww (gr.)	13,47	15,08	14,82
Wc + Ws (gr.)	12,79	14,42	14,22
Ww	0,677	0,665	0,598
Wc	9,354	11,1	11,19
Ws	3,434	3,316	3,035
% W	19,7	20,1	19,7
PROMEDIO			19,8



**RESUMEN**

**LIMITE LIQUIDO** 26,6  
**LIMITE PLASTICO** 19,8  
**INDICE DE PLASTICIDAD** 6,8

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 7 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

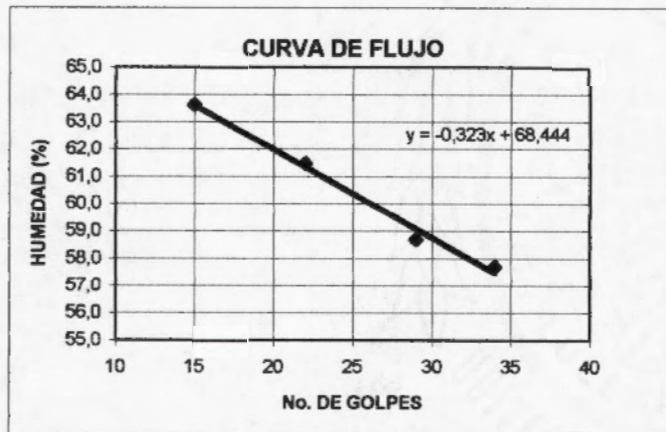
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
MUESTRA No: E - 2  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: H - 26

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	29	22	15	
Wc + Ww (gr.)	44,77	43,43	42,37	44,17	
Wc + Ws (gr.)	38,88	38,11	36,81	38,21	
Ww	5,886	5,323	5,553	5,958	
Wc	28,68	29,04	27,78	28,85	
Ws	10,2	9,07	9,034	9,362	
% W	57,7	58,7	61,5	63,6	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	26	2	24
Wc + Ww (gr.)	9,305	10,33	9,732
Wc + Ws (gr.)	8,732	9,672	9,125
Ww	0,573	0,658	0,607
Wc	6,581	7,169	6,819
Ws	2,151	2,503	2,306
% W	26,6	26,3	26,3
PROMEDIO	26,4		



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	60,4
LIMITE PLASTICO	26,4
INDICE DE PLASTICIDAD	34,0

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA **19 DE MAYO DE 1997**  
PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

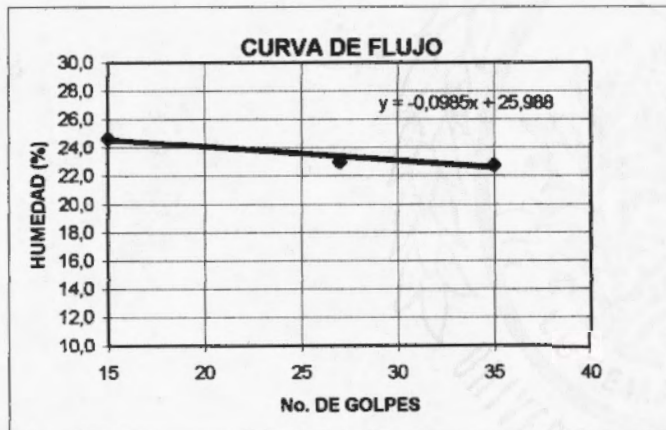
DESCRIPCION DE MATERIAL:  
MUESTRA No: **E - 4**  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBBASE**  
HUECO No: **# 24**

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	27	15	22	
Wc + Ww (gr.)	31,41	35,24	31,49	39,15	
Wc + Ws (gr.)	28,63	32,13	28,92	36,14	
Ww	2,774	3,112	2,574	3,012	
Wc	16,44	18,58	18,48	23,4	
Ws	12,19	13,55	10,44	19,09	
% W	22,8	23,0	24,7	15,8	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	55	37
Wc + Ww (gr.)	14,91	14,58	12,41
Wc + Ws (gr.)	14,29	14,02	11,87
Ww	0,613	0,559	0,533
Wc	11,1	11,05	9,094
Ws	3,19	2,966	2,78
% W	19,2	18,8	19,2
PROMEDIO			19,1



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	23,5
LIMITE PLASTICO	19,1
INDICE DE PLASTICIDAD	4,4

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 19 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

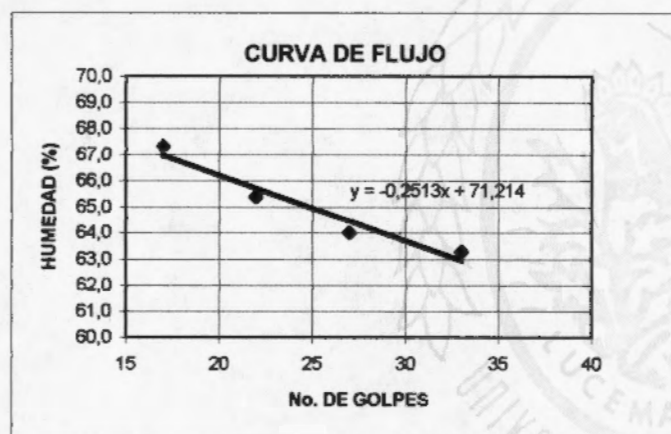
DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA GRIS OSCURO ALTA PLASTICIDAD  
MUESTRA No: E-4  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: H-24

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	22	17	
Wc + Ww (gr.)	44,2	43,51	44,62	42,51	
Wc + Ws (gr.)	37,88	37,67	38,19	36,59	
Ww	6,32	5,842	6,429	5,927	
Wc	27,9	28,54	28,36	27,78	
Ws	9,986	9,129	9,833	8,805	
% W	63,3	64,0	65,4	67,3	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	5	13	24
Wc + Ww (gr.)	10,16	10,07	10,05
Wc + Ws (gr.)	9,534	9,387	9,392
Ww	0,627	0,678	0,653
Wc	7,045	6,774	6,819
Ws	2,489	2,613	2,573
% W	25,2	25,9	25,4
PROMEDIO			25,5



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	64,9
LIMITE PLASTICO	25,5
INDICE DE PLASTICIDAD	39,4

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

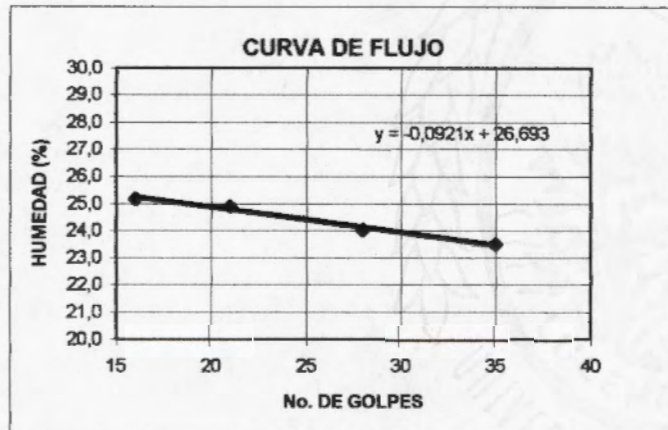
FECHA **30 DE MAYO DE 1997**  
 PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**  
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE GRIS OSCURO**  
 MUESTRA No: **E - 5**  
 LOCALIZACION:  
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**  
 HUECO No: **25**

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	28	21	16	
Wc + Ww (gr.)	39,59	35,2	36,95	33,76	
Wc + Ws (gr.)	36,5	32,03	33,34	30,28	
Ww	3,084	3,162	3,604	3,482	
Wc	23,38	18,86	18,86	16,44	
Ws	13,12	13,17	14,48	13,84	
% W	23,5	24,0	24,9	25,2	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	53	4
Wc + Ww (gr.)	14,57	14,67	14,73
Wc + Ws (gr.)	14,07	14,2	14,24
Ww	0,5	0,474	0,493
Wc	10,89	11,19	11,15
Ws	3,188	3,009	3,084
% W	15,7	15,8	16,0
PROMEDIO			15,8



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	24,4
LIMITE PLASTICO	15,8
INDICE DE PLASTICIDAD	8,6

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

**LIMITES DE ATTERBERG**

FECHA 15 DE MAYO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

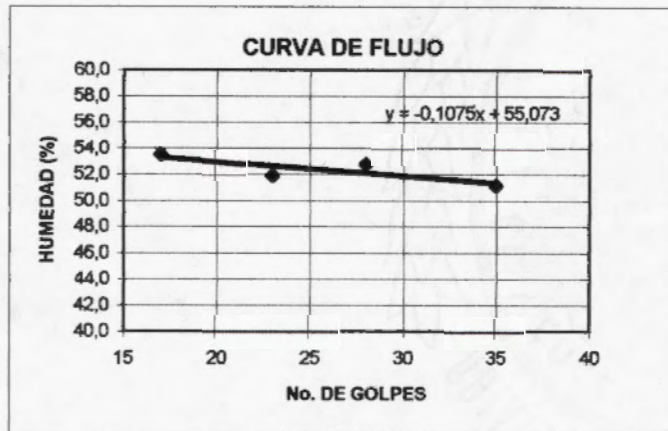
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR NEGRO  
MUESTRA No: E-5  
LOCALIZACION:  
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE  
HUECO No: H-25

**LIMITE LIQUIDO**

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	28	23	17	
Wc + Ww (gr.)	34,47	37,23	32,35	31,66	
Wc + Ws (gr.)	29,19	32,45	27,65	26,36	
Ww	5,283	4,78	4,703	5,302	
Wc	18,86	23,38	18,58	16,44	
Ws	10,33	9,066	9,068	9,914	
% W	51,2	52,7	51,9	53,5	

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	4	54	57
Wc + Ww (gr.)	14,66	12,64	14,54
Wc + Ws (gr.)	13,63	11,7	13,53
Ww	1,03	0,94	1,011
Wc	11,15	9,453	11,05
Ws	2,474	2,251	2,471
% W	41,6	41,8	40,9
PROMEDIO			41,4



