

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

**PROYECTO DE REHABILITACION
DE VIAS URBANAS**

INFORME DE AVANCE N^o 3

DISTRITO SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

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



ABRIL 1998

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 3

DISTRITO SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

Indice de Contenido	Página
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	10
6- Cuadro de cantidades	17
7- Conclusiones y recomendaciones	20
8- Especificaciones especiales	23
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	26
Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente	33
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	70
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas	77

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 3

DISTRITO SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

1. OBJETIVO Y ALCANCE

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

Este informe se circunscribe a 3 rutas del distrito San Francisco de Dos Ríos, ubicadas según se detalla en el Anexo 4 (planos de ubicación de rutas), y se identifican de la siguiente forma:

D1: De la iglesia de San Francisco de Dos Ríos hacia el sur, hasta 100 m al este de la farmacia La Pacífica.

D2: De la farmacia La Pacífica hacia el este, hasta la intersección con calle transversal.

D3 : De la panadería Musmanni hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera a Desamparados

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 ⁶ (8.2 ton) (rango probable)
D1	0.36 – 0.54
D2	1.00 – 1.45
D3	2.00 – 2.82

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 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 altos, lo que denota insuficiencia estructural del pavimento. Específicamente en las tres rutas, se obtuvieron los siguientes valores de deflexión en verano:

RUTA	DEFLEX. MEDIA (mm*10 ⁻²)	Drr (mm*10 ⁻²)(*)
D1	93.2	153.43
D2	79.9	115.88
D3	97.3	157.82

(*) 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, en la capas granulares se detectaron materiales de mala calidad, fuera de especificación y con gran variabilidad de espesores. Especialmente llama la atención en algunos casos la presencia de arcillas de alta plasticidad como por ejemplo en el sondeo X11. En general predominan los suelos arcillosos a nivel de sub-rasante. La mala calidad de las capas granulares existentes y la presencia de arcillas de alta plasticidad son factores que generan incertidumbre cuando se plantea la opción de rehabilitar 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 5.1a 5.3 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 rodera, en la sub-rasante. En todos los casos se obtuvo que la capacidad estructural a fatiga del pavimento, supera el número de repeticiones de carga previstos para el período de diseño.

En las Tablas 5.4 a 5.9 se resumen los resultados de este análisis para las diferentes alternativas de rehabilitación:

Tabla 5.1 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

RUTA: D1

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
6.00E+05	5.7781513	-1.65	0.35	3.786797	4.7868	2.3	4000	7.16E-05	5.77822281
6.00E+05	5.7781513	-1.29	0.35	3.632266	4.63227	2.3	4000	5.55E-05	5.77820672
6.00E+05	5.7781513	-0.84	0.35	3.446073	4.44607	2.3	4000	3.74E-05	5.77818869
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	4.070642	5.07064	2.3	4000	-0.000182	5.99981816
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.907339	4.90734	2.3	4000	-0.000189	5.99981141
1.00E+06	6.0000000	-0.84	0.35	3.710243	4.71024	2.3	4000	-0.000198	5.99980177
6.00E+05	5.7781513	-1.65	0.35	3.403011	4.40301	2.3	5500	1.45E-05	5.77816579
6.00E+05	5.7781513	-1.29	0.35	3.261047	4.26105	2.3	5500	1.74E-05	5.77816864
6.00E+05	5.7781513	-0.84	0.35	3.090368	4.09037	2.3	5500	2.1E-05	5.77817227
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.665464	4.66546	2.3	5500	0.000486	6.00048591
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.51495	4.51495	2.3	5500	0.000585	6.00058497
1.00E+06	6.0000000	-0.84	0.35	3.333745	4.33375	2.3	5500	0.000729	6.00072946
6.00E+05	5.7781513	-1.65	0.35	3.214502	4.2145	2.3	6500	6.26E-05	5.77821388
6.00E+05	5.7781513	-1.29	0.35	3.07897	4.07897	2.3	6500	7.01E-05	5.77822132
6.00E+05	5.7781513	-0.84	0.35	2.916157	3.91616	2.3	6500	7.87E-05	5.77822996
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.465027	4.46503	2.3	6500	0.000207	6.0002069
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.321004	4.321	2.3	6500	0.000228	6.00022763
1.00E+06	6.0000000	-0.84	0.35	3.147794	4.14779	2.3	6500	0.000254	6.00025362

 W_{18} : rango de ejes equivalentes Z_R : confiabilidad (80, 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 FRANCISCO DE DOS RIOS

RUTA: D2

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.379203	4.3792	2.3	7000	0.00032	6.00031971
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.237902	4.2379	2.3	7000	0.000196	6.00019613
1.00E+06	6.0000000	-0.84	0.35	3.067005	4.067	2.3	7000	-0.000949	5.9990508
1.45E+06	6.1613680	-1.65	0.35	3.566766	4.56677	2.3	7000	1.41E-05	6.16138209
1.45E+06	6.1613680	-1.29	0.35	3.419355	4.41935	2.3	7000	1.71E-05	6.16138506
1.45E+06	6.1613680	-0.84	0.35	3.241971	4.24197	2.3	7000	2.1E-05	6.16138905
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.228345	4.22835	2.3	8000	4.77E-05	6.0000477
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	3.09233	4.09233	2.3	8000	4.97E-05	6.00004969
1.00E+06	6.0000000	-0.84	0.35	2.92893	3.92893	2.3	8000	5.16E-05	6.0000516
1.45E+06	6.1613680	-1.65	0.35	3.409678	4.40968	2.3	8000	0.000138	6.16150576
1.45E+06	6.1613680	-1.29	0.35	3.267494	4.26749	2.3	8000	0.000145	6.16151324
1.45E+06	6.1613680	-0.84	0.35	3.096545	4.09655	2.3	8000	0.000154	6.16152163
1.00E+06	6.0000000	-1.65	0.35	3.100069	4.10007	2.3	9000	1.24E-05	6.00001238
1.00E+06	6.0000000	-1.29	0.35	2.968498	3.9685	2.3	9000	1.28E-05	6.00001278
1.00E+06	6.0000000	-0.84	0.35	2.810502	3.8105	2.3	9000	1.31E-05	6.00001314
1.45E+06	6.1613680	-1.65	0.35	3.275534	4.27553	2.3	9000	5.95E-05	6.16142753
1.45E+06	6.1613680	-1.29	0.35	3.137899	4.1379	2.3	9000	6.22E-05	6.16143022
1.45E+06	6.1613680	-0.84	0.35	2.972522	3.97252	2.3	9000	6.49E-05	6.16143292

 W_{18} : rango de ejes equivalentes Z_R : confiabilidad (80, 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 FRANCISCO DE DOS RIOS

RUTA: D3

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
2.00E+06	6.3010300	-1.65	0.35	3.931224	4.93122	2.3	6000	-1.22E-05	6.30101784
2.00E+06	6.3010300	-1.29	0.35	3.772193	4.77219	2.3	6000	-1.29E-05	6.30101709
2.00E+06	6.3010300	-0.84	0.35	3.580407	4.58041	2.3	6000	-1.39E-05	6.30101612
2.60E+06	6.4149733	-1.65	0.35	4.07939	5.07939	2.3	6000	1.92E-05	6.41499259
2.60E+06	6.4149733	-1.29	0.35	3.915831	4.91583	2.3	6000	1.95E-05	6.41499283
2.60E+06	6.4149733	-0.84	0.35	3.718419	4.71842	2.3	6000	1.98E-05	6.41499319
2.00E+06	6.3010300	-1.65	0.35	3.735578	4.73558	2.3	7000	-0.00028	6.30075028
2.00E+06	6.3010300	-1.29	0.35	3.582679	4.58268	2.3	7000	-0.000294	6.30073618
2.00E+06	6.3010300	-0.84	0.35	3.398508	4.39851	2.3	7000	-0.00031	6.30072022
2.60E+06	6.4149733	-1.65	0.35	3.878403	4.8784	2.3	7000	-5.26E-05	6.41492078
2.60E+06	6.4149733	-1.29	0.35	3.72101	4.72101	2.3	7000	-5.55E-05	6.41491787
2.60E+06	6.4149733	-0.84	0.35	3.531258	4.53126	2.3	7000	-5.91E-05	6.41491426
2.00E+06	6.3010300	-1.65	0.35	3.43357	4.43357	2.3	9000	-9.42E-05	6.30093577
2.00E+06	6.3010300	-1.29	0.35	3.290571	4.29057	2.3	9000	-9.8E-05	6.30093196
2.00E+06	6.3010300	-0.84	0.35	3.118624	4.11862	2.3	9000	-0.000102	6.30092824
2.60E+06	6.4149733	-1.65	0.35	3.566442	4.56644	2.3	9000	-0.000648	6.41432495
2.60E+06	6.4149733	-1.29	0.35	3.419018	4.41902	2.3	9000	-0.000666	6.4143072
2.60E+06	6.4149733	-0.84	0.35	3.241622	4.24162	2.3	9000	-0.000685	6.41428803

 W_{18} : rango de ejes equivalentes Z_R : confiabilidad (80, 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 : Análisis de fatiga.

Ruta : D1 (Alternativa 1)

RUTA	E_1 (kg/cm ²)	E_2 (kg/cm ²)	$U_{z:Z=0}$ (pulg)	$U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²)	$e_{t=(3.94)}$	$e_{c=(16.145)}$	NF ₁	ND
D1	14085	21127	0.0364	92.456	3.05E-05	5.05E-04	1.66E+10	7.84E+05
D1	14085	28169	0.0351	89.154	4.58E-05	4.49E-04	4.34E+09	1.33E+06
D1	21127	21127	0.0347	88.138	7.09E-06	4.60E-04	1.43E+12	1.19E+06
D1	21127	28169	0.0335	85.090	1.95E-05	4.08E-04	5.11E+10	2.04E+06

Módulo de la sub-rasante = 300 kg/cm²

TABLA 5.5 : Análisis de fatiga.

Ruta : D1 (Alternativa 2)

RUTA	E_1 (kg/cm ²)	E_2 (kg/cm ²)	$U_{z:Z=0}$ (pulg)	$U_{z:Z=0}$ (mm*10 ⁻²)	$e_{t=(4.92)}$	$e_{c=(14.375)}$	NF ₁	ND
D1	14085	21127	0.0373	94.742	4.14E-06	7.03E-04	1.18E+13	1.78E+05
D1	14085	28169	0.0362	91.948	2.30E-05	6.36E-04	4.19E+10	2.79E+05
D1	21127	21127	0.0353	89.662	2.88E-05	6.29E-04	1.41E+10	2.93E+05
D1	21127	28169	0.0342	86.868	8.10E-06	5.68E-04	9.20E+11	4.63E+05

 E_1 : módulo resiliente de la capa asfáltica (kg/cm²). E_2 : módulo resiliente de la base (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 capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 300 kg/cm²

TABLA 5.6 : Análisis de fatiga.

Ruta : D2 (Alternativa 1)

RUTA	E ₁ (kg/cm ²)	E ₂ (kg/cm ²)	U _{z : Z=0} (pulg)	U _{z : Z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (2.95)}	e _{c = (14.765)}	NF ₁	ND
D2	14085	21127	0.0246	62.484	5.95E-05	4.46E-04	1.84E+09	1.37E+06
D2	14085	28169	0.0235	59.690	6.94E-05	3.95E-04	1.11E+09	2.36E+06
D2	21127	21127	0.0235	59.690	2.83E-05	4.12E-04	1.50E+10	1.95E+06
D2	21127	28169	0.0224	56.896	4.29E-05	3.64E-04	3.81E+09	3.40E+06

Módulo de la sub-rasante = 563 kg/cm²

TABLA 5.7 : Análisis de fatiga.

Ruta : D2 (Alternativa 2)

RUTA	E ₁ (kg/cm ²)	E ₂ (kg/cm ²)	U _{z : Z=0} (pulg)	U _{z : Z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (3.94)}	e _{c = (14.185)}	NF ₁	ND
D2	14085	21127	0.0241	61.214	2.15E-05	4.40E-04	5.23E+10	1.45E+06
D2	14085	28169	0.0231	58.674	3.77E-05	3.89E-04	8.24E+09	2.52E+06
D2	21127	21127	0.0227	57.658	1.07E-05	4.02E-04	3.68E+11	2.18E+06
D2	21127	28169	0.0217	55.118	1.31E-05	3.55E-04	1.89E+11	3.80E+06

E₁ : módulo resiliente de la capa asfáltica (kg/cm²).E₂ : módulo resiliente de la base (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 capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 563 kg/cm²

TABLA 5.8 : Análisis de fatiga.

Ruta : D3 (Alternativa 1)

RUTA	E ₁ (kg/cm ²)	E ₂ (kg/cm ²)	U _{z : z=0} (pulg)	U _{z : z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (2.95)}	e _{c = (14.765)}	NF ₁	ND
D2	14085	21127	0.0228	57.912	5.68E-05	4.20E-04	2.14E+09	1.79E+06
D2	14085	28169	0.0217	55.118	6.69E-05	3.72E-04	1.25E+09	3.08E+06
D2	21127	21127	0.0217	55.118	2.64E-05	3.88E-04	1.88E+10	2.55E+06
D2	21127	28169	0.0206	52.324	4.11E-05	3.43E-04	4.39E+09	4.43E+06

Módulo de la sub-rasante = 634 kg/cm²

TABLA 5.9 : Análisis de fatiga.

Ruta : D3 (Alternativa 2)

RUTA	E ₁ (kg/cm ²)	E ₂ (kg/cm ²)	U _{z : z=0} (pulg)	U _{z : z=0} (mm*10 ⁻²)	e _{t = (3.94)}	e _{c = (14.185)}	NF ₁	ND
D2	14085	21127	0.0223	56.642	1.96E-05	4.16E-04	7.10E+10	1.87E+06
D2	14085	28169	0.0213	54.102	3.58E-05	3.68E-04	9.77E+09	3.23E+06
D2	21127	21127	0.021	53.340	1.15E-05	3.81E-04	2.90E+11	2.77E+06
D2	21127	28169	0.02	50.800	1.18E-05	3.36E-04	2.67E+11	4.86E+06

E₁ : módulo resiliente de la capa asfáltica (kg/cm²).E₂ : módulo resiliente de la base (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 capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 634 kg/cm²

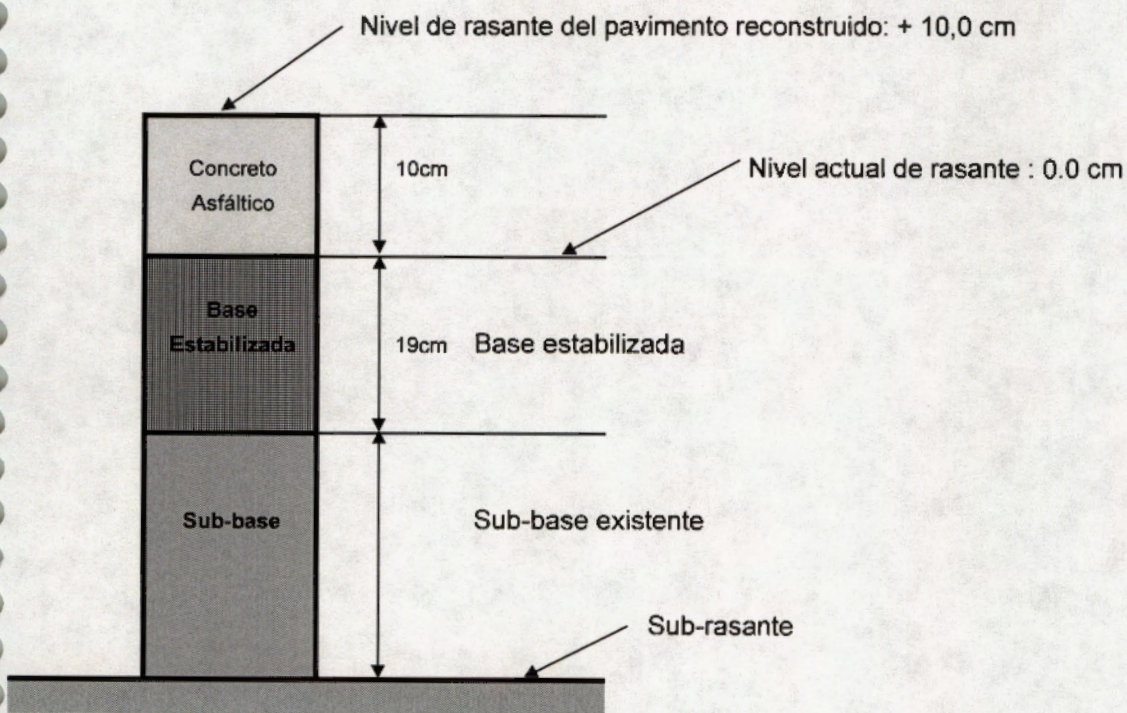
5.2 DISEÑO PROPUESTO

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

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA D1 : De la iglesia de San Francisco de Dos Ríos hacia el sur, hasta 100 m este de la farmacia La Pacífica

ALTERNATIVA 1



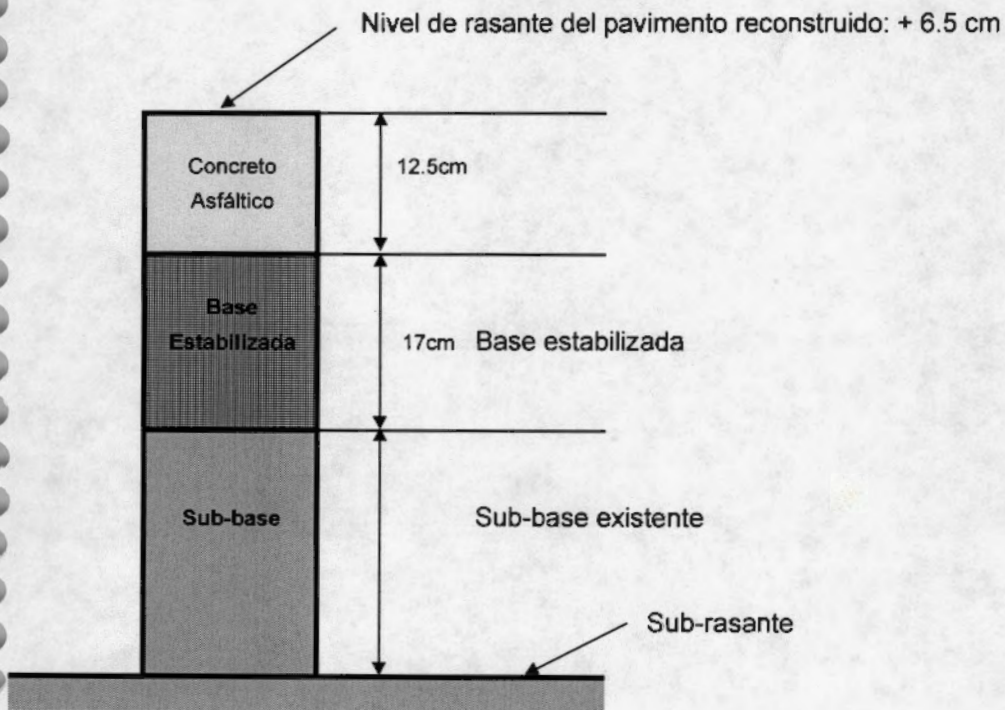
Trabajo a realizar :

- Escarificar y estabilizar los primeros 19.0 cm del pavimento existente.
- Colocar una capa asfáltica de 10.0 cm
- El nivel de rasante sube 10.0 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA D1 : De la iglesia de San Francisco de Dos Ríos hacia el sur, hasta 100 m este de la farmacia La Pacífica

