

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PROYECTO DE REHABILITACION
DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N^o 3

DISTRITO HOSPITAL

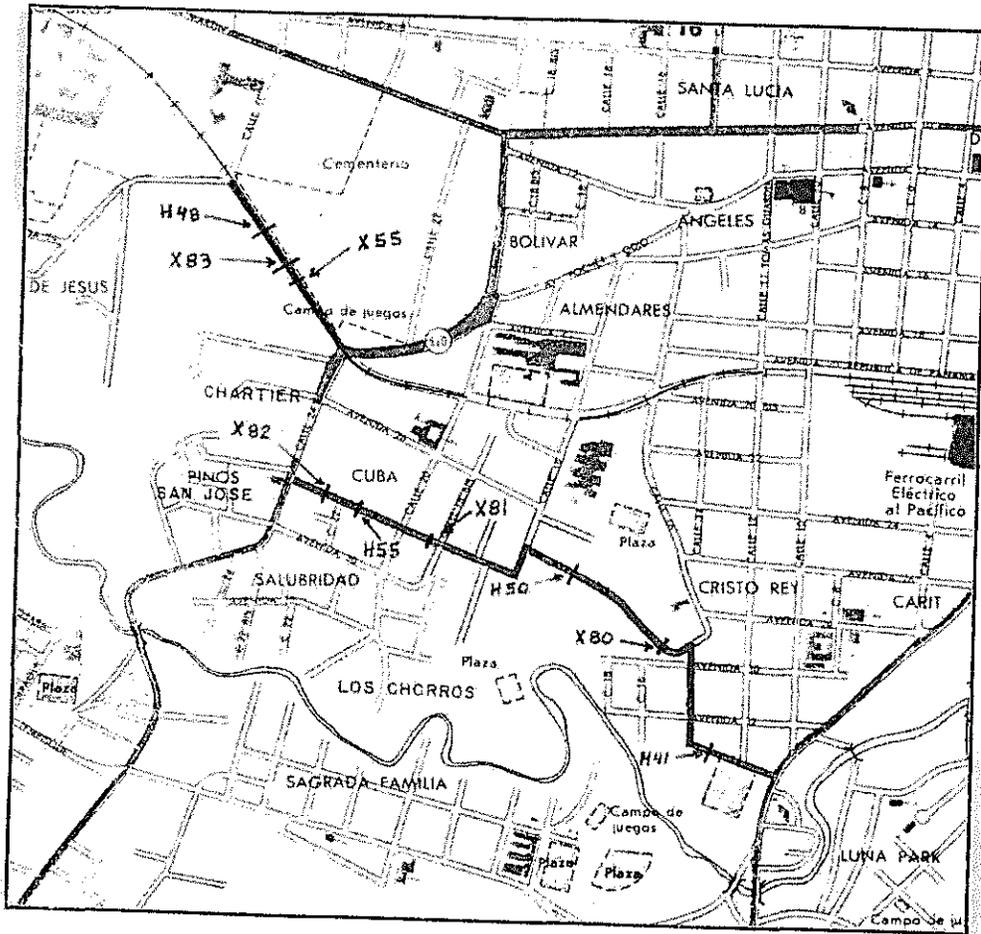
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



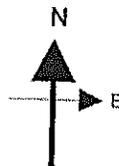
ENERO 1998

MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

DISTRITO :HOSPITAL



Simbología : H1 = 
H2 = 



PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 3

DISTRITO HOSPITAL

Indice de Contenido

	Página
1- Objetivo y alcance	1
2- Estudios de tránsito y predicción de cargas por eje	1
3- Análisis deflectométrico	1
4- Estudio de laboratorio	2
5- Análisis estructural del pavimento	3
5.1 Análisis de la capacidad estructural	3
5.2 Diseño propuesto	12
6- Cuadro de cantidades	15
7- Conclusiones y recomendaciones	17
8- Especificaciones especiales	20
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	23
Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente	30
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	78
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas	83

RUTA	SECCIONES TÍPICAS
H1	4.3A
H2	4.3B

3. ANALISIS DE PAVIMENTO

Se realizó un estudio de deflexiones en las estaciones de conteo de las rutas H1 y H2, con el fin de determinar el estado de conservación del pavimento existente.

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 3

DISTRITO HOSPITAL

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 2 rutas del distrito Hospital, ubicadas según se detalla en el Anexo 4 (planos de ubicación de rutas), y se identifican de la siguiente forma:

H1: De Pollo Llantero en Barrio Cuba hacia el este, hasta la intersección con calle central (San Sebastian).

H2: De la Industria Numar hacia el oeste, hasta la intersección con avenida 16 (Plaza Ventura).

2. ESTUDIOS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE

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

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

Tabla 2.1 Rango probable de ejes equivalentes.

RUTA	EJES EQUIVALENTES * 10 ⁵ (8.2 ton) (rango probable)
H1	2.4 - 3.4
H2	4 - 6

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/cm².

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 la ruta H1 los valores de deflexión obtenidos son muy altos, lo que denota insuficiencia estructural del pavimento. En la ruta H2 las deflexiones obtenidas son menores, lo que denota una mejor condición estructural del pavimento. En síntesis se obtuvieron los siguientes resultados:

RUTA	DEFLEX. MEDIA ($\text{mm} \cdot 10^{-2}$)	Drr ($\text{mm} \cdot 10^{-2}$)(*)
H1	170.7	295.3
H2	76.9	100.7

(*) 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 escombros, suelo orgánico, capas de material de relleno, 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.

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.

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

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

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

En la Tablas 5.1 y 5.2 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 rodiera, 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 5.3 a 5.8 se resumen los resultados de este análisis para las siguientes alternativas de rehabilitación:

Tabla N°	Ruta	Alternativa (*)	Módulo de la sub-rasante (kg/cm ²)
5.3	H1	A1	317
5.4	H1	A1	423
5.5	H2	A1	423
5.6	H2	A1	564
5.7	H2	A2	423
5.8	H2	A2	564

(*) En el apartado siguiente se describe el perfil de la estructura del pavimento para cada alternativa.

Tabla 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HOSPITAL

RUTA : H1

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_0	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
2.40E+06	6.380211242	-1.65	0.35	4.03364	5.03364	2.3	6000	-7.77E-05	6.38013359
2.40E+06	6.380211242	-1.29	0.35	3.87153	4.87153	2.3	6000	-2.39E-05	6.38018732
3.40E+06	6.531478917	-1.65	0.35	4.23499	5.23499	2.3	6000	-6.48E-05	6.53141413
3.40E+06	6.531478917	-1.29	0.35	4.06678	5.06678	2.3	6000	-6.81E-05	6.53141081
2.40E+06	6.380211242	-1.65	0.35	3.83452	4.83452	2.3	7000	-2.45E-05	6.38018678
2.40E+06	6.380211242	-1.29	0.35	3.6785	4.6785	2.3	7000	-2.59E-05	6.38018534
3.40E+06	6.531478917	-1.65	0.35	4.02841	5.02841	2.3	7000	-3.23E-05	6.53144659
3.40E+06	6.531478917	-1.29	0.35	3.86634	4.86634	2.3	7000	-7.34E-05	6.53140548

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

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

TABLA 5.2 : Tabla 5.2 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

Alternativa A1 Modulo PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HOSPITAL

RUTA : H2

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
4.00E+06	6.60205999	-1.65	0.35	4.22097	5.22097	2.3	6500	-0.000362	6.60169797
4.00E+06	6.602059991	-1.29	0.35	4.05311	5.05311	2.3	6500	-0.000409	6.60165082
6.00E+06	6.77815125	-1.65	0.35	4.46406	5.46406	2.3	6500	-0.000304	6.77784742
6.00E+06	6.77815125	-1.29	0.35	4.2891	5.2891	2.3	6500	-0.000345	6.7778067
4.00E+06	6.602059991	-1.65	0.35	3.94501	4.94501	2.3	8000	-0.000442	6.6016184
4.00E+06	6.602059991	-1.29	0.35	3.78549	4.78549	2.3	8000	-0.000495	6.6015647
6.00E+06	6.77815125	-1.65	0.35	4.17636	5.17636	2.3	8000	-0.000373	6.77777821
6.00E+06	6.77815125	-1.29	0.35	4.00982	5.00982	2.3	8000	-0.000421	6.77772999
4.00E+06	6.60205999	-1.65	0.35	3.79523	4.79523	2.3	9000	-1.06E-05	6.60204936
4.00E+06	6.602059991	-1.29	0.35	3.64045	4.64045	2.3	9000	-1.18E-05	6.60204824
6.00E+06	6.77815125	-1.65	0.35	4.0199	5.0199	2.3	9000	-9.13E-06	6.77814212
6.00E+06	6.77815125	-1.29	0.35	3.85815	4.85815	2.3	9000	-1.02E-05	6.77814106

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 : Análisis de fatiga. Ruta H1

Alternativa A1. Módulo de sub-rasante 317 kg/cm²

RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	200000	14085	0.0334	84.836	1.40E-05	4.44E-04	2.23E+10	1.40E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	200000	14085	0.0319	81.026	3.46E-05	3.78E-04	1.13E+09	2.87E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	300000	21127	0.0318	80.772	1.64E-05	4.03E-04	9.36E+09	2.15E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	300000	21127	0.0304	77.216	1.28E-05	3.42E-04	2.12E+10	4.49E+06

E₁ : módulo resiliente (kg/cm²).U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*10⁻²).E_t (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).E_c (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).NF₁ : Número de repeticiones de carga admisibles en la primera capa asfáltica.

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

TABLA 5.4 : Análisis de fatiga. Ruta H1

Alternativa A1. Módulo de sub-rasante 423 kg/cm²

RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	200000	14085	0.0273	69.342	1.07E-05	3.93E-04	5.40E+10	2.41E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	200000	14085	0.0259	65.786	3.11E-05	3.35E-04	1.61E+09	4.93E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	300000	21127	0.0258	65.532	1.75E-05	3.56E-04	7.56E+09	3.75E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.72)	e _c = (16.925)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H1	300000	21127	0.0245	62.230	1.05E-05	3.02E-04	4.06E+10	7.84E+06

E₁ : módulo resiliente (kg/cm²).

U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*10⁻²).

e_t (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

e_c (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).

NF₁ : 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 = 423 kg/cm²

TABLA 5.5: Análisis de fatiga. Ruta H2

Alternativa A1. Módulo de sub-rasante 423 kg/cm²

RUTA	E ₁	E ₁	U _{z : Z=0}	U _{z : Z=0}	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	200000	14085	0.0258	65.532	2.64E-05	3.04E-04	2.76E+09	7.61E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _{z : Z=0}	U _{z : Z=0}	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	200000	14085	0.0244	61.976	4.06E-05	2.16E-04	6.70E+08	3.51E+07
RUTA	E ₁	E ₁	U _{z : Z=0}	U _{z : Z=0}	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	300000	21127	0.0246	62.484	4.12E-05	2.80E-04	4.52E+08	1.10E+07
RUTA	E ₁	E ₁	U _{z : Z=0}	U _{z : Z=0}	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	300000	21127	0.0233	59.182	2.23E-05	2.40E-04	3.41E+09	2.19E+07

E₁ : módulo resiliente (kg/cm²).U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*10⁻²).E_t (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).E_c (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).NF₁ : 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 = 423 kg/cm²

TABLA 5.6: Análisis de fatiga. Ruta H2

Alternativa A1. Módulo de sub-rasante 564 kg/cm²

RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _{z: Z=0} (pulg)	U _{z: Z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
H2	200000	14085	0.0212	53.848	2.26E-05	2.62E-04	4.61E+09	1.48E+07
RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _{z: Z=0} (pulg)	U _{z: Z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
H2	200000	14085	0.02	50.800	3.70E-05	2.25E-04	9.10E+08	2.93E+07
RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _{z: Z=0} (pulg)	U _{z: Z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
H2	300000	21127	0.0202	51.308	5.54E-06	2.42E-04	3.33E+11	2.11E+07
RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _{z: Z=0} (pulg)	U _{z: Z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (3.94)}	e _{c = (20.875)}	NF ₁	ND
H2	300000	21127	0.019	48.260	1.97E-05	2.07E-04	5.12E+09	4.25E+07

E₁ : módulo resiliente (kg/cm²).

U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*10⁻²).

e_t (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

e_c (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).

NF₁ : 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 = 423 kg/cm²

TABLA 5.7: Análisis de fatiga. Ruta H2

Alternativa A2. Módulo de sub-rasante 423 kg/cm²

RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	200000	14085	0.0254	64.516	1.30E-05	2.99E-04	2.84E+10	8.20E+06
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	200000	14085	0.0241	61.214	2.96E-05	2.55E-04	1.90E+09	1.67E+07
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	300000	21127	0.0241	61.214	1.40E-05	2.74E-04	1.58E+10	1.21E+07
RUTA	E ₁	E ₁	U _z : Z=0	U _z : Z=0	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
	(Psi)	(kg/cm ²)	(pulg)	(mm*10 ⁻²)				
H2	300000	21127	0.0229	58.166	1.25E-05	2.33E-04	2.29E+10	2.50E+07

E₁ : módulo resiliente (kg/cm²).U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*10⁻²).e_t (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).e_c (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).NF₁ : 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 = 423 kg/cm²

TABLA 5.8: Análisis de fatiga. Ruta H2

Alternativa A2. Módulo de sub-rasante 564 kg/cm²

RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _z : Z=0 (pulg)	U _z : Z=0 (mm*10 ⁻²)	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
H2	200000	14085	0.0209	53.086	9.75E-06	2.59E-04	7.33E+10	1.56E+07
RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _z : Z=0 (pulg)	U _z : Z=0 (mm*10 ⁻²)	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
H2	200000	14085	0.0197	50.038	2.64E-05	2.21E-04	2.76E+09	3.17E+07
RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _z : Z=0 (pulg)	U _z : Z=0 (mm*10 ⁻²)	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
H2	300000	21127	0.0197	50.038	1.52E-05	2.37E-04	1.20E+10	2.32E+07
RUTA	E ₁ (Psi)	E ₁ (kg/cm ²)	U _z : Z=0 (pulg)	U _z : Z=0 (mm*10 ⁻²)	e _t = (4.53)	e _c = (20.285)	NF ₁	ND
H2	300000	21127	0.0186	47.244	1.02E-05	2.02E-04	4.47E+10	4.74E+07

E₁ : módulo resilente (kg/cm²).

U_z : desplazamiento vertical total del pavimento (mm*10⁻²).

e_t (h) : deformación unitaria de tensión, en la capa asfáltica a la profundidad (h).

e_c (h) : deformación unitaria de compresión, en la sub-rasante a la profundidad (h).

NF₁ : 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 = 423 kg/cm²

Trabajo a realizar :

- Excavar 40 cm

- Conformar y compactar la sub-rasante a una velocidad

- Colocar 12 cm de sub-base

- Colocar 10 cm de base estabilizada

- Colocar 12 cm de concreto asfáltico

- El nivel de rasante sube 3 cm

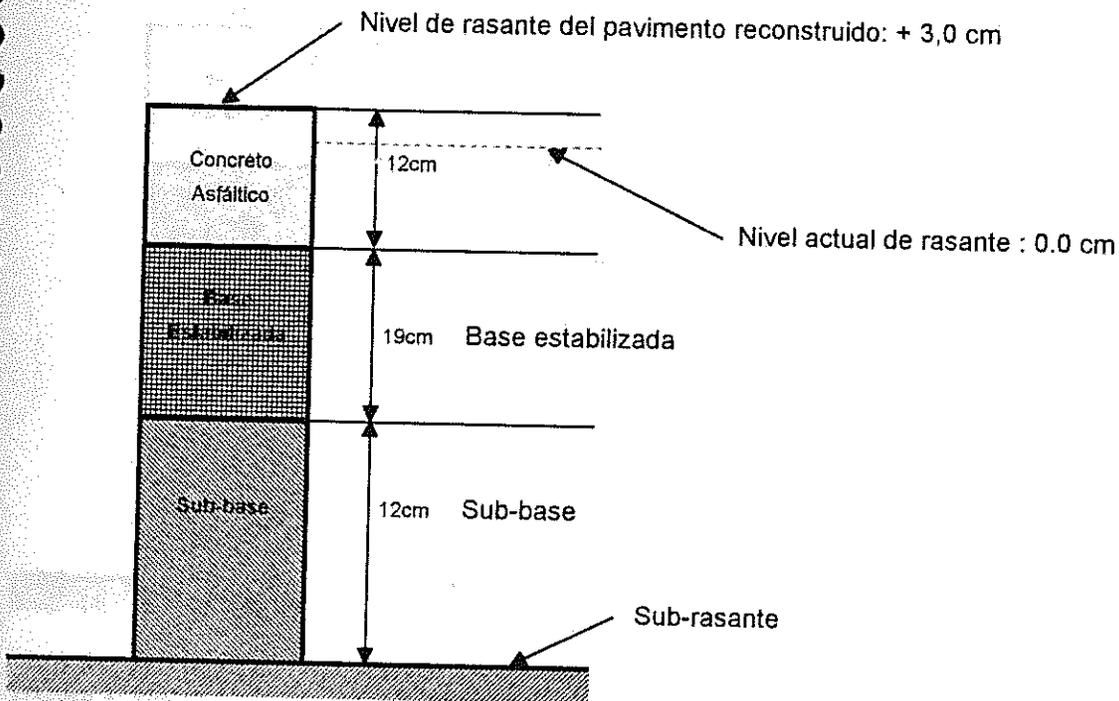
5.2 DISEÑO PROPUESTO

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

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA H1 : De Pollo Llantero en Barrio Cuba hacia el este, hasta la intersección con calle central

ALTERNATIVA A1



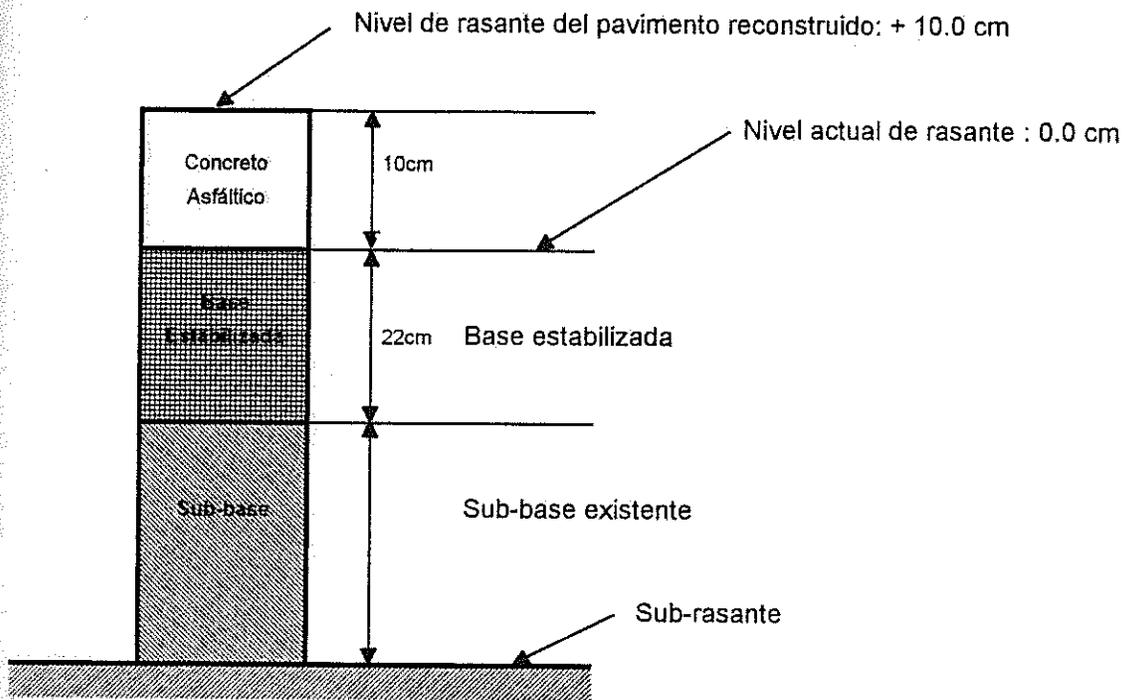
Trabajo a realizar :

- Excavar 40 cm
- Conformar y compactar la sub-rasante o capa existente
- Colocar 12 cm de sub-base
- Colocar 19 cm de base estabilizada
- Colocar 12 cm de concreto asfáltico
- El nivel de rasante sube 3 cm

PERFIL TIPOICO DEL PAVIMENTO

RUTA H2 : De la Industria Numar hacia el oeste, hasta la intersección con avenida 16