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	52,4
LIMITE PLASTICO	41,4
INDICE DE PLASTICIDAD	10,9



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 12 DE JUNIO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
MUESTRA : E-1 HUECO: 27

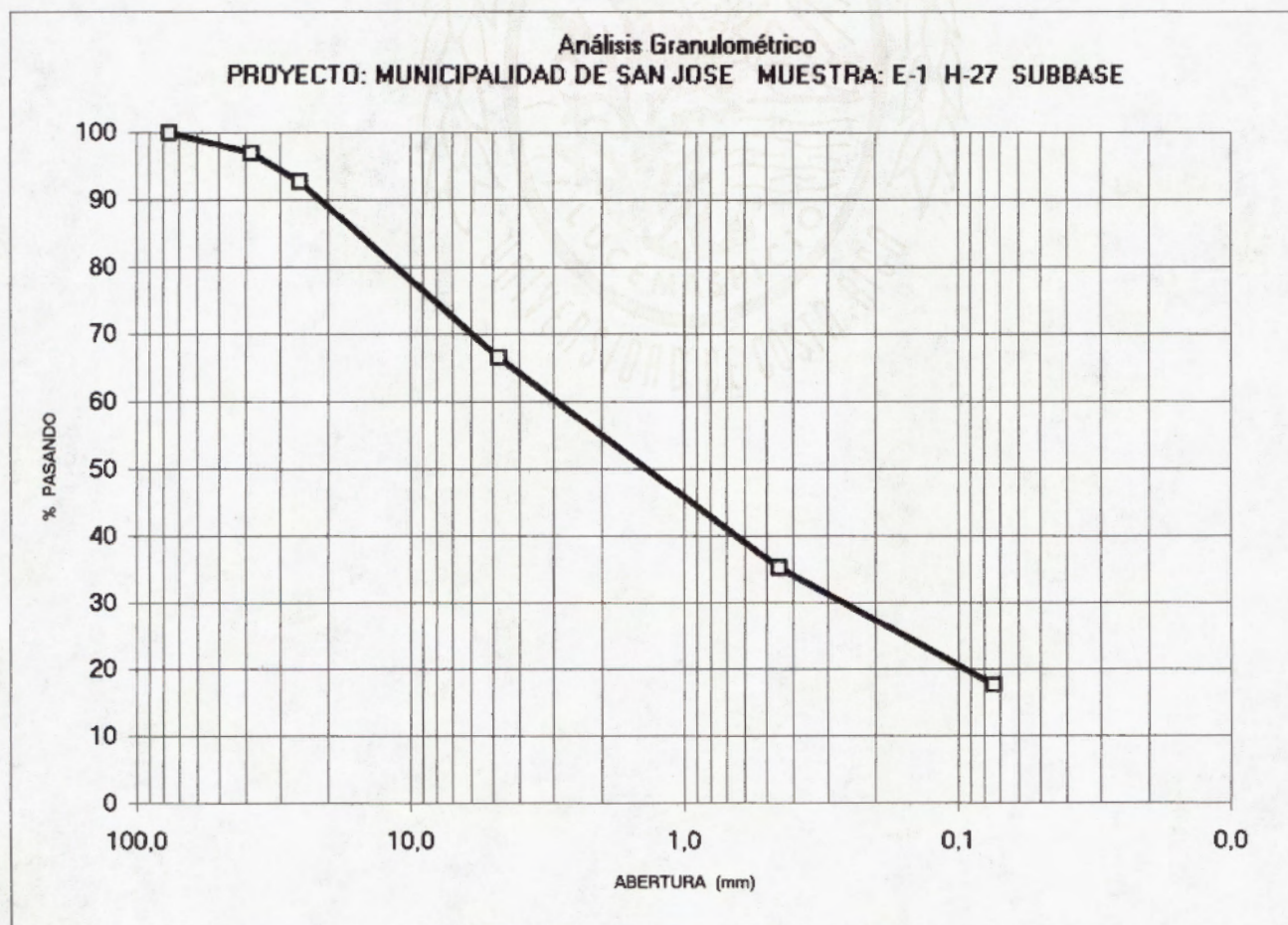
MUESTRA : SUBBASE  
UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 7750,0 g.

PESO FINAL: 6398,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	38,1	238,3	3,1	3,1	96,9
1"	25,4	330,1	4,3	7,3	92,7
#4	4,75	2024,8	26,1	33,5	66,5
#40	0,45	2425,3	31,3	64,8	35,2
#200	0,074	1364,3	17,6	82,4	17,6



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 : E-1 HUECO: # 27

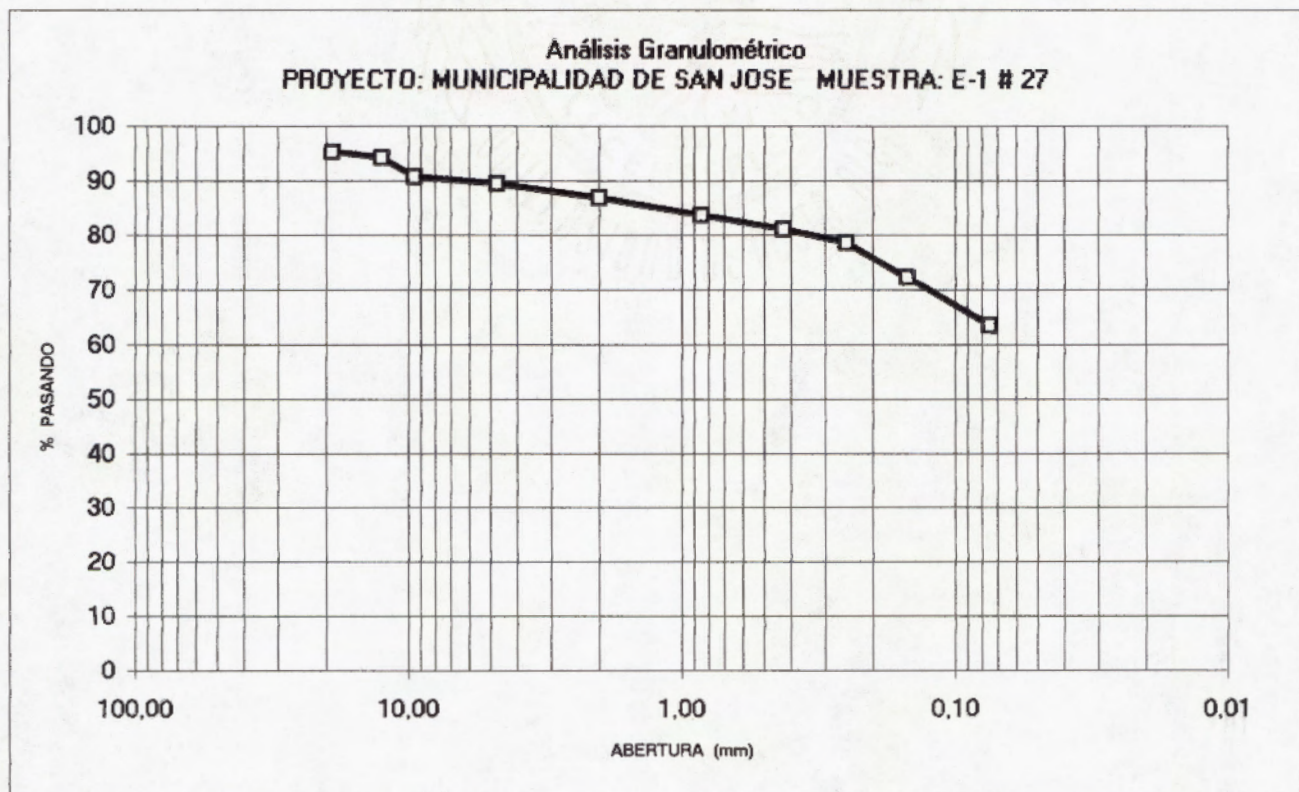
MUESTRA : SUBRASANTE  
UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 342,3 g.

PESO FINAL: 124,2 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/4	19,00	16,2	4,7	4,7	95,3
1/2	12,50	3,7	1,1	5,8	94,2
3/8	9,50	11,8	3,4	9,3	90,7
#4	4,75	4,5	1,3	10,6	89,4
#10	2,00	8,7	2,5	13,1	86,9
#20	0,85	11,1	3,2	16,3	83,7
#40	0,43	8,8	2,6	18,9	81,1
#60	0,25	8,5	2,5	21,4	78,6
#100	0,15	21,6	6,3	27,7	72,3
#200	0,075	30,0	8,8	36,5	63,5



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 8 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : E-2 HUECO: # 26