ALTERNATIVA 2



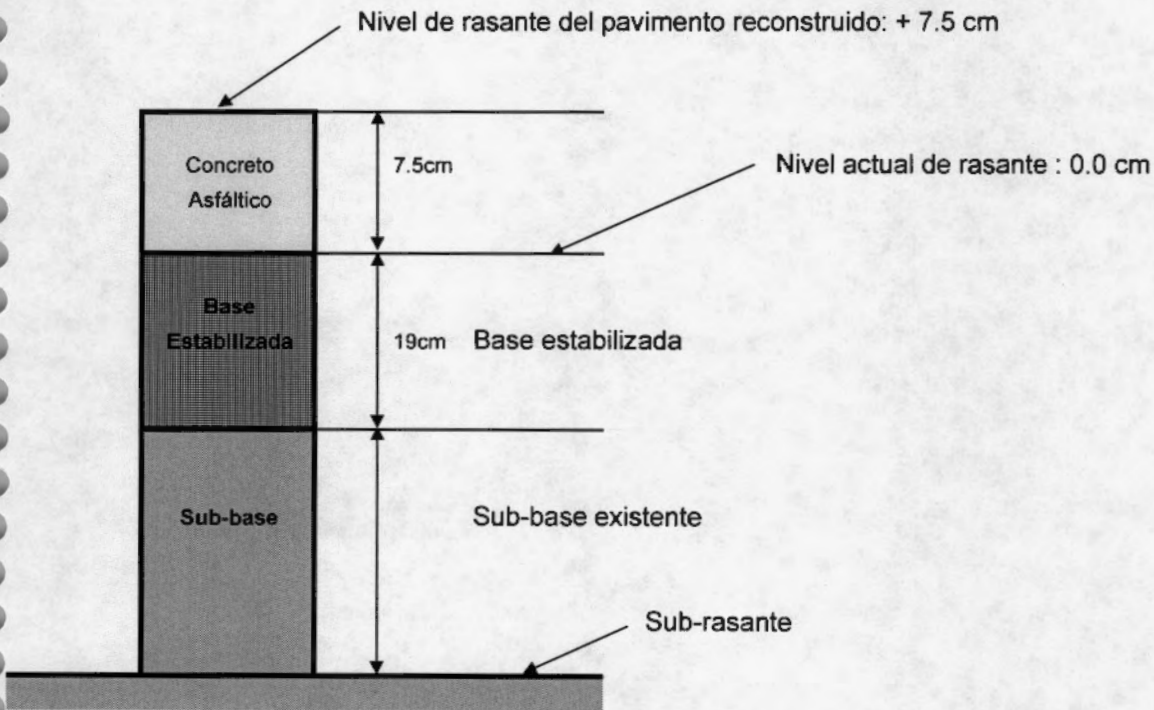
Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 6.0 cm del pavimento existente
- Escarificar y estabilizar 17.0 cm del pavimento.
- Colocar una capa asfáltica de 12.5 cm.
- El nivel de rasante sube 6.5 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA D2 : De la farmacia La Pacífica hacia el este, hasta la intersección con la calle transversal

ALTERNATIVA 1



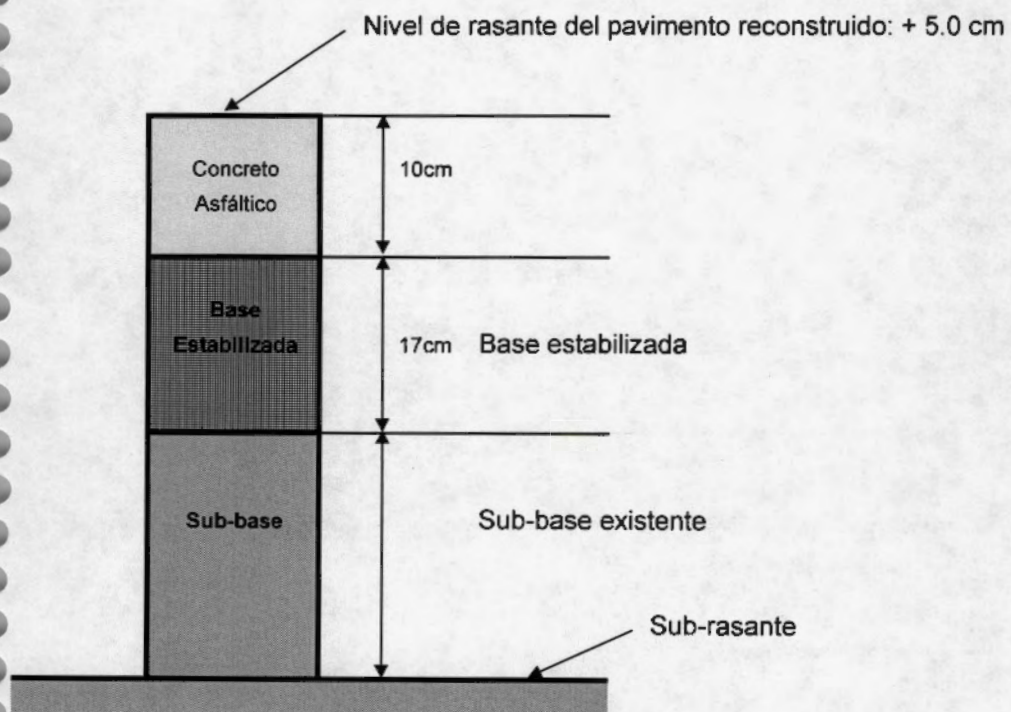
Trabajo a realizar :

- Escarificar y estabilizar los primeros 19.0 cm del pavimento existente.
- Colocar una capa asfáltica de 7.5 cm
- El nivel de rasante sube 7.5 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA D2 : De la farmacia La Pacífica hacia el este, hasta la intersección con la calle transversal

ALTERNATIVA 2



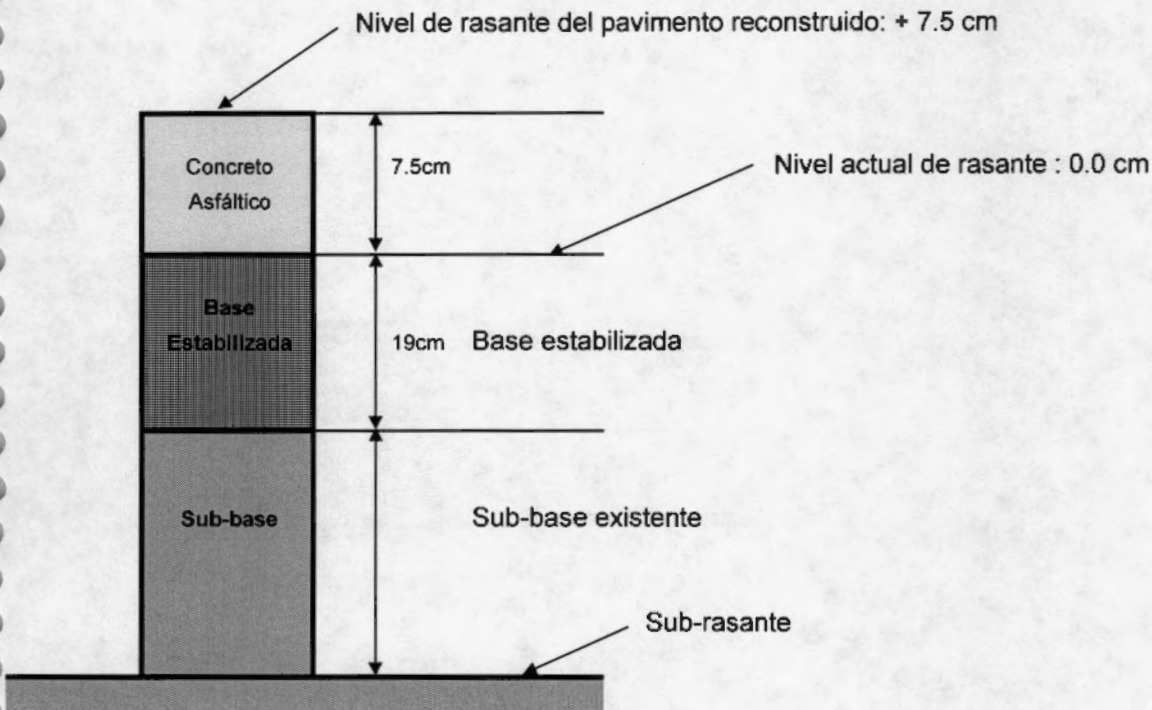
Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 5.0 cm del pavimento existente
- Escarificar y estabilizar 17.0 cm del pavimento.
- Colocar una capa asfáltica de 10.0 cm.
- El nivel de rasante sube 5.0 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA D3 , TRAMO A : De la panadería Musmanni hacia el oeste, hasta el parque de Residencial El Bosque

ALTERNATIVA 1



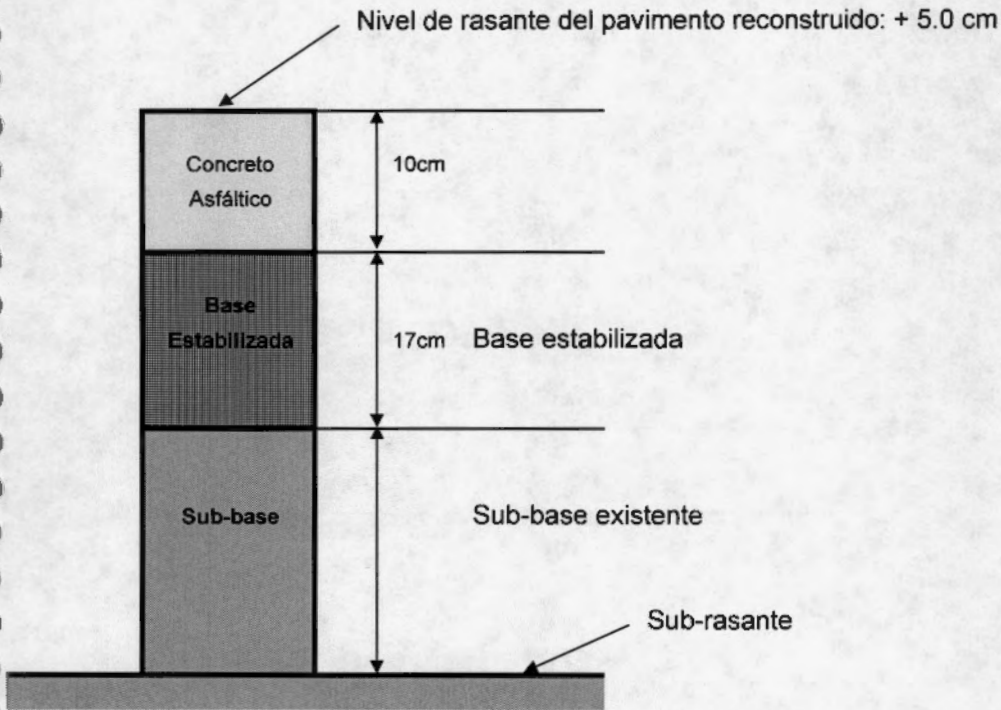
Trabajo a realizar :

- Escarificar y estabilizar los primeros 19.0 cm del pavimento existente.
- Colocar una capa asfáltica de 7.5 cm
- El nivel de rasante sube 7.5 cm.

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA D3 , TRAMO A : De la panadería Musmanni hacia el oeste, hasta el parque de Residencial El Bosque

ALTERNATIVA 2

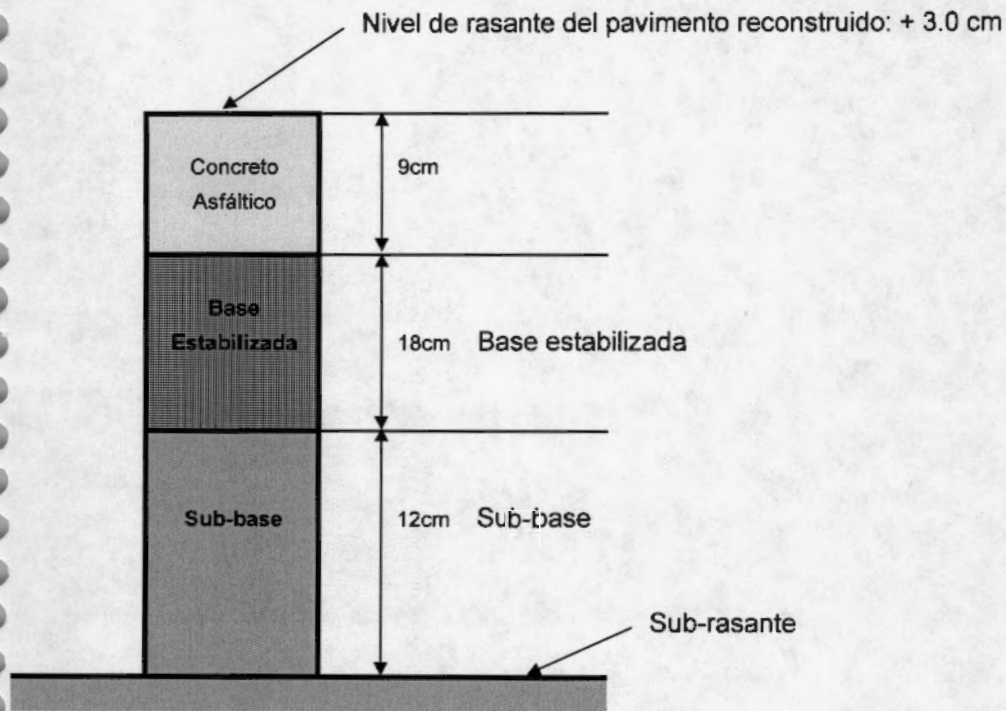


Trabajo a realizar :

- Remover los primeros 5.0 cm del pavimento existente
- Escarificar y estabilizar 17.0 cm del pavimento.
- Colocar una capa asfáltica de 10.0 cm.
- El nivel de rasante sube 5.0 cm.

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA D3 , TRAMO B : Del parque de Residencial El Bosque hasta la intersección con la carretera a Desamparados



Trabajo a realizar :

- Excavar 36.0 cm
- Conformar la rasante
- Colocar 12.0 cm de sub-base
- Construir una base estabilizada de 18.0 cm
- Colocar una capa asfáltica de 9.0 cm
- El nivel de rasante sube 3.0 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 : D1	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización del pavimento existente		5766	0.19	1096
Colocación y conformación de capa asfáltica		5766	0.1	577

RUTA : D1	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción de pavimento existente		5766	0.06	346
Escarificación y estabilización del pavimento		5766	0.17	980
Colocación y conformación de capa asfáltica		5766	0.125	721

RUTA : D2	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización del pavimento existente		7150	0.19	1359
Colocación y conformación de capa asfáltica		7150	0.075	536

RUTA : D2	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción de pavimento existente		7150	0.05	358
Escarificación y estabilización del pavimento		7150	0.17	1216
Colocación y conformación de capa asfáltica		7150	0.1	715

TRAMO A

RUTA : D3	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización del pavimento existente		5750	0.19	1093
Colocación y conformación de capa asfáltica		5750	0.075	431

RUTA : D3	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción de pavimento existente		5750	0.05	288
Escarificación y estabilización del pavimento		5750	0.17	978
Colocación y conformación de capa asfáltica		5750	0.1	575

TRAMO B

RUTA : D3		area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Excavación		4703	0.36	1693
Colocación de sub-base		4703	0.12	564
Construcción de base estabilizada		4703	0.18	847
Colocación y conformación de capa asfáltica		4703	0.09	423

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

ZONA : SAN F. DOS RIOS

RUTA : D1

FECHA : 25-4-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
9.5	300	2850		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	360	2916		Cordón ambos lados de la vía	
			660	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	660	5766			

ZONA : SAN F. DOS RIOS

RUTA : D2

FECHA : 25-4-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	200	1580		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
8	200	1600		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
8	200	1600		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	300	2370		Cordón ambos lados de la vía	
			900	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	900	7150			

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

ZONA : SAN F. DOS RIOS

RUTA : D3

FECHA : 25-4-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8	250	2000		Cordón ambos lados de la vía	
			250	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	150	1185		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	50	395		Cordón ambos lados de la vía	
			450	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	100	810		Cordón ambos lados de la vía	
			550	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	350	2835		Cordón ambos lados de la vía	
			900	Cordón ambos lados de la vía	
8.05	250	2013		Cordón ambos lados de la vía	
			1150	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	150	1215		Cordón ambos lados de la vía	
			1300	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	1300	10453			

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 D3, en el tramo B (después del parque) muestra un déficit importante de capacidad estructural. En general las restantes rutas presentan una condición aceptable 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 (materiales de mala graduación, capas granulares contaminadas con arcilla, arcillas de alta plasticidad, inexistencia de algunas de las capas, (sondeo H21), etc).

3. 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.

4. 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.

5. 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 sobre-tamaño.
- Contaminación por finos arcillosos.
- Falta de compactación.

6. A nivel de base se encontró :

- Predominan las bases estabilizadas agrietadas.
- Capas de poco espesor.
- En algunos casos se construyeron bases de lastre (sondeo H21).
- Insuficiencia de capacidad estructural y, en algunos casos, falla severa por fatiga en la base estabilizada.

7. Capa asfáltica :

En general se trata de una capa 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 D3 (tramo B), concuerdan con la escasa capacidad estructural del pavimento existente.

8. 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.

9. 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.

- La opción de triturar y estabilizar la parte superior del pavimento 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).

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

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

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

- a- Cuando se excava hasta el nivel de sub-rasante (reconstrucción total), o cuando se escarifica parcialmente la sub-base existente, debe garantizarse que la sub-rasante esté debidamente compactada y que no existan suelos de mala calidad a ese nivel, en cuyo caso debe hacerse una sustitución de material. Por 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 esta capa. Los problemas típicos que se pueden detectar son: deficiencias de espesor, contaminación por finos plásticos, saturación, falta de compactación, deficiencias granulométricas (especialmente sobre-tamaño), presencia de escombros, capas de piedra o capas de pavimentos antiguos. Todo esto debe analizarse cuidadosamente en el momento de realizar la excavación, para garantizar que la capa de sub-base finalmente conformada y compactada cumpla con los requerimientos del CR-77.