ALTERNATIVA A1



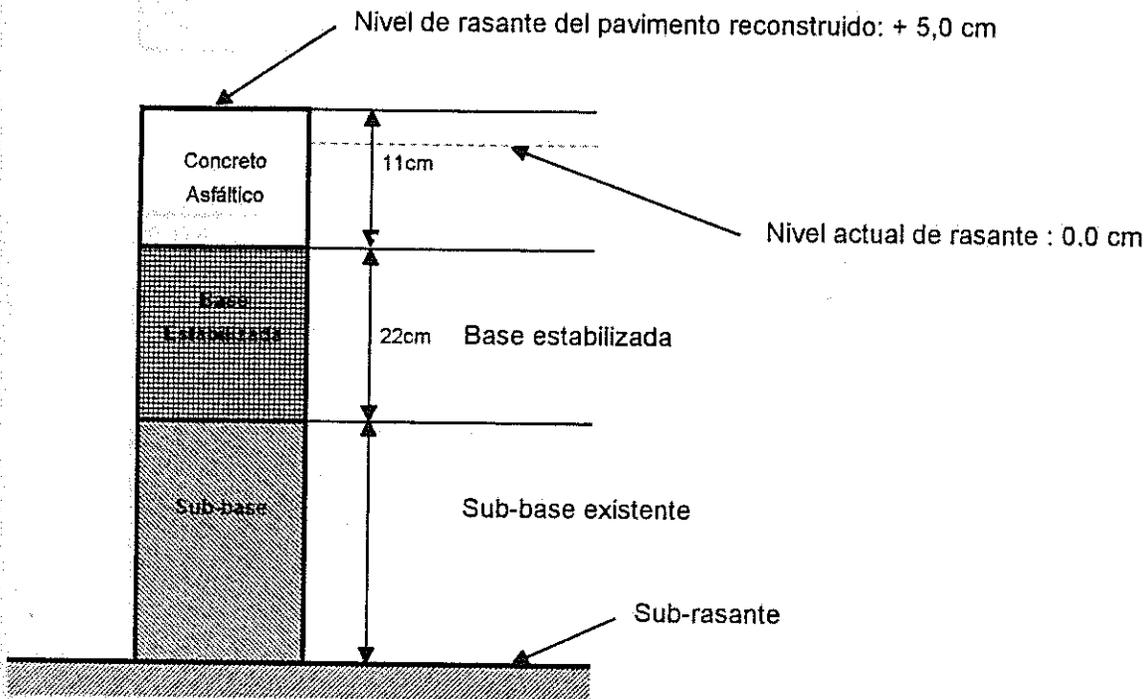
Trabajo a realizar :

- Escarificar y colocar una base estabilizada de 22 cm.
- Colocar una capa asfáltica de 10 cm.
- El nivel de rasante sube 10.0 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA H2 : De la Industria Numar hacia el oeste, hasta la intersección con avenida 16

ALTERNATIVA A2



Trabajo a realizar :

- Remover 6.0 cm de la capa asfáltica superficial existente
- Escarificar y colocar una base estabilizada de 22 cm.
- Colocar una capa asfáltica de 11 cm.
- El nivel de rasante sube 5.0 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: H1	ALTERNATIVA A1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción del pavimento existente		9120	0.4	3648
Colocación y conformación de base estabilizada		9120	0.19	1733
Colocación y conformación de sub-base		9120	0.12	1094
Colocación y conformación de capa asfáltica		9120	0.12	1094

RUTA: H2	ALTERNATIVA A1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		5685	0.22	1251
Colocación y conformación de capa asfáltica		5685	0.1	569

RUTA: H2	ALTERNATIVA A2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción de la capa asfáltica existente		5685	0.06	341
Escarificación y estabilización de pavimento existente		5685	0.22	1251
Colocación y conformación de capa asfáltica		5685	0.11	625

ZONA :HOSPITAL			RUTA : H1		FECHA : 4-5-97	
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES	
			0	Cordón ambos lados de la vía		
8.6	200	1720		Cordón ambos lados de la vía		
			200	Cordón ambos lados de la vía		
6.8	100	680		Cordón ambos lados de la vía		
			300	Cordón ambos lados de la vía		
7.9	150	1185		Cordón ambos lados de la vía		
			450	Cordón ambos lados de la vía		
7.7	250	1925		Cordón ambos lados de la vía		
			700	Cordón ambos lados de la vía		
7	250	1750		Cordón ambos lados de la vía		
			950	Cordón ambos lados de la vía		
8.2	100	820		Cordón ambos lados de la vía		
			1050	Cordón ambos lados de la vía		
8	130	1040		Cordón ambos lados de la vía		
			1180	Cordón ambos lados de la vía		
TOTALES	1180	9120				

ZONA :HOSPITAL			RUTA : H2		FECHA : 4-5-97	
ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES	
			0	Cordón ambos lados de la vía		
6.75	60	405		Cordón ambos lados de la vía		
			60	Cordón ambos lados de la vía		
16.5	140	2310		Cordón ambos lados de la vía		
			200	Cordón ambos lados de la vía		
16.5	180	2970		Cordón ambos lados de la vía		
			380	Cordón ambos lados de la vía		
TOTALES	380	5685				

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ensayo de deflectometría muestra que, aún en las condiciones más favorables (final de la época de verano), el pavimento en la ruta H1 muestra un déficit importante de capacidad estructural. La ruta H2 presenta mejores condiciones estructurales en el ensayo deflectométrico.
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 (escombros, 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 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 media-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.
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 la ruta H1, concuerdan con la escasa capacidad estructural del pavimento existente.

En general en la ruta H1, el pavimento, por su escasa capacidad estructural, se encuentra en condición de deterioro severo y requiere 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, esta 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.

- Esta opción de rehabilitación obliga a un detallado estudio en laboratorio que garantice el comportamiento adecuado de la 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).

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 proveerse 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 lo más altos estándares de calidad. Conviene dejar bien claro en el cartel de licitación todo el proceso que debe seguir el contratista para garantizar la calidad de estos materiales, incluidos los requerimientos para presentar a aprobación los diseños de mezcla, y los criterios de aceptación y rechazo.

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 ($\text{CBR} < 3.5$, al 95% del proctor estándar), limos colapsables, suelos orgánicos, escombros, etc; estos deben ser removidos y sustituidos por un material de préstamo de buena calidad.

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

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

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 adicionando nuevos agregados para superar las deficiencias.

- Hacer un tratamiento con cal, para mejorar las características del material. En este caso, debe de previo estudiarse en laboratorio el proceso a seguir para realizar dicha estabilización.

- Sustituir totalmente el material.

La base estabilizada

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

- Debe tener una resistencia a la compresión simple equivalente al de una base tipo BE-35, según establece el CR-77.

- Debe compactarse a una densidad mayor al 98% del proctor modificado.

- Los agregados deben ser no degradables y deben pasar los requerimientos de durabilidad AASHTO T-210, con índice de durabilidad mayor a 35 para el agregado grueso y el agregado fino.

- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento a largo plazo.

- Debe tener un módulo resiliente mayor a 20000 kg/cm².

- 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).

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

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

H1 = HOSPITAL		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5488	
1998	5763	
1999		6051
2000		6353
2001		6671
2002		7005
2003		7355
2004		7722
2005		8109
2006		8514
2007		8940
2008		9387
2009		9856
2010		10349
SUMATORIA		96311

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
60	2.5	32.5	5

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

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.05E+04	4.39E+05	4.00E+05	1.01E+06	1.86E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

H1 = HOSPITAL		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5488	
1998	5763	
1999		6051
2000		6353
2001		6671
2002		7005
2003		7355
2004		7722
2005		8109
2006		8514
2007		8940
2008		9387
2009		9856
2010		10349
SUMATORIA		96311

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
55	3.5	35	6.5

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	9.67E+03	6.15E+05	4.31E+05	1.31E+06	2.37E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

H1 = HOSPITAL		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5488	
1998	5763	
1999		6051
2000		6353
2001		6671
2002		7005
2003		7355
2004		7722
2005		8109
2006		8514
2007		8940
2008		9387
2009		9856
2010		10349
SUMATORIA		96311

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
60	2.5	32.5	5

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

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.05E+04	4.39E+05	4.00E+05	1.01E+06	1.86E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

H1 = HOSPITAL		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	5488	
1998	5763	
1999		6051
2000		6353
2001		6671
2002		7005
2003		7355
2004		7722
2005		8109
2006		8514
2007		8940
2008		9387
2009		9856
2010		10349
SUMATORIA		96311

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
54	3.5	35	7.5

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	9.49E+03	6.15E+05	4.31E+05	1.52E+06	2.57E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

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

H2 = HOSPITAL		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	6960	
1998	7308	
1999		7673
2000		8057
2001		8460
2002		8883
2003		9327
2004		9793
2005		10283
2006		10797
2007		11337
2008		11904
2009		12499
2010		13124
SUMATORIA		122136

TABLA #2-2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
51	2.5	40	6.5

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	2.27E+04	1.11E+06	1.25E+06	3.33E+06	5.72E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE

TABLA #1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

H2 = HOSPITAL		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	6960	
1998	7308	
1999		7673
2000		8057
2001		8460
2002		8883
2003		9327
2004		9793
2005		10283
2006		10797
2007		11337
2008		11904
2009		12499
2010		13124
SUMATORIA		122136

TABLA #2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
55.5	2	37	5.5

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

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.47E+04	8.92E+05	1.15E+06	2.82E+06	4.89E+06

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: HOSPITAL

TRAMO : H1

MUESTRA : H41

FECHA : 25-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado
14.5	BASE	Lastre color gris, escasa compactación Tamaño máximo = 10cm (4.0") Material = No plástico GRANUL. (%PAS) #4 = 55,5 #40 = 19,1 #200 = 8,4
38.0	SUB-BASE	Lastre color gris, compactado Tamaño máximo = 10.0cm (4") GRANUL. (%PAS) #4 = 61,3 #40 = 27,1 #200 = 13,6
	SUB-RASANTE	Suelo de baja capacidad de soporte. LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 2.2% CBR sitio= 2% LL = 54,0 #4 = 98,2 LP = 21,7 #40 = 86,8 IP = 32,3 #200 = 69,7

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: HOSPITAL TRAMO : H1 MUESTRA : H50 FECHA : 25-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico con agrietamiento severo
11.5	BASE	Lastre gris rojizo, aparente exceso de finos, compactado Tamaño máximo = 11,25cm (4.5") GRANUL. (%PAS) #4 = 50,6 #40 = 26,9 #200 = 13,3
38.5	SUB-BASE	Lastre gris, ligeramente contaminado con finos arcillosos, compactado Tamaño máximo = 10cm (4.0") Material = No plástico GRANUL. (%PAS) #4 = 74 #40 = 46,1 #200 = 28,0
	SUB-RASANTE	Suelo limo-arcilloso color café oscuro, conteniendo algunos escombros (fracciones de ladrillo y mosaico) LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 6.5% CBR sitio > 7% LL = 44,3 #4 = 98,8 LP = 26,2 #40 = 84,9 IP = 18,1 #200 = 62,9

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: HOSPITAL TRAMO : H1 MUESTRA : H55 FECHA : 26-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico muy agrietado y en varias capas
5.0	BASE	Piedra quebrada contaminada con un suelo color negruzco. Aparente contaminación de finos, muy suelta Tamaño máximo = 6,25 cm (2,5") LIMITES GRANUL. (%PAS) LL = 23,5 #4 = 25 LP = 15,8 #40 = 11,6 IP = 7,7 #200 = 7,6
8.0	SUB-BASE	Lastre gris oscuro, medianamente compactado LIMITES GRANUL. (%PAS) LL = 26,0 #4 = 57,5 LP = 21,2 #40 = 36,9 IP = 4,8 #200 = 21,9
	SUB-RASANTE	Limo de color negruzco. LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 4.7% CBR sitio >7% LL = 66,5 #4 = 99,4 LP = 51,6 #40 = 93,4 IP = 14,9 #200 = 71,7

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: HOSPITAL

TRAMO : H1

MUESTRA : X80

FECHA : 11-12-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado, varias capas
25.0	BASE	Lastre gris oscuro con ligera contaminación de finos plásticos Tamaño máximo = 7.5 cm (3")
15.0	SUB-BASE	Bloques de lastre gris, medianamente compactado Tamaño máximo = 15 cm (6")
	SUB-RASANTE	Limo negruzco con alto contenido orgánico CBR sitio= 2.8%

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: HOSPITAL

TRAMO : H1

MUESTRA : X81

FECHA : 11-12-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
12.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado, varias capas
12.5	BASE	Lastre gris oscuro con ligera contaminación con arcilla Tamaño máximo = 10 cm (4")
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Limo color negruzco, fino CBR sitio > 7.0%

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: HOSPITAL

TRAMO : H1

MUESTRA : X82

FECHA : 11-12-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
14.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado, varias capas
5.0	BASE	Capa de material bituminoso, tipo macadam, muy oxidada, suelta y con escaso contenido de ligante bituminoso. Tamaño máximo = 3.75 cm (1.5")
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Material llimoso café oscuro, con vetas café claro y de plasticidad media CBR sitio > 7.0%

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: HOSPITAL

TRAMO : H2

MUESTRA : H48

FECHA : 26-4-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
13.0	BASE	Piedra quebrada, caras redondeadas, contaminadas con finos arcillosos, compactado. Tamaño máximo = 5,0cm (2,0") LIMITES GRANUL. (%PAS) LL = 19,3 #4 = 42,5 LP = 13,7 #40 = 19,5 IP = 5,5 #200 = 8,0
25	SUB-BASE 1	Piedra quebrada. Tamaño máximo = 8,75cm (3,5") Material = No plástico GRANUL. (%PAS) #4 = 62,2 #40 = 35,1 #200 = 19,4
45	SUB-BASE 2	Material de sub-base relativamente meteorizado LIMITES GRANUL. (%PAS) LL = 21,9 #4 = 35,5 LP = 15,9 #40 = 18,4 IP = 6,0 #200 = 6,2
	SUB-RASANTE	No se llegó a la sub-rasante.

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: HOSPITAL

TRAMO : H2

MUESTRA : X55

FECHA : 22-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
8.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado, varias capas
15.0	BASE	Lastre gris, aparente exceso de finos y medianamente compactado Tamaño máximo = 5 cm (2")
8.0	SUB-BASE	Lastre gris, con exceso de finos, medianamente compactado Tamaño máximo = 6 .25 cm (2.5")
	SUB-RASANTE	Limo orgánico negro CBR sitio= 2.7%

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: HOSPITAL

TRAMO : H2

MUESTRA : X83

FECHA : 11-12-97

ESPEJOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
9.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico
18.5	BASE	Lastre gris, ligeramente plástico y compactado Tamaño máximo = 6,0cm (2.5")
25	SUB-BASE 1	Lastre gris oscuro contaminado con arcilla, y compactado Tamaño máximo = 12,0cm (5")
27	SUB-BASE 2	Capa de relleno de lastre. con pedazos de ladrillo Tamaño máximo = 10,0cm (4")
	SUB-RASANTE	Limo negro, con contenido orgánico CBR sitio > 7%

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: LIMO CAFE OSCURO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: H-1 HUECO # 55

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

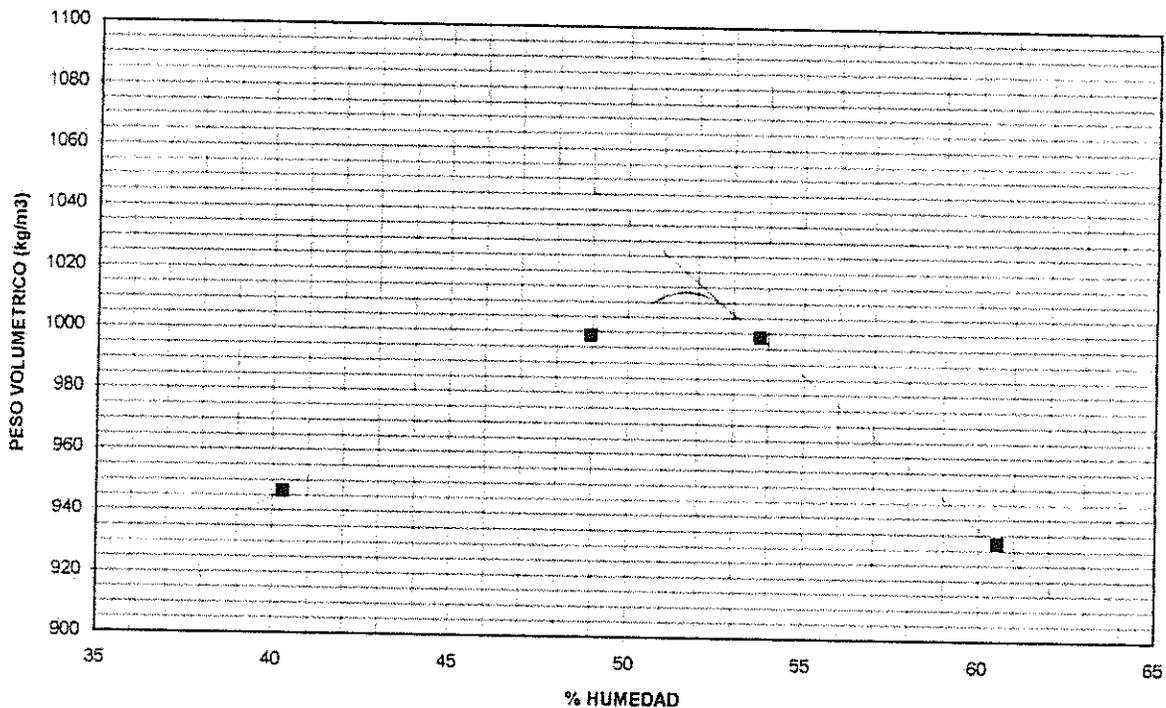
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5464	5615	5623	5660			
P molde	4210	4210	4210	4210			
Ww	1254	1405	1413	1450			
δ w	1328	1488	1496	1536			
δ s	947	999	932	999			

$\gamma_{max} = 1014 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 51.5 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	82	81	75	31
Ww + Wc	337,2	350,9	478,6	424,7
Ws + Wc	270,6	274,0	341,9	313,2
Ww	66,6	76,9	136,6	111,5
Wc	105,2	117,0	116,2	105,8
Ws	165,4	157,0	225,7	207,4
%W	40,3	49,0	60,5	53,8

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: 17 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: H - 1
LOCALIZACION: SUBRASANTE

HUECO: 55

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta m =$ 1014 $W_o =$ 51.5 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10398												
56	8	7168	3230	1517	999	98.5	46	225.2	161.3	37.8		64.0	123.5	51.8
		10304												
28	2	7348	2956	1391	916	90.3	47	239.2	170.5	38.2		68.7	132.3	51.9
		9973												
14	9	7170	2803	1324	872	86.0	23	361.1	279.4	121.8		81.7	157.6	51.9
														51.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION						
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D		
8	10-may	2:00	329.00	-	343.00	343.00	343.00	-	-	4.26	4.26	4.26	
2	10-may	2:00	290.00	-	310.00	310.00	310.00	-	-	6.90	6.90	6.90	
9	10-may	2:00	300.00	-	315.00	315.00	317.00	-	-	5.00	5.00	5.67	

