

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

**PROYECTO DE REHABILITACION
DE VIAS URBANAS**

INFORME DE AVANCE N^o 4

DISTRITO HATILLO

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



FEBRERO 1998

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 4

DISTRITO HATILLO

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	17
6- Cuadro de cantidades	29
7- Conclusiones y recomendaciones	35
8- Especificaciones especiales	38
Anexo 1 : Estimación de cargas por eje en las estaciones de conteo	41
Anexo 2 : Ensayos de laboratorio y secciones típicas del pavimento existente	56
Anexo 3 : Perfil de deflexiones	121
Anexo 4 : Plano de ubicación de rutas	134

PROYECTO DE REHABILITACION DE VIAS URBANAS

INFORME DE AVANCE N° 4

DISTRITO HATILLO

1. OBJETIVO Y ALCANCE

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

Este informe se circunscribe a 5 rutas del distrito de Hatillo, ubicadas según se detalla en el Anexo 4 (planos de ubicación de rutas), y se identifican de la siguiente forma:

- A1: De la isla triangular de zacate hacia el norte, hasta los semáforos ubicados en Hatillo 8, intersección con la carretera de circunvalación.
- A2: Del abastecedor Greysi (intersección con la carretera de circunvalación) hacia el norte, hasta el límite con Hatillo 2, (ver mapa de ubicación de rutas).
- A3: De la soda la Irma hacia el este, (ver mapa de ubicación de rutas).
- A4: Del depósito de maderas Méndez hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera de circunvalación (semáforos de Hatillo 3).
- A5: De la entrada de circunvalación (semáforos de Hatillo 3) hacia el oeste, (ver mapa de ubicación de rutas).
- A6: De la taquería Costa Rica hacia el este. (ver mapa de ubicación de rutas).

2. ESTUDIOS DE TRANSITO Y PREDICION DE CARGAS POR EJE

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

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

Tabla 2.1 Rango probable de ejes equivalentes.

RUTA	EJES EQUIVALENTES * 10 ⁶ (8.2 ton) (rango probable)
A1	0.3 - 0.7
A2	0.8 - 1.2
A3	1.7 - 2.3
A4	3.0 - 3.8
A5	0.5 - 1.1
A6	0.4 - 0.8

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 general los valores de deflexión obtenidos son muy altos, lo que denota insuficiencia estructural del pavimento. El valor más alto de deflexión se obtuvo en la ruta A4 y el menor en la ruta A5. Se observa coincidencia entre los resultados de este ensayo y los resultados obtenidos en los sondeos realizados. En síntesis se obtuvieron los siguientes resultados:

RUTA	DEFLEX. MEDIA (mm*10 ⁻²)	Drr (mm*10 ⁻²)(*)
A1	118.5	178.23
A2	131.7	203.20
A3	138.1	189.14
A4	164.8	259.91
A5	112.6	182.44
A6	133.4	193.52

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

4. ESTUDIO DE LABORATORIO

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

- Espesor de capas.
 - Evaluación visual de los materiales constitutivos.
 - Apreciación visual de la condición de las capas en el sitio de sondeo.
 - Capacidad de soporte de la sub-rasante en sitio.
 - Densidad de compactación en sitio.
 - Capacidad de soporte en laboratorio de materiales de sub-rasante, sub-base y base.
 - Granulometría, plasticidad y clasificación de materiales (sub-rasante, sub-base y base).
- En el Anexo 2 se presenta el detalle de los resultados de los ensayos de laboratorio y el perfil de la estructura del pavimento en cada uno de los sondeos realizados.

Coincidente con el perfil de deflexiones, se detectaron materiales de muy diferente calidad, fuera de especificación y con gran variabilidad de espesores. Predominan las arcillas de plasticidad media y alta, esta últimas con características expansivas y de muy baja capacidad de soporte (CBR < 2.0%). El problema se agrava por el hecho de que a lo largo de las rutas se presentan cambios bruscos de capacidad de soporte de la sub-rasante, consecuencia de la variación del tipo de suelo. Esta situación hace que la opción de rehabilitar los pavimentos rigidizando (estabilizando) las capas superiores, sin resolver los problemas que se presentan en la sub-base y en la sub-rasante, conlleva un diseño estructural de menor grado de confiabilidad y por lo tanto de mayor riesgo de falla.