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

Además, conviene dejar previsto en el contrato algunos ítems 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

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

8. ESPECIFICACIONES ESPECIALES

La sub-rasante

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

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

Además debe verificarse en sitio que la sub-rasante existente esté debidamente conformada y compactada. Caso contrario debe procederse 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 :

- Readeclar 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

RUTA D1 : De la iglesia de San Francisco de Dos Ríos hacia el sur, hasta 100 m este de la farmacia La Pacífica

TABLA No 1.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1583	
1998	1662	
1999		1745
2000		1833
2001		1924
2002		2020
2003		2121
2004		2227
2005		2339
2006		2456
2007		2579
2008		2707
2009		2843
2010		2985
SUMATORIA		27779

TABLA No 1.2 COMPOSICION VEHICULAR. HIPOTESIS BAJA DE CARGA

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
60	0	36	4

TABLA No 1.3 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	3.04E+03	0.00E+00	1.28E+05	2.33E+05	3.64E+05

RUTA D1 : De la iglesia de San Francisco de Dos Rios hacia el sur, hasta 100 m este de la farmacia La Pacifica

TABLA No 1.4 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	1583	
1998	1662	
1999		1745
2000		1833
2001		1924
2002		2020
2003		2121
2004		2227
2005		2339
2006		2456
2007		2579
2008		2707
2009		2843
2010		2985
SUMATORIA		27779

TABLA No 1.5 COMPOSICION VEHICULAR. HIPOTESIS ALTA DE CARGA

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
58	0	35	7

TABLA No 1.6 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	2.94E+03	0.00E+00	1.24E+05	4.08E+05	5.35E+05

RUTA D2 : De la farmacia La Pacifica hacia el este, hasta la intersección con la calle transversal

TABLA No 2.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TPD		Cap. Máxima
ANO		5%
1997	4716	
1998	4952	
1999		5199
2000		5459
2001		5732
2002		6019
2003		6320
2004		6636
2005		6968
2006		7316
2007		7682
2008		8066
2009		8469
2010		8893
SUMATORIA		82759

TABLA No 2.2 COMPOSICION VEHICULAR. HIPOTESIS BAJA DE CARGA

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
89	2.5	5	3.5

TABLA No 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	1.34E+04	3.78E+05	5.29E+04	6.08E+05	1.05E+06

RUTA D2 : De la farmacia La Pacífica hacia el este, hasta la intersección con la calle transversal

TABLA No 2.4 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1997	4716	
1998	4952	
1999		5199
2000		5459
2001		5732
2002		6019
2003		6320
2004		6636
2005		6968
2006		7316
2007		7682
2008		8066
2009		8469
2010		8893
SUMATORIA		82759

TABLA No 2.5 COMPOSICION VEHICULAR. HIPOTESIS ALTA DE CARGA

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
86.5	4	5	4.5

TABLA No 2.6 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.31E+04	6.04E+05	5.29E+04	7.82E+05	1.45E+06

RUTA D3 : De la panadería Musmanni hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera a Desamparados

TABLA No 3.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TPD		Cap. Máxima
ANO		5%
1997	7504	
1998	7879	
1999		8273
2000		8687
2001		9121
2002		9577
2003		10056
2004		10559
2005		11087
2006		11641
2007		12223
2008		12834
2009		13476
2010		14150
SUMATORIA		131685

TABLA No 3.2 COMPOSICION VEHICULAR. HIPOTESIS BAJA DE CARGA

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
69	1	25	5

TABLA No 3.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.66E+04	2.40E+05	4.21E+05	1.38E+06	2.06E+06

RUTA D3 : De la panadería Musmanni hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera a Desamparados

TABLA No 3.4 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

TPD		Cap. Máxima
ANO		5%
1997	7504	
1998	7879	
1999		8273
2000		8687
2001		9121
2002		9577
2003		10056
2004		10559
2005		11087
2006		11641
2007		12223
2008		12834
2009		13476
2010		14150
SUMATORIA		131685

TABLA No 3.5 COMPOSICION VEHICULAR. HIPOTESIS ALTA DE CARGA

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
66	3	25	6

TABLA No 3.6 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	1.59E+04	7.21E+05	4.21E+05	1.66E+06	2.82E+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: S. FRANCISCO DE 2 RIOS

TRAMO : D1

MUESTRA : H22

FECHA : 17-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
16.0	BASE	Estabilizada, agrietada
25.5	SUB-BASE	Lastre gris-café, compactado. Tamaño máximo = 10,0cm (4") LIMITES GRANUL. (%PAS) LL = 30,3 #4 = 59,7 LP = 25,8 #40 = 36,4 IP = 4,5 #200 = 18,6
	SUB-RASANTE	Arcilla limosa color café, plasticidad media. LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR sitio < 2% LL = 43,5 #4 = 100 LP = 22,9 #40 = 89,9 IP = 20,6 #200 = 70,2

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. FRANCISCO DE 2 RIOS

TRAMO : D2

MUESTRA : H23

FECHA : 18-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
6.0	BASE	Estabilizada, agrietada
19.0	SUB-BASE	<p>Lastre gris claro, compactado. Tamaño máximo = 13,75cm (5,5")</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p>#4 = 50,4 #40 = 24,7 #200 = 15,0</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla de alta plasticidad de color amarillento</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 3.8% CBR sitio > 7%</p> <p>#4 = 100 #40 = 99,5 #200 = 97,3</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. FRANCISCO DE 2 RIOS

TRAMO : D3

MUESTRA : H21

FECHA : 18-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
14.0	BASE	Lastre gris, medianamente compactado. Tamaño máximo = 12,5cm (5,0") Material = No plástico GRANUL. (%PAS) #4 = 42.6 #40 = 23.6 #200 = 12,0
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Suelo arcilloso de color café oscuro. LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 3.0% CBR sitio < 2.5% LL = 52.6 #4 = 96.5 LP = 23,9 #40 = 87.8 IP = 28,6 #200 = 75.1

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. FRANCISCO DE 2 RIOS

TRAMO : D3

MUESTRA : H53

FECHA : 18-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
2.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
13.5	BASE	Estabilizada, agrietada
19.5	SUB-BASE	<p>Lastre gris, compactado. Tamaño máximo = 7,5cm (3,0")</p> <p>Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p>#4 = 62.1 #40 = 43.0 #200 = 42.0</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla café oscuro de plasticidad media</p> <p style="text-align: center;">LIMITES</p> <p>LL = 59,3 LP = 34,9 IP = 24,5</p> <p style="text-align: right;">CBR Lab = 2.4% CBR sitio > 7%</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. FRANCISCO DE 2 RIOS

TRAMO : D1

MUESTRA : X59

FECHA : 21-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
10.0	BASE	Estabilizada, muy agrietada
14.0	SUB-BASE	Lastre gris, medianamente compactado. Aparente ligera contaminación de finos arcillosos. Tamaño máximo = 11.25cm (4.5")
	SUB-RASANTE	Arcilla de alta plasticidad, color café oscuro y muy compacta. CBR sitio = 2.5 %

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. FRANCISCO DE 2 RIOS

TRAMO : D2

MUESTRA : X11

FECHA : 16-6-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
13.0	BASE	Estabilizada, muy agrietada
22.0	SUB-BASE	Lastre gris, ligeramente fino y medianamente compactado. Tamaño máximo = 5 cm (2")
	SUB-RASANTE	Arcilla expansiva de alta plasticidad, color café oscuro. CBR sitio = 7.0

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: SUELO CAFE
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: D3 H53

PRUEBA: PROCTOR

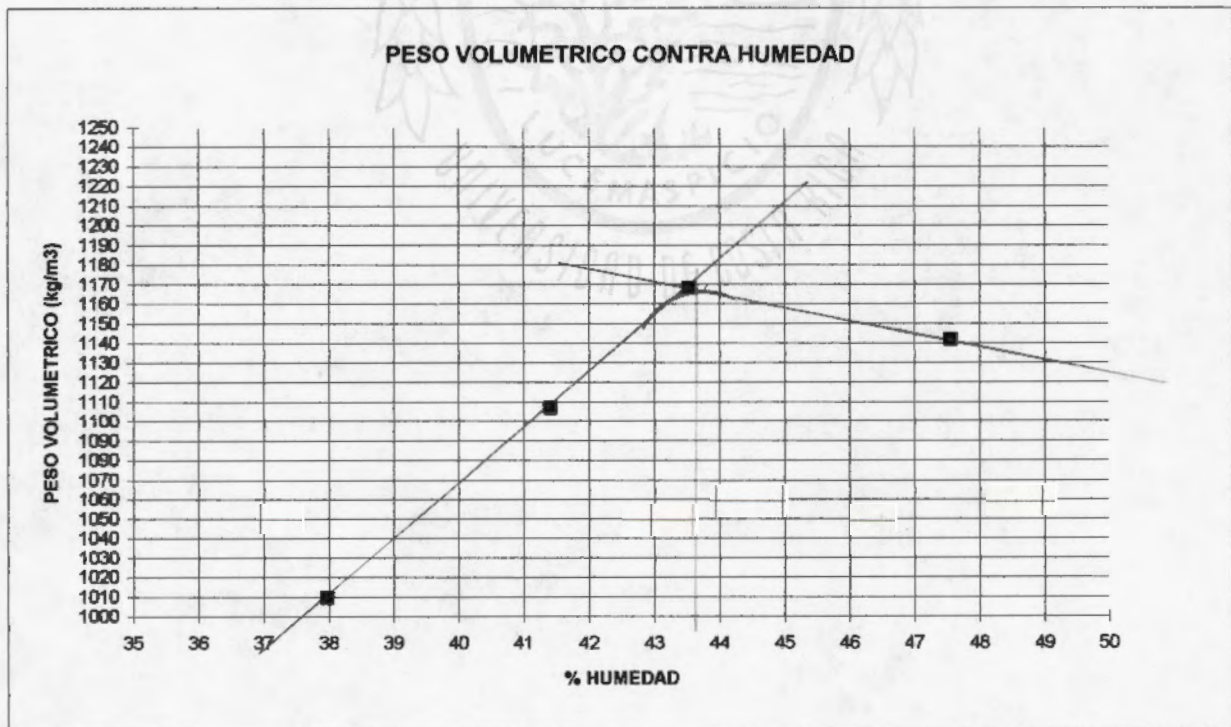
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5530	5693	5798	5806			
P molde	4215	4215	4215	4215			
Ww	1315	1478	1583	1591			
δ w	1393	1565	1676	1685			
δ s	1009	1107	1168	1142			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	20	29	73	18
Ww + Wc	256,5	210,8	281,8	304,3
Ws + Wc	219,2	183,6	214,9	243,4
Ww	37,3	27,2	66,9	60,9
Wc	121,1	118,1	61,3	115,3
Ws	98,2	65,6	153,6	128,1
%W	38,0	41,4	43,5	47,6

$\gamma_{max} = 1168 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 43.7 \%$



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 28 DE ABRIL DE 1997

MUESTRA No: D-3 HUECO: H-53

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta m = 1188$ W_o: 43.7 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	W _w +M	W _w	X _m	X _s	% C	CAP.	W _w +C	W _s +C	W _c	e	W _w	W _s	%W
		10669												
56	5	7153	3516	1652	1140	97.6	19	308.8	254.0	128.8		54.8	125.2	43.7
		10615												
28	9	7172	3443	1626	1123	96.1	1	317.0	256.2	125.4		60.7	130.8	46.4
		10258												
14	10	7375	2983	1371	946	81.0	6	250.1	205.7	105.4		44.5	100.3	44.3
														44.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
5	22-abr	6:15	298.00	325.00	326.00	328.00	329.00	9.06	9.40	10.07	10.40
9	22-abr	6:15	299.00	318.00	319.00	319.00	320.00	6.35	6.69	6.69	7.02
10	22-abr	6:15	325.00	306.00	306.00	306.00	309.00	-5.85	-5.85	-5.85	-4.92

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	5.5	7.0	8.5	10.0	12.0	14.0	16.0	17.0	18.0	20.0
5	0.06	1.358	1.712	2.066	2.42	2.892	3.364	3.836	4.072	4.308	4.78
	0.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0
9	0.06	0.768	1.004	1.24	1.476	1.948	2.42	2.656	2.892	3.128	3.364
	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.8
10	0.06	0.178	0.178	0.178	0.296	0.296	0.296	0.414	0.414	0.414	0.4848

Ec. Resuelta

para $y=0$

3,13E-03

1,77E-02

2,50E-02

Valores corregidos para x

$x=0.1$ $x=0.2$

1,03E-01 2,03E-01

1,18E-01 2,18E-01

1,25E-01 2,25E-01

No. golpes

58

28

14

CALCULADOS

0,1

0,2

%COMPACT.

2.42

3.36

97,6

1.48

2.42

96,1

0.30

0.30

81,0

CORREGIDOS

0,1

0,2

3.44

3.19

2.10

2.29

0.42

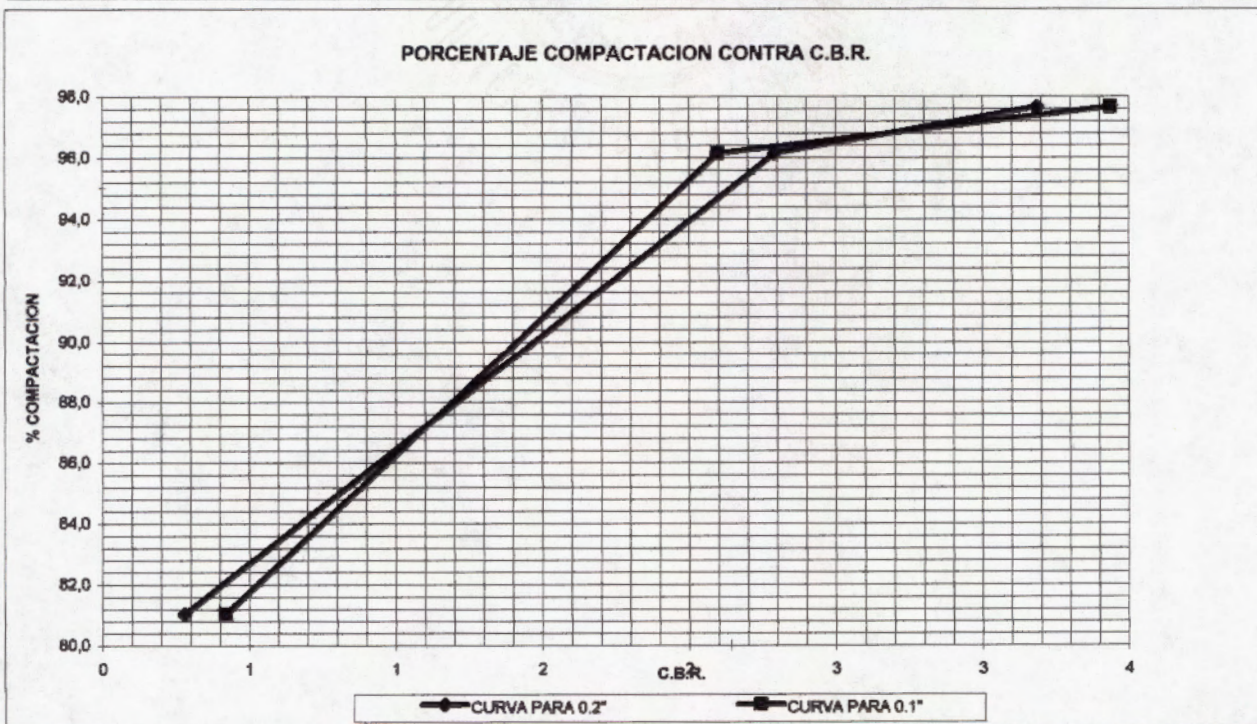
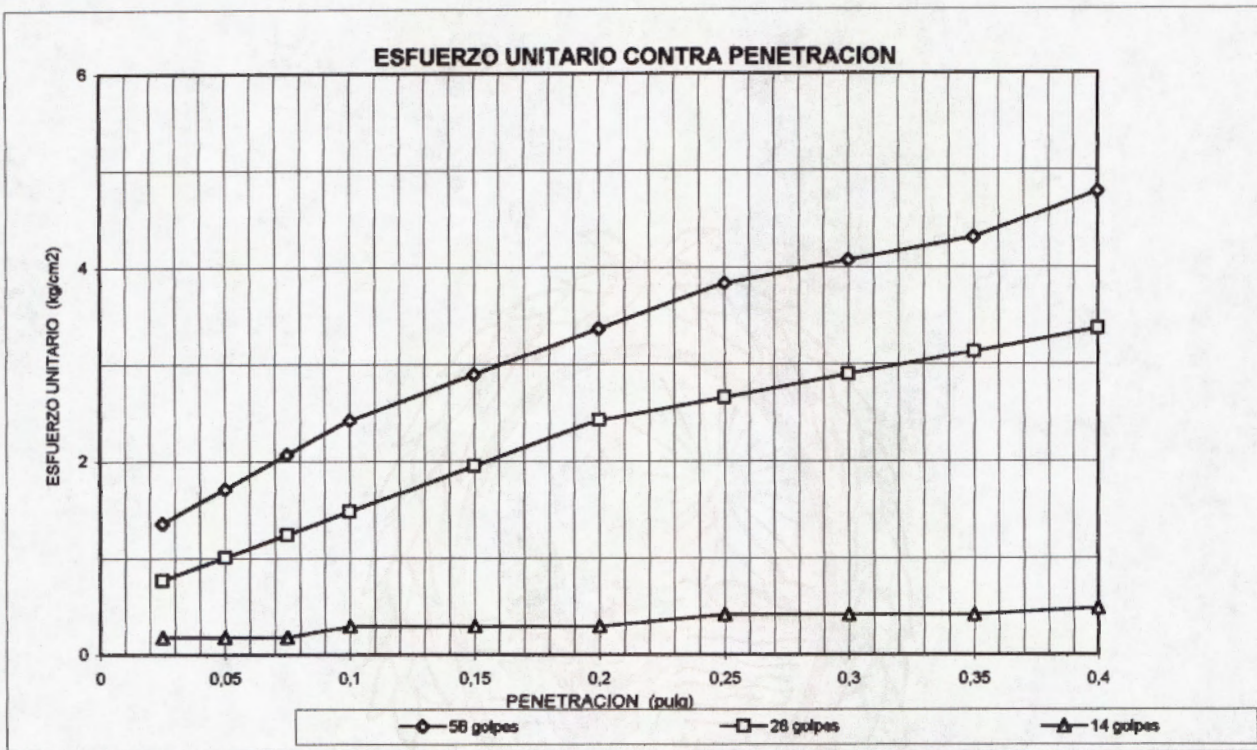
0.28

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: D-3 HUECO: H-59
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 28 DE ABRIL DE 1997

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSA CAFE MEDIANAMENTE PLASTICA

MUESTRA No: D-3

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

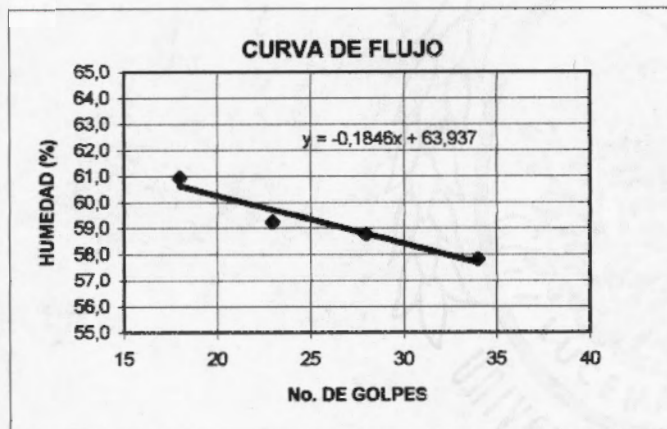
HUECO No: H-53

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	28	23	18	
Wc + Ww (gr.)	32,27	38,9	33,02	33,77	
Wc + Ws (gr.)	27,37	33,16	27,71	28,02	
Ww	4,904	5,744	5,314	5,752	
Wc	18,89	23,38	18,73	18,58	
Ws	8,483	9,775	8,971	9,44	
% W	57,8	58,8	59,2	60,9	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	37	57	36
Wc + Ww (gr.)	11,68	13,55	11,93
Wc + Ws (gr.)	11,01	12,91	11,27
Ww	0,671	0,646	0,663
Wc	9,094	11,05	9,354
Ws	1,914	1,854	1,911
% W	35,1	34,8	34,7
PROMEDIO			34,9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	59,3
LIMITE PLASTICO	34,9
INDICE DE PLASTICIDAD	24,5

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:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

D-3

HUECO

53

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

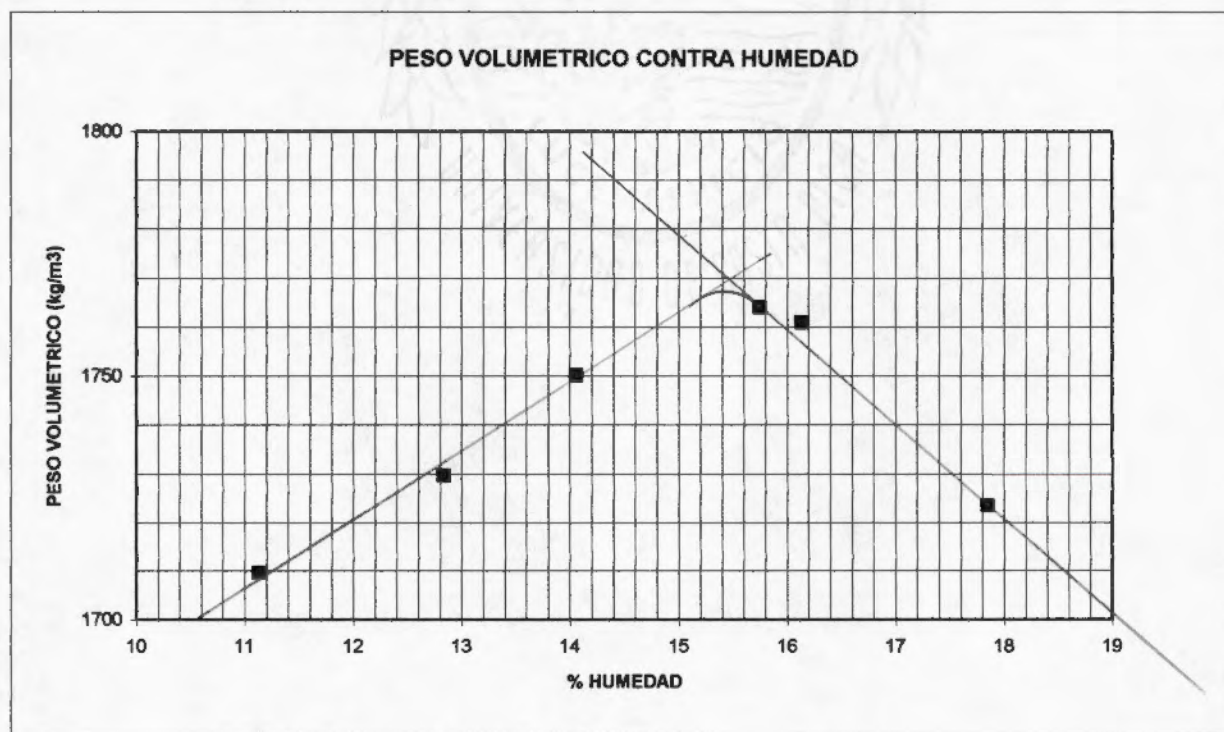
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6009	6100	6133	6143	6058	6146	
Pmolde	4215	4215	4215	4215	4215	4215	
Ww	1794	1885	1918	1928	1843	1931	
δw	1900	1996	2031	2042	1952	2045	
δs	1710	1750	1723	1764	1730	1761	