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

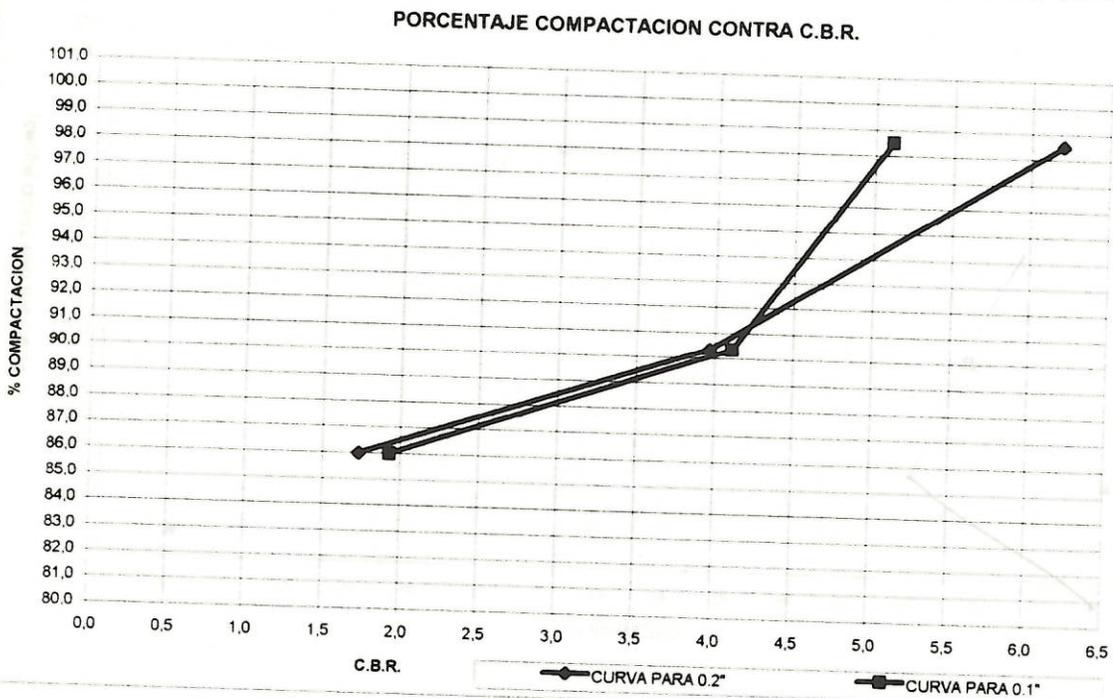
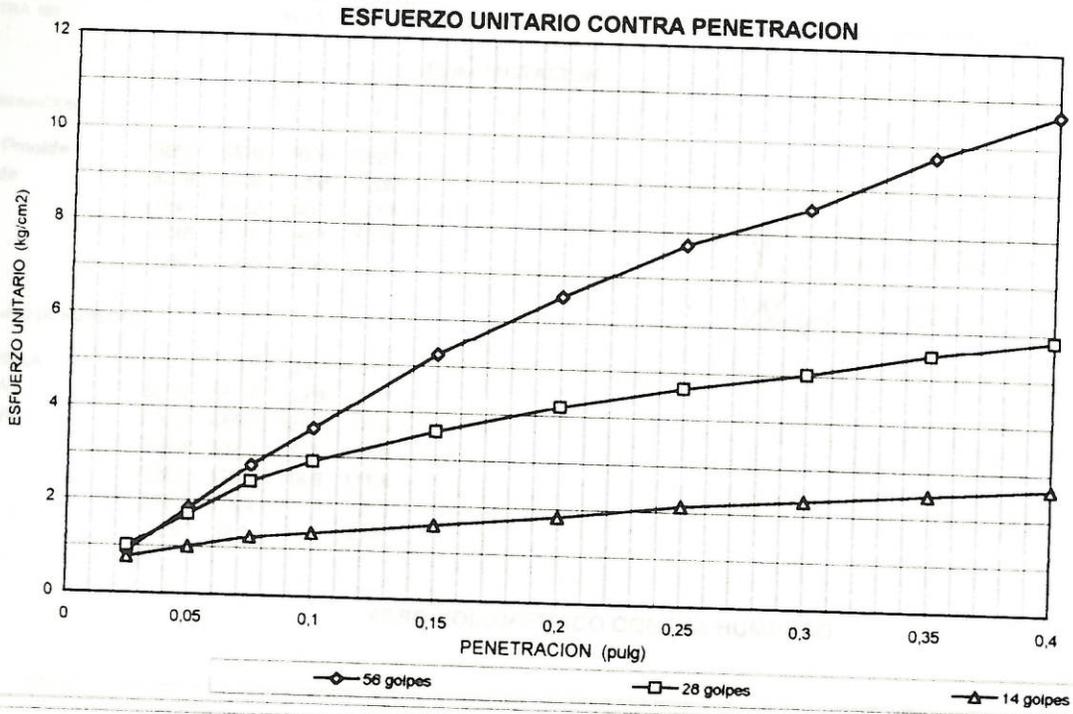
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	3.5	7.5	11.5	15.0	22.0	27.5	32.5	36.0	41.0	45.0
8	0.06	0.886	1.83	2.774	3.6	5.252	6.55	7.73	8.556	9.736	10.68
	0.0	4.0	7.0	10.0	12.0	15.0	17.5	19.5	21.0	23.0	24.5
2	0.06	1.004	1.712	2.42	2.892	3.6	4.19	4.662	5.016	5.488	5.842
	0.0	3.0	4.0	5.0	5.5	6.5	7.5	8.8	9.5	10.3	11.0
9	0.06	0.768	1.004	1.24	1.358	1.594	1.83	2.125	2.302	2.479	2.656

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	3.60	6.55	98.5	5.11	6.20
28	2.89	4.19	90.3	4.11	3.97
14	1.36	1.83	86.0	1.93	1.73

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 17 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: H - 1 HUECO: 55
 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: LIMO CAFE OSCURO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: H-1 HUECO # 50

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

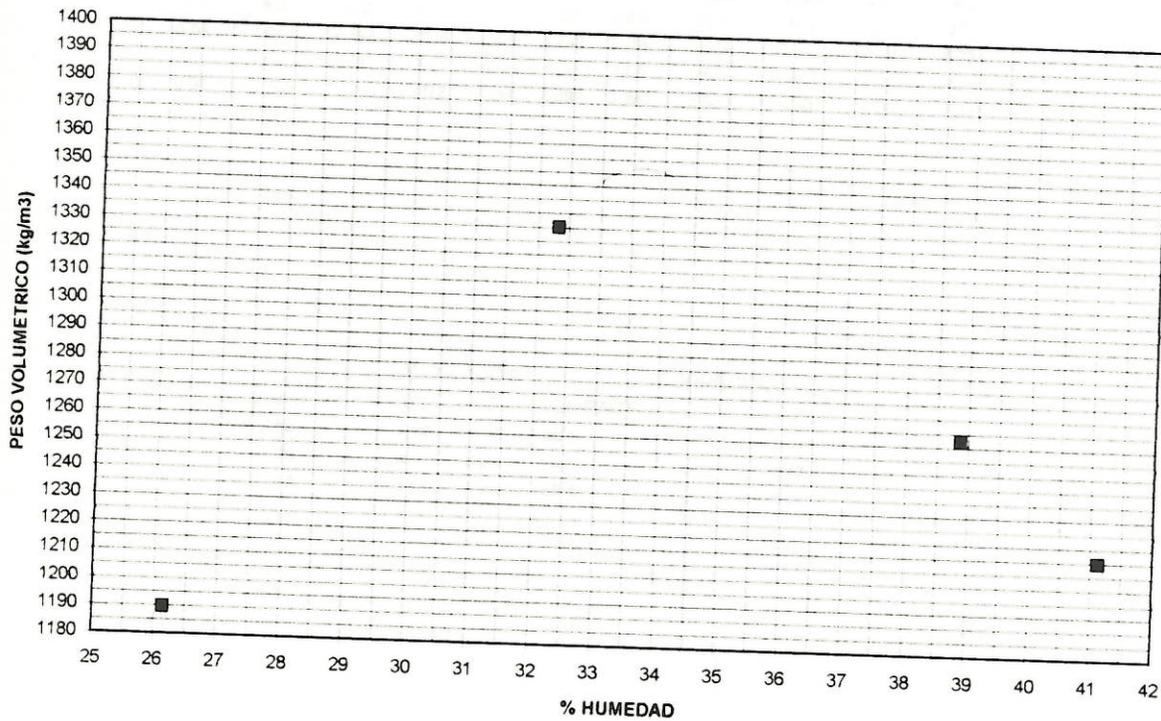
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5857	5870	5625	5827			
P molde	4208	4208	4208	4208			
Ww	1649	1662	1417	1619			
δ w	1746	1760	1501	1715			
δ s	1257	1330	1190	1215			

$\gamma_{max} = 1352 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 33.6 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	14	19	27	71
Ww + Wc	502.0	547.4	459.8	517.3
Ws + Wc	396.6	445.2	389.1	399.0
Ww	105.4	102.3	70.7	118.3
Wc	125.6	128.8	118.8	111.4
Ws	271.1	316.4	270.3	287.6
%W	38.9	32.3	26.1	41.1

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: 22 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: H - 1 HUECO: 50

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO CAFE OSCURO

$\delta_m = 1352$ $W_o = 33.6\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10928												
56	1	7131	3797	1792	1347	99.6	48	251.5	198.9	39.7		52.6	159.2	33.0
		10860												
28	11	7282	3578	1693	1273	94.1	70	327.5	270.3	97.8		57.2	172.5	33.2
		10487												
14	12	7119	3368	1590	1195	88.4	3	313.4	262.0	106.4		51.4	155.6	33.0
														33.1

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	16-may	2:00	292.00	300.00	-	302.00	302.00	2.74	-	3.42	3.42
11	16-may	2:00	310.00	325.00	-	326.00	326.00	4.84	-	5.16	5.16
12	16-may	2:00	319.00	338.00	-	338.00	359.00	5.96	-	5.96	12.54

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

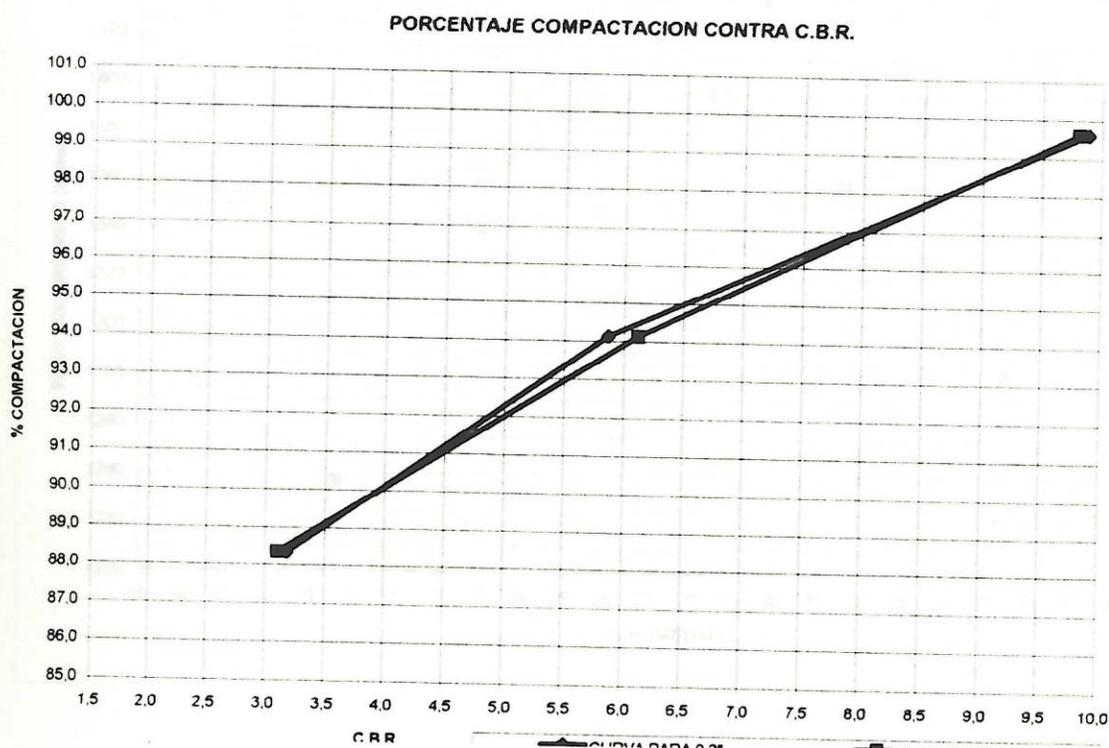
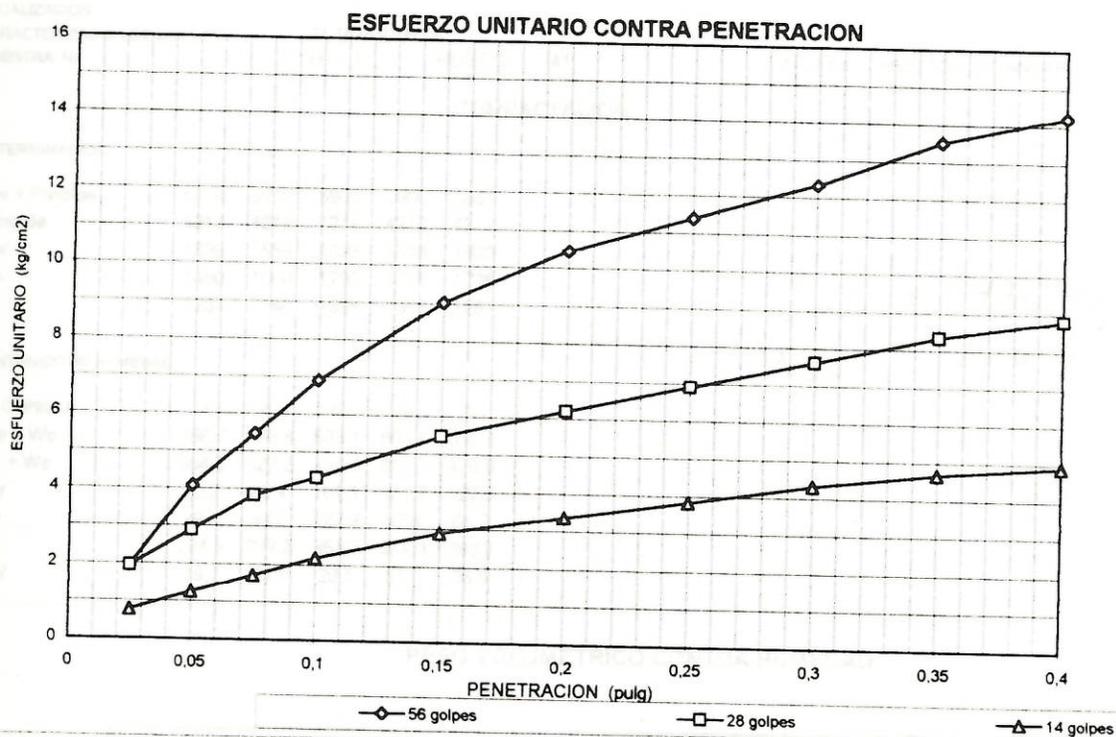
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	6.0	17.0	23.0	29.0	38.0	44.0	48.0	52.0	57.0	60.0
1	0.06	1.948	4.072	5.488	6.904	9.028	10.444	11.388	12.332	13.512	14.22
	0.0	8.0	12.0	16.0	18.0	23.0	26.0	29.0	32.0	35.0	37.0
11	0.06	1.948	2.892	3.836	4.308	5.488	6.196	6.904	7.612	8.32	8.792
	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	14.0	16.0	18.0	19.5	20.5
12	0.06	0.768	1.24	1.712	2.184	2.892	3.364	3.836	4.308	4.662	4.898

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	6,90	10,44	99,6	9,81	9,89
28	4,31	6,20	94,1	6,12	5,87
14	2,18	3,36	88,4	3,10	3,19

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: LIMO CAFE OSCURO
 MUESTRA No: H - 1 HUECO: 50
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 16 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No.

SUBRASANTE

H - 1 HUECO 41

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

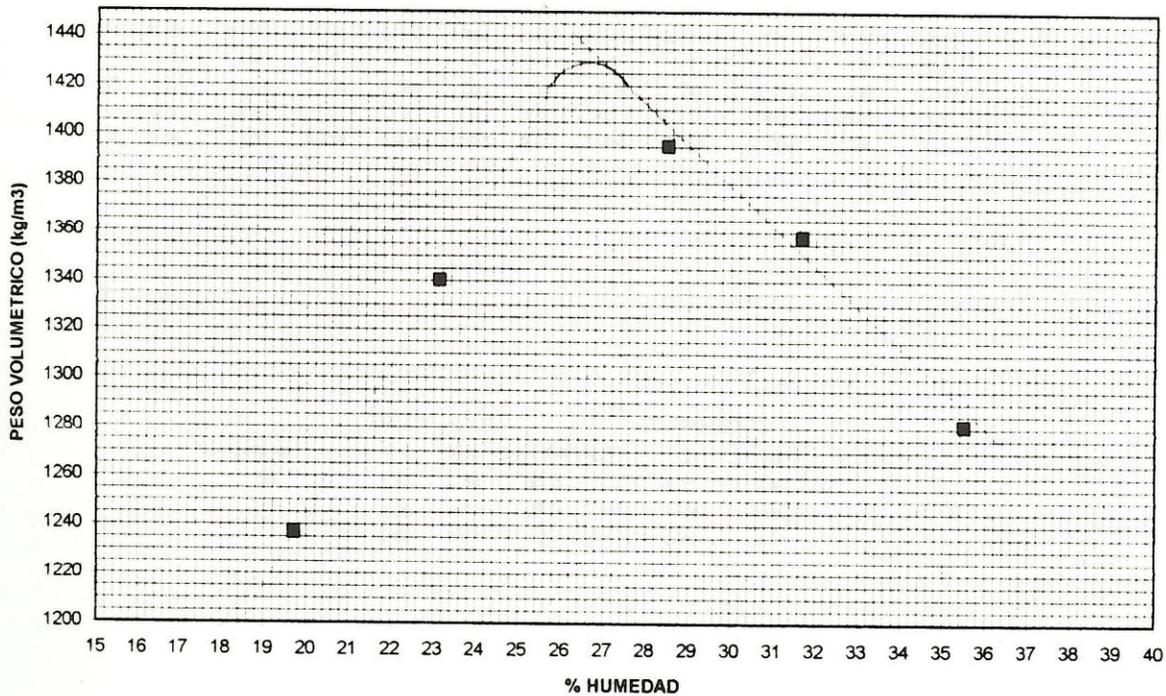
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5610	5770	5905	5900	5851		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1398	1558	1693	1688	1639		
δw	1480	1650	1793	1788	1736		
δs	1237	1340	1395	1358	1281		

$\rho_{max} = 1430 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 26.6 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	48	49	5	70	72
Ww + Wc	356.7	393.6	583.1	603.8	553.9
Ws + Wc	304.5	327.2	482.0	482.1	426.0
Ww	52.2	66.4	101.1	121.7	127.9
Wc	39.7	40.0	127.3	97.8	65.7
Ws	264.8	287.2	354.7	384.3	360.3
%W	19.7	23.1	28.5	31.7	35.5

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: 27 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: H-1
LOCALIZACION: SUBRASANTE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

HUECO: 41

$\lambda_m = 1430$ $W_o = 26.6 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X _m	X _s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10873												
56	14	7178	3695	1747	1378	96.3	81	350.4	300.5	117.0		49.9	183.5	27.2
		11816												
28	15E	8396	3420	1610	1270	88.8	66	336.4	286.4	94.3		50.0	192.1	26.0
		10361												
14	B	7200	3161	1500	1183	82.7	26	368.7	317.0	127.0		51.7	190.0	27.2
														26.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO								% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D			
14	19-may	6:00	311.00	420.00	440.00	450.00	452.00	35.05	41.48	44.69	45.34			
15E	19-may	6:00	360.00	476.00	482.00	489.00	489.00	32.22	33.89	35.83	35.83			
B	19-may	6:00	422.00	500.00	498.00	500.00	502.00	18.48	18.01	18.48	18.96			

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	3.0	5.0	7.0	8.0	9.8	10.5	11.5	12.5	13.0	14.0
14	0.06	0.768	1.24	1.712	1.948	2.361	2.538	2.774	3.01	3.128	3.364
	0.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	6.5	7.0	8.0	8.5
15E	0.06	0.414	0.532	0.768	1.004	1.24	1.476	1.594	1.712	1.948	2.066
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.0
B	0.06	0.178	0.296	0.414	0.532	0.65	0.768	0.886	1.004	1.24	1.24

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
56	1.95	2.54	96.3	2.77	2.40
28	1.00	1.48	88.8	1.43	1.40
14	0.53	0.77	82.7	0.76	0.73