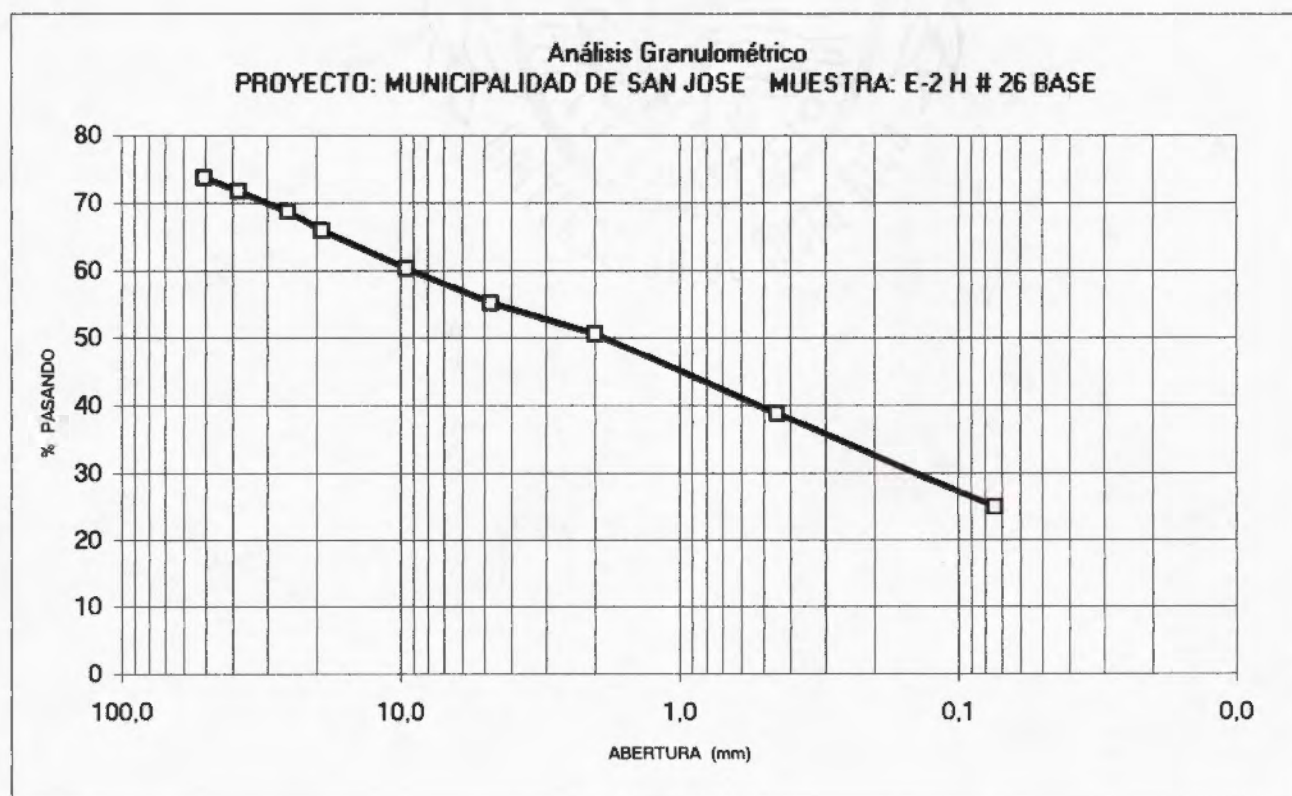
MUESTRA : BASE  
 MUY CONTAMINADA  
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11130,0 g.

PESO FINAL: 8381,7 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	50,8	2921,4	26,2	26,2	73,8
1 1/2"	38,1	225,9	2,0	28,3	71,7
1"	25,4	337,0	3,0	31,3	68,7
3/4"	19,1	315,1	2,8	34,1	65,9
3/8"	9,53	623,4	5,6	39,7	60,3
#4	4,75	577,6	5,2	44,9	55,1
#10	2,00	496,4	4,5	49,4	50,6
#40	0,45	1309,6	11,8	61,2	38,8
#200	0,074	1543,4	13,9	75,0	25,0



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 : E-2 HUECO: # 26

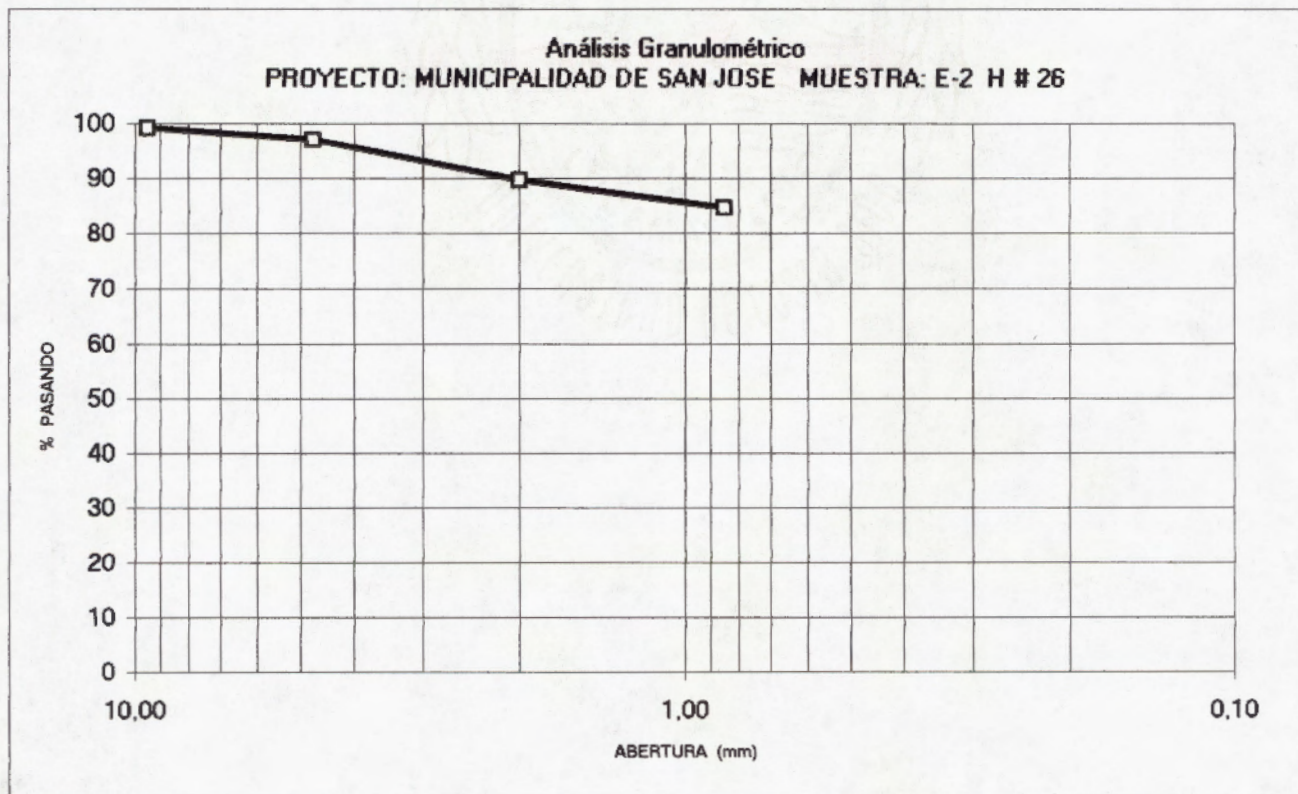
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 557,4 g.

PESO FINAL: 170,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8	9,50	4,4	0,8	0,8	99,2
#4	4,75	12,2	2,2	3,0	97,0
#10	2,00	40,8	7,3	10,3	89,7
#20	0,85	27,8	5,0	15,3	84,7
#40	0,43	14,8	2,6	17,9	82,1
#60	0,25	11,5	2,1	20,0	80,0
#100	0,15	24,2	4,3	24,3	75,7
#200	0,075	36,3	6,5	30,9	69,1



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 22 DE MAYO DE 1197  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : E - 4 HUECO: 24

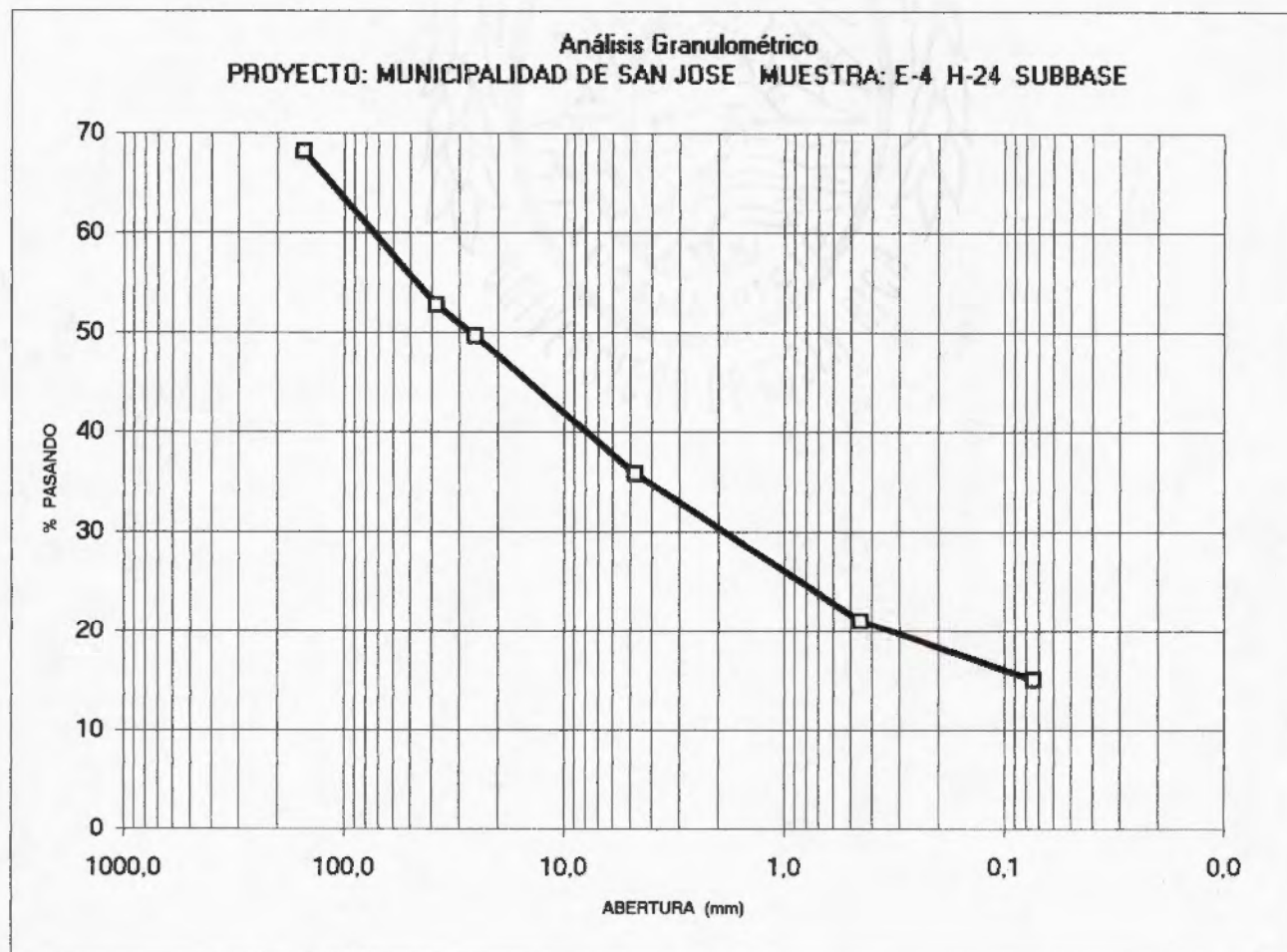
MUESTRA : SUBBASE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9632,0 g.