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	69	66	11	64	45	6
Ww + Wc	287,6	264,1	260,2	286,5	166,3	266,1
Ws + Wc	269,0	243,1	226,7	252,9	152,0	243,8
Ww	18,6	20,9	33,4	33,6	14,3	22,3
Wc	101,8	94,3	39,5	39,9	40,4	105,4
Ws	167,2	148,8	187,2	213,0	111,6	138,4
%W	11,1	14,1	17,9	15,8	12,8	16,1

$$\gamma_{max} = 1768 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 15.5\%$$



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

LIMITES DE ATTERBERG

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

Proyecto: Munic San José Muestra: Subbase Fecha: 18-4-97
Localización: D-3 Descripción Material: Castreguis
Emitido por: Espesor 20-20-18-19-20 Profundidad: _____ Hueco: #53

Límite Líquido :

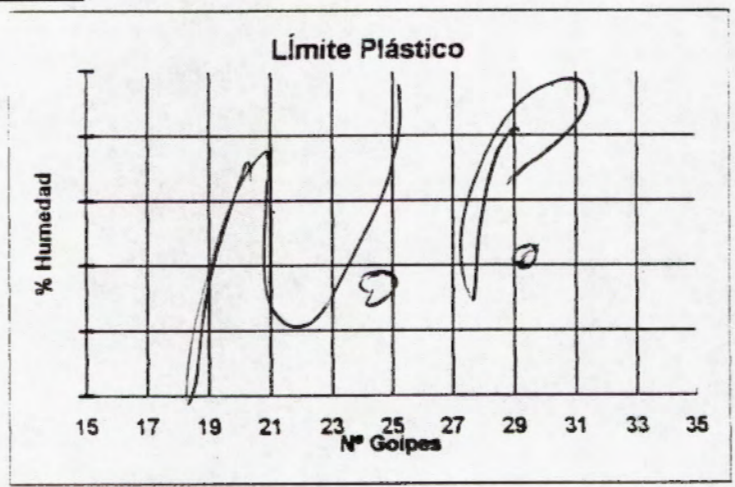
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

Nomenclatura :

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

Límite Plástico :

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



Límite de contracción :

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

Límite Líquido : _____
 Límite Plástico : _____
 Índice Plasticidad : _____
 Límite Contracción : _____

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

Fecha de Prueba : 05-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Firma] Revisado por : _____

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 : D-3 HUECO: 53

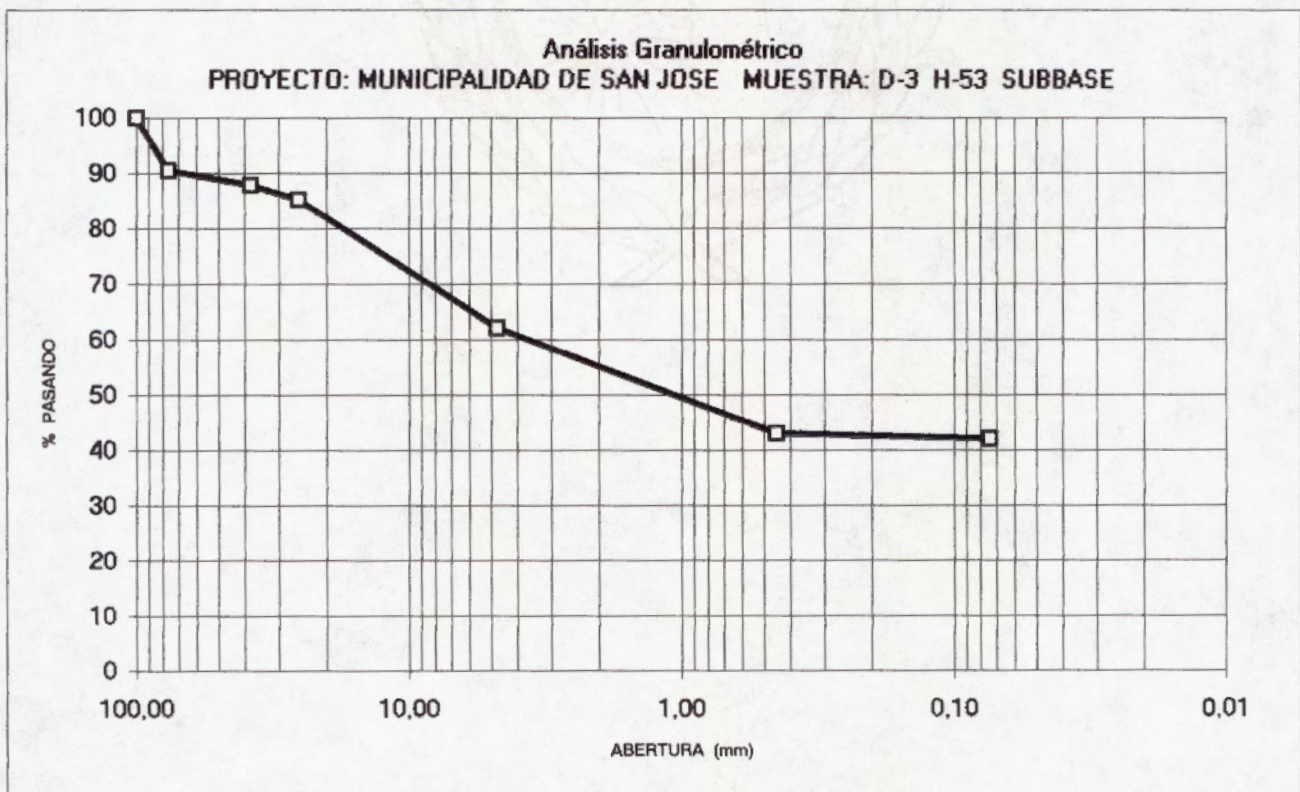
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico

PESO INICIAL: 11400,0 g.

PESO FINAL: 6616,0 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	1084,6	9,5	9,5	90,5
1 1/2"	38,10	301,6	2,6	12,2	87,8
1"	25,40	294,4	2,6	14,7	85,3
#4	4,75	2637,8	23,1	37,9	62,1
#40	0,45	2175,6	19,1	57,0	43,0
#200	0,07	117,1	1,0	58,0	42,0



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: SUELO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: D-3 HUECO 21 PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

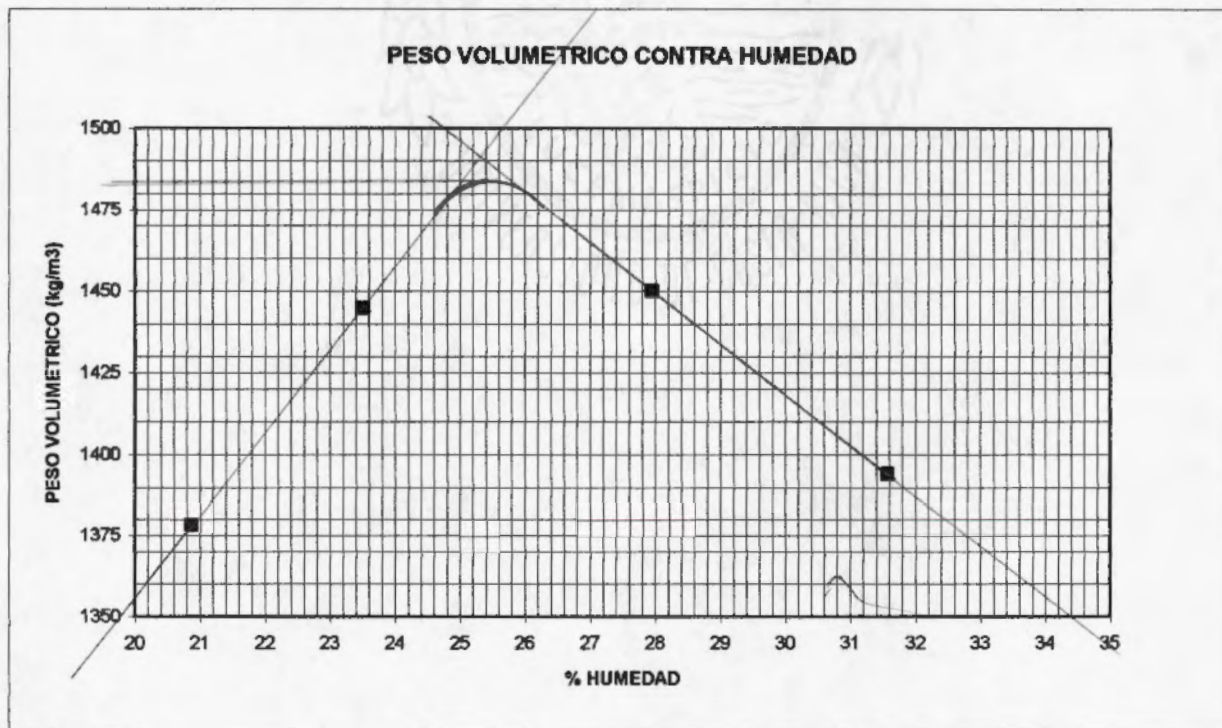
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5788	5900	5967	5947			
P molde	4215	4215	4215	4215			
Ww	1573	1685	1752	1732			
δ w	1666	1784	1855	1834			
δ s	1378	1445	1450	1394			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	8	26	23	30
Ww + Wc	316,9	285,6	271,8	305,1
Ws + Wc	284,2	255,4	239,0	262,0
Ww	32,7	30,2	32,8	43,1
Wc	127,6	127,0	121,8	125,4
Ws	156,6	128,4	117,3	136,5
%W	20,9	23,5	28,0	31,8

γ_{max} = 1484 Kg/m³
W_{opt} = 25.4 %



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:

28 DE ABRIL DE 1987

MUESTRA No: D-3

HUECO: H-21

SUBRASANTE

LOCALIZACION:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta m = 1484$

Wo: 25.4 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11215												
56	0	7403	3812	1806	1424	96.0	36	289.2	256.5	128.6		32.7	127.9	25.6
		10789												
28	8	7169	3620	1700	1340	90.3	31	297.4	255.8	105.6		41.5	150.0	27.7
		10492												
14	13	7180	3302	1562	1231	83.0	57	262.9	220.8	66.6		42.1	154.2	27.3
														26.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			L ₀	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
0	23-abr	12:00	343.00	408.00	417.00	420.00		18.95	21.57	22.45	
8	23-abr	12:00	308.00	360.00	382.00	386.00		23.38	24.03	25.32	
13	23-abr	12:00	308.00	360.00	362.00	362.00		16.50	17.15	17.15	

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	L ₀	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	4,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	18,0	19,0	20,0
0	0,06	1,004	1,712	2,184	2,656	3,128	3,6	4,072	4,308	4,544	4,78
	0,0	3,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	10,5	11,0	12,0
8	0,06	0,768	1,24	1,476	1,712	1,948	2,184	2,42	2,538	2,656	2,892
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
13	0,06	0,296	0,414	0,532	0,65	0,768	0,886	1,004	1,122	1,24	1,358

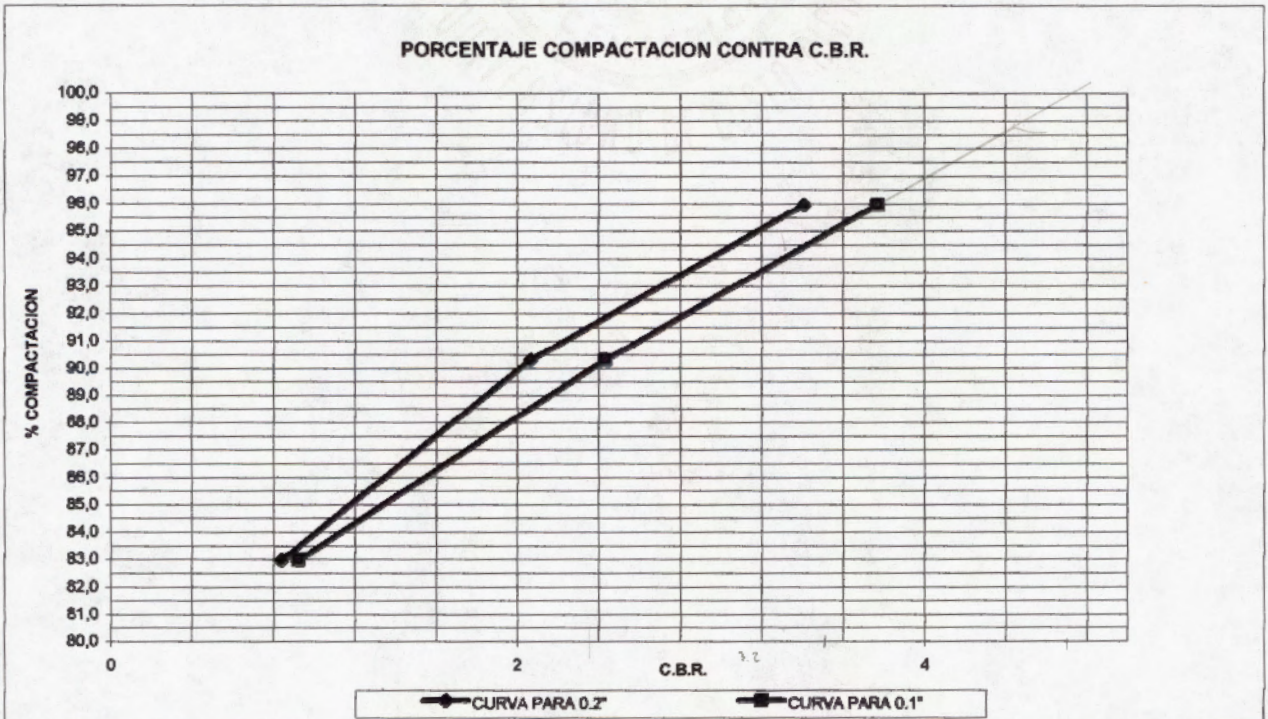
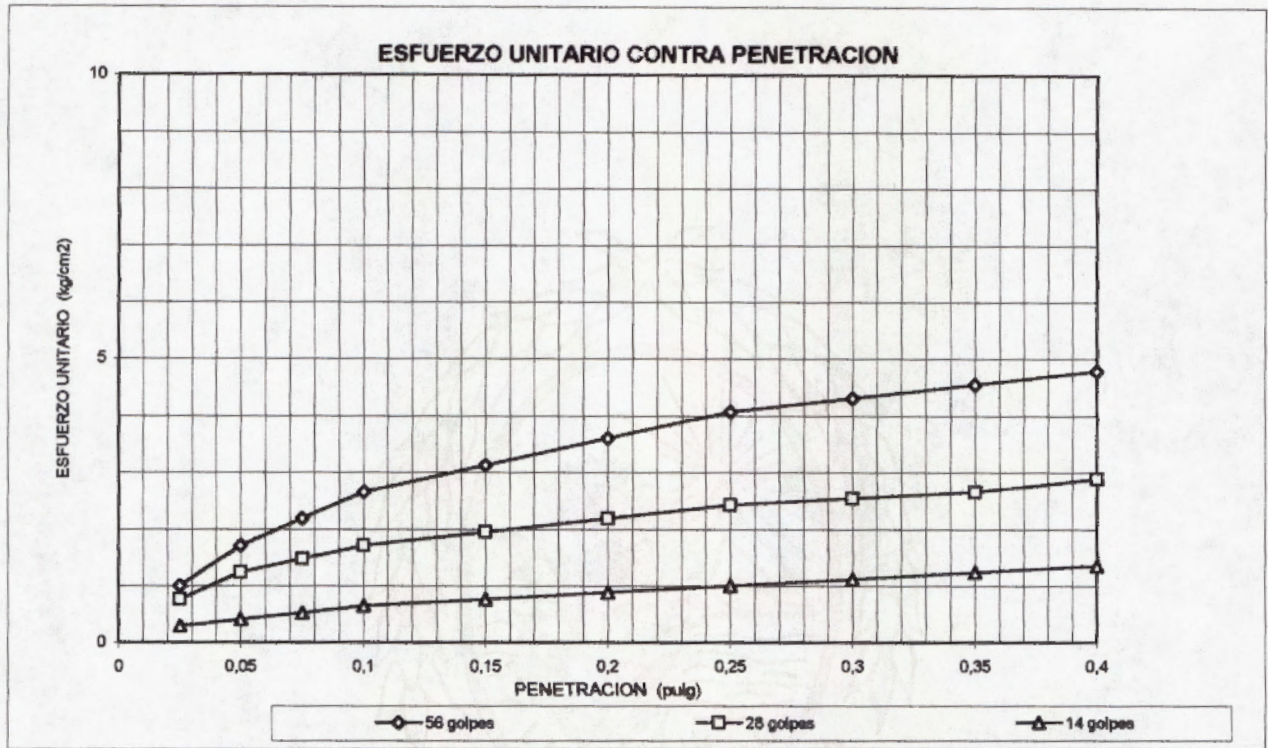
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	2,66	3,80	96,0	3,77	3,41
28	1,71	2,18	90,3	2,43	2,07
14	0,65	0,89	83,0	0,92	0,84

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: D-3 HUECO: H-21
 LOCALIZACION:



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 23 DE ABRIL DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

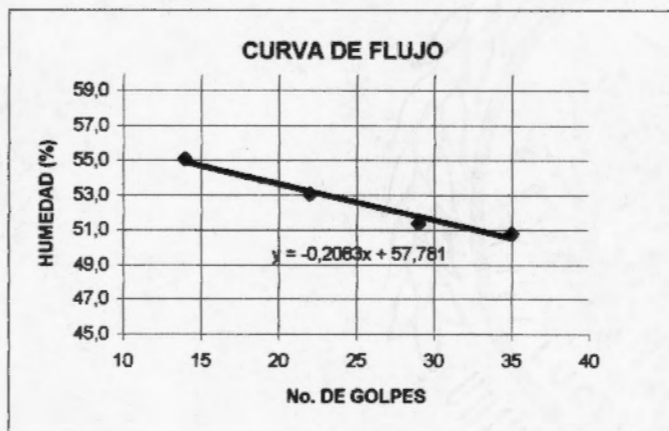
DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO ARCILLOSO
MUESTRA No: D-3 HUECO No: H-21
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	29	22	14	
Wc + Ww (gr.)	35,71	32,35	35,92	32,78	
Wc + Ws (gr.)	31,56	27,68	31,54	27,8	
Ww	4,152	4,673	4,38	4,988	
Wc	23,38	18,58	23,28	18,73	
Ws	8,174	9,095	8,252	9,062	
% W	50,8	51,4	53,1	55,0	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	54	36
Wc + Ww (gr.)	14,35	12,87	12,51
Wc + Ws (gr.)	13,72	12,22	11,88
Ww	0,632	0,656	0,627
Wc	11,1	9,453	9,254
Ws	2,618	2,762	2,627
% W	24,1	23,8	23,9
PROMEDIO			23,9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	52,6
LIMITE PLASTICO	23,9
INDICE DE PLASTICIDAD	28,6

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 : D-3 HUECO: # 21

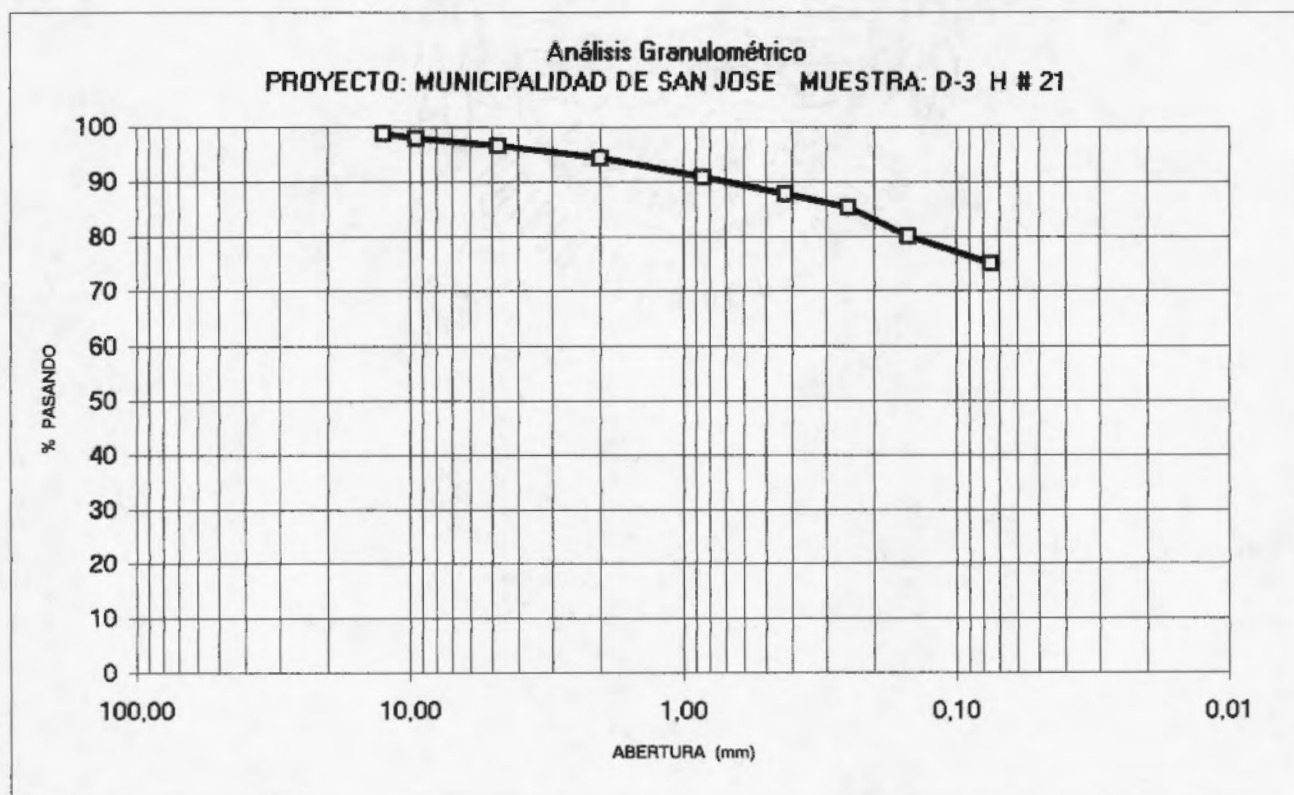
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 669,5 g.