Destaca también el hecho de que las bases estabilizadas en general están severamente agrietadas, en algunos casos se detectó lastre (toba volcánica) a nivel de base, además las capas granulares presentan graduaciones inadecuadas y con escasa compactación. Inclusive en algunos sondeos no se detectó la capa de sub-base.

Bajo estas circunstancias resulta prácticamente imposible definir una sección típica de la estructura del pavimento que sea representativa para cada ruta. A pocos metros de un sondeo es posible encontrar un perfil de pavimento completamente diferente, circunstancia que debe tenerse presente al momento de realizar los trabajos de rehabilitación.

5. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

5.1 Análisis de la capacidad estructural

Con base en la información de campo y de laboratorio, se definieron las secciones típicas (probables) de cada una de las vías, y las características fundamentales de los materiales constitutivos. Por retrocálculo de módulos se estimó el valor probable del módulo resiliente de las capas del pavimento y de la sub-rasante.

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

- Rango probable de ejes equivalentes.

- Capacidad de soporte de la sub-rasante.
- Nivel de confiabilidad asociado al diseño (valor R).
- Desviación estándar global.
- Pérdida en el índice de servicio (psi).
- Valor del índice de servicio al final del período de diseño del pavimento.

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

En la Tablas 5.1 a 5.6 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 5.7 a 5.18 se resumen los resultados de este análisis de fatiga para las siguientes condiciones de capacidad estructural de la sub-rasante :

Tabla N°	Ruta	Alternativa (*)	Módulo de la sub-rasante (kg/cm ²)
5.7	A1	1	423
5.8	A1	2	423
5.9	A2	1	317
5.10	A2	2	317
5.11	A3	1	317
5.12	A3	2	423
5.13	A4	1	176
5.14	A4	2	387
5.15	A5	1	282
5.16	A5	2	387
5.17	A6	1	317
5.18	A6	2	387

(*) 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 : HATILLO

RUTA: A1

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
3.00E+05	5.47712125	-1.65	0.35	3.77283	4.77283	2.3	3000	1.57E-05	5.47713697
3.00E+05	5.47712125	-1.29	0.35	3.61876	4.61876	2.3	3000	1.77E-05	5.47713899
5.00E+05	5.6989700	-1.65	0.35	4.0563	5.0563	2.3	3000	7.49E-05	5.69904491
5.00E+05	5.69897	-1.29	0.35	3.89344	4.89344	2.3	3000	7.89E-05	5.69904888
7.00E+05	5.84509804	-1.65	0.35	4.25086	5.25086	2.3	3000	-0.000377	5.84472117
7.00E+05	5.84509804	-1.29	0.35	4.08216	5.08216	2.3	3000	-0.000396	5.84470199
3.00E+05	5.47712125	-1.65	0.35	3.29122	4.29122	2.3	4500	5.71E-06	5.47712697
3.00E+05	5.47712125	-1.29	0.35	3.15305	4.15305	2.3	4500	7.25E-06	5.4771285
5.00E+05	5.6989700	-1.65	0.35	3.54632	4.54632	2.3	4500	1.22E-05	5.69898225
5.00E+05	5.698970004	-1.29	0.35	3.39958	4.39958	2.3	4500	1.41E-05	5.69898407
7.00E+05	5.8450980	-1.65	0.35	3.72296	4.72296	2.3	4500	0.000228	5.84532579
7.00E+05	5.84509804	-1.29	0.35	3.57049	4.57049	2.3	4500	0.000242	5.84533957
3.00E+05	5.47712125	-1.65	0.35	2.89863	3.89863	2.3	6500	0.000232	5.47735278
3.00E+05	5.47712125	-1.29	0.35	2.77416	3.77416	2.3	6500	0.000263	5.47738403
5.00E+05	5.6989700	-1.65	0.35	3.12871	4.12871	2.3	6500	5.35E-06	5.69897535
5.00E+05	5.698970004	-1.29	0.35	2.99615	3.99615	2.3	6500	1.4E-05	5.698984
7.00E+05	5.8450980	-1.65	0.35	3.28939	4.28939	2.3	6500	0.000891	5.84598953
7.00E+05	5.84509804	-1.29	0.35	3.15135	4.15135	2.3	6500	0.000959	5.84605752