PESO FINAL: 8193,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
6"	152,4	3067,0	31,8	31,8	68,2
1 1/2 "	38,1	1482,8	15,4	47,2	52,8
1"	25,4	298,9	3,1	50,3	49,7
#4	4,75	1331,3	13,8	64,2	35,8
#40	0,45	1422,8	14,8	78,9	21,1
#200	0,074	573,7	6,0	84,9	15,1



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 19 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : E - 4 HUECO: H - 24

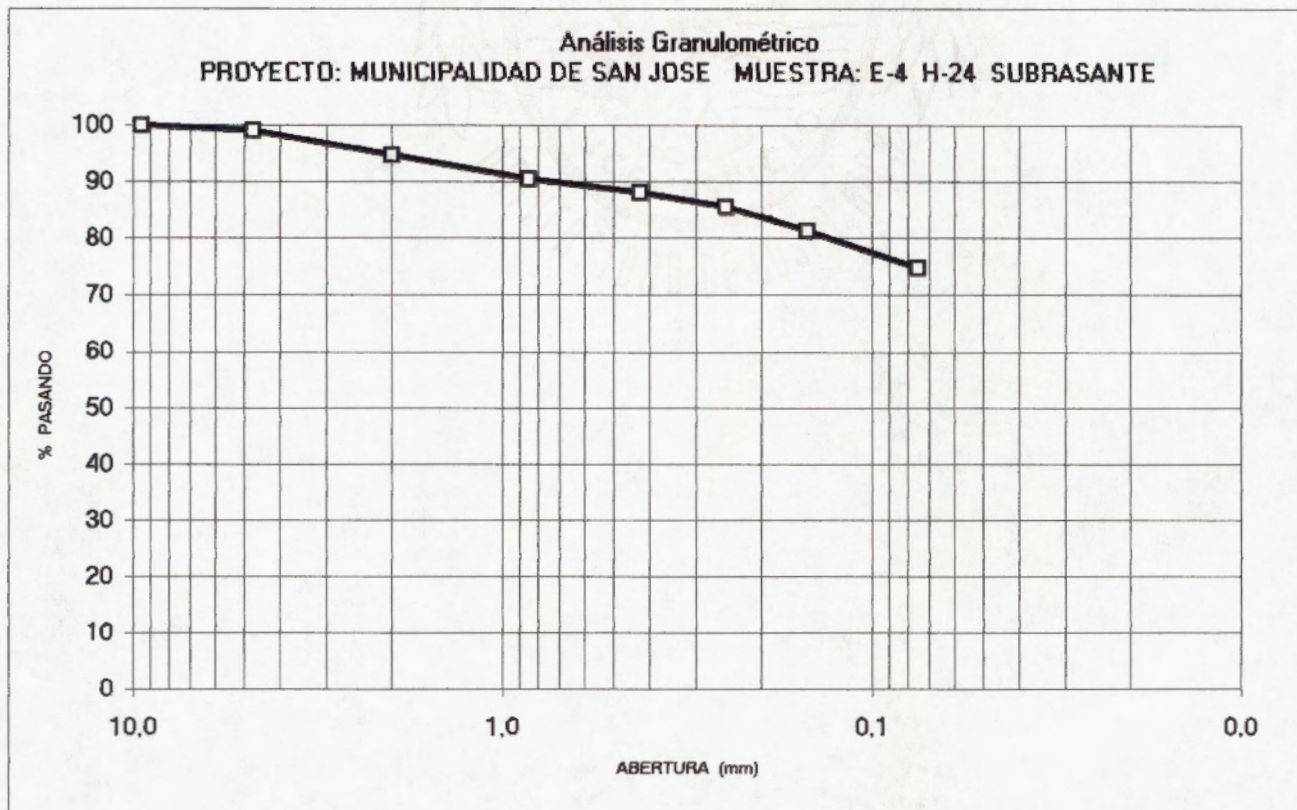
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 489,7 g.

PESO FINAL: 125,7 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,8	4,5	0,9	0,9	99,1
#10	2,0	21,7	4,4	5,4	94,6
#20	0,9	20,4	4,2	9,5	90,5
#40	0,43	11,5	2,4	11,9	88,1
#60	0,25	12,1	2,5	14,3	85,7
#100	0,15	21,6	4,4	18,8	81,2
#200	0,075	31,6	6,5	25,2	74,8



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 5 DE JUNIO DE 1997  
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
MUESTRA : E-5 HUECO: 25

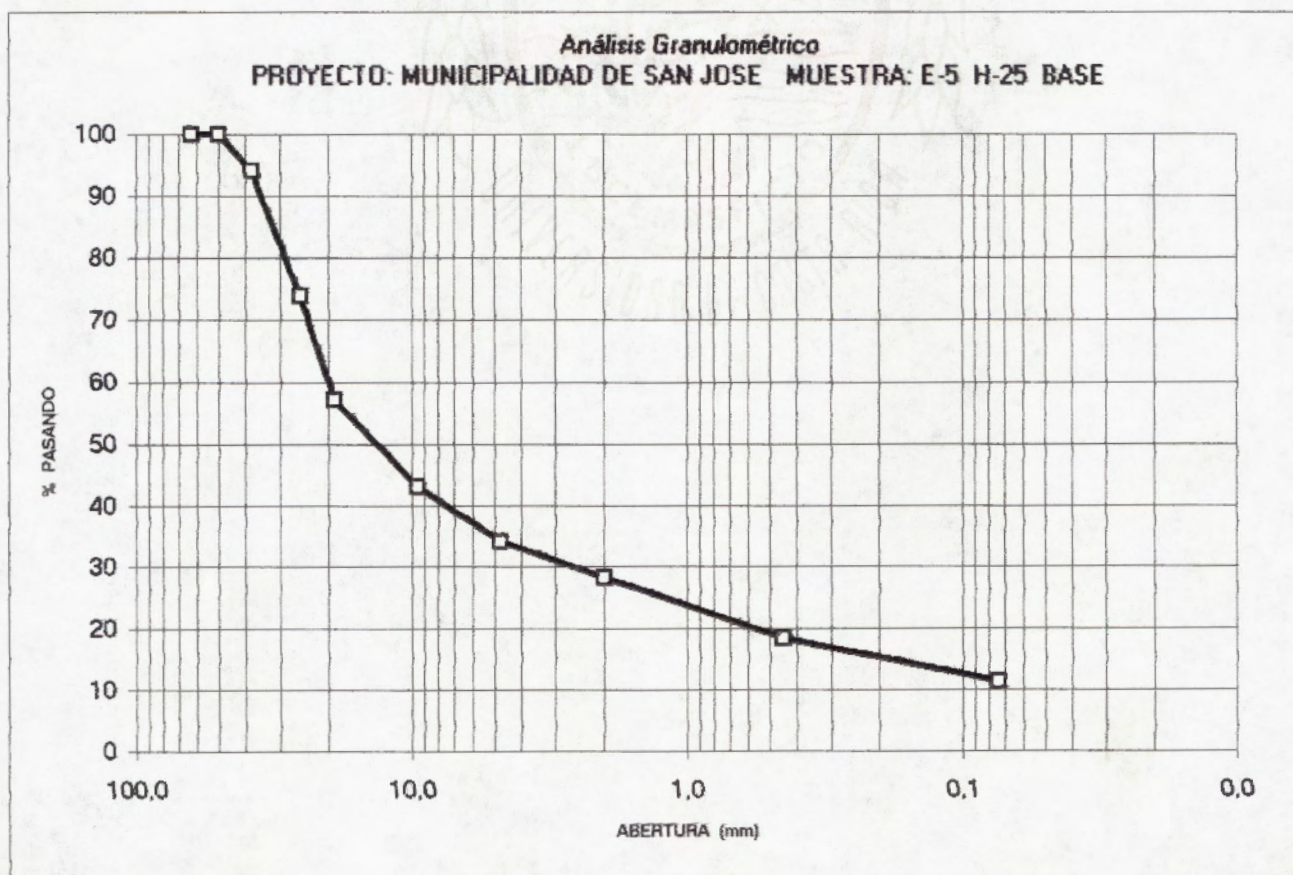
MUESTRA : BASE  
PIEDRA CUARTA  
UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6558,0 g.