PESO FINAL: 167,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1/2	12,50	8,2	1,2	1,2	98,8
3/8	9,50	5,4	0,8	2,0	98,0
#4	4,75	9,6	1,4	3,5	96,5
#10	2,00	14,9	2,2	5,7	94,3
#20	0,85	22,8	3,4	9,1	90,9
#40	0,43	20,6	3,1	12,2	87,8
#60	0,25	16,4	2,5	14,6	85,4
#100	0,15	35,7	5,3	20,0	80,0
#200	0,075	33,0	4,9	24,9	75,1



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 21 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS CLARO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

BASE

D - 3

HUECO 21

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5928	6062	6127	6110			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1716	1850	1915	1898			
δw	1817	1959	2028	2010			
δs	1647	1722	1748	1680			

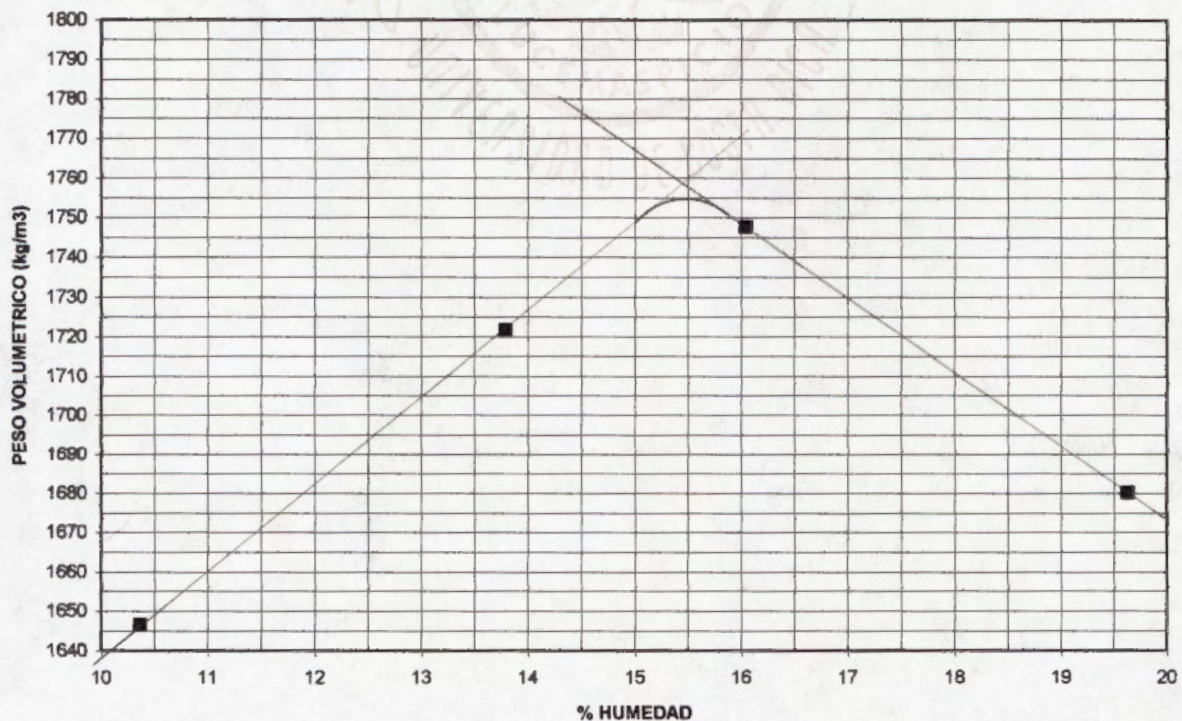
$$\gamma_{max} = 1755 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 15.5\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	45	52	46	11
Ww + Wc	369,7	484,8	453,5	331,5
Ws + Wc	338,8	430,6	396,1	283,6
Ww	30,9	54,2	57,4	47,9
Wc	40,4	38,1	38,2	39,6
Ws	298,4	392,5	357,9	244,0
%W	10,4	13,8	16,0	19,6

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

LIMITES DE ATTERBERG

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

Proyecto: Munic. San José Muestra: Base Fecha: 14-5-97
 Localización: D-3 Descripción Material: lestrre café
 Remitido por: _____ Profundidad: _____ Hueco: #21

Límite Líquido :

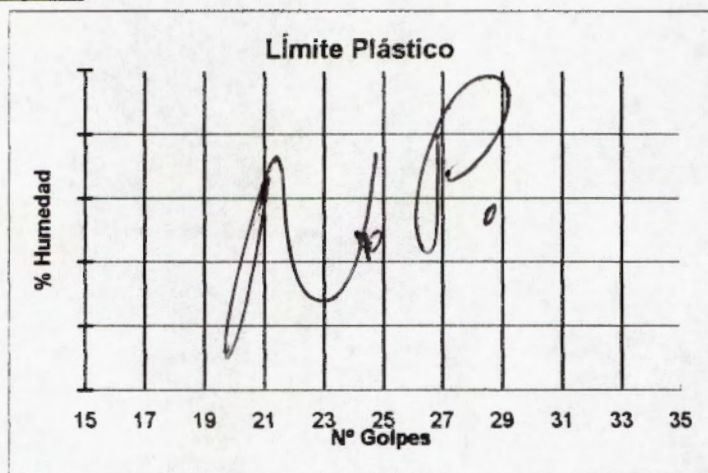
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

Nomenclatura :

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

Límite Plástico :

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



Límite de contracción :

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

Límite Líquido : _____
 Límite Plástico : _____
 Índice Plasticidad : _____
 Límite Contracción : _____

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

Fecha de Prueba: 17-5-97 Temperatura: _____
 Experimentador: Manu Revisado por: _____

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 : D-3 HUECO: 21

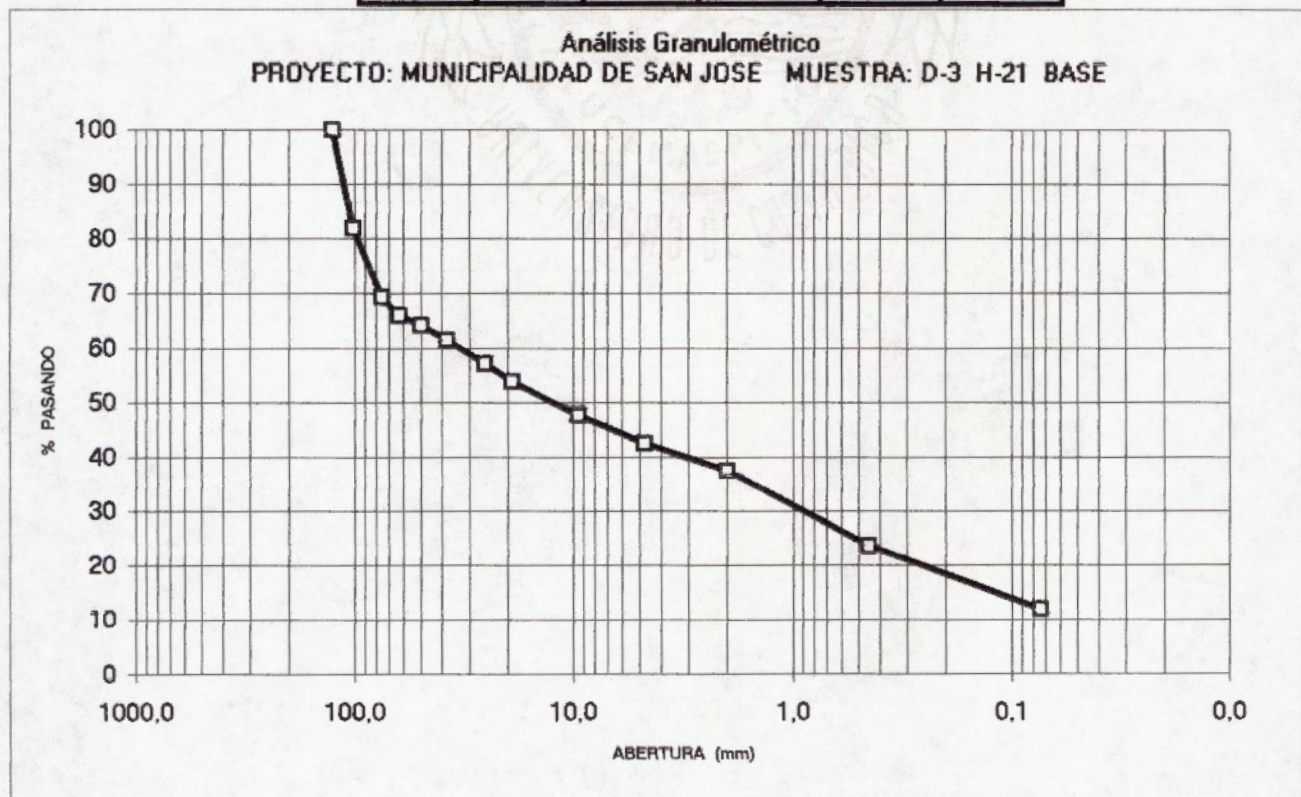
MUESTRA : BASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9446,0 g.

PESO FINAL: 8320,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
5"	127,0	0	0	0	100
4"	101,6	1710,9	18,1	18,1	81,9
3"	75,0	1191,1	12,6	30,7	69,3
2 1/2"	63,0	318,3	3,4	34,1	65,9
2"	50,0	167,3	1,8	35,9	64,1
1 1/2"	38,1	250,7	2,7	38,5	61,5
1"	25,4	415,7	4,4	42,9	57,1
3/4"	19,1	302,1	3,2	46,1	53,9
3/8"	9,5	584,0	6,2	52,3	47,7
#4	4,75	480,8	5,1	57,4	42,6
#10	2,00	471,3	5,0	62,4	37,6
#40	0,45	1323,9	14,0	76,4	23,6
#200	0,074	1096,1	11,6	88,0	12,0



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: ARCILLA COLOR CAFE AMARILLENTO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: D-2 HUECO #23

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

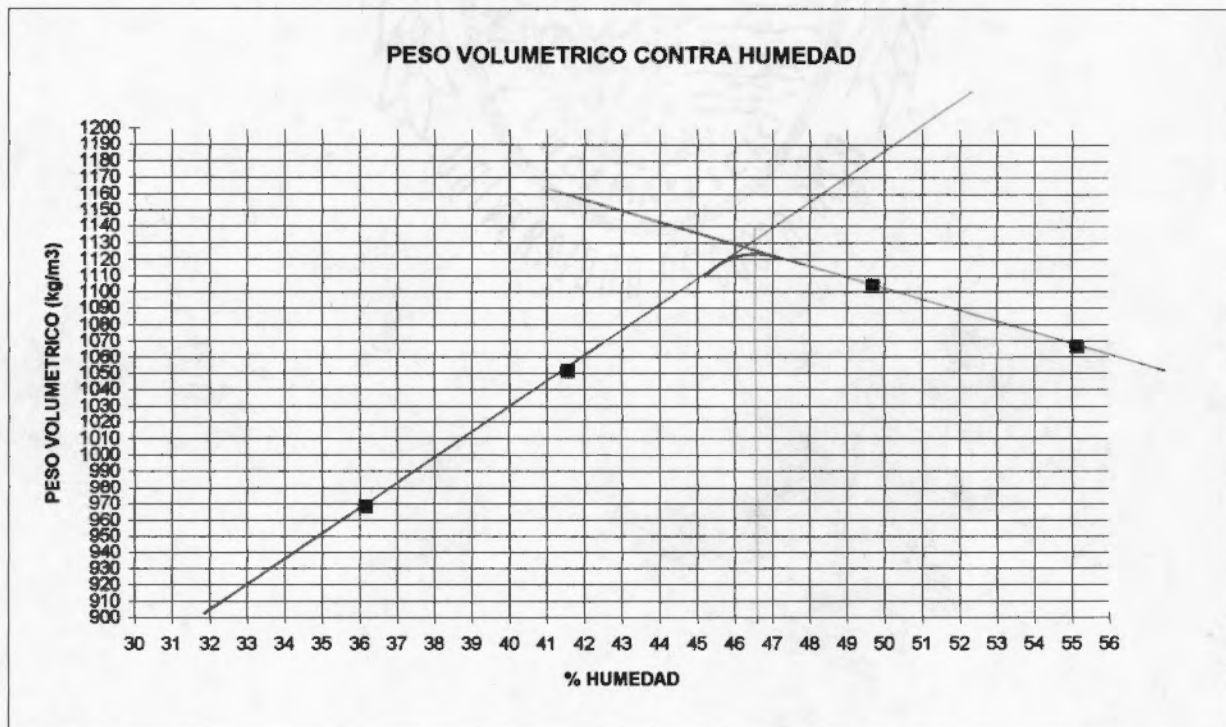
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5775	5620	5460	5777			
P molde	4215	4215	4215	4215			
Ww	1560	1405	1245	1562			
δw	1652	1488	1318	1654			
δs	1104	1051	968	1066			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	1	46	51	52
Ww + Wc	323,7	236,9	284,9	304,9
Ws + Wc	229,5	178,4	219,7	210,1
Ww	94,2	58,5	65,2	94,8
Wc	40,0	37,7	39,6	38,2
Ws	189,5	140,7	180,1	171,9
%W	49,7	41,6	36,2	55,1

$\rho_{max} = 1122 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 46,5\%$



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 8 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: D-2 HUECO: H-23
LOCALIZACION: SUBRASANTE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE AMARILLENTO

$\delta m = 1122$ Wc: 46.5 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10803												
56	3	7234	3589	1677	1158	103.2	49	308.8	254.0	128.8		54.8	125.2	43.7
		10582												
28	14	7180	3402	1608	1111	99.0	51	317.0	256.2	125.4		60.7	130.8	46.4
		10293												
14	13	7187	3106	1469	1014	90.4	64	250.1	205.7	105.4		44.5	100.3	44.3
														44.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION						
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D		
3	30-abr	1:30	296.50	301.00	312.00	317.00	312.00			1.52	5.23	6.91	5.23
14	30-abr	1:30	297.00	318.00	329.00	334.00	328.00			7.07	10.77	12.46	10.44
13	30-abr	1:30	304.00	325.00	332.00	337.00	332.00			6.91	9.21	10.86	9.21

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

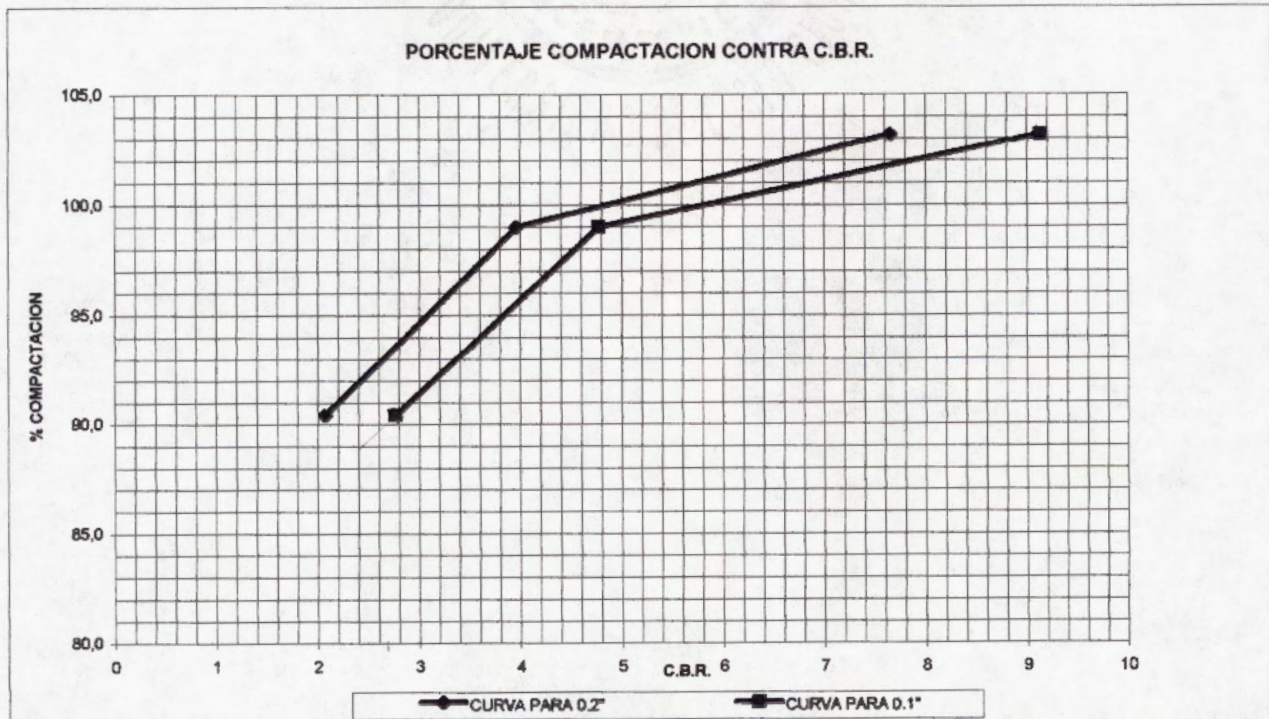
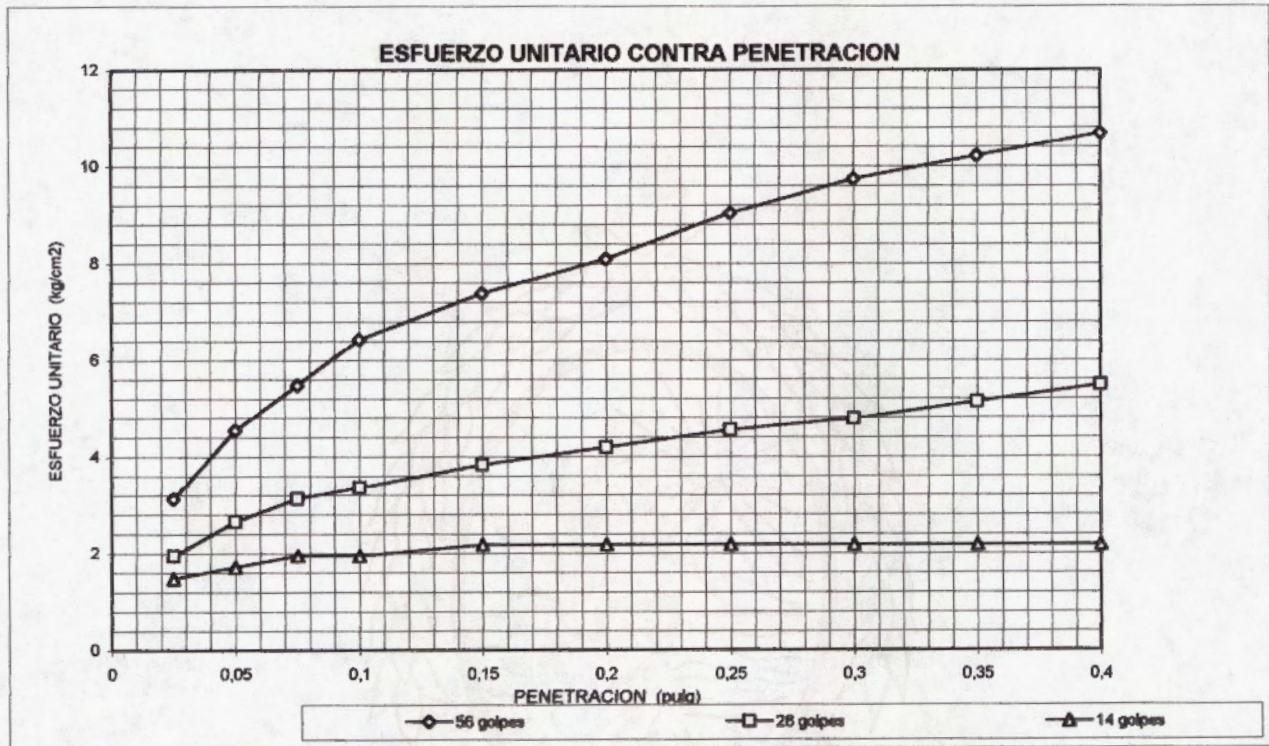
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	13.0	19.0	23.0	27.0	31.0	34.0	38.0	41.0	43.0	45.0
3	0.06	3.128	4.544	5.488	6.432	7.376	8.084	9.028	9.736	10.208	10.68
	0.0	8.0	11.0	13.0	14.0	16.0	17.5	19.0	20.0	21.5	23.0
14	0.06	1.948	2.656	3.128	3.364	3.836	4.19	4.544	4.78	5.134	5.488
	0.0	8.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
13	0.06	1.476	1.712	1.948	1.948	2.184	2.184	2.184	2.184	2.184	2.184