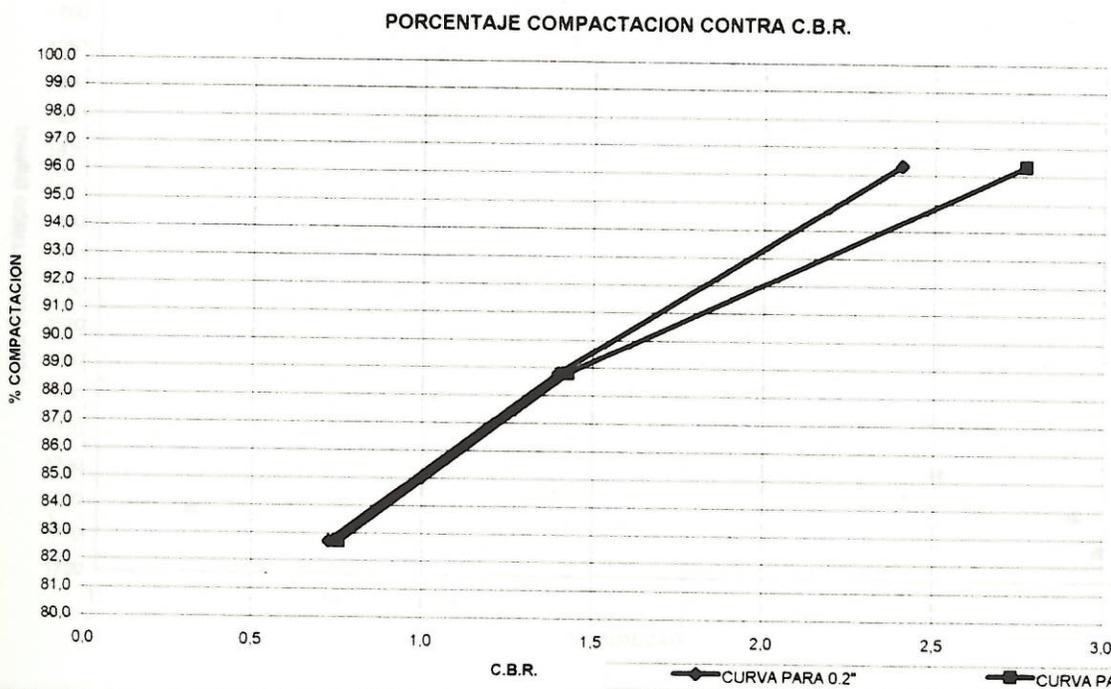
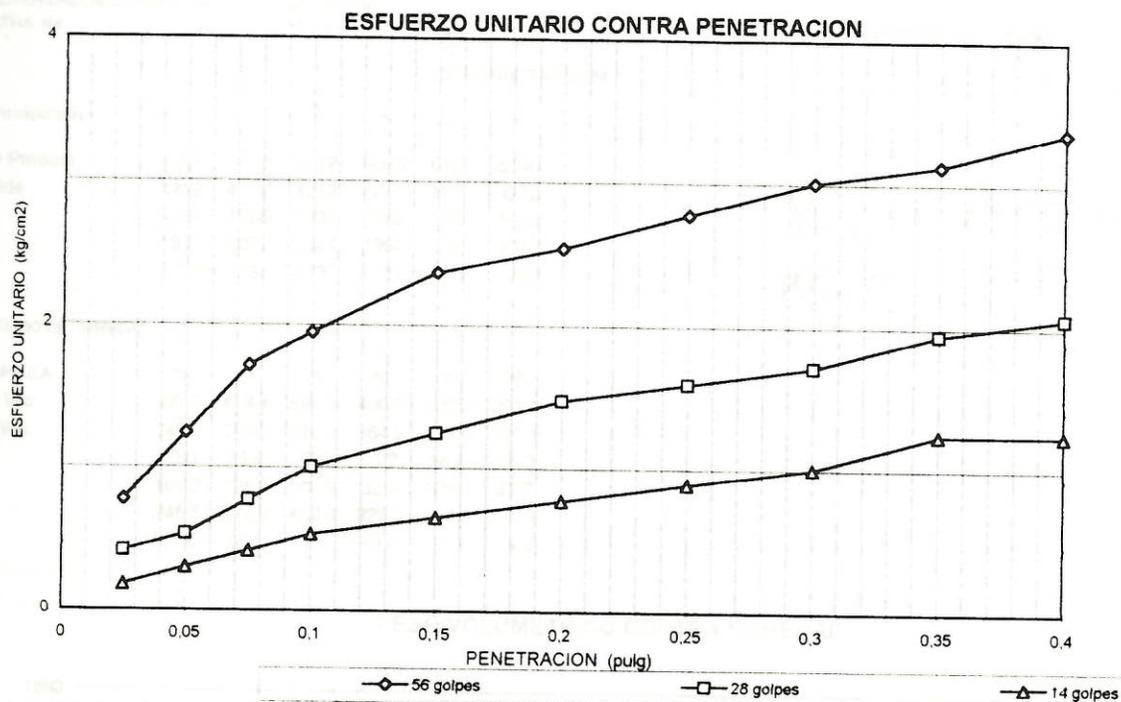
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 27 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

MUESTRA No: H-1 HUECO: 41
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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: LASTRE GRIS OSCURO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
 MUESTRA No: H-1 HUECO 41

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

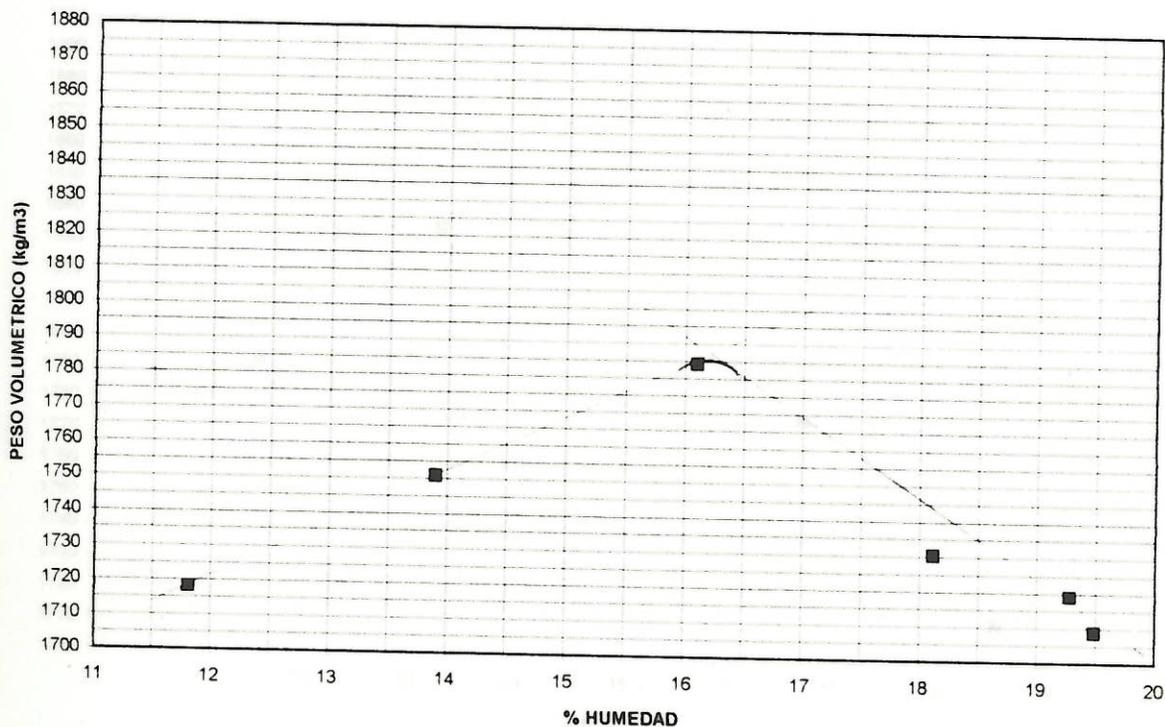
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6026	6168	6142	6095	6148	6140	
P molde	4212	4212	4212	4212	4212	4212	
Ww	1814	1956	1930	1883	1936	1928	
δw	1921	2071	2044	1994	2050	2042	
δs	1718	1784	1730	1751	1719	1709	

$\gamma_{max} = 1785 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 16.2 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	73	77	75	50	9	46
Ww + Wc	377.7	428.4	591.1	409.7	520.2	381.1
Ws + Wc	348.7	383.5	518.3	364.5	453.9	325.1
Ww	29.0	44.9	72.8	45.2	66.3	56.0
Wc	103.2	104.6	116.3	39.3	109.9	37.7
Ws	245.5	278.9	402.0	325.2	344.0	287.4
%W	11.8	16.1	18.1	13.9	19.3	19.5

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 23 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
 MUESTRA No: H-1 HUECO 50 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

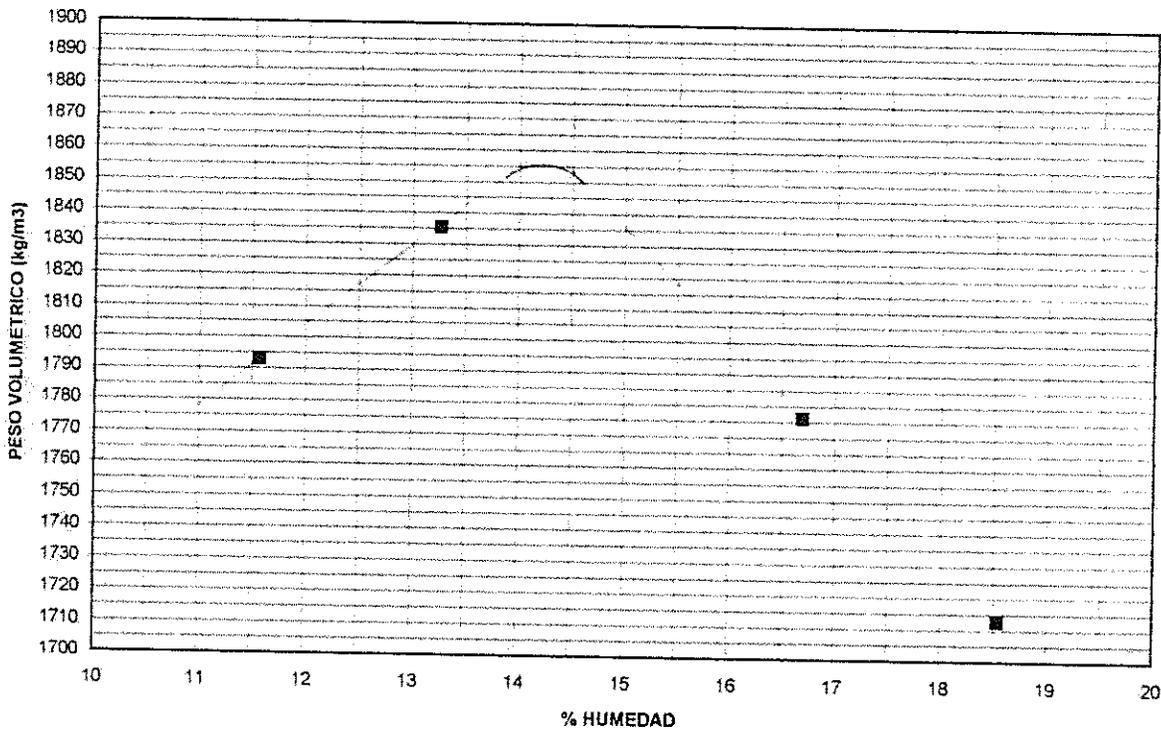
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6101	6175	6169	6129			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1889	1963	1957	1917			
δ w	2000	2079	2072	2030			
δ s	1793	1835	1776	1713			

$\gamma_{max} = 1855 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 14.2\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	31	29	19	9
Ww + Wc	453,9	385,0	542,1	512,4
Ws + Wc	417,8	353,7	482,9	452,2
Ww	36,1	31,3	59,2	60,2
Wc	105,8	118,1	128,1	127,3
Ws	312,0	235,6	354,8	324,9
%W	11,6	13,3	16,7	18,5

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 6 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LDCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

H-2

HUECC 48

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6027	6100	6160	6118			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1815	1888	1948	1906			
δ_w	1922	1999	2063	2018			
δ_s	1774	1803	1813	1747			

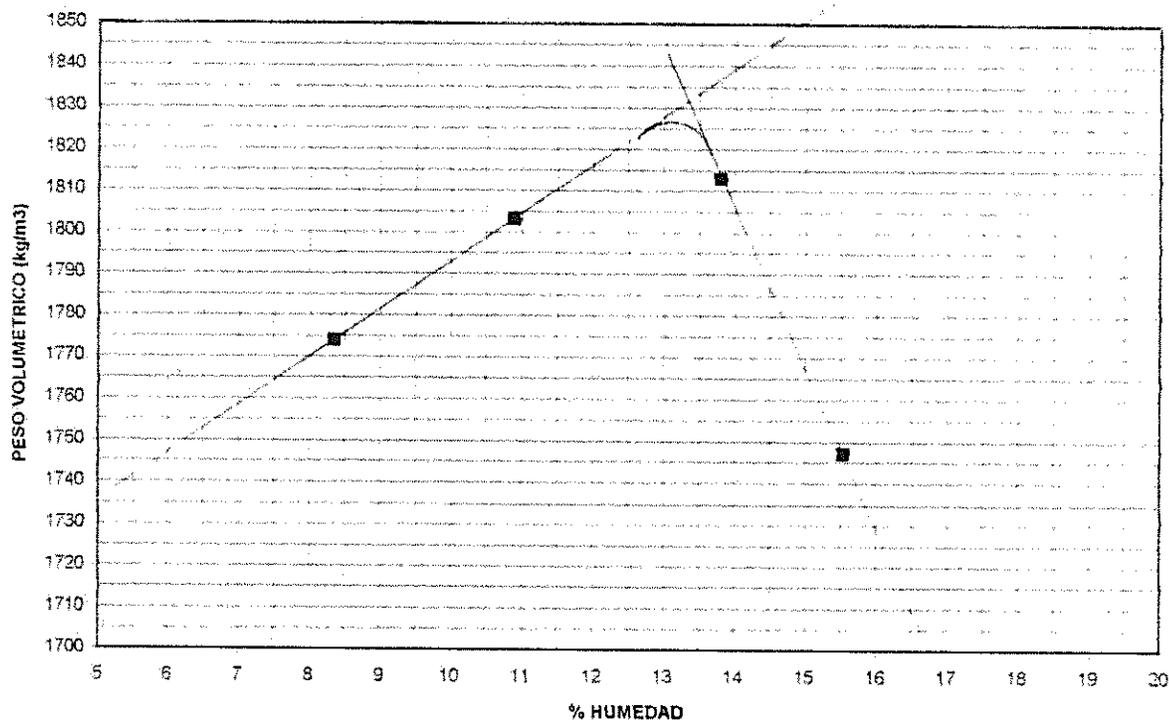
$$\delta_{max} = 1826 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 13.2 \%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CÁPSULA	73	32	17	16
Ww + Wc	368,9	422,0	478,4	533,9
Ws + Wc	348,4	391,2	436,1	478,9
Ww	20,5	30,8	42,3	55,0
Wc	103,1	108,4	129,5	124,9
Ws	245,3	282,8	306,6	354,0
%W	8,4	10,9	13,8	15,5

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 23 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL

LOCALIZACION

CARACTERIZACION DE MUESTRA

MUESTRA No

BASE

H-1

HUECC

50

PRUEBA PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5857	5956	6090	6091	6069		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1645	1744	1878	1879	1857		
δw	1742	1847	1989	1990	1967		
ρ_s	1621	1657	1718	1664	1622		

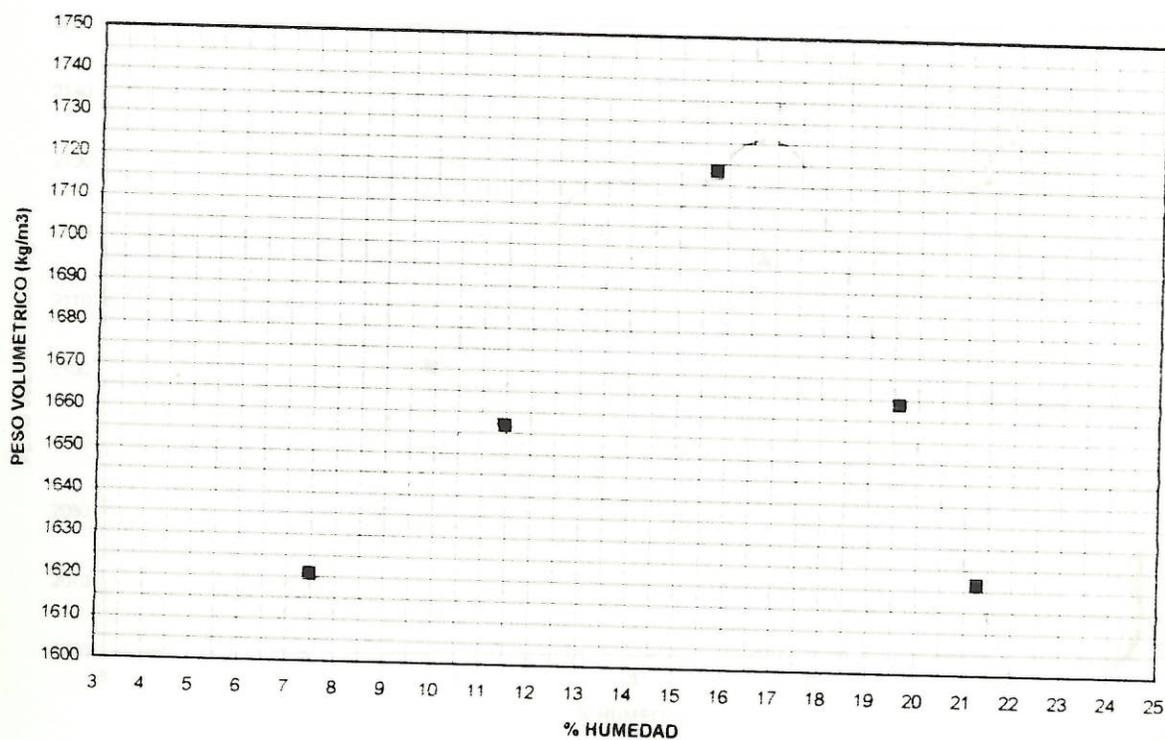
$$\gamma_{max} = 1726 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 16.8 \%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No CAPSULA	11	36	53	48	52
Ww + Wc	473.2	503.5	424.9	382.6	401.2
Ws + Wc	448.8	464.9	372.2	326.4	337.5
Ww	24.4	38.6	52.7	56.2	63.7
Wc	122.8	128.6	37.5	39.7	38.2
Ws	326.0	336.3	334.7	286.7	299.4
%W	7.5	11.5	15.7	19.6	21.3

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:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

BASE
H - 1

HUECO 41

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

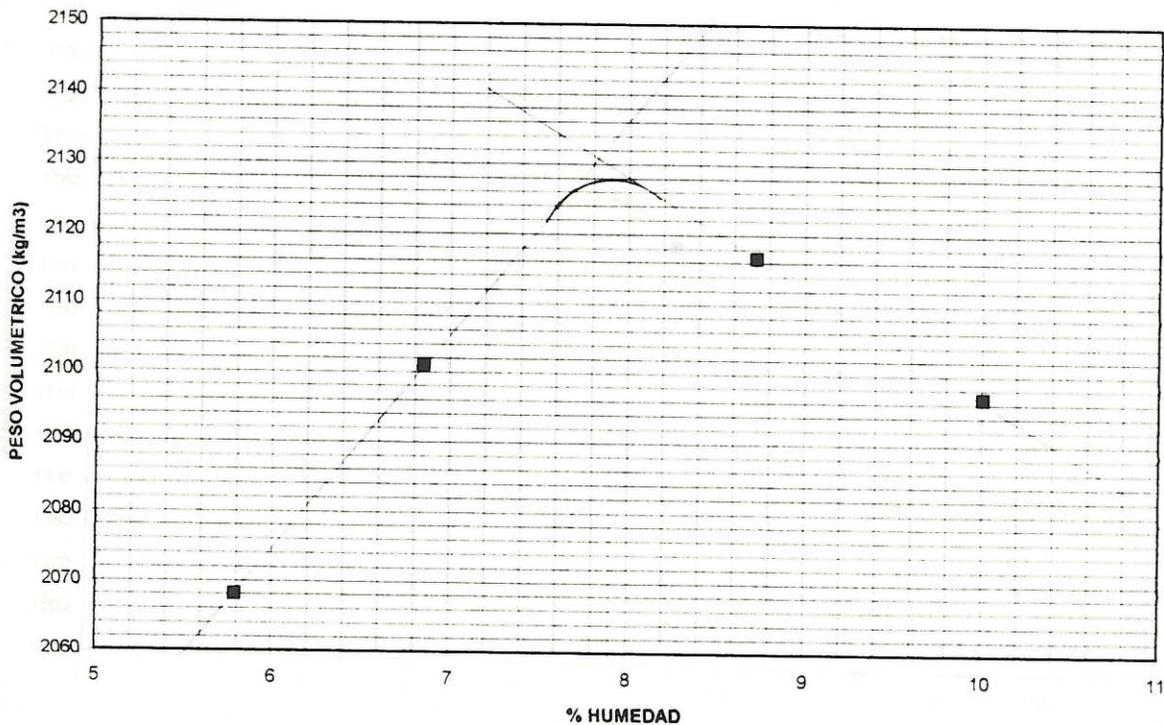
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6332	6385	6390	6278			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	2120	2173	2178	2066			
δ w	2245	2301	2307	2188			
δ s	2101	2117	2097	2068			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	74	17	81	75
Ww + Wc	637.9	645.5	539.0	518.1
Ws + Wc	603.7	604.1	500.6	496.1
Ww	34.2	41.4	38.4	22.0
Wc	104.6	129.6	116.9	116.3
Ws	499.1	474.5	383.7	379.8
%W	6.9	8.7	10.0	5.8