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

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.2 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A2

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
8.10E+05	5.90848502	-1.65	0.35	4.12692	5.12692	2.3	3500	-0.000661	5.90782434
8.10E+05	5.90848502	-1.29	0.35	3.9619	4.9619	2.3	3500	-0.000681	5.90780443
1.20E+06	6.0791812	-1.65	0.35	4.35931	5.35931	2.3	3500	-7.51E-05	6.07910619
1.20E+06	6.0791812	-1.29	0.35	4.18743	5.18743	2.3	3500	-8.26E-05	6.07909866
8.10E+05	5.9084850	-1.65	0.35	3.55495	4.55495	2.3	5500	-3.84E-05	5.90844662
8.10E+05	5.9084850	-1.29	0.35	3.40792	4.40792	2.3	5500	-4.02E-05	5.90844481
1.20E+06	6.0791812	-1.65	0.35	3.76257	4.76257	2.3	5500	0.000413	6.07959415
1.20E+06	6.07918125	-1.29	0.35	3.60887	4.60887	2.3	5500	0.000451	6.07963268
8.10E+05	5.9084850	-1.65	0.35	3.27686	4.27686	2.3	7000	0.000918	5.90940306
8.10E+05	5.908485019	-1.29	0.35	3.13807	4.13807	2.3	7000	-0.000114	5.90837064
1.20E+06	6.0791812	-1.65	0.35	3.47006	4.47006	2.3	7000	1.99E-05	6.07920112
1.20E+06	6.079181246	-1.29	0.35	3.32585	4.32585	2.3	7000	2.12E-05	6.07920245

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

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.3 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A3

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
1.70E+06	6.23044892	-1.65	0.35	4.57202	5.57202	2.3	3500	-0.000348	6.23010085
1.70E+06	6.23044892	-1.29	0.35	4.39399	5.39399	2.3	3500	-0.000362	6.23008717
2.30E+06	6.3617278	-1.65	0.35	4.76322	5.76322	2.3	3500	-0.000221	6.36150695
2.30E+06	6.3617278	-1.29	0.35	4.57976	5.57976	2.3	3500	-0.000227	6.36150048
1.70E+06	6.2304489	-1.65	0.35	3.95267	4.95267	2.3	5500	-0.000408	6.23004047
1.70E+06	6.2304489	-1.29	0.35	3.79295	4.79295	2.3	5500	-0.00043	6.2300186
2.30E+06	6.3617278	-1.65	0.35	4.12459	5.12459	2.3	5500	-0.000253	6.36147489
2.30E+06	6.36172784	-1.29	0.35	3.95965	4.95965	2.3	5500	-0.000266	6.36146149
1.70E+06	6.2304489	-1.65	0.35	3.64913	4.64913	2.3	7000	-0.000446	6.23000259
1.70E+06	6.230448921	-1.29	0.35	3.49896	4.49896	2.3	7000	-0.000504	6.22994486
2.30E+06	6.3617278	-1.65	0.35	3.811	4.811	2.3	7000	-0.000281	6.36144659
2.30E+06	6.361727836	-1.29	0.35	3.6557	4.6557	2.3	7000	-0.000296	6.36143189