PESO FINAL: 5820,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2 1/2"	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	381,9	5,8	5,8	94,2
1"	25,4	1323,7	20,2	26,0	74,0
3/4"	19,1	1106,6	16,9	42,9	57,1
3/8"	9,5	916,4	14,0	56,9	43,1
#4	4,75	585,1	8,9	65,8	34,2
#10	2,00	390,1	5,9	71,7	28,3
#40	0,45	645,7	9,8	81,6	18,4
#200	0,074	461,4	7,0	88,6	11,4



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 7 DE MAYO DE 1997  
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE  
 MUESTRA : E - 5 HUECO: 25

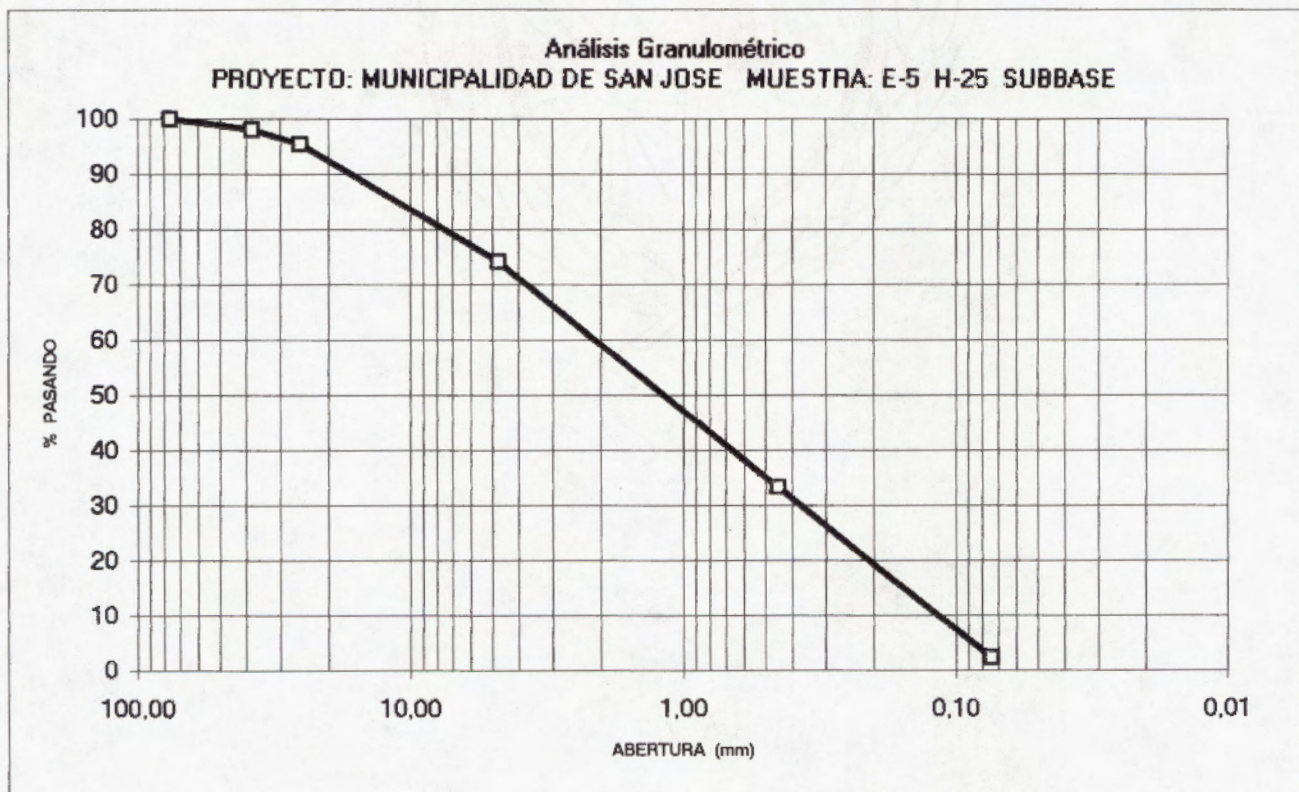
MUESTRA : SUBBASE  
 LASTRE  
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico

PESO INICIAL: 12000,0 g.

PESO FINAL: 11718,3 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	76,20	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,10	238,5	2,0	2,0	98,0
1"	25,40	306,0	2,5	4,5	95,5
#4	4,75	2547,4	21,2	25,8	74,2
#40	0,45	4906,9	40,9	66,7	33,3
#200	0,07	3719,8	31,0	97,7	2,3





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 : E-5 HUECO: # 25

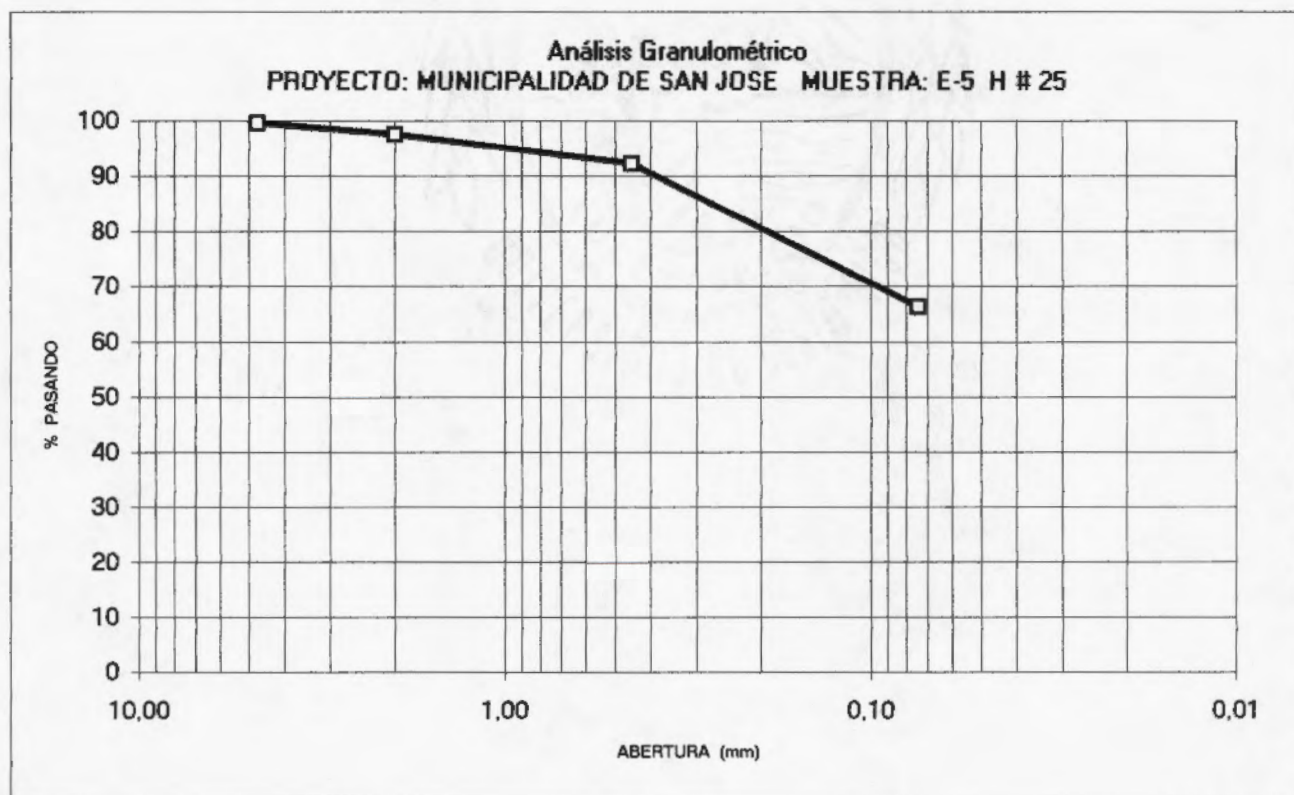
MUESTRA : SUBRASANTE  
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 456,4 g.

PESO FINAL: 152,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	1,9	0,4	0,4	99,6
#10	2,00	9,0	2,0	2,4	97,6
#40	0,45	24,6	5,4	7,8	92,2
#200	0,074	118,1	25,9	33,7	66,3



**ANEXO 3**

**PERFIL DE DEFLEXIONES**

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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

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

FECHA: 24-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1160m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPEJOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	97	193	39
2	33	66	39
3	46	91	39
4	53	107	40
5	58	117	40
6	71	142	0
7	84	168	41
8	64	127	41
9	71	142	41
10	46	91	42
11	53	107	42
12	30	61	42
13	66	132	43
14	56	112	43
15	64	127	43
16	64	127	43
17	94	188	43
18	51	102	43
19	71	142	43
20	58	117	43
21	51	102	43
22	53	107	43

PROMEDIO (D):

121.2

DESV. EST. (σ):

33.3

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

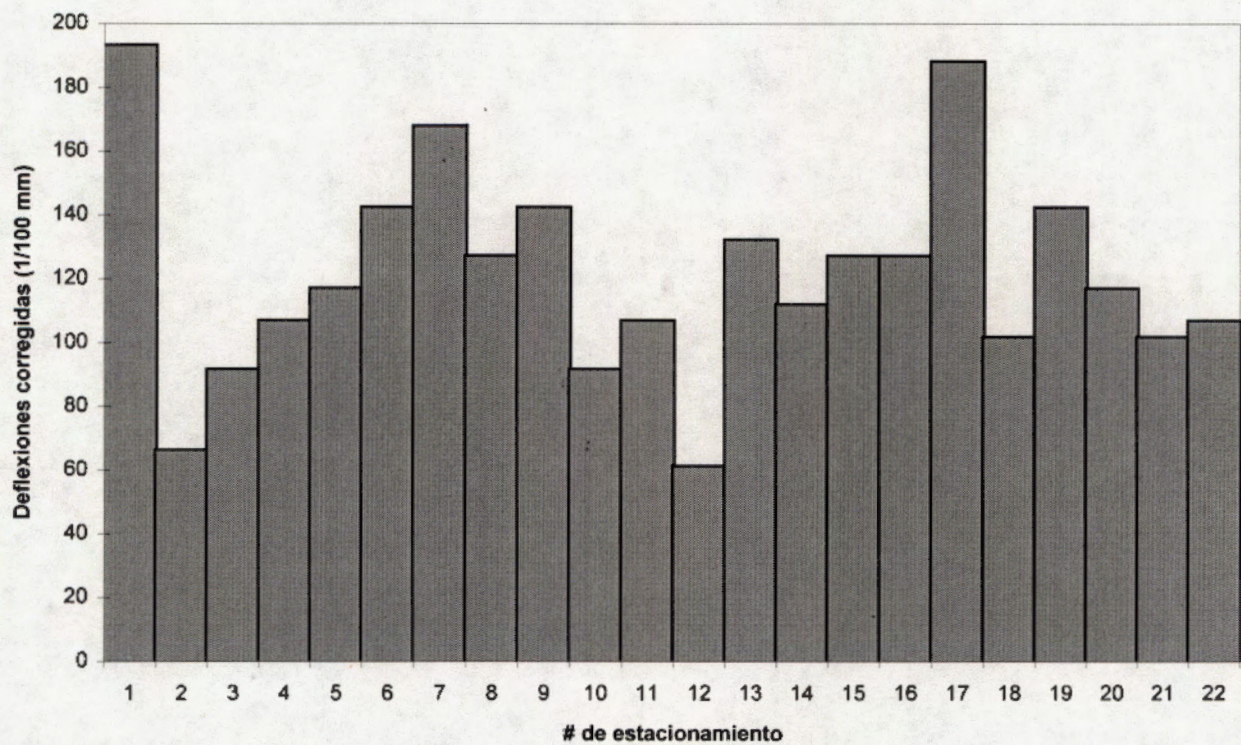
ZONA: SAN SEBASTIAN

RUTA : E1

LONGITUD: 1160m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	26-4-97
PROMEDIO (D):	121.23
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	33.30
MIN	61
D - $2\sigma$	54.62
D + $1.282\sigma$	163.92
D + $2\sigma$	187.84
MAX	193