$\gamma_{m\acute{a}x} = 2128 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{\text{opt}} = 7.9 \%$

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 30 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: MUY CONTAMINADO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE
 MUESTRA No: H - 1 HUECO 55

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6088	6052	6100	6119			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1876	1840	1888	1907			
δw	1987	1949	1999	2020			
δs	1689	1744	1755	1748			

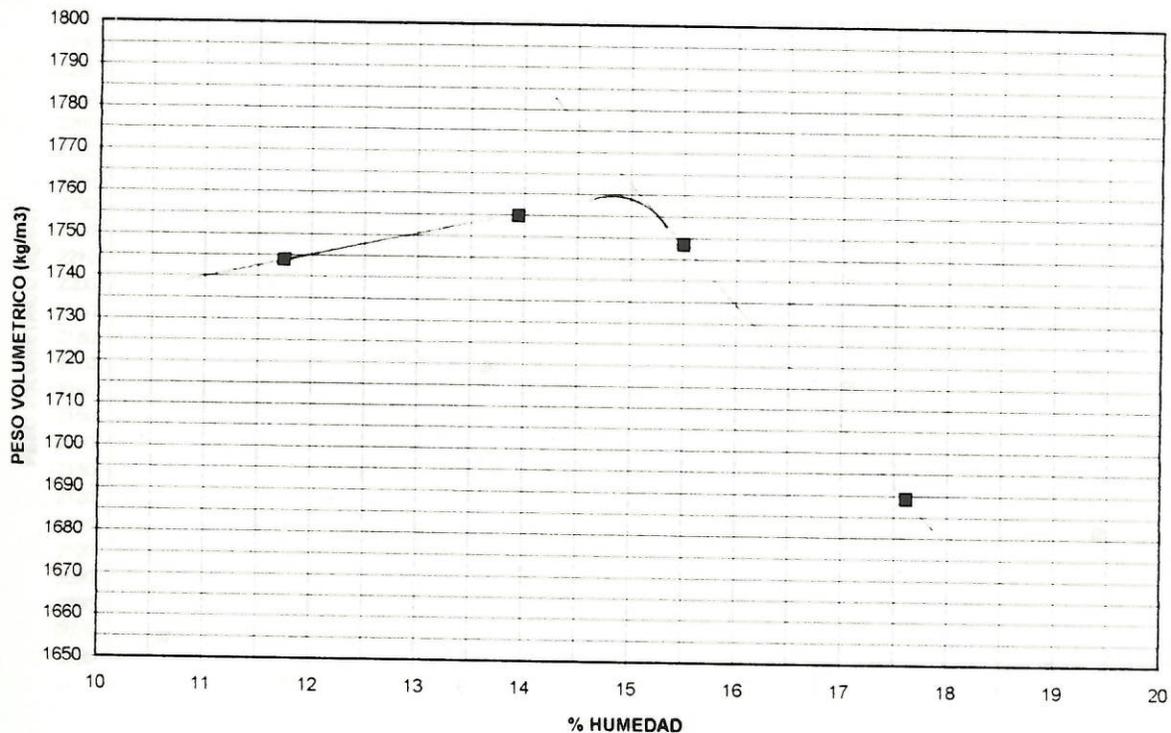
$$\gamma_{max} = 1760 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 14.8 \%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	12	81	1	28
Ww + Wc	537.5	431.0	449.0	490.1
Ws + Wc	475.4	398.0	409.4	438.2
Ww	62.1	33.0	39.6	51.9
Wc	122.9	117.0	125.4	103.4
Ws	352.5	281.0	284.0	334.8
%W	17.6	11.7	13.9	15.5

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 30 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: PIEDRA QUEBRADA
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE
 MUESTRA No. H-2 HUECO 48

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

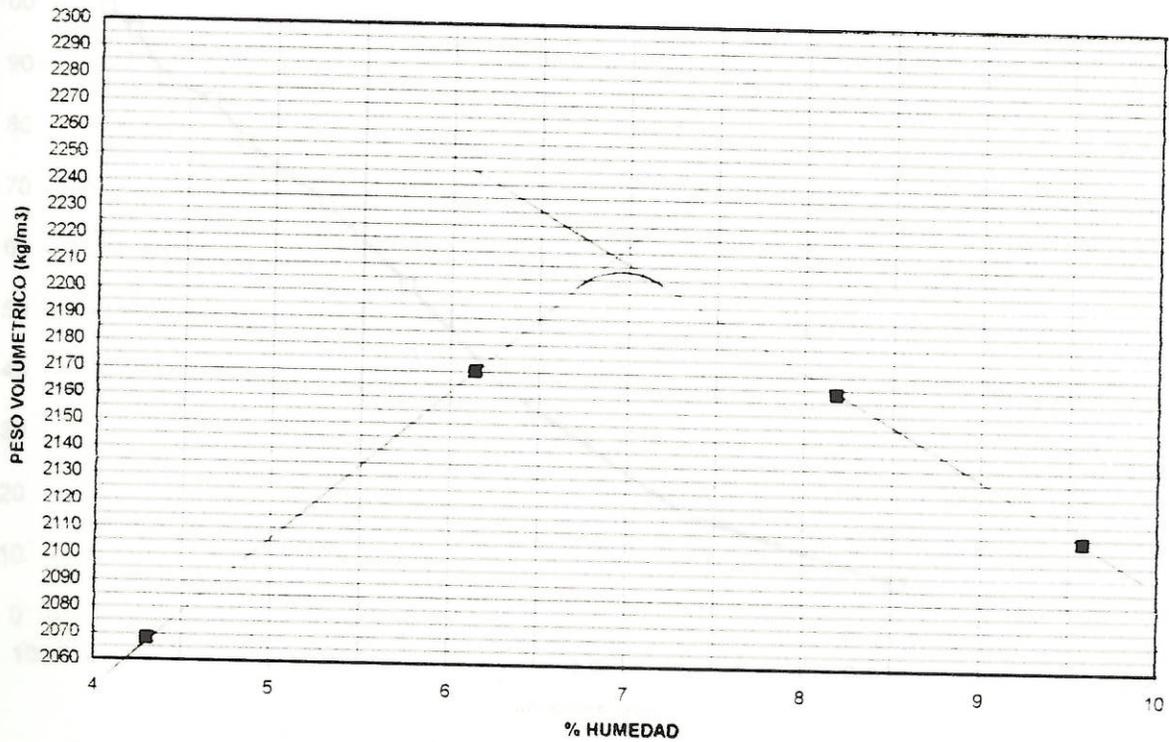
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6387	6422	6249	6394			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	2175	2210	2037	2182			
δw	2303	2340	2157	2311			
δs	2170	2163	2068	2109			

$\gamma_{max} = 2208 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 6.9\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	74	71	82	73
Ww + Wc	614.3	587.6	524.6	624.9
Ws + Wc	584.8	551.6	507.3	579.3
Ww	29.5	36.0	17.3	45.6
Wc	104.3	111.4	105.2	103.1
Ws	480.5	440.2	402.1	476.2
%W	6.1	8.2	4.3	9.6

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 4 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA H-1 HUECO: 41

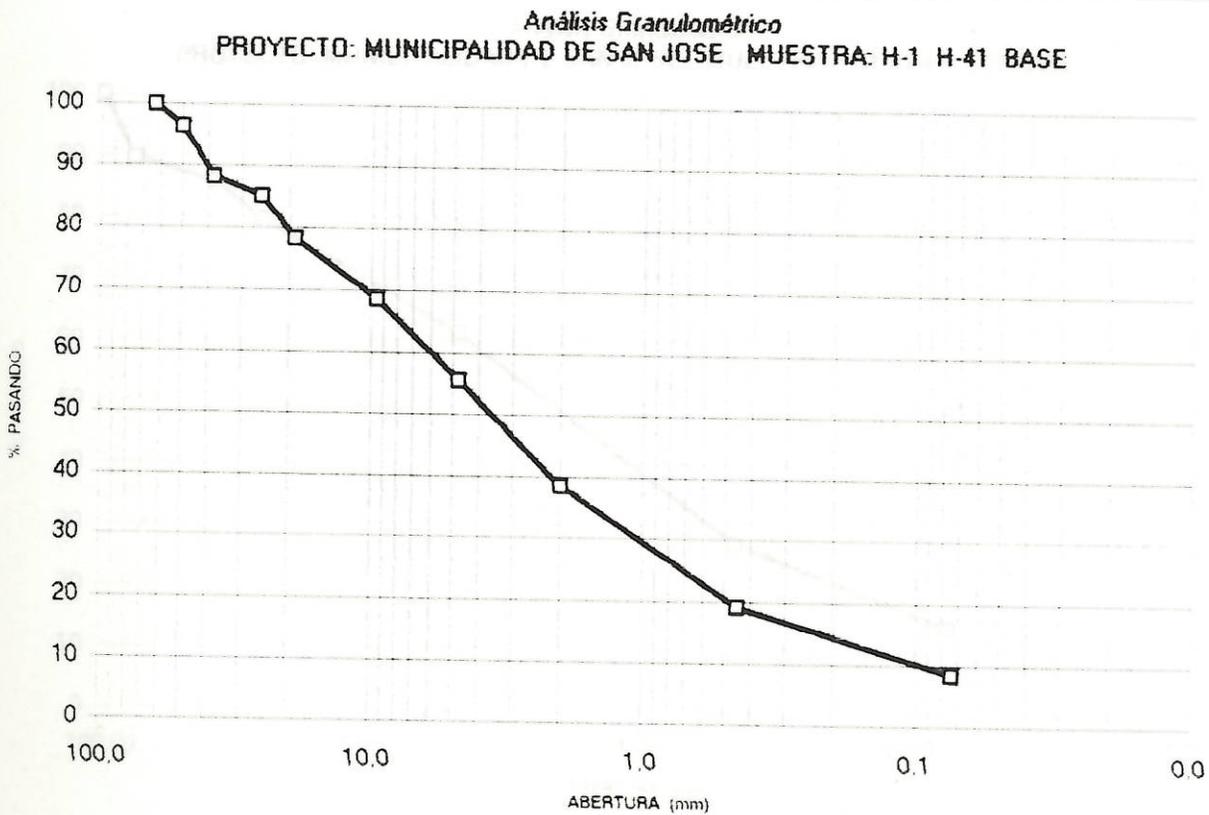
MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9410,0 g

PESO FINAL 8632,9 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	332,7	3,5	3,5	96,5
1 1/2 "	38,1	772,1	8,2	11,7	88,3
1"	25,4	295,3	3,1	14,9	85,1
3/4"	19,1	638,8	6,8	21,7	78,3
3/8"	9,5	914,7	9,7	31,4	68,6
#4	4,75	1230,0	13,1	44,5	55,5
#10	2,00	1611,5	17,1	61,6	38,4
#40	0,45	1817,9	19,3	80,9	19,1
#200	0,074	1003,9	10,7	91,6	8,4



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 4 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA H-1 HUECO: 41

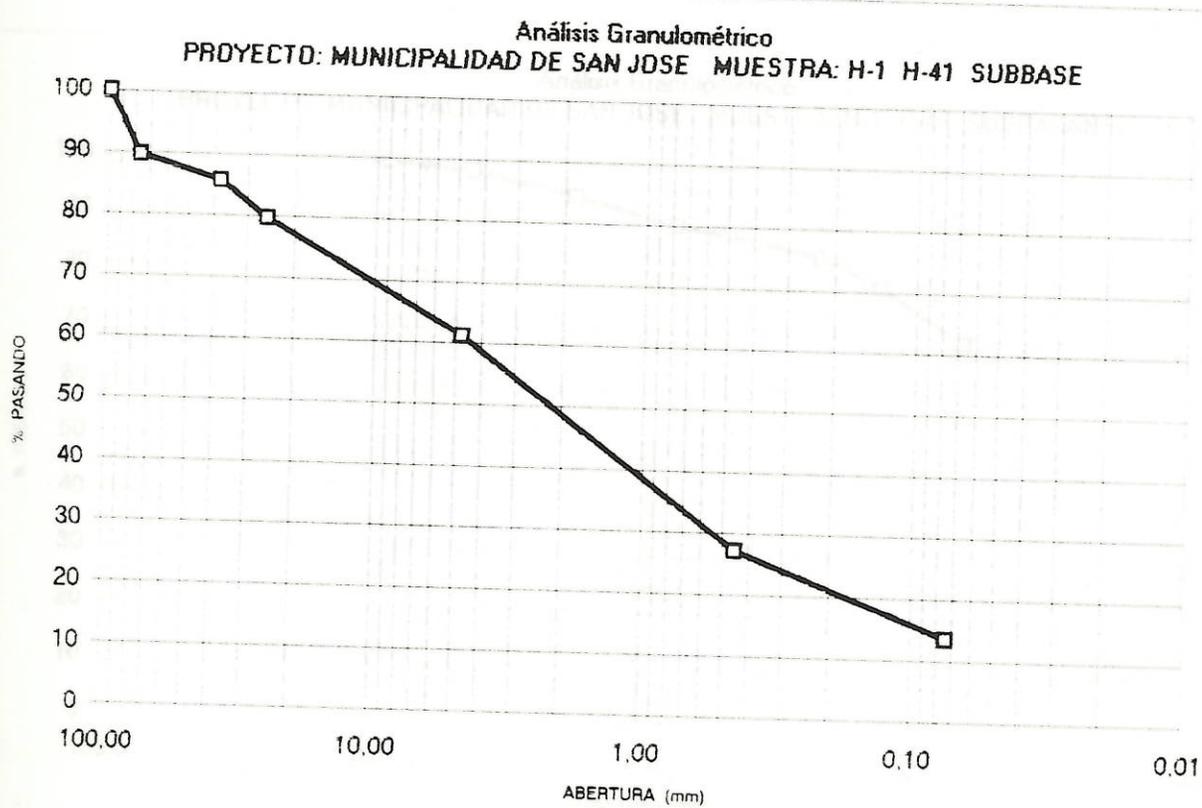
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico

PESO INICIAL: 10033,0 g

PESO FINAL: 8690,0 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,00	0	0,0	0,0	100,0
3"	76,20	1030,0	10,3	10,3	89,7
1 1/2"	38,10	399,7	4,0	14,2	85,8
1"	25,40	607,0	6,1	20,3	79,7
#4	4,75	1850,9	18,4	38,7	61,3
#40	0,45	3423,2	34,1	72,9	27,1
#200	0,07	1359,6	13,6	86,4	13,6



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 H-1 HUECO: H-41

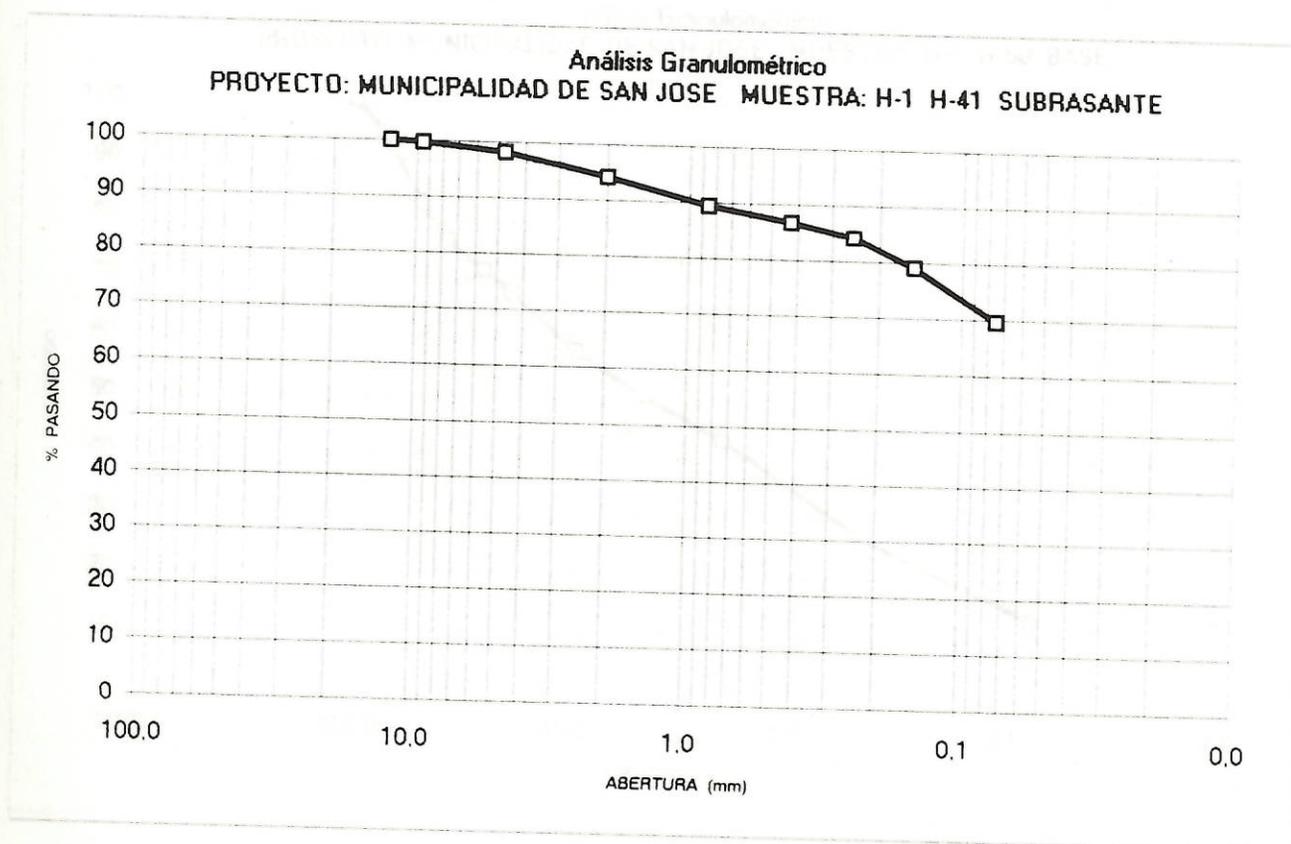
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 527,1 g.