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

SN : número estructural

PSI : índice de servicio

 M_R : módulo resiliente de la sub-rasante

Tabla 5.4 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A4

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_o	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
3.00E+06	6.47712125	-1.65	0.35	5.84792	6.84792	2.3	2000	-8.57E-06	6.47711268
3.00E+06	6.47712125	-1.29	0.35	5.63396	6.63396	2.3	2000	-8.71E-06	6.47711254
3.00E+06	6.47712125	-0.84	0.35	5.37658	6.37658	2.3	2000	0.000981	6.47810263
3.00E+06	6.47712125	-0.68	0.35	5.28526	6.28526	2.3	2000	9.23E-05	6.47721358
3.80E+06	6.5797836	-1.65	0.35	6.02687	7.02687	2.3	2000	-6.56E-06	6.57977704
3.80E+06	6.5797836	-1.29	0.35	5.80783	6.80783	2.3	2000	-6.63E-06	6.57977697
3.80E+06	6.5797836	-0.84	0.35	5.5428	6.5428	2.3	2000	3.2E-05	6.57981564
3.80E+06	6.5797836	-0.68	0.35	5.45091	6.45091	2.3	2000	9.28E-05	6.57987636
3.00E+06	6.4771213	-1.65	0.35	4.73475	5.73475	2.3	4000	-0.000392	6.47672948
3.00E+06	6.4771213	-1.29	0.35	4.55207	5.55207	2.3	4000	-0.000415	6.47670607
3.00E+06	6.4771213	-0.84	0.35	4.3317	5.3317	2.3	4000	3.4E-05	6.47715526
3.00E+06	6.4771213	-0.68	0.35	4.25478	5.25478	2.3	4000	-0.000162	6.47695942
3.80E+06	6.5797836	-1.65	0.35	4.88766	5.88766	2.3	4000	-0.000275	6.57950906
3.80E+06	6.57978360	-1.29	0.35	4.70067	5.70067	2.3	4000	-0.00029	6.57949344
3.80E+06	6.57978360	-0.84	0.35	4.47485	5.47485	2.3	4000	3.32E-05	6.57981683
3.80E+06	6.5797836	-0.68	0.35	4.39692	5.39692	2.3	4000	0.000449	6.58023247
3.00E+06	6.4771213	-1.65	0.35	4.16184	5.16184	2.3	6000	-3.69E-05	6.47708435
3.00E+06	6.477121255	-1.29	0.35	3.9958	4.9958	2.3	6000	-4.18E-05	6.47707948
3.00E+06	6.477121255	-0.84	0.35	3.79541	4.79541	2.3	6000	4.01E-05	6.4771614
3.00E+05	5.477121255	-0.68	0.35	3.72573	4.72573	2.3	6000	0.999818	6.476939
3.80E+06	6.5797836	-1.65	0.35	4.3009	5.3009	2.3	6000	-1.25E-05	6.57977105
3.80E+06	6.579783597	-1.29	0.35	4.13074	5.13074	2.3	6000	-1.48E-05	6.57976877
3.80E+06	6.579783597	-0.84	0.35	3.92521	4.92521	2.3	6000	3.84E-05	6.57982197
3.80E+05	5.579783597	-0.68	0.35	3.85372	4.85372	2.3	6000	0.999823	6.579607

 W_{18} : rango de ejes equivalentes Z_R : confiabilidad (75, 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 5.5 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A5