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

**ZONA : SAN SEBASTIAN**

**RUTA : E2**

**PESO DEL EJE : 8200 Kg**

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

**FECHA: 26-4-97**

**PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm**

**LONGITUD: 950m**

**MEDICIONES CADA 50 METROS**

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

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	79	157	37
2	104	208	37
3	97	193	37
4	51	102	37
5	81	163	37
6	84	168	37
7	97	193	37
8	94	188	37
9	61	122	37
10	89	178	38
11	76	152	38
12	76	152	38
13	81	163	38
14	109	218	38
15	53	107	38
16	76	152	38.5
17	71	142	38.5
18	56	112	38.5
19	66	132	38.5

PROMEDIO (D):  
DESV. EST. ( $\sigma$ ):

158.0  
33.6

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

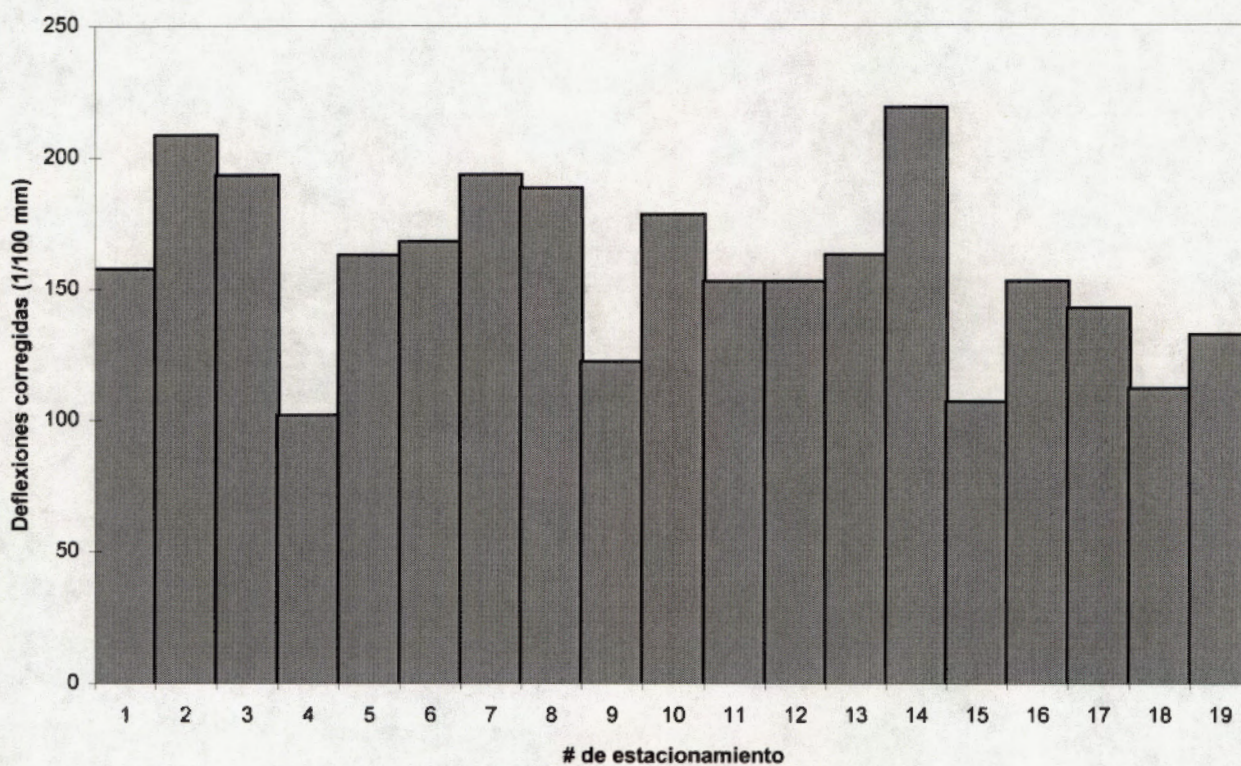
ZONA: SAN SEBASTIAN

RUTA : E2

LONGITUD: 950m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	26-4-97
PROMEDIO (D):	158.01
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	33.61
MIN	102
D - $2\sigma$	90.80
D + $1.282\sigma$	201.10
D + $2\sigma$	225.23
MAX	218

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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E3

PESO DEL EJE : 8200 Kg

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

FECHA: 26-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 360m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	127	254	38.5
2	127	254	38.5
3	112	224	37
4	99	198	37
5	94	188	36
6	66	132	36
7	71	142	36

PROMEDIO (D):

198.8

DESV. EST. ( $\sigma$ ):

49.1

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

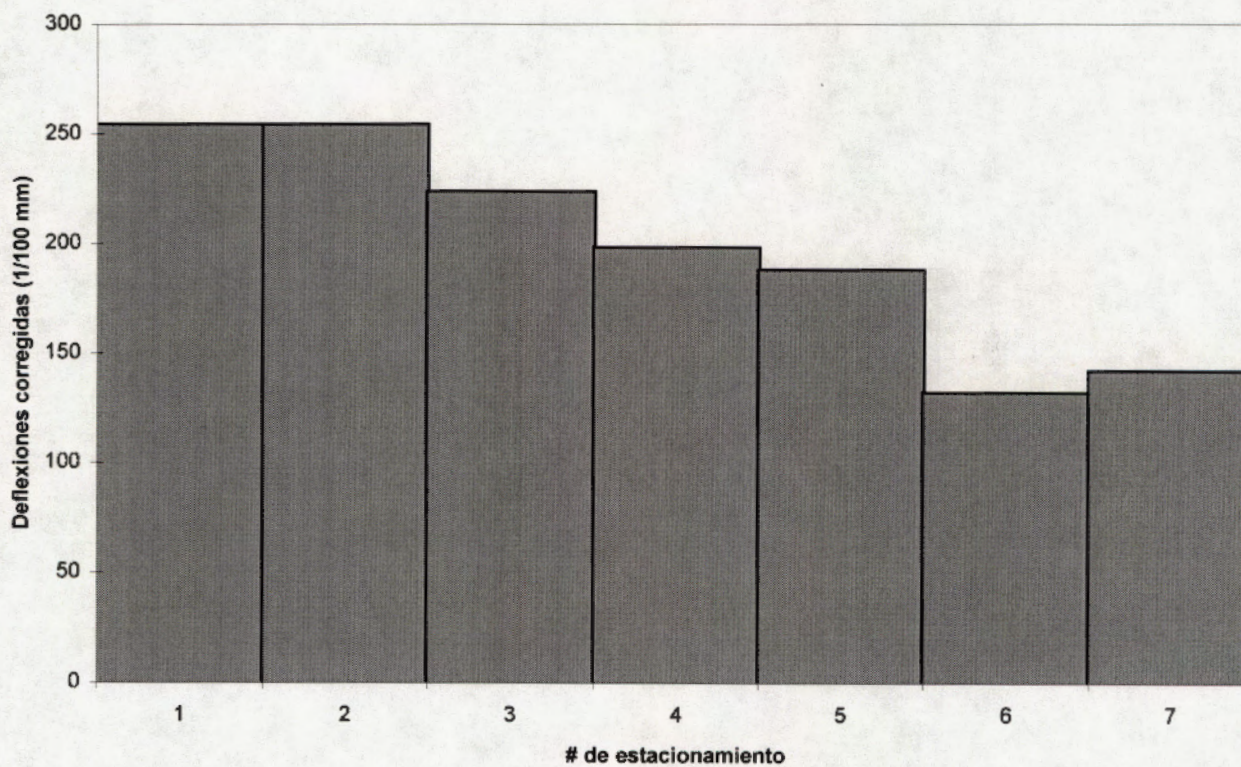
ZONA: SAN SEBASTIAN

RUTA: E3

LONGITUD: 360m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	26-4-97
PROMEDIO (D):	198.8
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	49.1
MIN	132
D - $2\sigma$	100.62
D + $1.282\sigma$	261.81
D + $2\sigma$	297.08
MAX	254



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

**ZONA : SAN SEBASTIAN**

**RUTA : E4**

**PESO DEL EJE : 8200 Kg**

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

**FECHA: 26-4-97**

**PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm**

**LONGITUD: 1350m**

**MEDICIONES CADA 50 METROS**

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

PUNTO	DEFLEXION	DEFLEXION	TEMPER
N <sup>o</sup>	0.01mm	mm*10 <sup>-2</sup>	PAVIM (°C)
1	76	152	28
2	66	132	28
3	61	122	28
4	56	112	29
5	46	91	29
6	71	142	29
7	89	178	30
8	58	117	30
9	89	178	30
10	38	76	31
11	97	193	31
12	109	218	31
13	112	224	31
14	86	173	32
15	74	147	32
16	142	284	32
17	66	132	33
18	56	112	33
19	61	122	33
20	79	157	33
21	135	269	34
22	91	183	34
23	84	168	34
24	97	193	35
25	89	178	35
26	112	224	36
27	122	244	36