PESO FINAL: 166,1 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1/2"	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	1,3	0,3	0,3	99,7
#4	4,8	8,1	1,5	1,8	98,2
#10	2,0	21,5	4,1	5,9	94,1
#20	0,9	24,8	4,7	10,6	89,4
#40	0,43	14,1	2,7	13,2	86,8
#60	0,25	13,8	2,6	15,8	84,2
#100	0,15	27,0	5,1	21,0	79,0
#200	0,075	49,5	9,4	30,3	69,7



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 2 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA H-1 HUECO: 50

MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

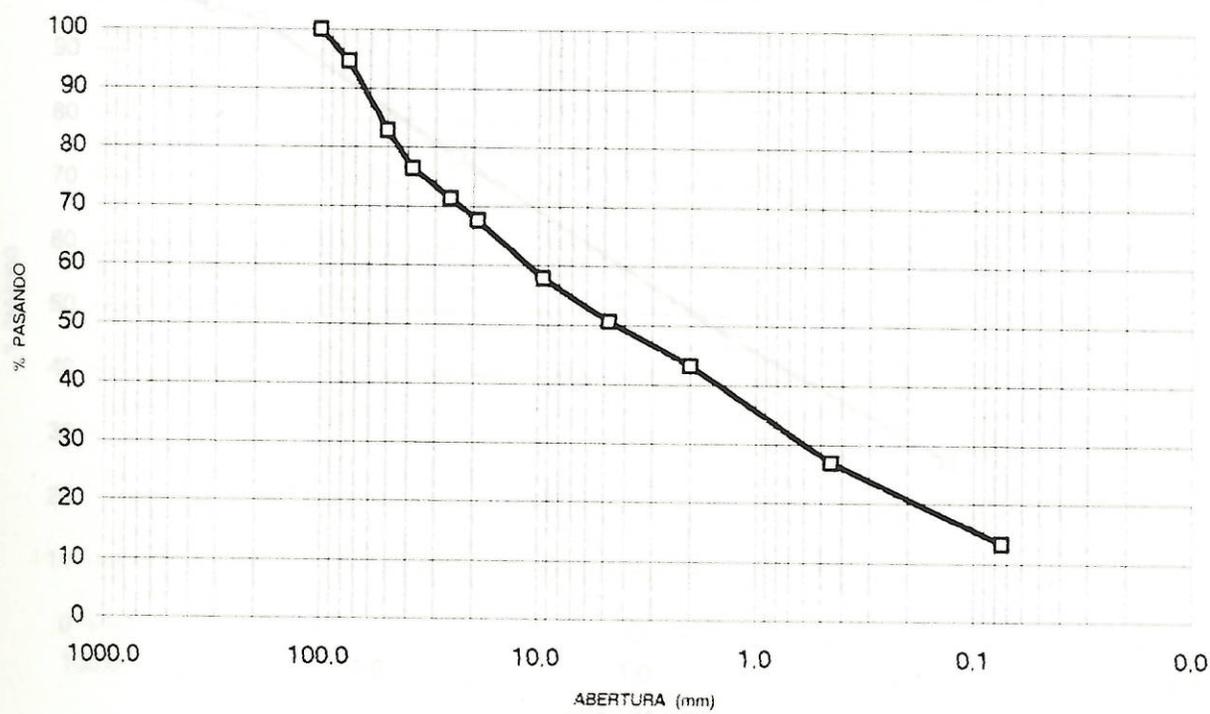
PESO INICIAL 7771,0 g

PESO FINAL 6743,0 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	101,6	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,0	423,4	5,4	5,4	94,6
2"	50,0	909,1	11,7	17,1	82,9
1 1/2 "	38,1	497,8	6,4	23,6	76,4
1"	25,4	396,6	5,1	28,7	71,3
3/4"	19,1	292,7	3,8	32,4	67,6
3/8"	9,5	753,4	9,7	42,1	57,9
#4	4,75	562,2	7,2	49,4	50,6
#10	2,00	572,7	7,4	56,7	43,3
#40	0,45	1275,8	16,4	73,1	26,9
#200	0,074	1055,8	13,6	86,7	13,3

Análisis Granulométrico

PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE MUESTRA: H-1 H-50 BASE



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 29 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : H-1 HUECO: 50

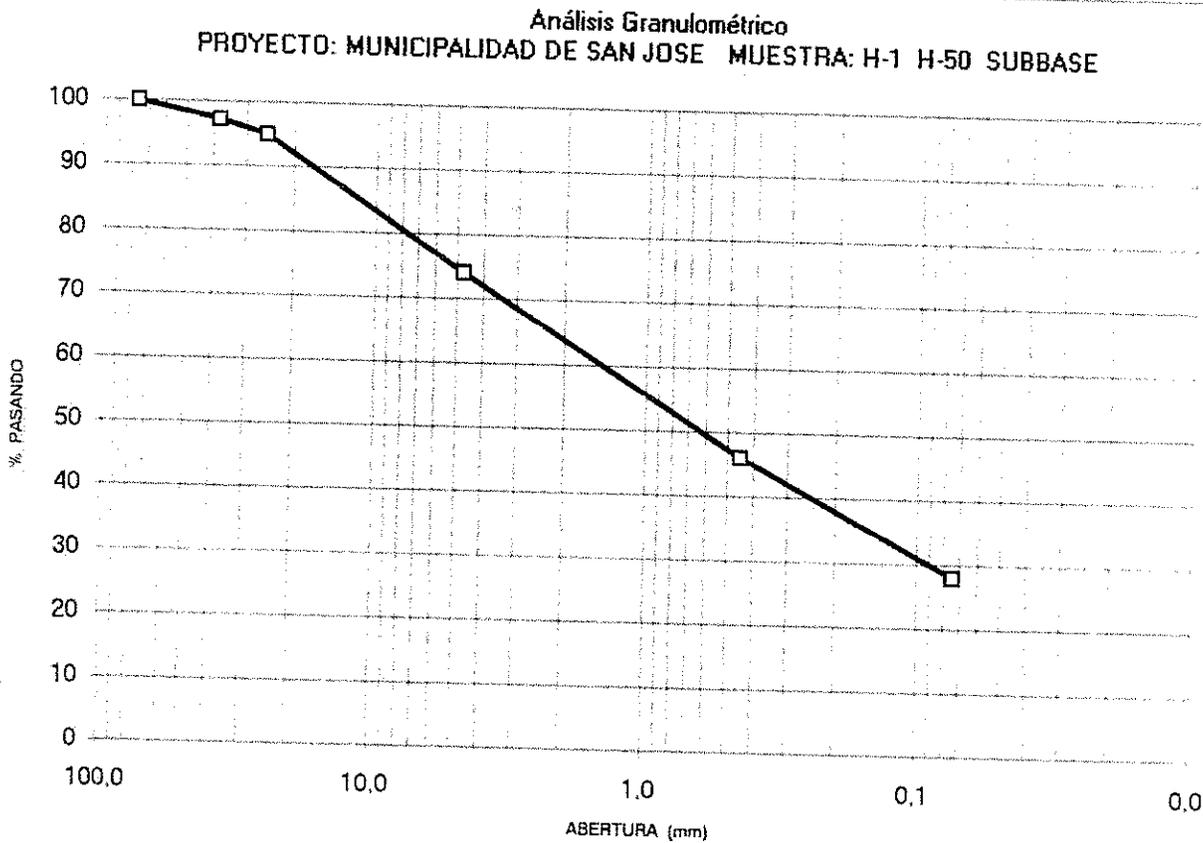
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 5147,3 g.

PESO FINAL: 3743,9 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	146,9	2,9	2,9	97,1
1"	25,4	112,3	2,2	5,0	95,0
#4	4,75	1080,5	21,0	26,0	74,0
#40	0,45	1433,2	27,8	53,9	46,1
#200	0,074	932,6	18,1	72,0	28,0



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 : H-1 HUECO: H-50

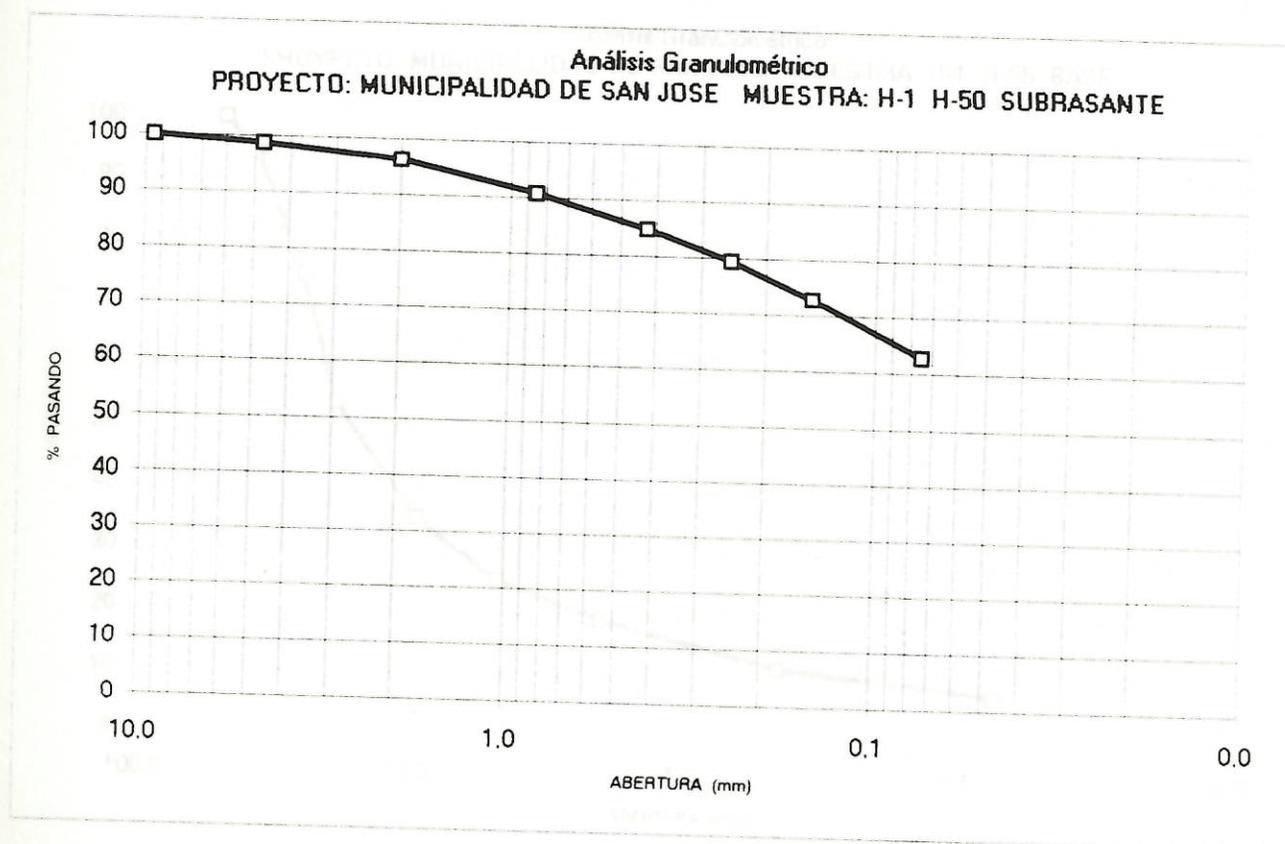
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 416,2 g.

PESO FINAL: 156,2 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	5,2	1,2	1,2	98,8
#10	2,0	10,2	2,5	3,7	96,3
#20	0,9	23,0	5,5	9,2	90,8
#40	0,43	24,6	5,9	15,1	84,9
#60	0,25	22,4	5,4	20,5	79,5
#100	0,15	27,4	6,6	27,1	72,9
#200	0,075	41,8	10,0	37,1	62,9



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 11 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA H-1 HUECO: 55

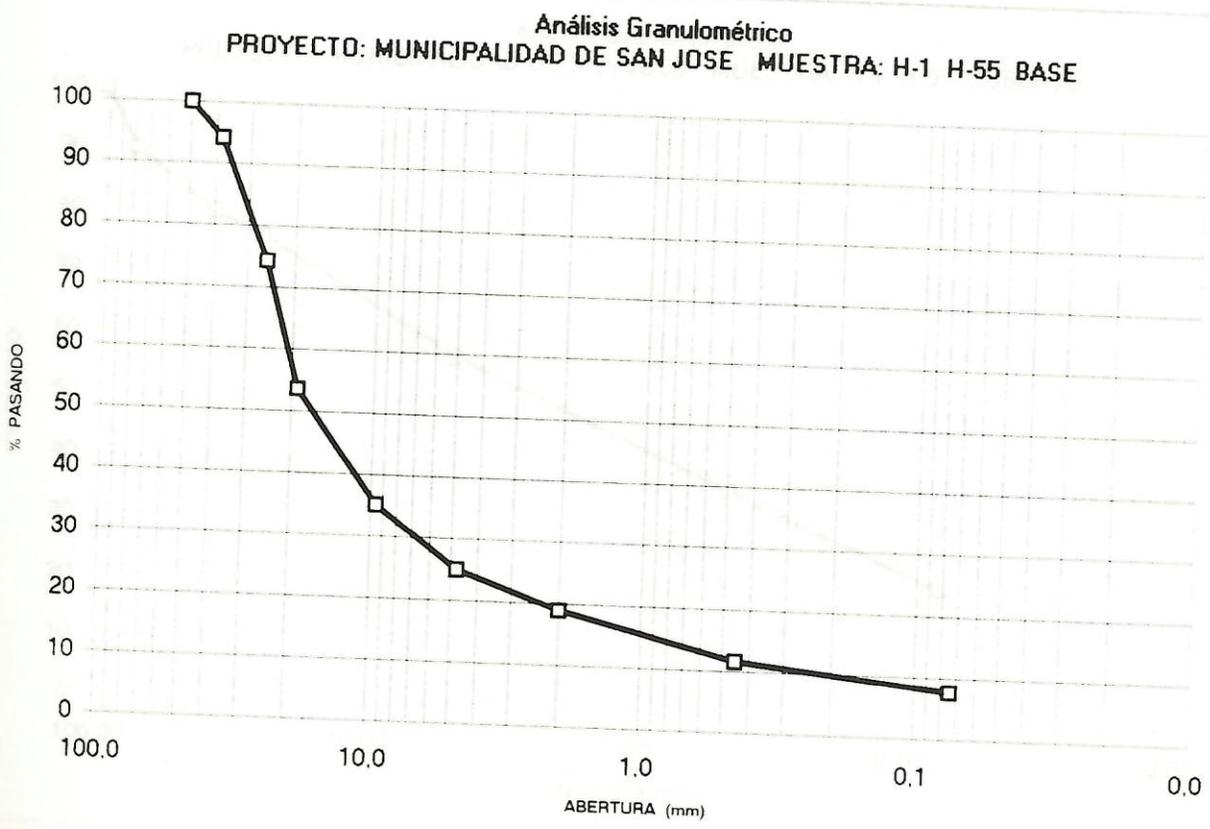
MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL 9533,5 g

PESO FINAL 8813,0 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	38,1	564,8	5,9	5,9	94,1
1"	25,4	1889,5	19,8	25,7	74,3
3/4"	19,1	1970,8	20,7	46,4	53,6
3/8"	9,5	1763,8	18,5	64,9	35,1
#4	4,75	963,4	10,1	75,0	25,0
#10	2,00	585,7	6,1	81,2	18,8
#40	0,45	692,6	7,3	88,4	11,6
#200	0,074	376,7	4,0	92,4	7,6



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 H-1 HUECO: 55

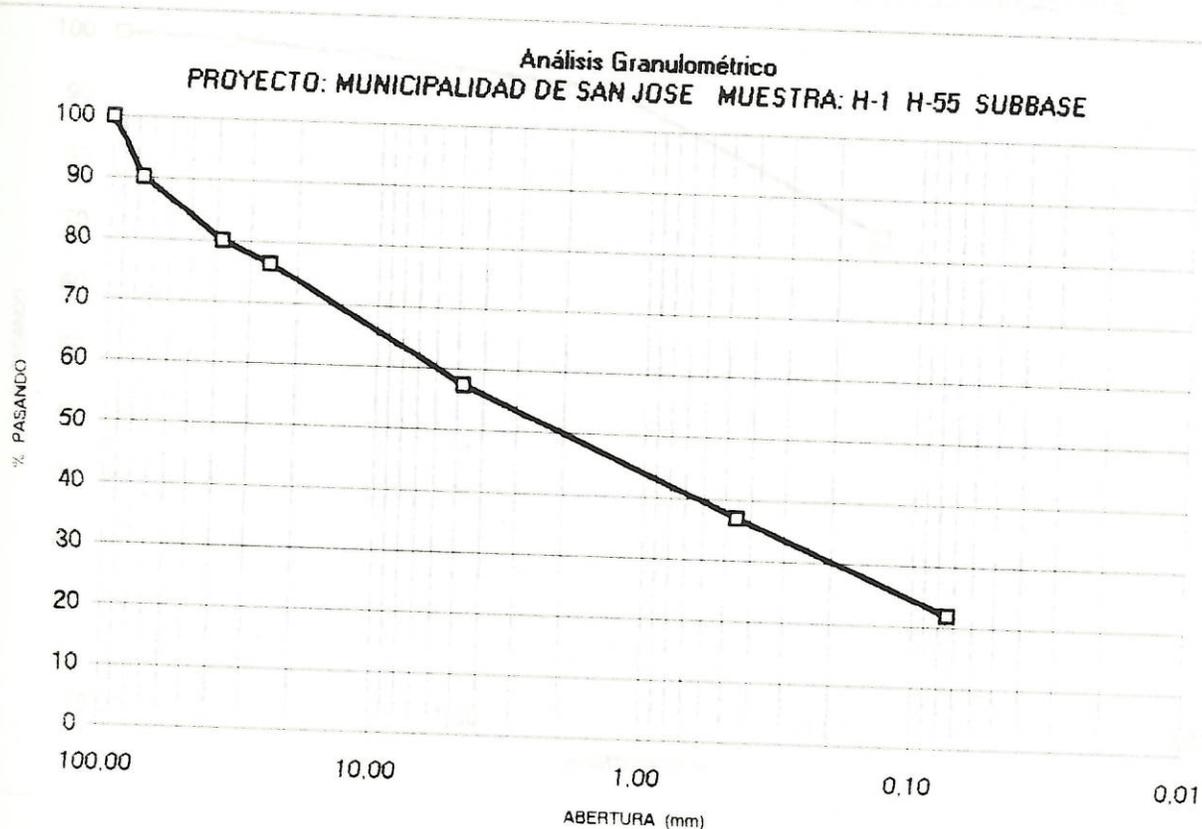
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico

PESO INICIAL: 7861,0 g

PESO FINAL: 6171,9 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,00	0	0,0	0,0	100,0
3"	76,20	774,9	9,9	9,9	90,1
1 1/2"	38,10	786,0	10,0	19,9	80,1
1"	25,40	287,5	3,7	23,5	76,5
#4	4,75	1492,5	19,0	42,5	57,5
#40	0,45	1618,0	20,6	63,1	36,9
#200	0,07	1183,9	15,1	78,1	21,9



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: 5 DE MAYO DE 1197
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA: H-1 HUECO: 55

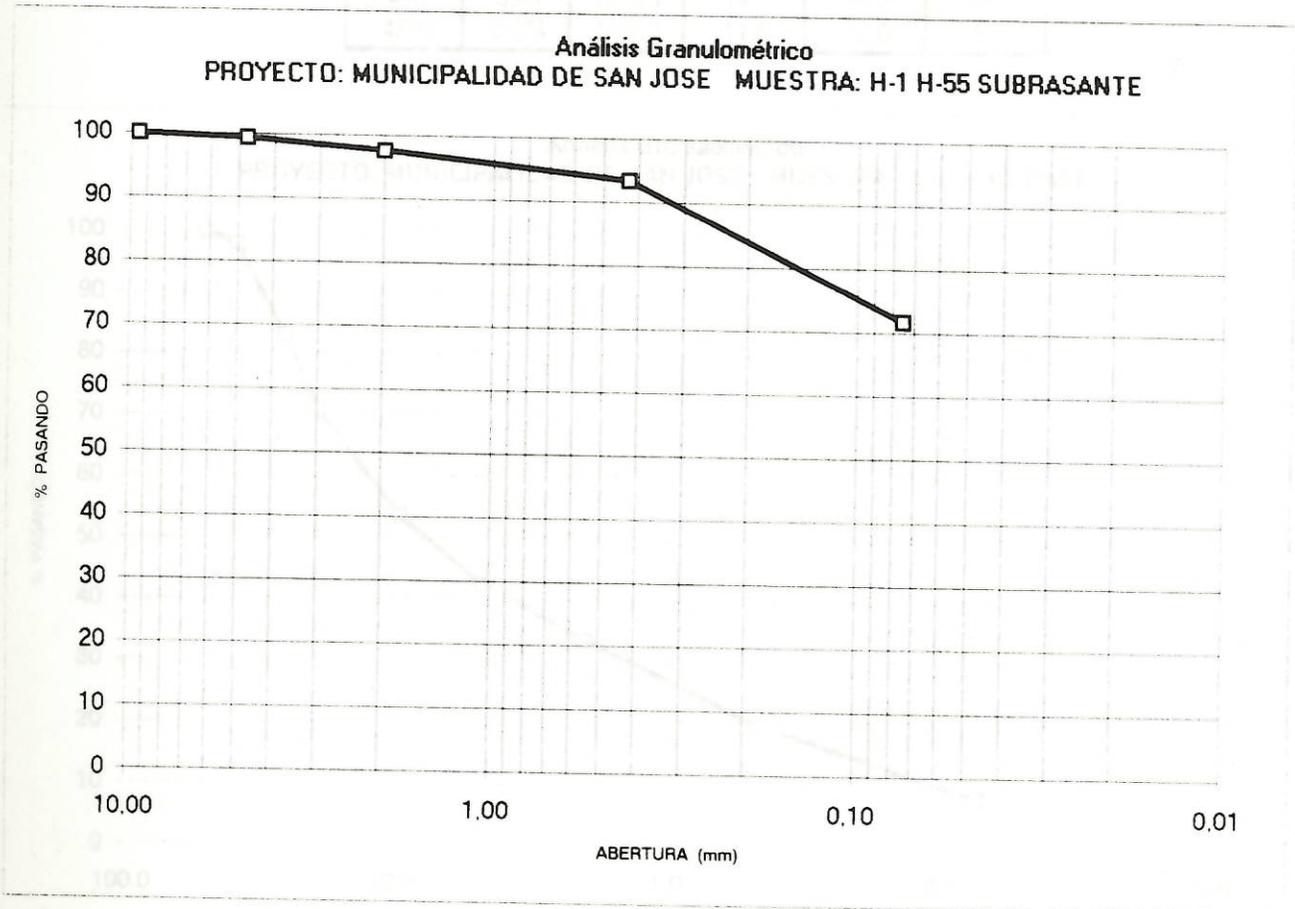
MUESTRA: SUBRASANTE
 UBICACION:

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 374,9 g

PESO FINAL: 106,6 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,50	0,0	0,0	0,0	100,0
#4	4,75	2,1	0,6	0,6	99,4
#10	2,00	6,9	1,8	2,4	97,6
#40	0,43	15,8	4,2	6,6	93,4
#200	0,075	81,3	21,7	28,3	71,7



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 11 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : H-2 HUECO: 48

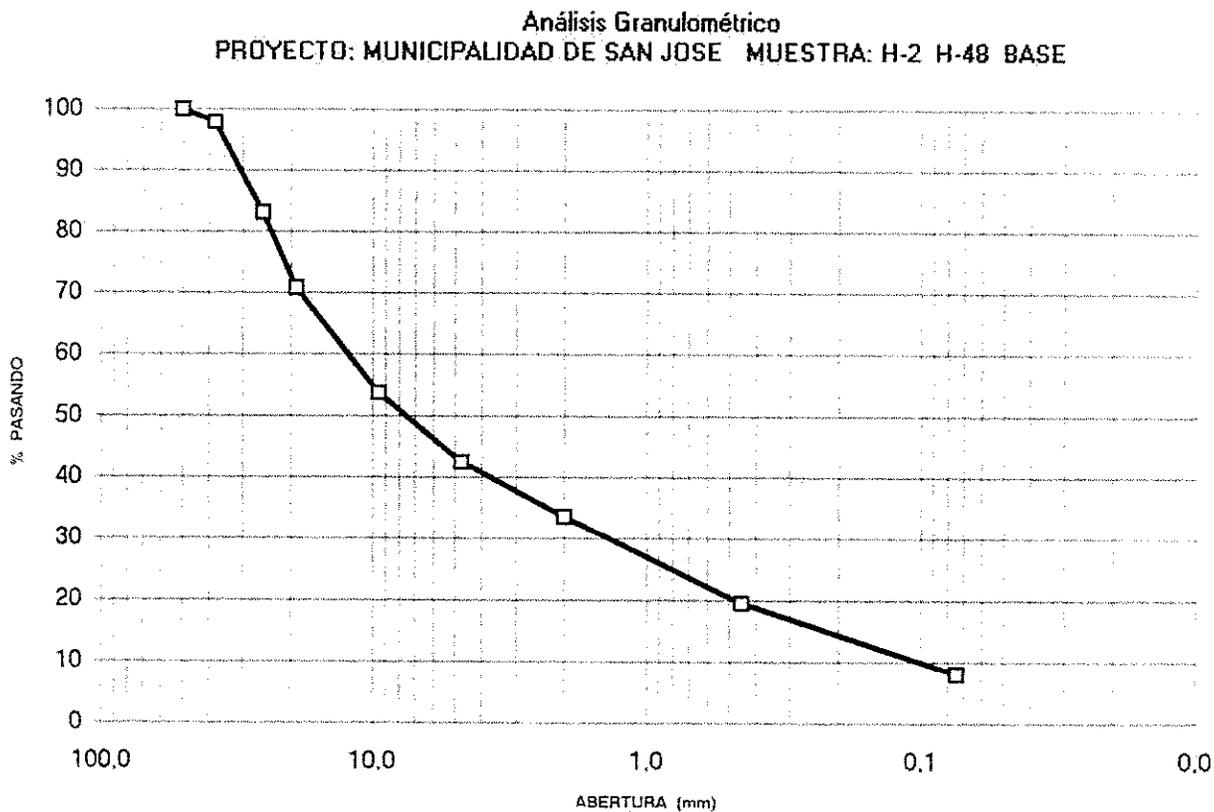
MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 10072,0 g.

PESO FINAL: 9265,2 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	38,1	215,2	2,1	2,1	97,9
1"	25,4	1495,3	14,8	17,0	83,0
3/4"	19,1	1229,3	12,2	29,2	70,8
3/8"	9,5	1718,7	17,1	46,3	53,7
#4	4,75	1135,5	11,3	57,5	42,5
#10	2,00	899,1	8,9	66,5	33,5
#40	0,45	1416,1	14,1	80,5	19,5
#200	0,074	1156,1	11,5	92,0	8,0



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 9 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA H-2 HUECO: 48

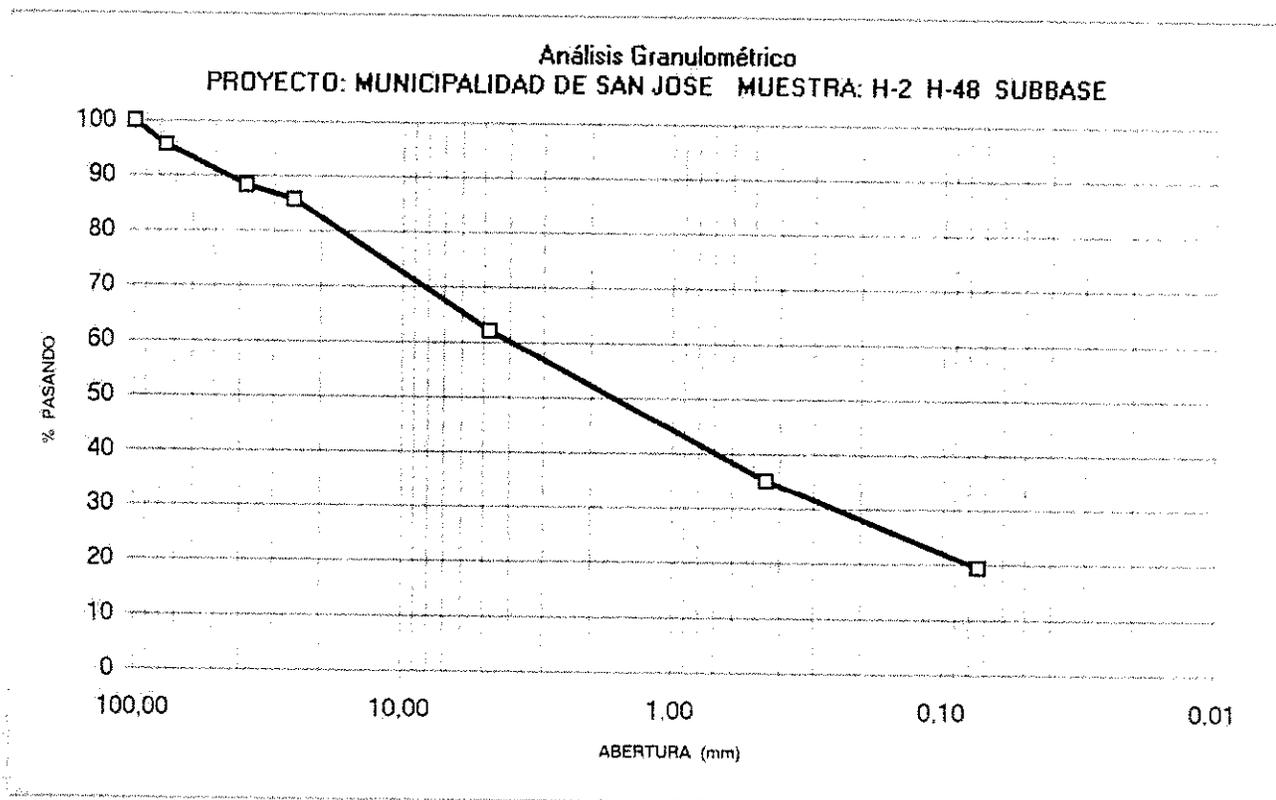
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico

PESO INICIAL: 8554,0 g.

PESO FINAL: 6927,6 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,00	0	0,0	0,0	100,0
3"	76,20	371,0	4,3	4,3	95,7
1 1/2"	38,10	622,7	7,3	11,6	88,4
1"	25,40	216,0	2,5	14,1	85,9
#4	4,75	2027,3	23,7	37,8	62,2
#40	0,45	2311,5	27,0	64,9	35,1
#200	0,07	1342,6	15,7	80,6	19,4



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 10 DE JUNIO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA H-2 HUECO: 48

MUESTRA : SUBBASE #2
 UBICACION :

Análisis mecánico

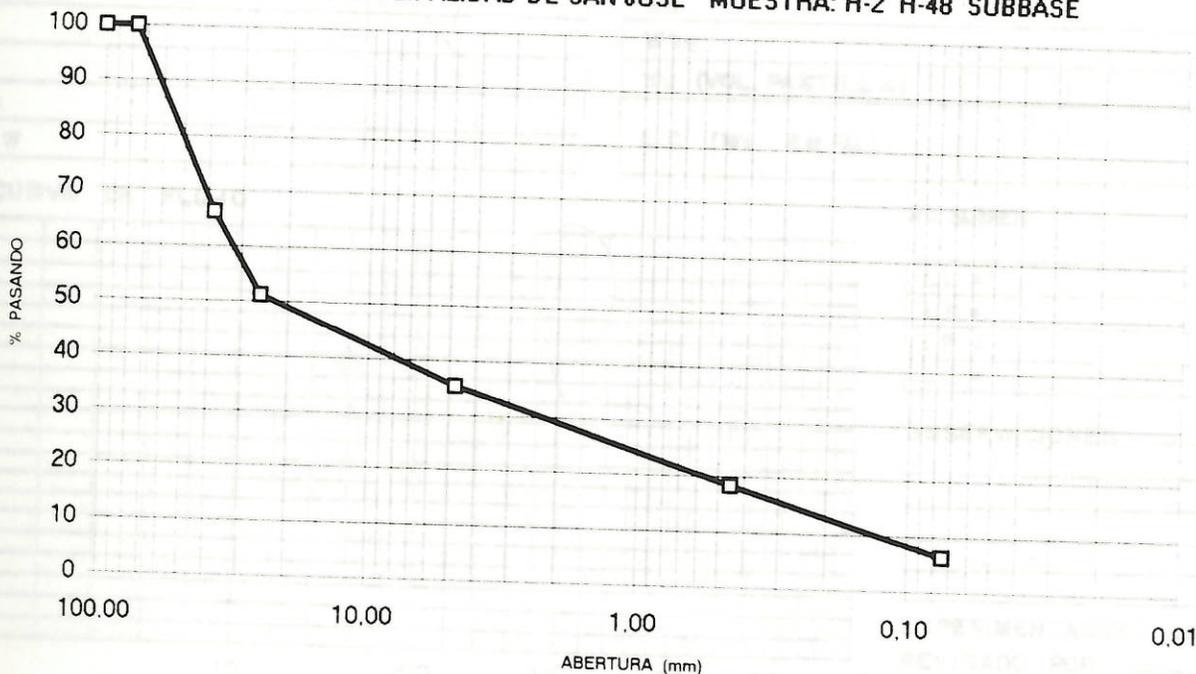
PESO INICIAL: 10154,0 g

PESO FINAL: 9553,4 g

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,00	0	0,0	0,0	100,0
3"	76,20	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,10	3422,9	33,7	33,7	66,3
1"	25,40	1532,9	15,1	48,8	51,2
#4	4,75	1598,3	15,7	64,5	35,5
#40	0,45	1735,1	17,1	81,6	18,4
#200	0,07	1235,8	12,2	93,8	6,2

Análisis Granulométrico

PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE MUESTRA: H-2 H-48 SUBBASE



LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° _____ FECHA 22-5-97
 LOCALIZACION Munic. San José Exp. N.º - 15-145-145
 MUESTRA N° H-1 PROFUNDIDAD Base HUECO #41
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Leatne

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

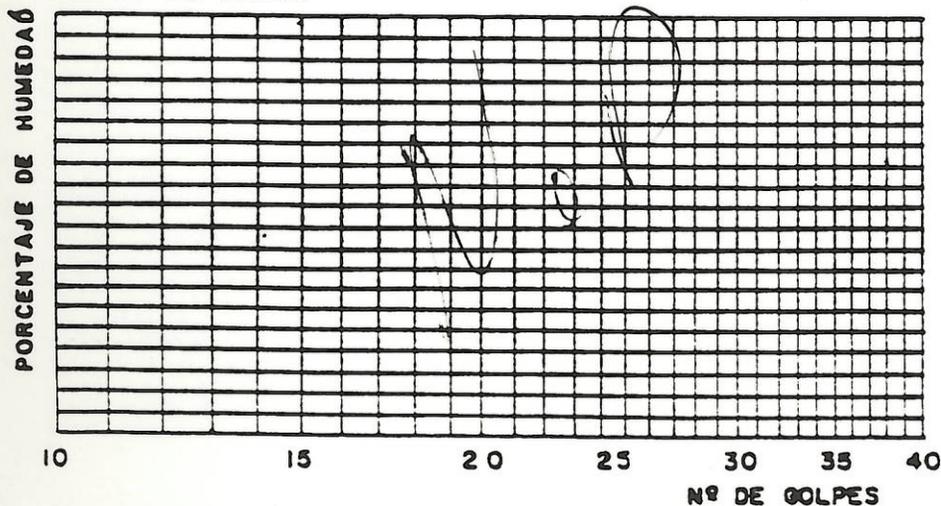
LIMITE PLASTICO

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.)				
W _{hg} + Wc				
Wc				
W _{hg}				
W _g (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

$$W_s = \frac{G_s \cdot V}{W_s} - \frac{G_f}{G_s}$$

22-5-97

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 CAFE
MUESTRA No: H-1
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: H-41

LIMITE LIQUIDO

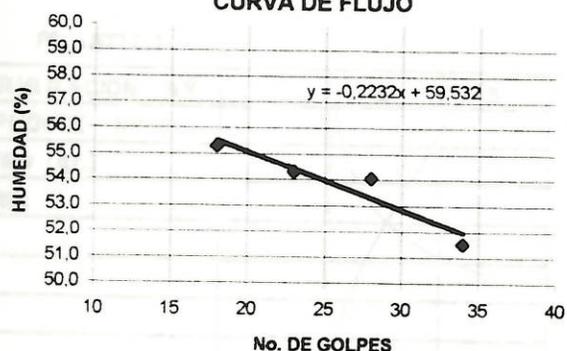
DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	28	23	18	
Wc + Ww (gr.)	35,2	37,63	32,93	35,36	
Wc + Ws (gr.)	29,65	32,63	27,88	29,49	
Ww	5,546	4,997	5,05	5,876	
Wc	18,89	23,38	18,58	18,86	
Ws	10,77	9,248	9,302	10,62	
% W	51,5	54,0	54,3	55,3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	K	X	N
Wc + Ww (gr.)	11,07	10,23	11,15
Wc + Ws (gr.)	10,34	9,59	10,32
Ww	0,737	0,64	0,83
Wc	6,968	6,586	6,525
Ws	3,369	3,004	3,79
% W	21,9	21,3	21,9

PROMEDIO 21.7

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	54,0
LIMITE PLASTICO	21,7
INDICE DE PLASTICIDAD	32,3

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA Nº _____ FECHA _____
 LOCALIZACION Munic. San José
 MUESTRA Nº H-1 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #50
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Leante gris claro
 _____ 6s _____

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION Nº	1	2	3	4	5
Nº 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

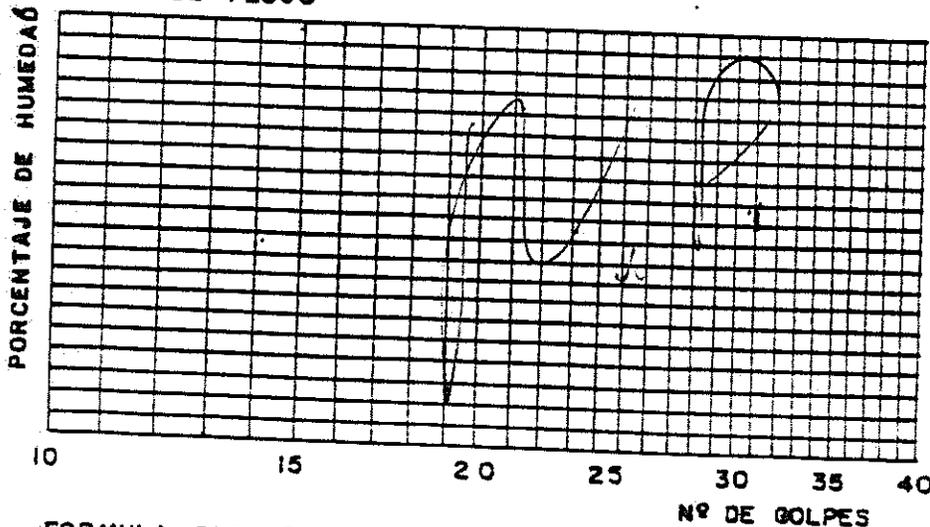
LIMITE PLASTICO

DETERMINACION Nº	1	2	3
RECIPIENTE Nº			
Wc + Ww (gr.)			
Wc + Ws			
W			
Wc			
Ws			
% W			

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION Nº	1	2	3	4
Ws PASTILLA (gr.)				
Wwg + Wc				
Wc				
Wwg				
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

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

20-5-97
 Wanye

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 17 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

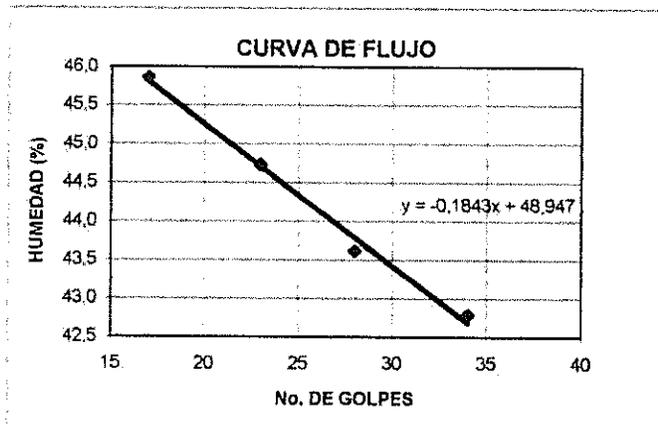
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No: H - 1
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: 50

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	28	29	17	
Wc + Ww (gr.)	32,67	34,06	33,7	31,43	
Wc + Ws (gr.)	28,48	29,36	29,16	26,72	
Ww	4,193	4,7	4,538	4,712	
Wc	18,68	18,58	19,01	16,44	
Ws	9,8	10,78	10,15	10,27	
% W	42,8	43,6	44,7	45,9	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	37	55
Wc + Ww (gr.)	15,19	12,33	14,7
Wc + Ws (gr.)	14,33	11,66	13,95
Ww	0,854	0,669	0,754
Wc	11,1	9,094	11,05
Ws	3,231	2,563	2,896
% W	26,4	26,1	26,0
PROMEDIO			26,2



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	44,3
LIMITE PLASTICO	26,2
INDICE DE PLASTICIDAD	18,1

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 29 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL

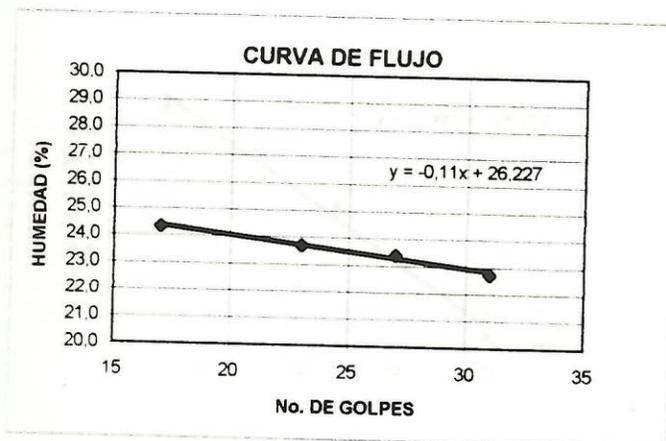
MUESTRA No: H - 1
LOCALIZACION: BASE
CARACTERIZACION DE MUESTRA:
HUECO No: # 55

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	32,39	32	32,41	33,01	
Wc + Ws (gr.)	29,88	29,51	29,79	30,19	
Ww	2,504	2,491	2,619	2,824	
Wc	18,86	18,86	18,73	18,58	
Ws	11,02	10,65	11,05	11,61	
% W	22,7	23,4	23,7	24,3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	57	55	43
Wc + Ww (gr.)	14,24	14,11	14,08
Wc + Ws (gr.)	13,81	13,69	13,68
Ww	0,434	0,42	0,404
Wc	11,05	11,05	11,1
Ws	2,755	2,638	2,573
% W	15,8	15,9	15,7
PROMEDIO			15,8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	23,5
LIMITE PLASTICO	15,8
INDICE DE PLASTICIDAD	7,7