W_{18}	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$	Z_R	S_O	SN	SN+1	Δ PSI	M_R	Error	$\text{LOG}_{10}(W_{18})$
5.30E+05	5.72427587	-1.65	0.35	4.654478	5.65448	2.3	2000	-0.000868	5.7234081
5.30E+05	5.72427587	-1.29	0.35	4.474046	5.47405	2.3	2000	-0.000917	5.72335896
5.30E+05	5.72427587	-0.84	0.35	4.257147	5.25715	2.3	2000	3.42E-05	5.72431006
7.60E+05	5.8808136	-1.65	0.35	4.88649	5.88649	2.3	2000	-0.000469	5.88034495
7.60E+05	5.8808136	-1.29	0.35	4.699527	5.69953	2.3	2000	-0.000493	5.88032091
7.60E+05	5.88081359	-0.84	0.35	4.474046	5.47405	2.3	2000	4.54E-05	5.88085896
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	5.068473	6.06847	2.3	2000	-0.000345	5.99965497
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	4.876406	5.87641	2.3	2000	-0.000361	5.99963887
1.00E+06	6.00000000	-0.84	0.35	4.644437	5.64444	2.3	2000	-1.17E-05	5.99998829
5.30E+05	5.72427587	-1.65	0.35	3.720014	4.72001	2.3	4000	-1.62E-05	5.72425964
5.30E+05	5.72427587	-1.29	0.35	3.567626	4.56763	2.3	4000	-1.88E-05	5.72425709
5.30E+05	5.72427587	-0.84	0.35	3.384669	4.38467	2.3	4000	0.000489	5.72476472
7.60E+05	5.8808136	-1.65	0.35	3.915858	4.91586	2.3	4000	-0.000331	5.88048234
7.60E+05	5.8808136	-1.29	0.35	3.757282	4.75728	2.3	4000	-0.000349	5.88046455
7.60E+05	5.88081359	-0.84	0.35	3.566856	4.56686	2.3	4000	0.000296	5.88110942
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	4.070576	5.07058	2.3	4000	-0.000232	5.99976788
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	3.907267	4.90727	2.3	4000	-0.000245	5.9997553
1.00E+06	6.00000000	-0.84	0.35	3.710492	4.71049	2.3	4000	4.46E-06	6.00000446
5.30E+05	5.72427587	-1.65	0.35	3.242778	4.24278	2.3	6000	-0.000971	5.72330507
5.30E+05	5.72427587	-1.29	0.35	3.107294	4.10729	2.3	6000	-3.98E-06	5.72427189
5.30E+05	5.72427587	-0.84	0.35	2.943281	3.94328	2.3	6000	3.56E-05	5.72431148
7.60E+05	5.8808136	-1.65	0.35	3.419923	4.41992	2.3	6000	-0.000251	5.88056289
7.60E+05	5.880813592	-1.29	0.35	3.277377	4.27738	2.3	6000	-0.00026	5.88055387
7.60E+05	5.88081359	-0.84	0.35	3.106306	4.10631	2.3	6000	3.06E-05	5.88084423
1.00E+06	6.00000000	-1.65	0.35	3.559358	4.55936	2.3	6000	-0.000167	5.99983281
1.00E+06	6.00000000	-1.29	0.35	3.412178	4.41218	2.3	6000	-0.000175	5.99982541
1.00E+06	6.00000000	-0.84	0.35	3.235312	4.23531	2.3	6000	2.67E-05	6.0000267

 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 5.6 : Cálculo del número estructural SN (AASHTO)

PAVIMENTO FLEXIBLE

ZONA : HATILLO

RUTA: A6

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+05	5.60205999	-1.65	0.35	3.93047	4.93047	2.3	3000	-1.69E-05	5.60204311
4.00E+05	5.60205999	-1.29	0.35	3.77147	4.77147	2.3	3000	-1.79E-05	5.60204209
5.00E+05	5.6989700	-1.65	0.35	4.0563	5.0563	2.3	3000	7.49E-05	5.69904491
5.00E+05	5.6989700	-1.29	0.35	3.89344	4.89344	2.3	3000	7.89E-05	5.69904888
8.00E+05	5.90308999	-1.65	0.35	4.33047	5.33047	2.3	3000	-0.000185	5.90290509
8.00E+05	5.903089987	-1.29	0.35	4.15944	5.15944	2.3	3000	-0.000191	5.90289885
4.00E+05	5.60205999	-1.65	0.35	3.57213	4.57213	2.3	4000	-1.93E-05	5.6020407
4.00E+05	5.60205999	-1.29	0.35	3.42454	4.42454	2.3	4000	-2.03E-05	5.60203968
5.00E+05	5.6989700	-1.65	0.35	3.68901	4.68901	2.3	4000	-1.53E-05	5.6989547
5.00E+05	5.6989700	-1.29	0.35	3.53762	4.53762	2.3	4000	-1.62E-05	5.69895382
8.00E+05	5.90308999	-1.65	0.35	3.94476	4.94476	2.3	4000	-5.65E-05	5.90303345
8.00E+05	5.903089987	-1.29	0.35	3.78531	4.78531	2.3	4000	-5.98E-05	5.9030302
4.00E+05	5.60205999	-1.65	0.35	3.1112	4.1112	2.3	6000	-0.000121	5.60193896
4.00E+05	5.60205999	-1.29	0.35	2.97924	3.97924	2.3	6000	-0.000123	5.60193677
5.00E+05	5.6989700	-1.65	0.35	3.21541	4.21541	2.3	6000	-0.000571	5.69839946
5.00E+05	5.6989700	-1.29	0.35	3.07983	4.07983	2.3	6000	-0.000581	5.6983893
8.00E+05	5.90308999	-1.65	0.35	3.44589	4.44589	2.3	6000	-2.85E-05	5.90306145
8.00E+05	5.903089987	-1.29	0.35	3.30248	4.30248	2.3	6000	-2.98E-05	5.90306021

 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 5.7 : Análisis de fatiga.