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	6.43	8.08	103,2	9.14	7.66
28	3.36	4.19	99,0	4.78	3.97
14	1.95	2.18	90,4	2.77	2.07

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 8 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE AMARILLENTO
 MUESTRA No: D-2 HUECO: H-23
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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 : D-2 HUECO: # 23

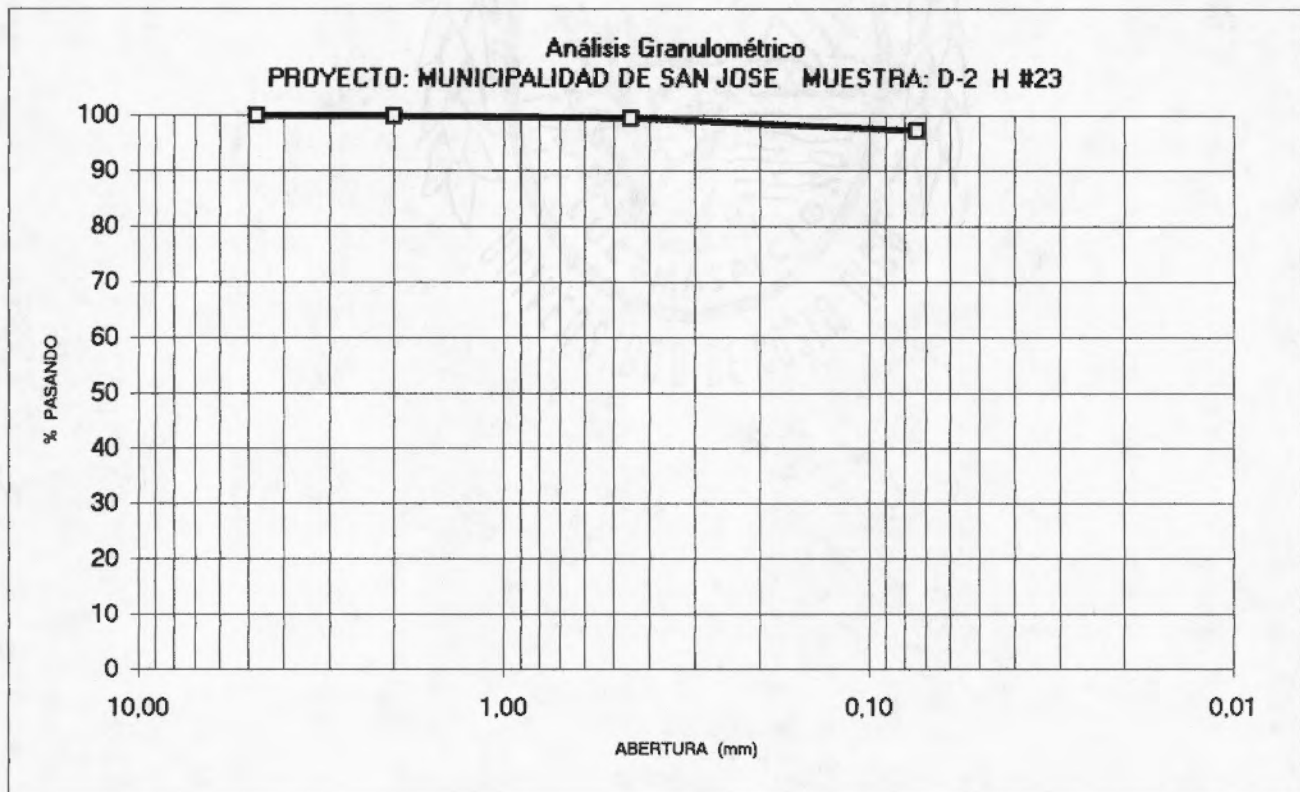
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 471,2 g.

PESO FINAL: 12,7 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	0,0	0,0	0,0	100,0
#10	2,00	0,5	0,1	0,1	99,9
#40	0,45	1,7	0,4	0,5	99,5
#200	0,074	10,5	2,2	2,7	97,3



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 17 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS CLARO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
 MUESTRA No: D-2 HUECO 23 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

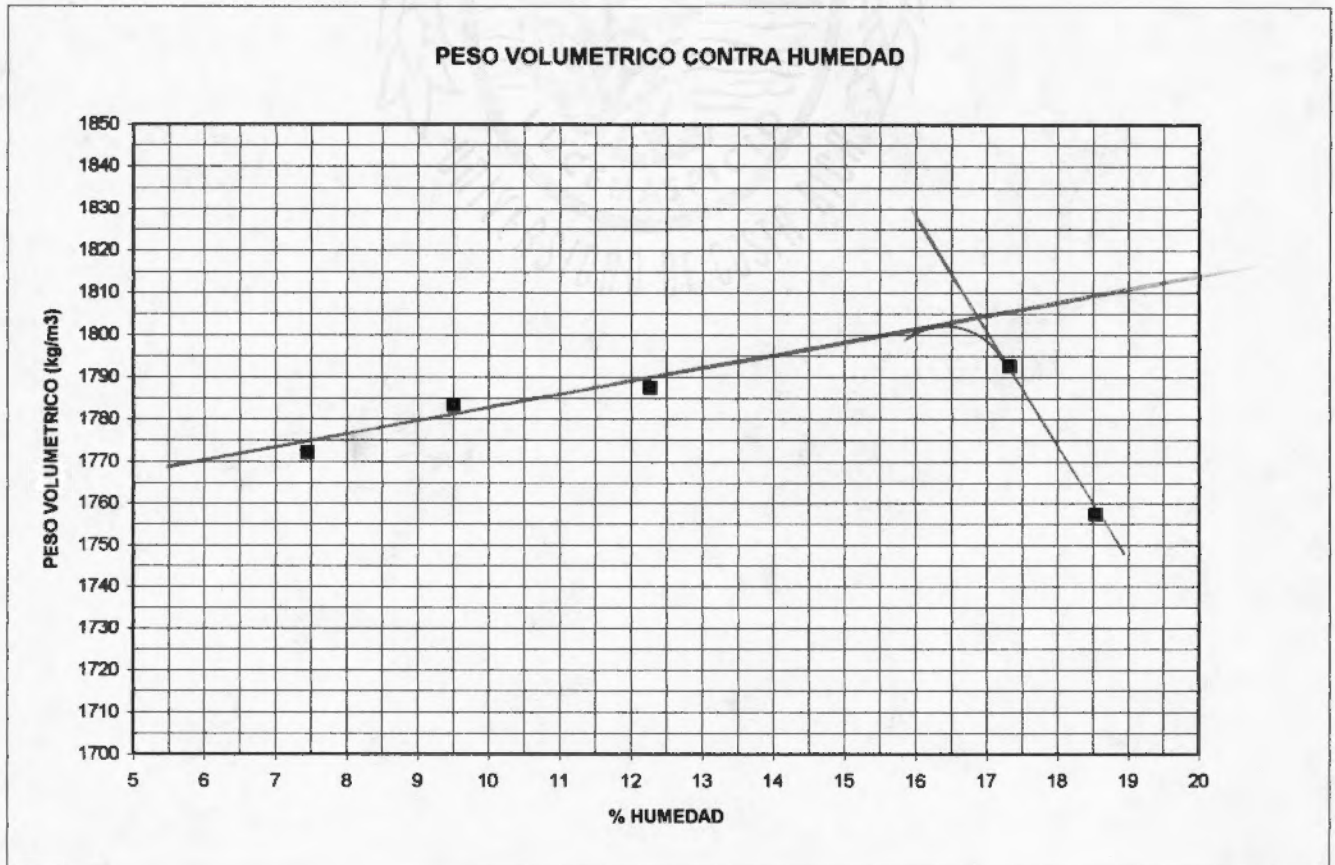
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6010	6056	6107	6198	6179		
Pmolde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1798	1844	1895	1986	1967		
δ w	1904	1953	2007	2103	2083		
δ s	1772	1783	1787	1793	1757		

δ_{max} = 1803 Kg/m³
W_{opt} = 16.5%

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	23	20	25	1	X
Ww + Wc	374,5	316,4	397,1	452,4	381,6
Ws + Wc	357,0	299,4	366,5	404,1	341,5
Ww	17,5	17,0	30,6	48,3	40,1
Wc	121,8	121,0	117,3	125,4	125,3
Ws	235,2	178,4	249,3	278,7	216,2
%W	7,5	9,5	12,3	17,3	18,5



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 : D - 2 HUECO: 23

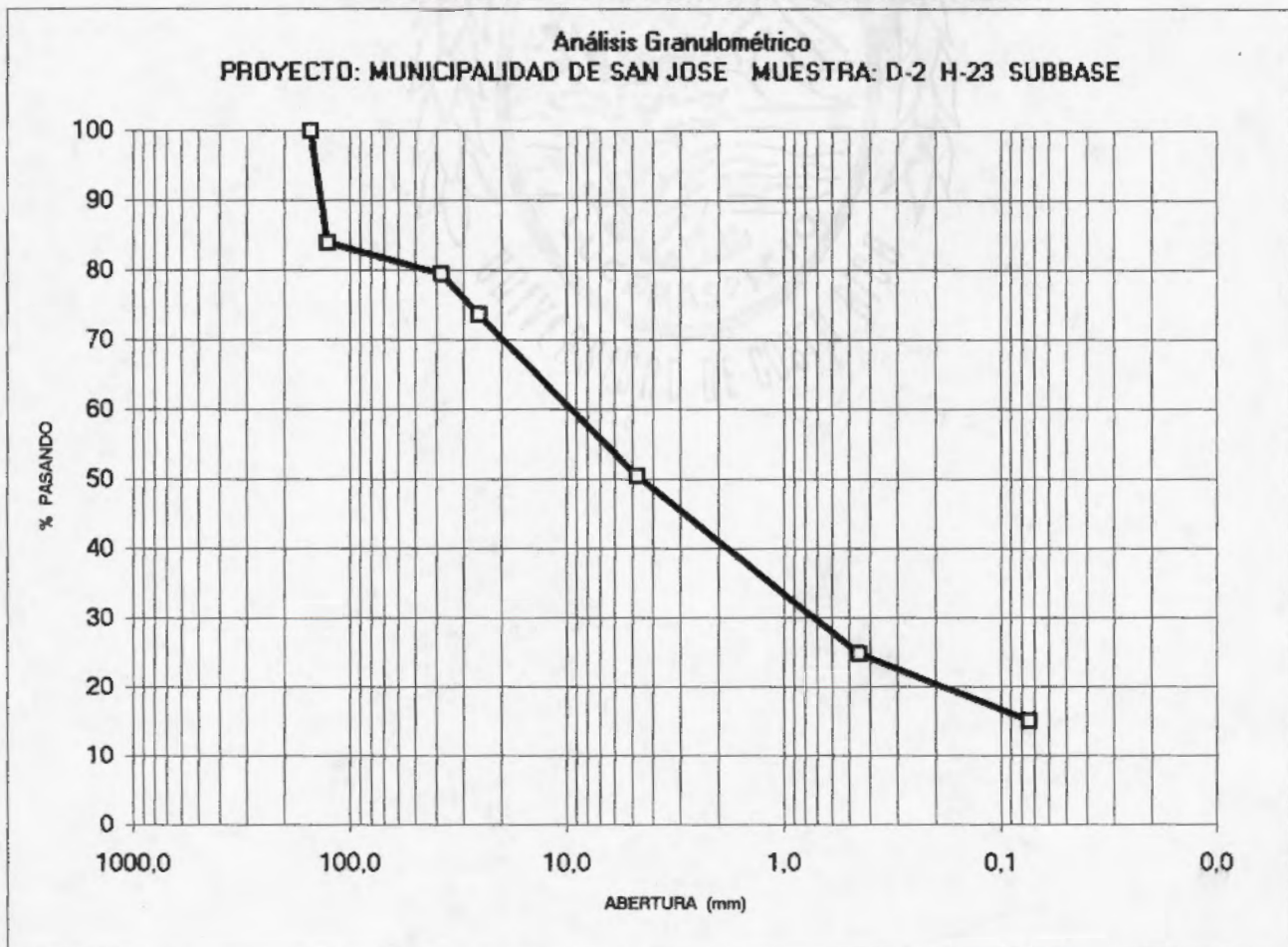
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 10921,0 g.

PESO FINAL: 9303,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
6"	152,4	0,0	0,0	0,0	100,0
5"	127,0	1753,8	16,1	16,1	83,9
1 1/2 "	38,1	487,1	4,5	20,5	79,5
1"	25,4	638,2	5,8	26,4	73,6
#4	4,75	2539,2	23,3	49,6	50,4
#40	0,45	2801,6	25,7	75,3	24,7
#200	0,074	1062,4	9,7	85,0	15,0



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

LIMITES DE ATTERBERG

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

Proyecto: Munic. San José Muestra: Sub base Fecha: 14-5-97
 Localización: D-2 Descripción Material: Castro gris oscuro
 Remitido por: _____ Profundidad: _____ Hueco: #23

Límite Líquido :

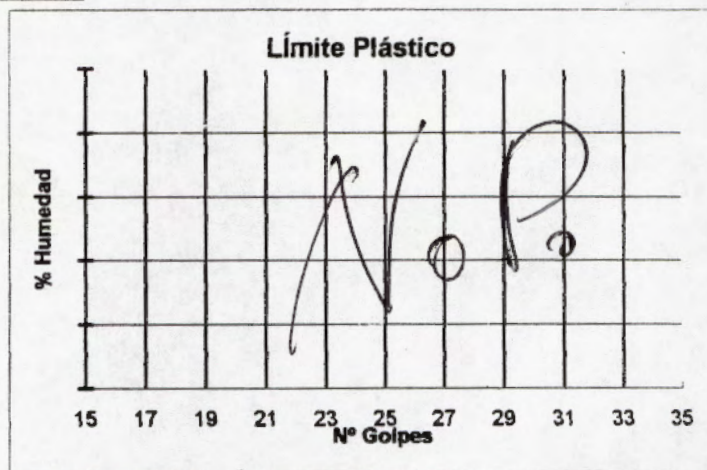
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

Nomenclatura :

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

Límite Plástico :

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



Límite de contracción :

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

Límite Líquido : _____
 Límite Plástico : _____
 Índice Plasticidad : _____
 Límite Contracción : _____

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

Fecha de Prueba: 19-5-97 Temperatura: _____
 Experimentador: Olivero Revisado por: _____

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

D - 1

HUECO # 22

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

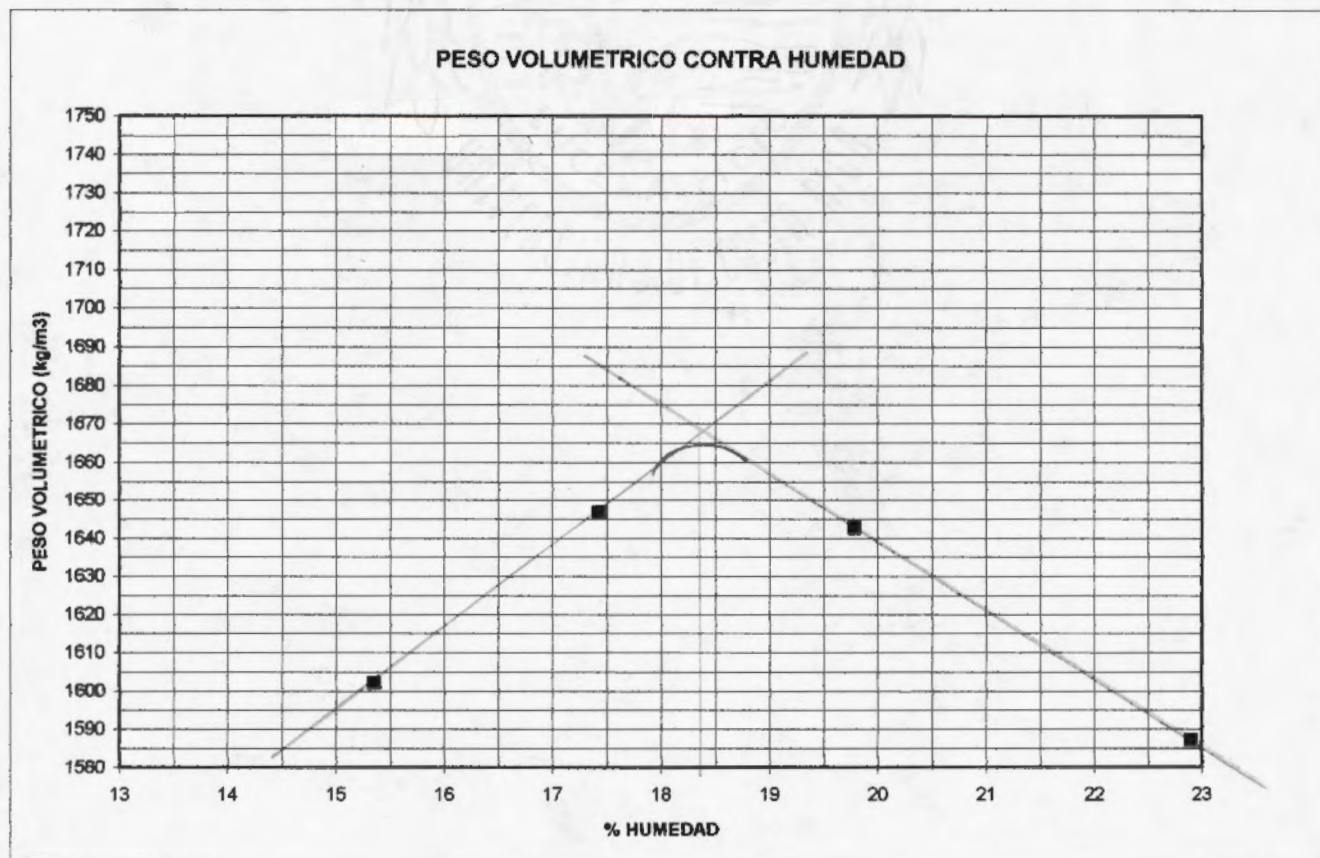
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5957	6038	6070	6054			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1745	1826	1858	1842			
δ_w	1848	1934	1968	1951			
δ_s	1602	1647	1643	1587			

$$\rho_{max} = 1665 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 18.4\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	36	66	6	17
Ww + Wc	508,0	545,1	564,3	679,0
Ws + Wc	457,5	478,2	488,5	576,6
Ww	50,5	66,9	75,8	102,4
Wc	128,6	94,3	105,4	129,5
Ws	328,9	383,9	383,1	447,1
%W	15,4	17,4	19,8	22,9