PROMEDIO (D): 167.5  
 DESV. EST. (σ): 52.5

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

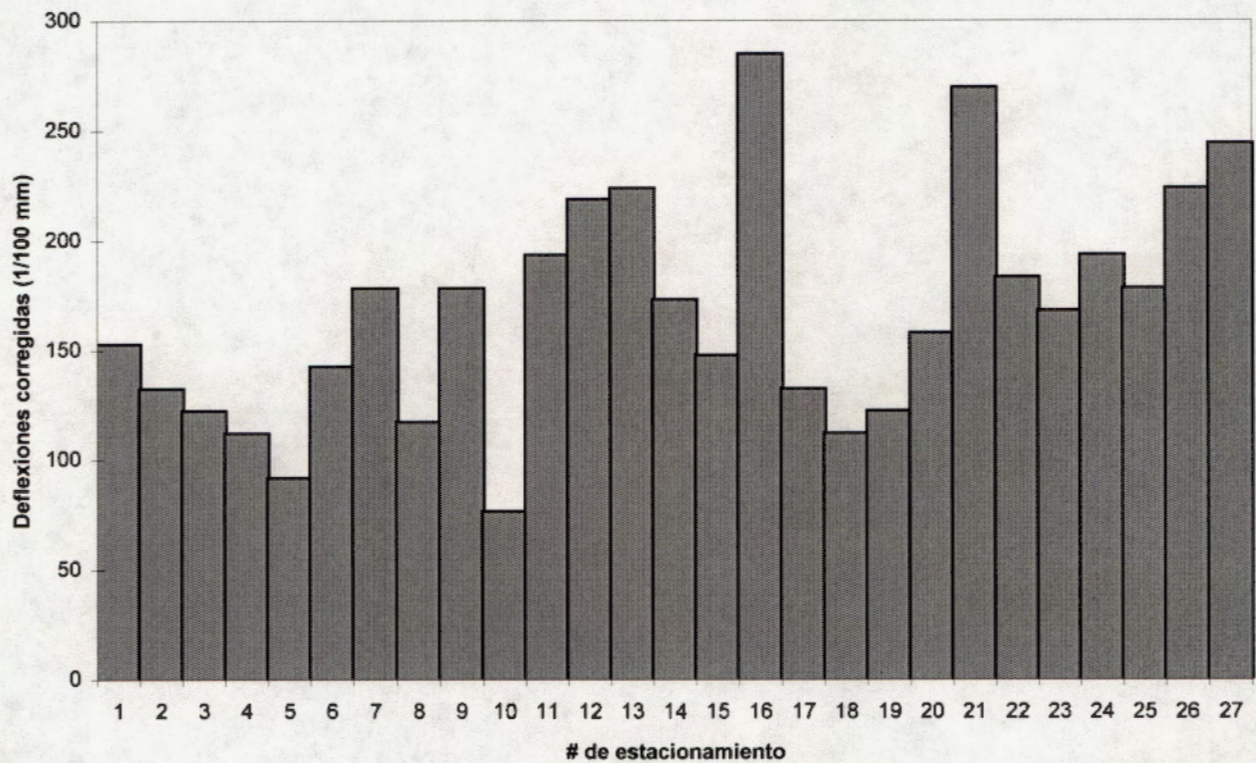
ZONA: SAN SEBASTIAN

RUTA: E4

LONGITUD: 1350m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	26-4-97
PROMEDIO (D):	167.5
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	52.5
MIN	76
D - $2\sigma$	62.53
D + $1.282\sigma$	234.71
D + $2\sigma$	272.38
MAX	284

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

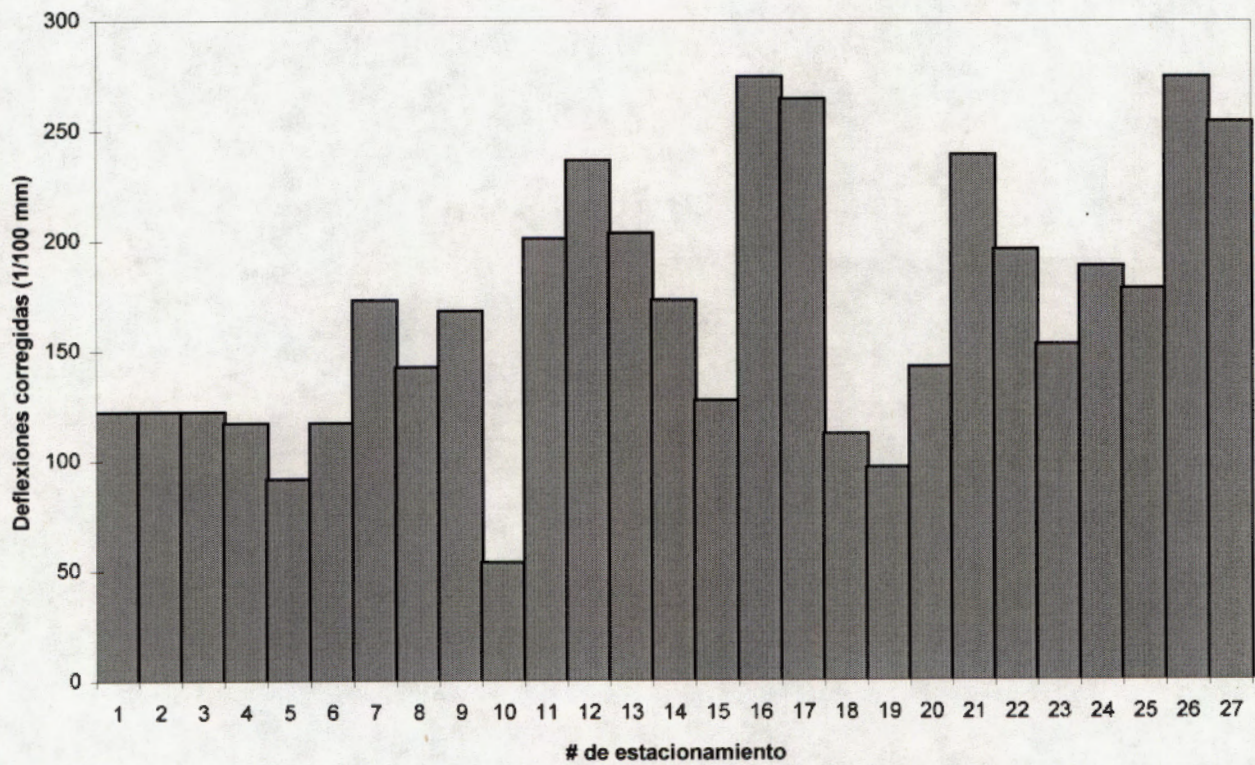
ZONA: SAN SEBASTIAN

RUTA: E4

LONGITUD: 1350m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	20-6-97
PROMEDIO (D):	168.0
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	60.3
MIN	53
D - $2\sigma$	47.34
D + $1.282\sigma$	245.37
D + $2\sigma$	288.69
MAX	274

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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E4

PESO DEL EJE : 8200 Kg

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

FECHA: 20-6-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1350m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPEJOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	61	122	30
2	61	122	30
3	61	122	30
4	58	117	30
5	46	91	30
6	58	117	30
7	86	173	29
8	71	142	29
9	84	168	29
10	27	53	29
11	100	201	29
12	118	236	28
13	102	203	28
14	86	173	28
15	64	127	28
16	137	274	28
17	132	264	28
18	56	112	27
19	48	97	27
20	71	142	27
21	119	239	27
22	98	196	26
23	76	152	26
24	94	188	26
25	89	178	26
26	137	274	26
27	127	254	26

PROMEDIO (D): 168.0

DESV. EST. (σ): 60.3

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

ZONA : SAN SEBASTIAN

RUTA : E5

PESO DEL EJE : 8200 Kg

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

FECHA: 24-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1250m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPEJOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N <sup>o</sup>	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 <sup>-2</sup>	TEMPER PAVIM (°C)
1	18	36	40
2	51	102	40
3	46	91	39
4	64	127	39
5	51	102	39
6	64	127	38
7	56	112	38
8	64	127	38
9	61	122	38
10	58	117	37
11	64	127	37
12	51	102	37
13	56	112	37
14	71	142	36
15	53	107	36
16	41	81	36
17	43	86	36
18	38	76	36
19	36	71	36
20	48	97	36
21	46	91	35
22	64	127	35
23	69	137	35
24	46	91	35

PROMEDIO (D):

104.6

DESV. EST. ( $\sigma$ ):