Ruta : A1 (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 = (3.54)}	e _{c = (15.355)}	NF ₁	ND
A1	7042	28169	0.0325	82.550	1.15E-04	5.62E-04	3.79E+08	4.86E+05
A1	7042	35211	0.0315	80.010	1.33E-04	5.16E-04	2.35E+08	7.12E+05
A1	14085	28169	0.0296	75.184	6.08E-05	4.84E-04	1.71E+09	9.49E+05
A1	14085	35211	0.0287	72.898	6.77E-05	4.45E-04	1.20E+09	1.38E+06

TABLA 5.8 : Análisis de fatiga.

Ruta : A1 (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 = (3.74)}	e _{c = (13.985)}	NF ₁	ND
A1	7042	28169	0.0335	85.090	1.13E-04	6.24E-04	4.02E+08	3.04E+05
A1	7042	35211	0.0325	82.550	1.13E-04	5.72E-04	4.02E+08	4.49E+05
A1	14085	28169	0.0303	76.962	5.50E-05	5.31E-04	2.38E+09	6.26E+05
A1	14085	35211	0.0294	74.676	6.36E-05	4.88E-04	1.47E+09	9.14E+05

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

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

Módulo de la sub-rasante = 423 kg/cm²

TABLA 5.9 : Análisis de fatiga.

Ruta : A2 (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 = (3.74)	e _c = (18.315)	NF ₁	ND
A2	7042	28169	0.0364	92.456	1.00E-04	4.73E-04	6.01E+08	1.05E+06
A2	7042	35211	0.0353	89.662	9.82E-05	4.32E-04	6.38E+08	1.58E+06
A2	14085	28169	0.0334	84.836	5.40E-05	4.09E-04	2.53E+09	2.02E+06
A2	14085	35211	0.0325	82.550	5.96E-05	3.76E-04	1.83E+09	2.94E+06

TABLA 5.10 : Análisis de fatiga.

Ruta : A2 (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 = (16.535)	NF ₁	ND
A2	7042	28169	0.0358	90.932	9.13E-05	4.73E-04	8.11E+08	1.05E+06
A2	7042	35211	0.0347	88.138	8.98E-05	4.27E-04	8.57E+08	1.66E+06
A2	14085	28169	0.0328	83.312	4.73E-05	4.09E-04	3.91E+09	2.02E+06
A2	14085	35211	0.0319	81.026	5.31E-05	3.71E-04	2.67E+09	3.12E+06

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

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

Módulo de la sub-rasante = 317 kg/cm²

TABLA 5.11 : Análisis de fatiga.

Ruta : A3 (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)	$e_t = (4.33)$	$e_c = (18.505)$	NF ₁	ND
A3	7042	28169	0.034	86.360	7.25E-05	3.90E-04	1.73E+09	2.49E+06
A3	7042	35211	0.0331	84.074	7.23E-05	3.53E-04	1.75E+09	3.90E+06
A3	14085	28169	0.0311	78.994	3.46E-05	3.38E-04	1.09E+10	4.73E+06
A3	14085	35211	0.0303	76.962	4.07E-05	3.08E-04	6.41E+09	7.18E+06

Módulo de la sub-rasante = 317 kg/cm²

TABLA 5.12 : Análisis de fatiga.

Ruta : A3 (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)	$e_t = (3.94)$	$e_c = (16.535)$	NF ₁	ND
A3	7042	28169	0.0291	73.914	8.28E-05	4.24E-04	1.12E+09	1.72E+06
A3	7042	35211	0.0282	71.628	8.20E-05	3.84E-04	1.16E+09	2.67E+06
A3	14085	28169	0.0282	71.628	4.35E-05	3.82E-04	5.15E+09	2.74E+06
A3	14085	35211	0.0274	69.596	4.95E-05	3.48E-04	3.36E+09	4.15E+06

 E_1 : módulo resilente de la base (kg/cm²). E_2 : módulo resilente de la sub-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 primera capa asfáltica.