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

LIMITES DE ATTERBERG

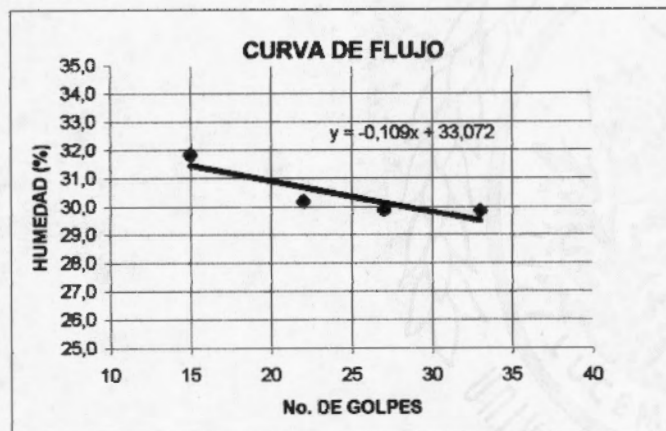
FECHA 19 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE
MUESTRA No: D-1
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
HUECO No: H-22

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	22	15	
Wc + Ww (gr.)	27,93	35,54	31,03	39,08	
Wc + Ws (gr.)	25,29	32,75	28,14	36,61	
Ww	2,64	2,792	2,887	2,47	
Wc	16,44	23,4	18,58	28,85	
Ws	8,847	9,35	9,563	7,762	
% W	29,8	29,9	30,2	31,8	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	36	54
Wc + Ww (gr.)	13,79	12,53	12,25
Wc + Ws (gr.)	13,2	11,88	11,67
Ww	0,587	0,653	0,581
Wc	10,89	9,354	9,453
Ws	2,316	2,522	2,217
% W	25,3	25,9	26,2
PROMEDIO			25,8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	30,3
LIMITE PLASTICO	25,8
INDICE DE PLASTICIDAD	4,5

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 1197
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : D-1 HUECO: 22

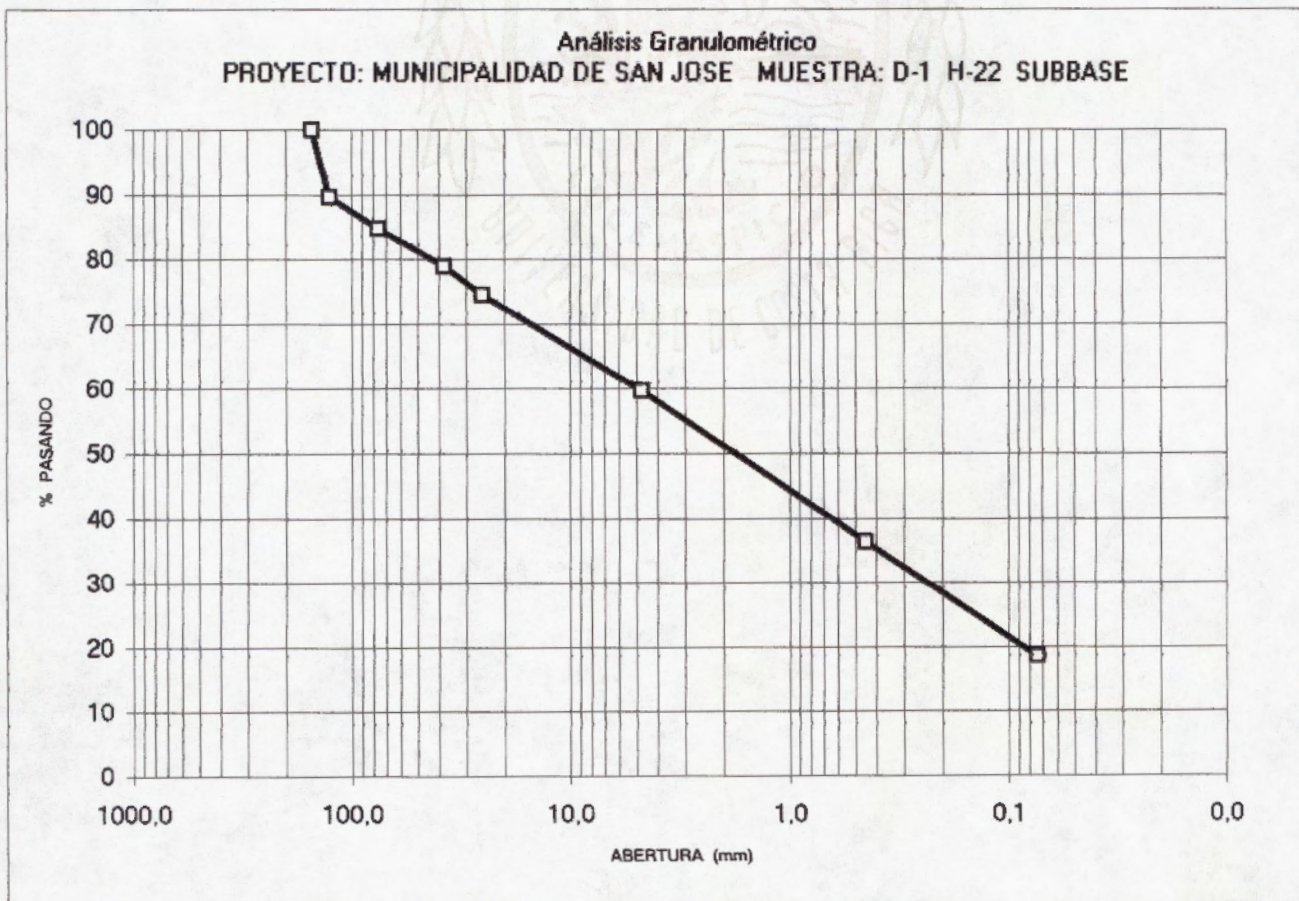
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 12192,0 g.

PESO FINAL: 9972,3 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
6"	152,4	0,0	0,0	0,0	100,0
5"	127,0	1266,8	10,4	10,4	89,6
3"	76,2	587,9	4,8	15,2	84,8
1 1/2"	38,1	716,5	5,9	21,1	78,9
1"	25,4	534,6	4,4	25,5	74,5
#4	4,75	1808,7	14,8	40,3	59,7
#40	0,45	2837,8	23,3	63,6	36,4
#200	0,074	2171,8	17,8	81,4	18,6



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: D-1 HUECO: H-22

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: LIMO ARCILLOSO CAFE

$\delta m = 1440$

Wo: 28.2 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10967												
56	1	7131	3836	1811	1405	97,6	30	329,4	283,9	125,4		45,5	158,5	28,7
		10902												
28	15	7164	3738	1767	1371	95,2	22	321,9	273,6	105,7		48,3	167,9	28,8
		10560												
14	4	7176	3384	1588	1233	85,6	43	345,5	296,5	127,7		49,0	168,8	29,0
														28,8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
1	2-may	3:30	224,00	217,00	217,00	217,00	220,00	-3,13	-3,13	-3,13	-1,79
15	2-may	3:30	322,00	319,00	319,00	319,00	320,00	-0,93	-0,93	-0,93	-0,62
4	2-may	3:30	284,00	287,00	284,00	287,00	288,00	1,06	0,00	1,06	1,41

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	9,0	17,0	23,0	28,0	33,0	39,0	42,5	46,0	48,0	51,0
1	0,06	2,184	4,072	5,488	6,668	7,848	9,264	10,09	10,916	11,388	12,096
	0,0	8,0	12,0	15,0	18,0	21,0	23,0	25,0	27,5	29,0	31,0
15	0,06	1,948	2,892	3,6	4,308	5,016	5,488	5,96	6,55	6,904	7,376
	0,0	9,5	11,5	13,0	13,5	14,5	15,0	15,5	16,0	16,0	16,0
4	0,06	2,302	2,774	3,128	3,246	3,482	3,6	3,718	3,836	3,836	3,836

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	6,67	9,26	97,6	9,47	6,77
28	4,31	5,49	95,2	6,12	5,20
14	3,25	3,60	85,6	4,61	3,41

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 5 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO COLOR CAFE
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: D-1 HUECO #22

PRUEBA: PROCTOR

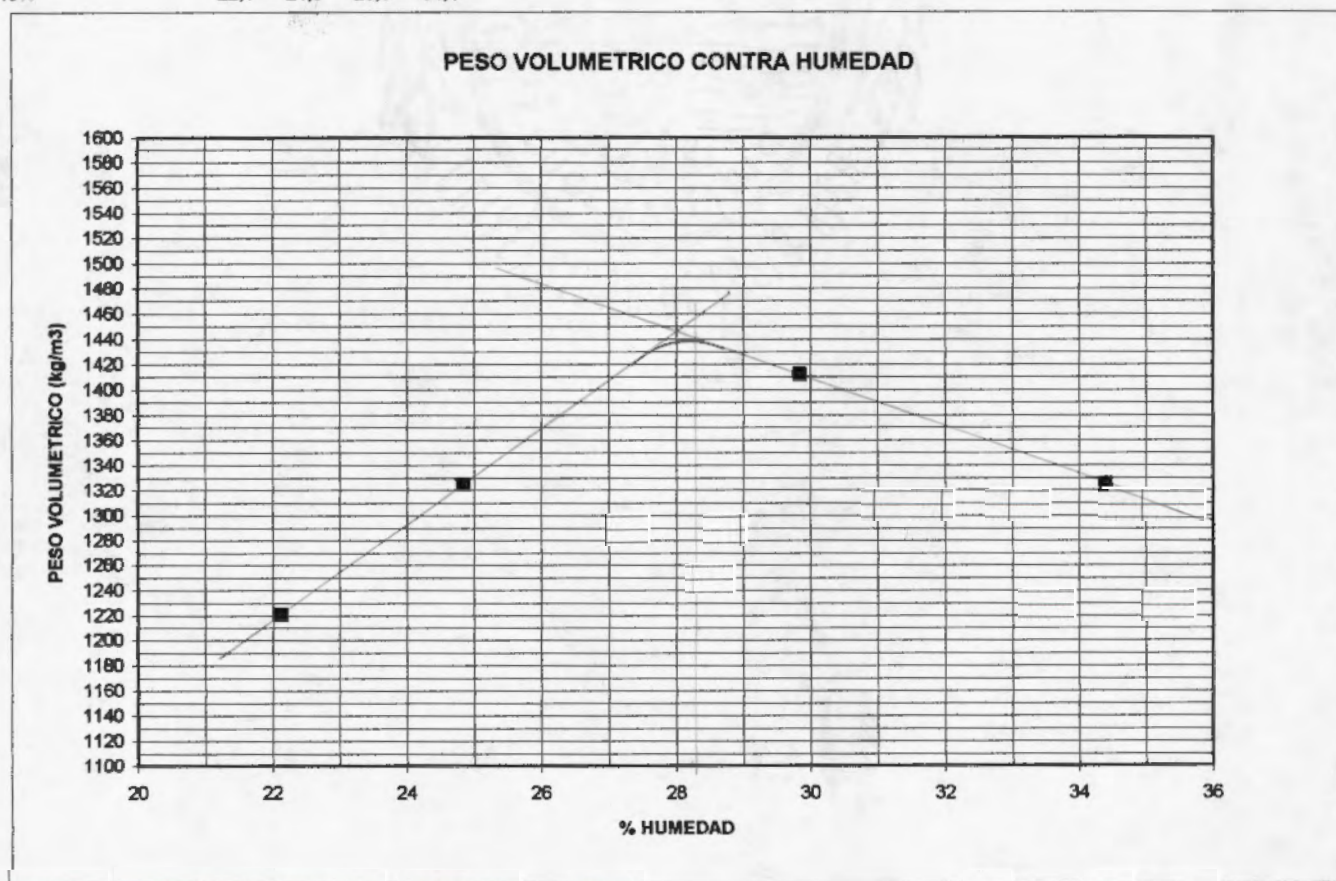
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5618	5772	5941	5892			
P molde	4210	4210	4210	4210			
Ww	1408	1562	1731	1682			
δw	1491	1654	1833	1781			
δs	1221	1325	1412	1325			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	45	54	49	47
Ww + Wc	286,5	215,2	219,7	248,6
Ws + Wc	252,2	180,3	178,4	194,7
Ww	34,3	34,9	41,3	53,9
Wc	97,2	39,8	40,0	38,1
Ws	155,0	140,5	138,4	156,6
%W	22,1	24,8	29,8	34,4

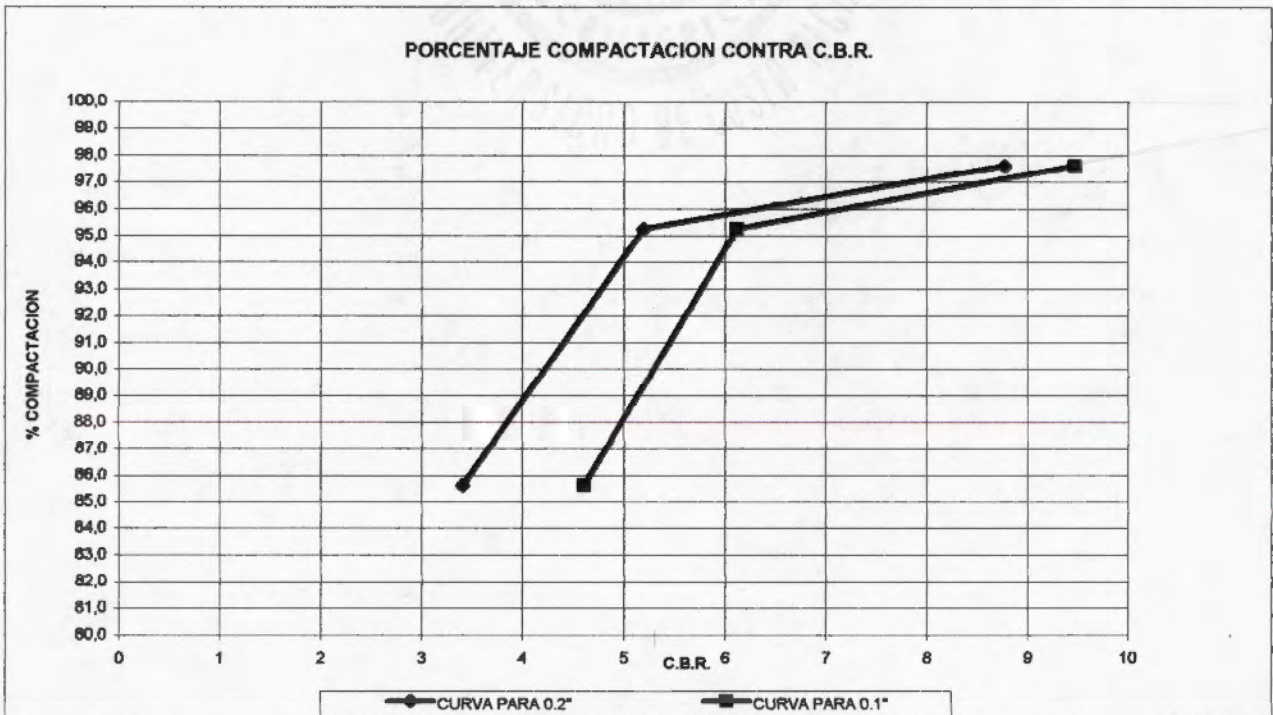
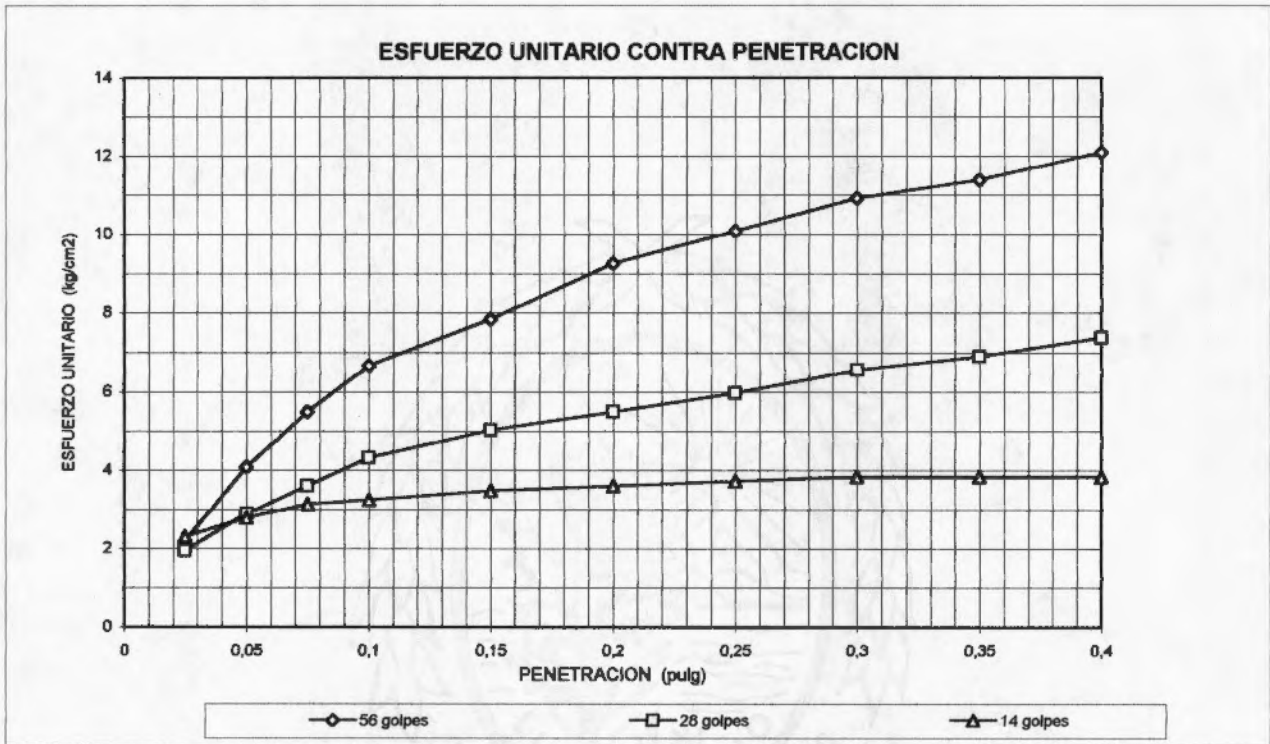
$\gamma_{max} = 1440 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 28.2\%$



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: LIMO ARCILLOSO CAFE
 MUESTRA No.: D-1 HUECO: H-22
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **14 DE MAYO DE 1997**
PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