24.4

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

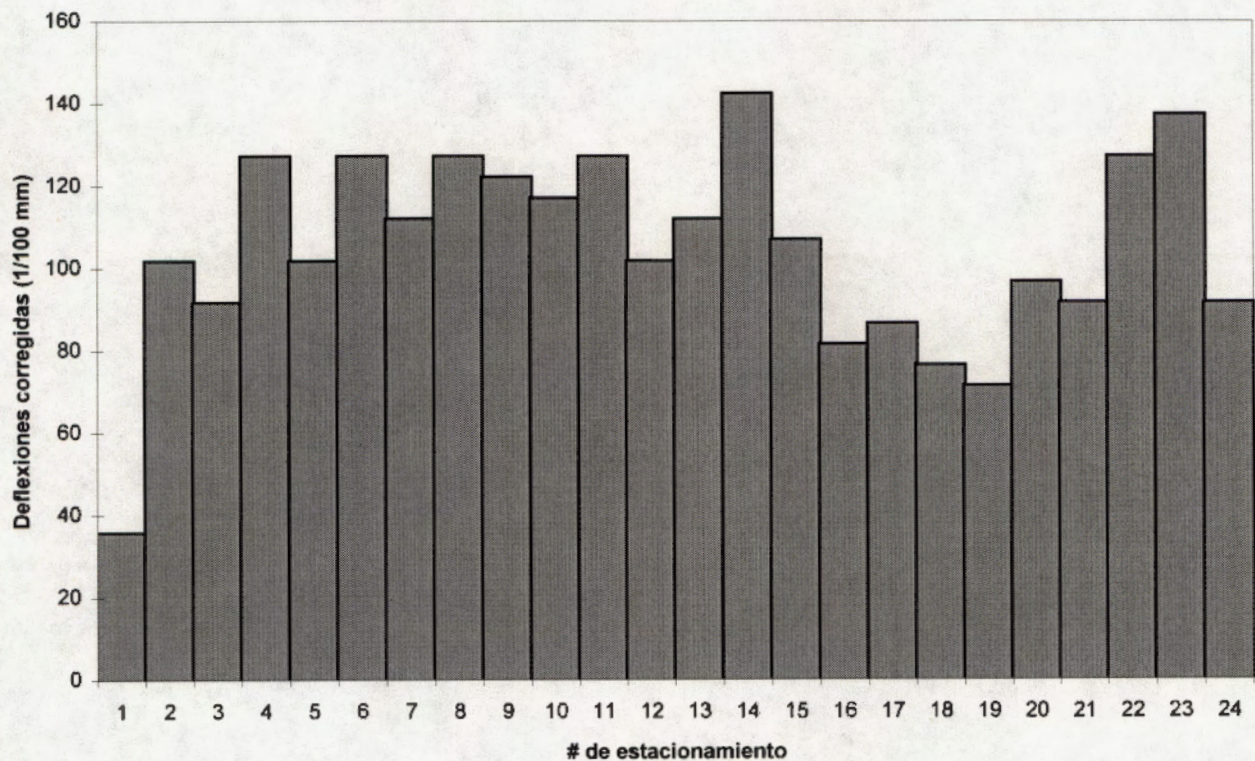
ZONA: SAN SEBASTIAN

RUTA: E5

LONGITUD: 1250m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



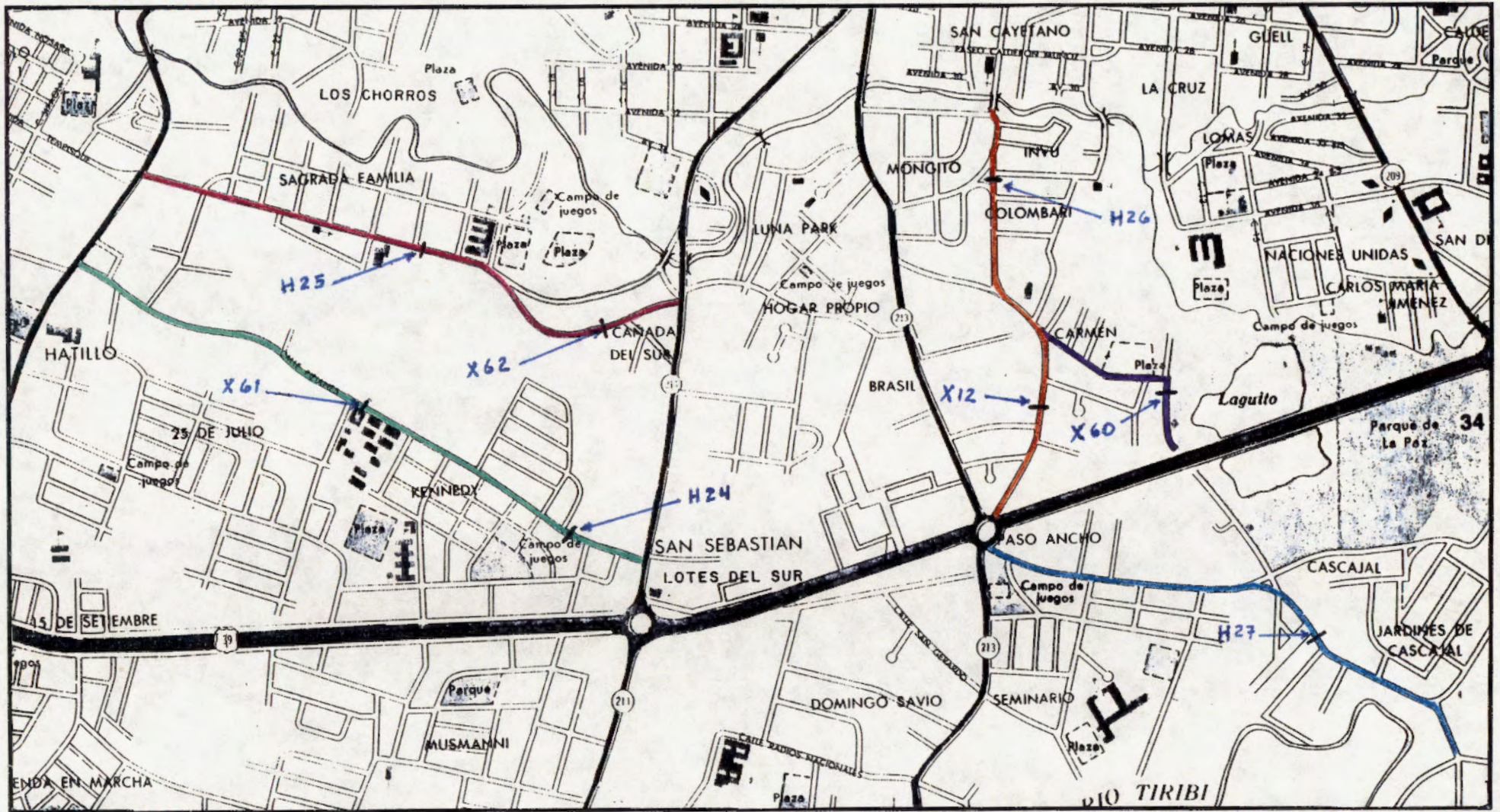
FECHA:	24-4-97
PROMEDIO (D):	104.6
DESV. EST. ( $\sigma$ ):	24.4
MIN	36
D - $2\sigma$	55.71
D + $1.282\sigma$	135.88
D + $2\sigma$	153.42
MAX	142

**ANEXO 4**

**PLANO DE UBICACION DE RUTAS Y SONDEOS REALIZADOS**

# MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

## ZONA :SAN SEBASTIAN



Simbología :

E1 =



E3 =



E5 =



E2 =



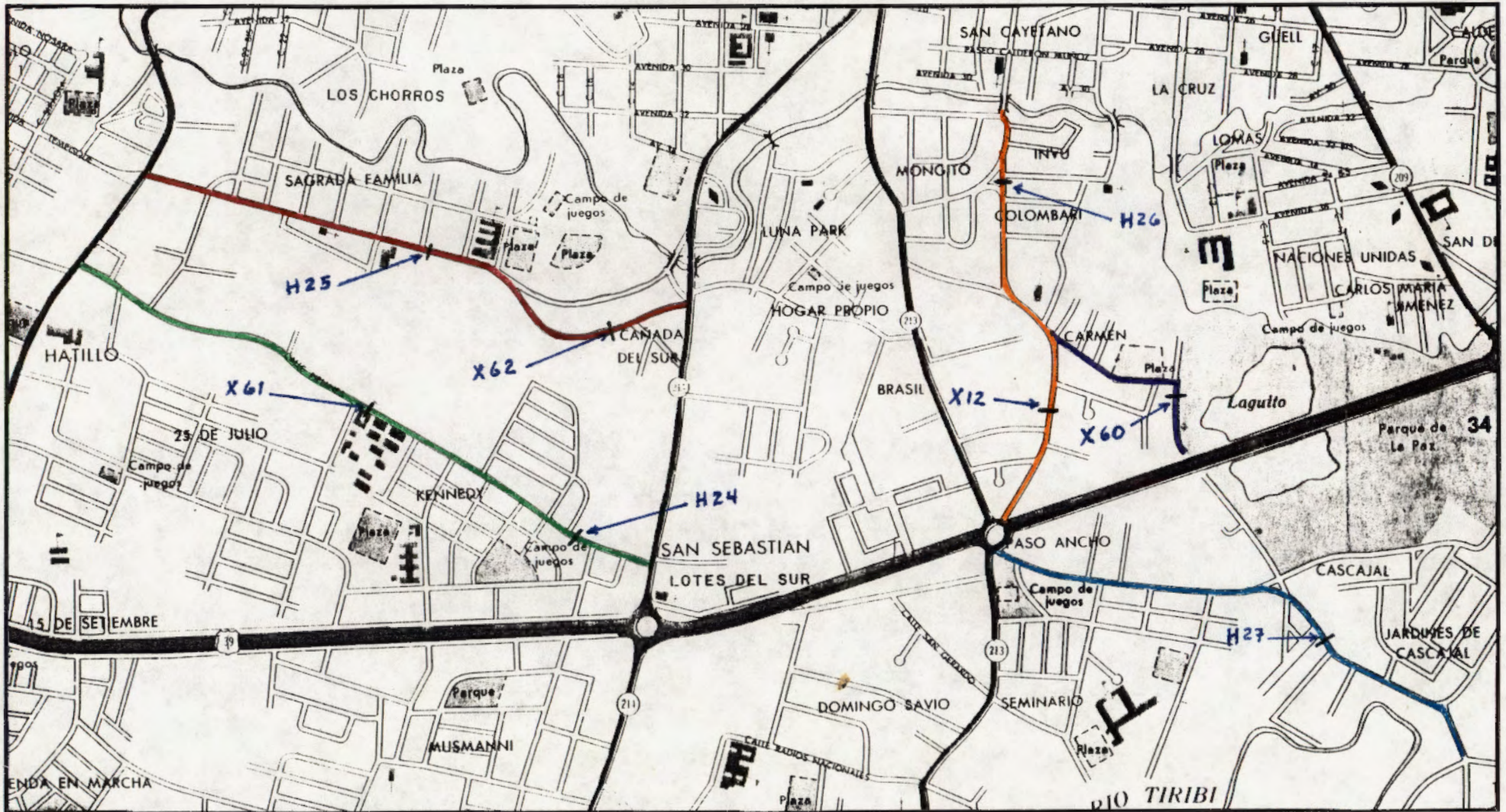
E4 =





# MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

## ZONA :SAN SEBASTIAN



Simbología :

E1 =



E3 =



E5 =



E2 =



E4 =