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

LIMITES DE ATTERBERG

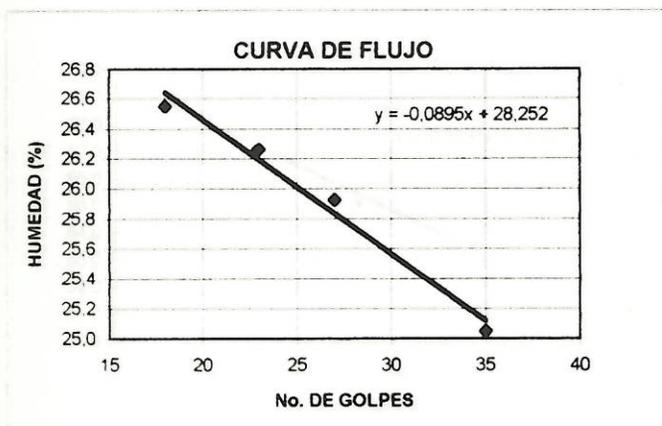
FECHA **29 DE MAYO DE 1997**
 PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE GRIS OSCURO**
 MUESTRA No. **H - 1**
 LOCALIZACION: **SUBBASE**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA:
 HUECO No. **# 55**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	27	23	18	
Wc + Ww (gr.)	33.32	31.91	37.96	33.38	
Wc + Ws (gr.)	30.45	29.19	34.93	30.34	
Ww	2.866	2.725	3.028	3.046	
Wc	19.01	18.68	23.4	18.86	
Ws	11.44	10.51	11.53	11.47	
% W	25.1	25.9	26.3	26.5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	57	43	55
Wc + Ww (gr.)	13.93	13.76	13.62
Wc + Ws (gr.)	13.43	13.29	13.17
Ww	0.496	0.468	0.449
Wc	11.05	11.1	11.05
Ws	2.377	2.186	2.116
% W	20.9	21.4	21.2
PROMEDIO			21.2



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	26.0
LIMITE PLASTICO	21.2
INDICE DE PLASTICIDAD	4.8

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

LIMITE DE ATTERBERG

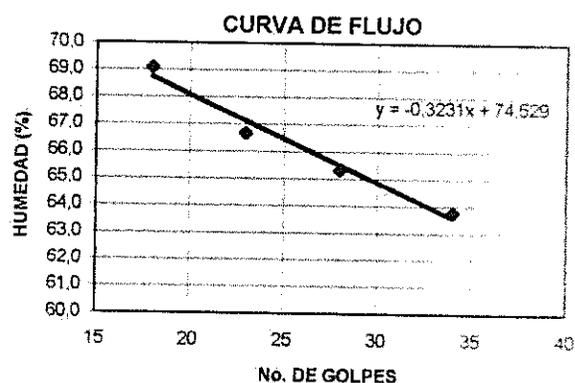
FECHA 15 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO NEGRO
 MUESTRA No: H-1
 LOCALIZACION: SUBRASANTES
 CARACTERIZACION DE MUESTRA:
 HUECO No: # 55

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	28	23	18	
Wc + Ww (gr.)	41,66	43,63	42,64	42,11	
Wc + Ws (gr.)	36,56	37,79	37,13	36,49	
Ww	5,102	5,84	5,511	5,616	
Wc	28,56	28,85	28,87	28,36	
Ws	8	8,94	8,267	8,131	
% W	63,8	65,3	66,7	69,1	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	22	26	18
Wc + Ww (gr.)	10,03	9,317	9,362
Wc + Ws (gr.)	9,043	8,389	8,355
Ww	0,985	0,928	1,007
Wc	7,129	6,581	6,417
Ws	1,914	1,808	1,938
% W	51,5	51,3	52,0
PROMEDIO			51,6



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	66.5
LIMITE PLASTICO	51.6
INDICE DE PLASTICIDAD	14.9

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

LIMITES DE ATTERBERG

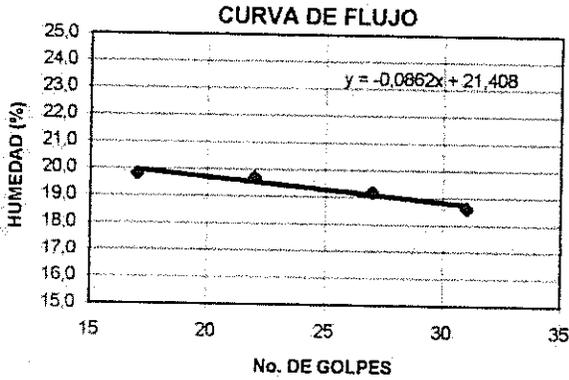
FECHA 29 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: H-2
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE
 HUECO No: # 48

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	27	22	17	
Wc + Ww (gr.)	33,02	32,82	37,55	41,31	
Wc + Ws (gr.)	30,8	30,54	35,2	39,16	
Ww	2,217	2,281	2,346	2,149	
Wc	18,89	18,65	23,28	28,31	
Ws	11,92	11,89	11,92	10,85	
% W	18,6	19,2	19,7	19,8	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	5	24	13
Wc + Ww (gr.)	11,39	11,35	11,07
Wc + Ws (gr.)	10,87	10,79	10,56
Ww	0,518	0,564	0,51
Wc	7,045	6,819	6,774
Ws	3,823	3,968	3,786
% W	13,5	14,2	13,5
PROMEDIO			13,7



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO 19,3
 LIMITE PLASTICO 13,7
 INDICE DE PLASTICIDAD 5,5

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° _____ FECHA _____
 LOCALIZACION Munic. San José Esp. 25.0 cm
 MUESTRA N° H-2 PROFUNDIDAD Sub base HUECO # 48
 DESCRIPCION DEL MATERIAL _____

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 RECIENTE
- W = CONTENIDO DE HUMEDAD
- %W = PORCENTAJE DE HUMEDAD

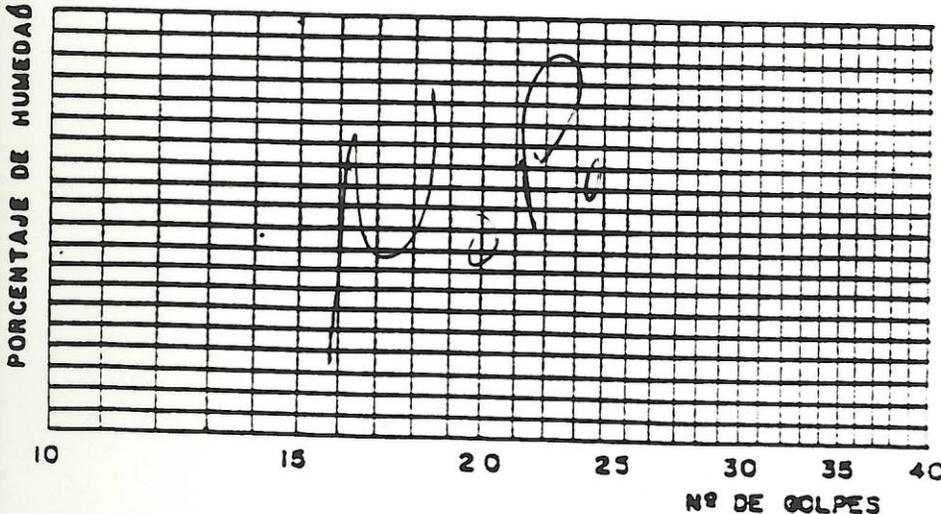
LIMITE PLASTICO

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

LIMITE DE CONTRACCION

DETERMINACION N°	1	2	3	4
Ws PASTILLA (gr.)				
W _{hg} + Wc				
Wc				
W _{hg}				
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

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

28-5-97
 Alamp

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 29 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

MUESTRA No. H - 2

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE # 2

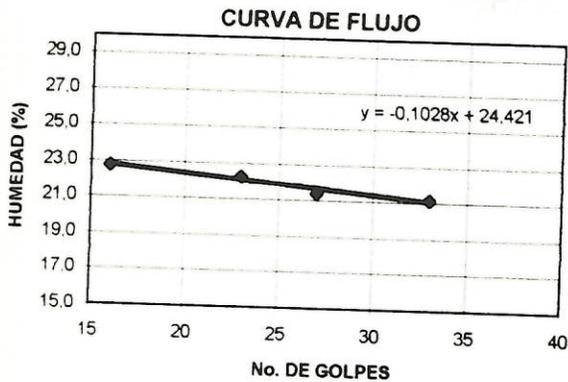
HUECO No. # 48

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	23	16	
Wc + Ww (gr.)	32.33	32.46	36.98	31.37	
Wc + Ws (gr.)	29.56	30.02	34.51	28.98	
Ww	2.769	2.447	2.474	2.39	
Wc	16.44	18.58	23.38	18.48	
Ws	13.11	11.44	11.12	10.5	
% W	21.1	21.4	22.2	22.8	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	24	13	5
Wc + Ww (gr.)	11.48	11.31	11.53
Wc + Ws (gr.)	10.83	10.69	10.92
Ww	0.65	0.618	0.608
Wc	6.819	6.774	7.045
Ws	4.014	3.914	3.875
% W	16.2	15.8	15.7
PROMEDIO			15.9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	21.9
LIMITE PLASTICO	15.9
INDICE DE PLASTICIDAD	6.0

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

ZONA : HOSPITAL

RUTA : H1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 24-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1160m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO	DEFLEXION	DEFLEXION	TEMPER
N ^o	0.01mm	mm*10 ⁻²	PAVIM (° C)
1	64	127	41.5
2	178	356	41.5
3	137	274	41.5
4	137	274	41.5
5	89	178	41.5
6	76	152	41.5
7	104	208	41.5
8	76	152	41.5
9	76	152	41.5
10	97	193	41.5
11	86	173	41.5
12	104	208	41.5
13	76	152	42
14	81	163	42
15	74	147	42
16	71	142	42
17	74	147	41
18	76	152	41
19	74	147	41
20	76	152	41
21	43	86	41
22	36	71	41
23	58	117	41

PROMEDIO (D): 170.7
DES. EST. (σ): 62.3

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

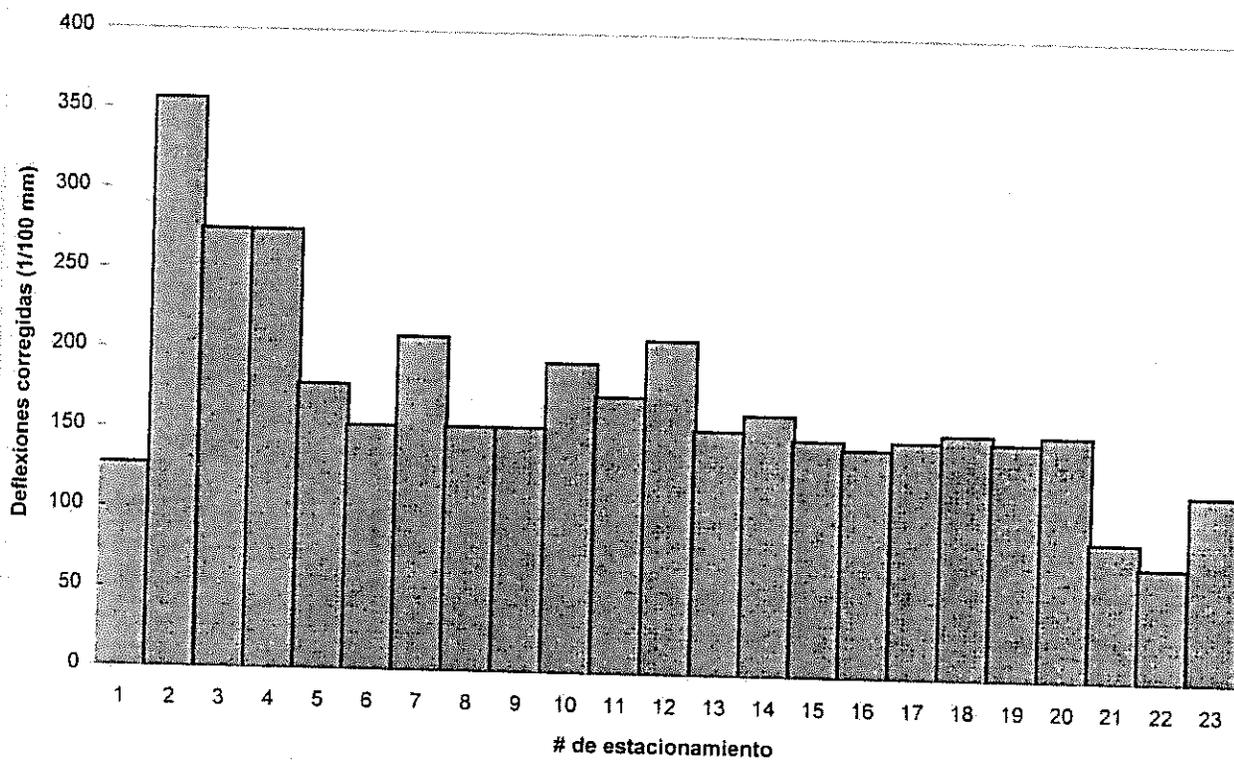
ZONA : HOSPITAL

RUTA : H1

LONGITUD: 1160m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	24-4-97
PROMEDIO (D):	170.73
DESV. EST. (σ):	62.31
MIN	71
D - 2σ	46.12
D + 1.282σ	250.61
D + 2σ	295.34
MAX	356

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

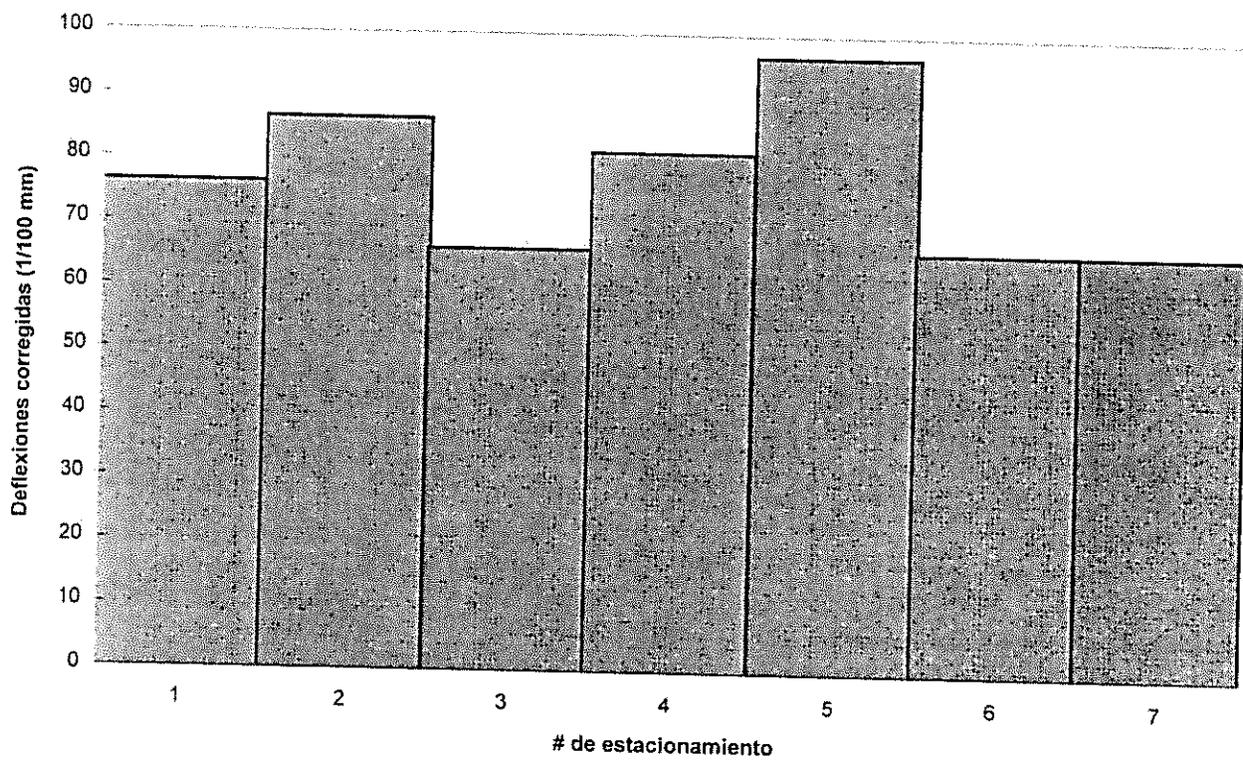
ZONA : HOSPITAL

RUTA : H2

LONGITUD: 380

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



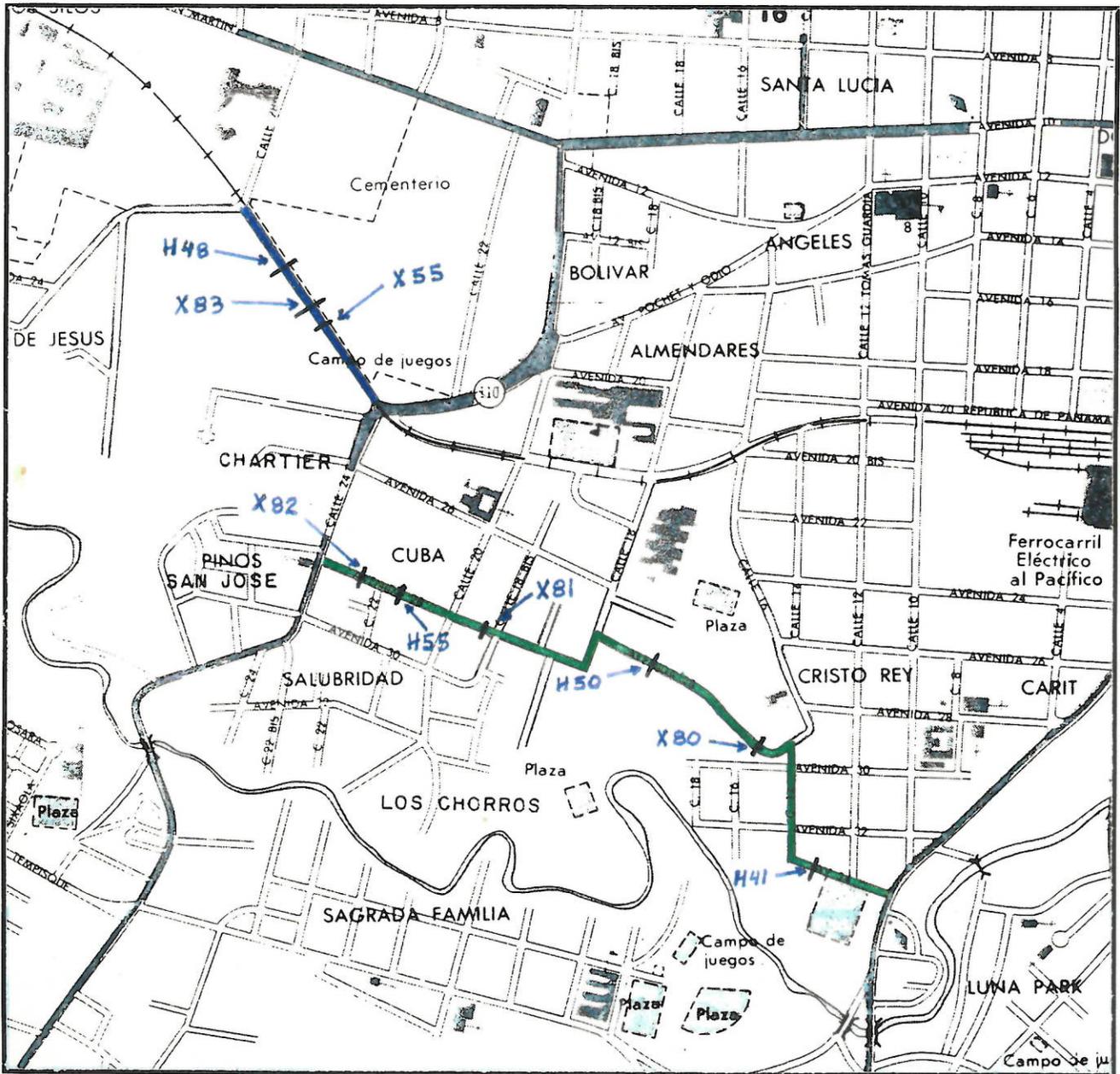
FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	76.93
DESV. EST. (σ):	11.89
MIN	66
D - 2σ	53.15
D + 1.282σ	92.17
D + 2σ	100.70
MAX	97

ANEXO 4

PLANO DE UBICACION DE RUTAS Y SONDEOS REALIZADOS

MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS

DISTRITO :HOSPITAL



Simbología :

H1 =



H2 =