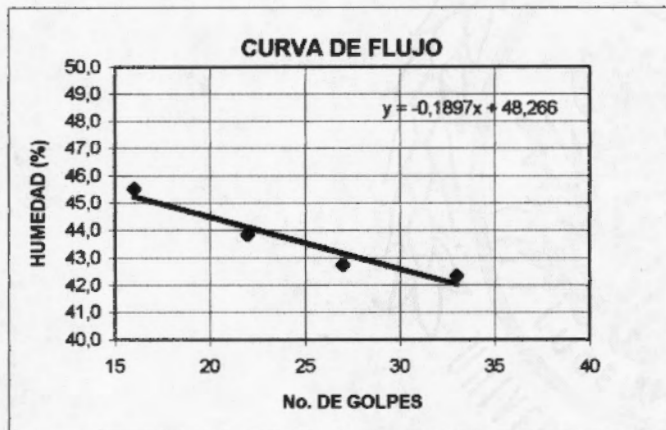
DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLA LIMOSA CAFE MEDIANA PLASTICIDAD**
MUESTRA No: **D - 1**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
HUECO No: **# 22**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	22	16	
Wc + Ww (gr.)	33,38	34,42	36,32	33,62	
Wc + Ws (gr.)	29,02	29,77	32,35	29,00	
Ww	4,358	4,649	3,975	4,616	
Wc	18,73	18,89	23,28	18,86	
Ws	10,29	10,88	9,065	10,14	
% W	42,4	42,7	43,8	45,5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	37	53
Wc + Ww (gr.)	12,28	12,07	14,7
Wc + Ws (gr.)	11,72	11,52	14,05
Ww	0,557	0,546	0,651
Wc	9,354	9,094	11,18
Ws	2,369	2,429	2,868
% W	23,5	22,5	22,7
PROMEDIO	22,9		



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	43,5
LIMITE PLASTICO	22,9
INDICE DE PLASTICIDAD	20,6

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 1197
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : D-1 HUECO: # 22

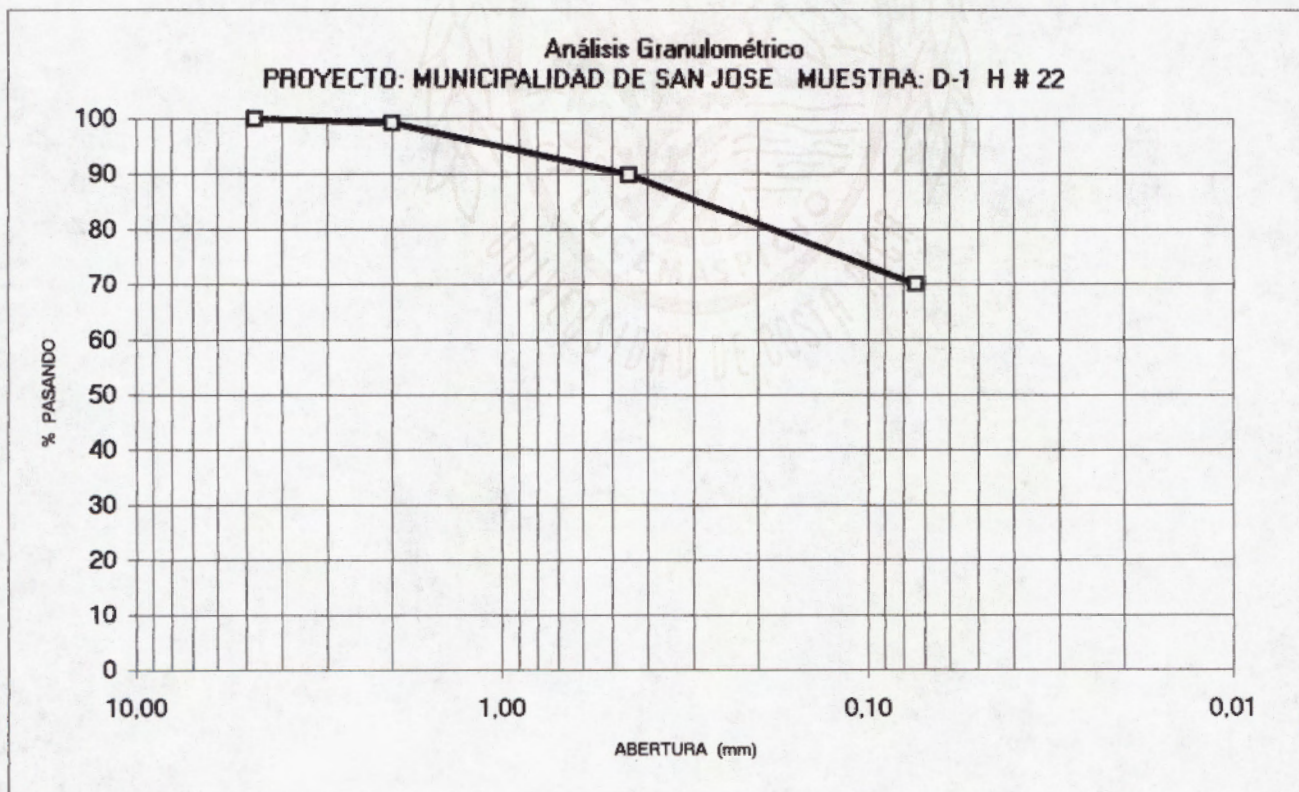
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 447,7 g.

PESO FINAL: 133,3 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	0,0	0,0	0,0	100,0
#10	2,00	3,5	0,8	0,8	99,2
#40	0,45	41,9	9,4	10,1	89,9
#200	0,074	88,2	19,7	29,8	70,2



ANEXO 3

PERFIL DE DEFLEXIONES

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

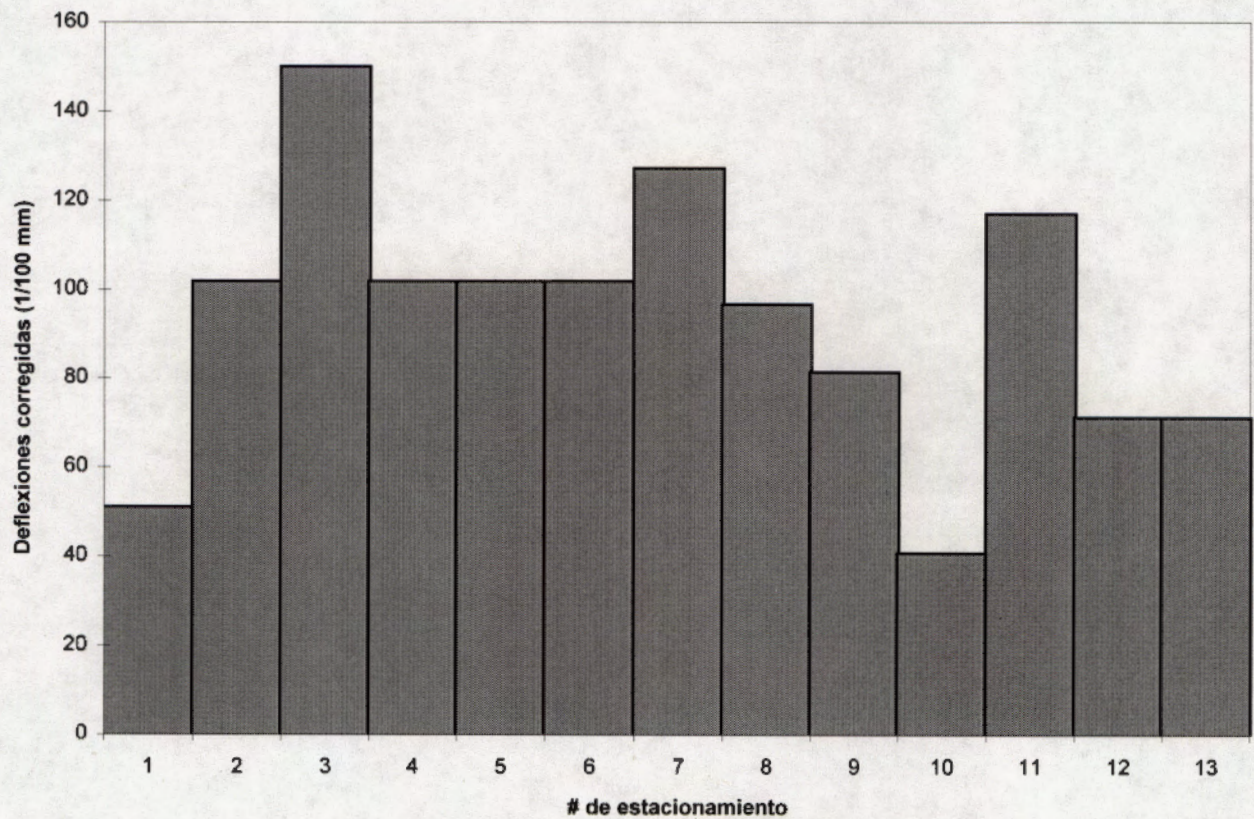
RUTA: SAN FRANCISCO 2 RIOS

TRAMO: D1

LONGITUD: 660m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	29-4-97
PROMEDIO (D):	93.2
DESV. EST. (σ):	30.1
MIN	41
D - 2σ	32.97
D + 1.282σ	131.80
D + 2σ	153.43
MAX	150

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

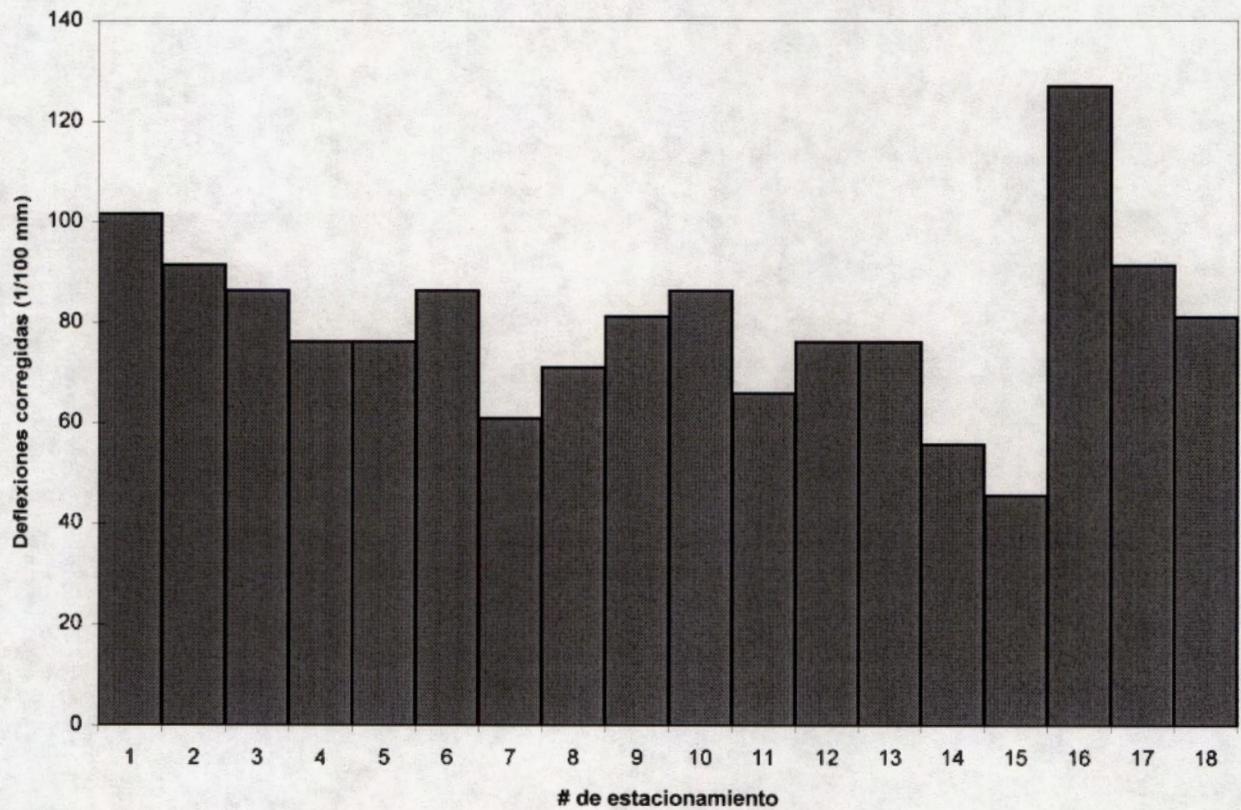
RUTA: SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

TRAMO : D2

LONGITUD: 900m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	29-4-97
PROMEDIO (D):	79.9
DESV. EST. (σ):	18.0
MIN	46
D - 2σ	43.85
D + 1.282σ	102.95
D + 2σ	115.88
MAX	127

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

ZONA : SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

RUTA : D3

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 29-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1300m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N ^o	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 ⁻²	TEMPER PAVIM (°C)
1	51	102	33
2	50	99	33
3	51	102	33
4	43	86	33
5	53	107	33
6	33	66	33
7	33	66	33
8	25	51	33
9	30	61	34
10	36	71	34
11	38	76	34
12	43	86	34
13	58	117	34
14	38	76	34
15	38	76	35
16	41	81	35
17	91	183	35
18	43	86	35
19	58	117	35
20	41	81	35
21	53	107	35
22	56	112	36
23	79	157	36
24	51	102	36
25	61	122	36
26	70	140	36

PROMEDIO (D): 97.3
DES. EST. (σ): 30.3

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

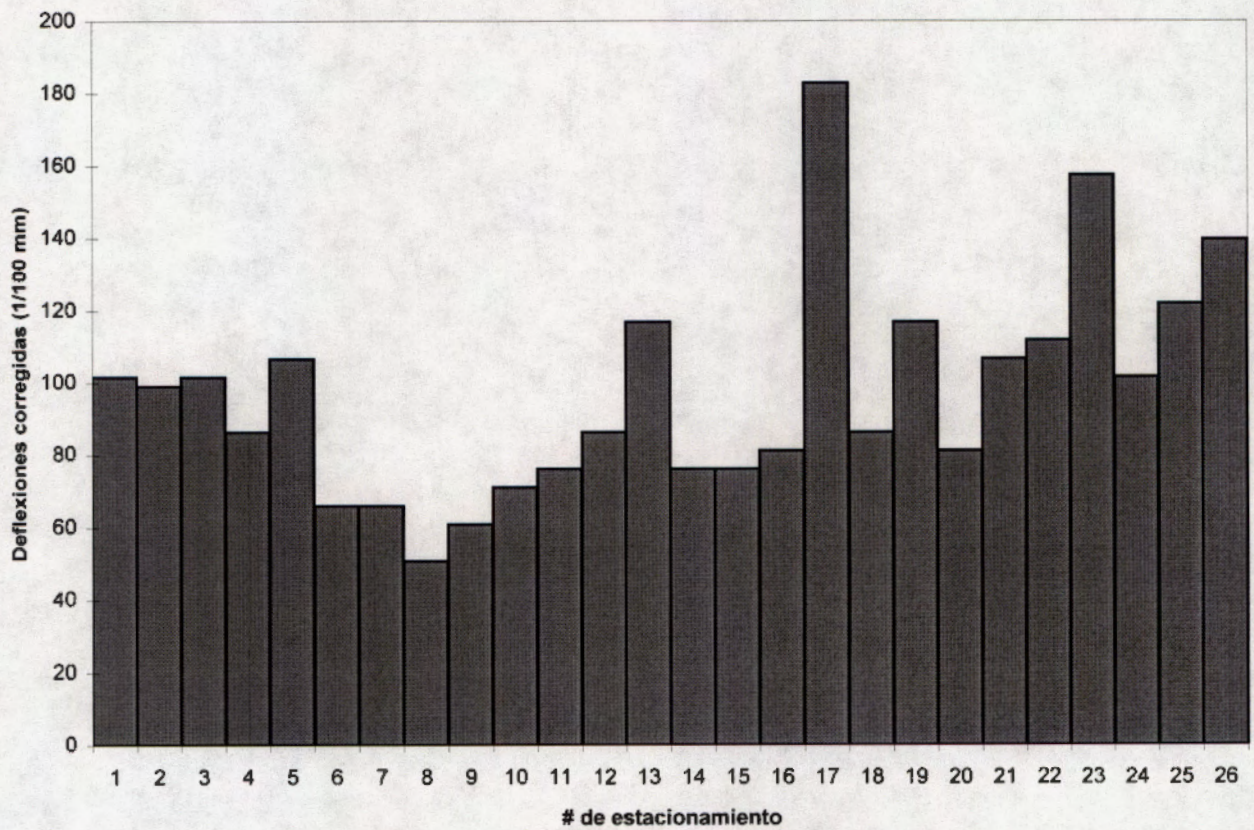
RUTA: SAN FRANCISCO DE DOS RIOS

TRAMO : D3

LONGITUD: 1300m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO

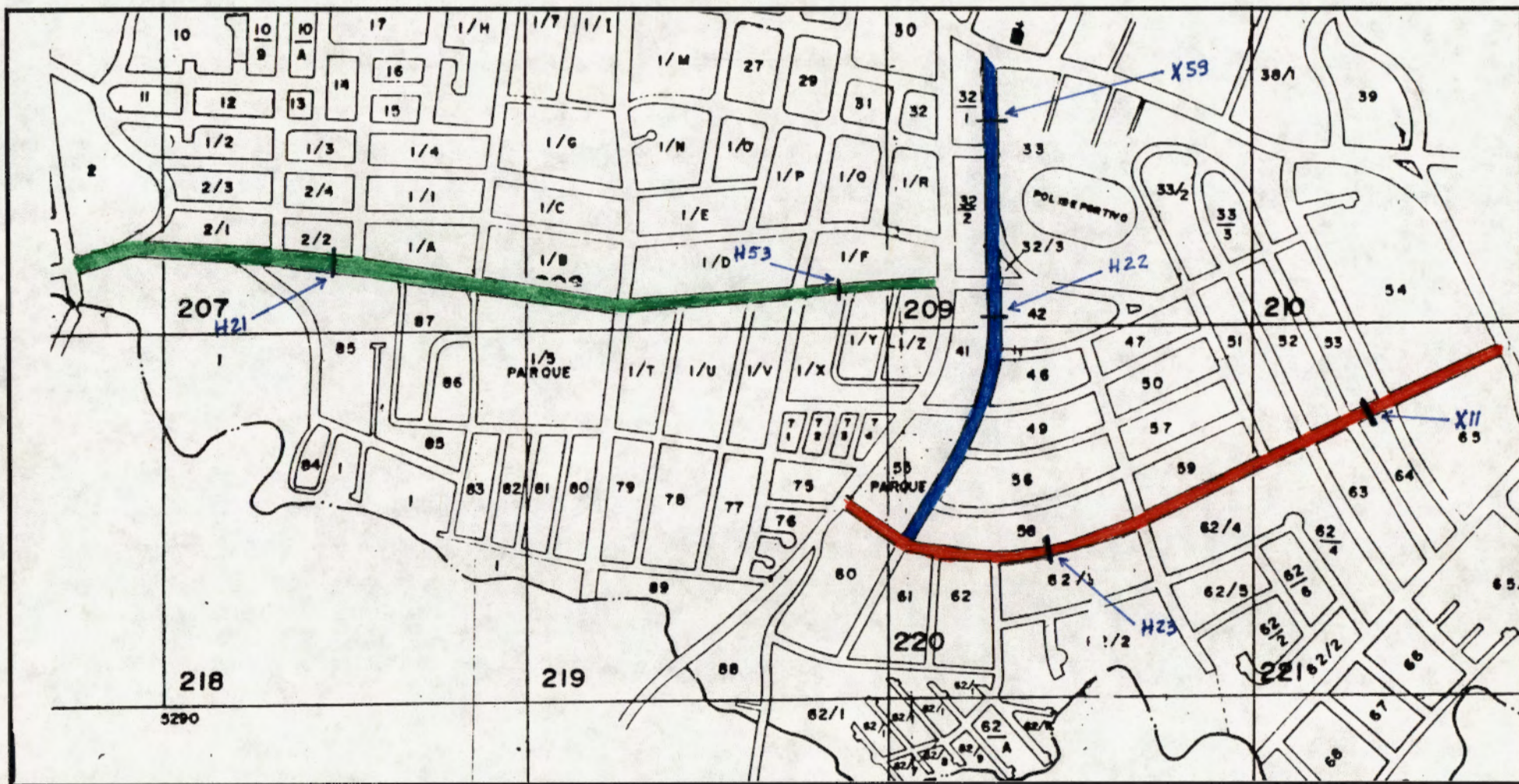


FECHA:	29-4-97
PROMEDIO (D):	97.3
DESV. EST. (σ):	30.3
MIN	51
D - 2σ	36.79
D + 1.282σ	136.09
D + 2σ	157.82
MAX	183

ANEXO 4**PLANO DE UBICACION DE RUTAS Y SONDEOS REALIZADOS**

MAPA DE UBICACION DE LAS RUTAS Y SONDEOS

DISTRITO : SAN FRANCISCO DE DOS RIOS



Simbología :

D1 = 

D2 = 

D3 = 