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

Módulo de la sub-rasante = 423 kg/cm²

TABLA 5.13 : Análisis de fatiga.

Ruta : A4 (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)	$e_t = (4.72)$	$e_c = (18.895)$	NF ₁	ND
A4	7042	28169	0.0505	128.270	6.93E-05	4.40E-04	2.01E+09	1.45E+06
A4	7042	35211	0.0493	125.222	6.92E-05	3.98E-04	2.02E+09	2.28E+06
A4	14085	28169	0.0469	119.126	3.22E-05	3.84E-04	1.39E+10	2.67E+06
A4	14085	35211	0.0458	116.332	3.85E-05	3.50E-04	7.69E+09	4.05E+06

Módulo de la sub-rasante = 176 kg/cm²

TABLA 5.14 : Análisis de fatiga.

Ruta : A4 (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)	$e_t = (3.94)$	$e_c = (18.115)$	NF ₁	ND
A4	7042	28169	0.0295	74.930	7.64E-05	3.77E-04	1.46E+09	2.90E+06
A4	7042	35211	0.0286	72.644	7.52E-05	3.41E-04	1.54E+09	4.55E+06
A4	14085	28169	0.027	68.580	4.00E-05	3.30E-04	6.78E+09	5.27E+06
A4	14085	35211	0.0262	66.548	4.52E-05	3.01E-04	4.54E+09	7.95E+06

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

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

Módulo de la sub-rasante = 387 kg/cm²

TABLA 5.15 : Análisis de fatiga.

Ruta : A5 (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)	$e_t = (3.54)$	$e_c = (16.135)$	NF ₁	ND
A5	7042	28169	0.0393	99.822	1.07E-04	5.20E-04	4.81E+08	6.88E+05
A5	7042	35211	0.038	96.520	1.03E-04	4.68E-04	5.45E+08	1.10E+06
A5	14085	28169	0.0363	92.202	6.16E-05	4.53E-04	1.64E+09	1.28E+06
A5	14085	35211	0.0353	89.662	6.57E-05	4.11E-04	1.33E+09	1.97E+06

Módulo de la sub-rasante = 282 kg/cm²

TABLA 5.16 : Análisis de fatiga.

Ruta : A5 (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)	$e_t = (3.15)$	$e_c = (15.365)$	NF ₁	ND
A5	7042	28169	0.033	83.820	1.22E-04	5.41E-04	3.12E+08	5.76E+05
A5	7042	35211	0.0319	81.026	1.17E-04	4.19E-04	3.59E+08	1.81E+06
A5	14085	28169	0.0304	77.216	7.36E-05	4.74E-04	9.12E+08	1.04E+06
A5	14085	35211	0.0295	74.930	7.72E-05	4.32E-04	7.79E+08	1.58E+06

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

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

Módulo de la sub-rasante = 387 kg/cm²

TABLA 5.17 : Análisis de fatiga.

Ruta : A6 (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)	$e_t = (3.54)$	$e_c = (15.355)$	NF ₁	ND
A6	7042	28169	0.037	93.980	1.10E-04	5.37E-04	4.39E+08	5.96E+05
A6	7042	35211	0.0359	91.186	1.06E-04	4.84E-04	4.96E+08	9.49E+05
A6	14085	28169	0.0341	86.614	6.18E-05	4.66E-04	1.62E+09	1.12E+06
A6	14085	35211	0.0331	84.074	6.66E-05	4.23E-04	1.27E+09	1.73E+06

Módulo de la sub-rasante = 317 kg/cm²

TABLA 5.18 : Análisis de fatiga.

Ruta : A6 (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)	$e_t = (3.15)$	$e_c = (14.965)$	NF ₁	ND
A6	7042	28169	0.0349	88.646	1.34E-04	6.16E-04	2.29E+08	3.22E+05
A6	7042	35211	0.0338	85.852	1.30E-04	5.61E-04	2.54E+08	4.90E+05
A6	14085	28169	0.032	81.280	7.83E-05	5.35E-04	7.44E+08	6.06E+05
A6	14085	35211	0.0311	78.994	8.33E-05	4.92E-04	6.07E+08	8.81E+05

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

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

Módulo de la sub-rasante = 387 kg/cm²

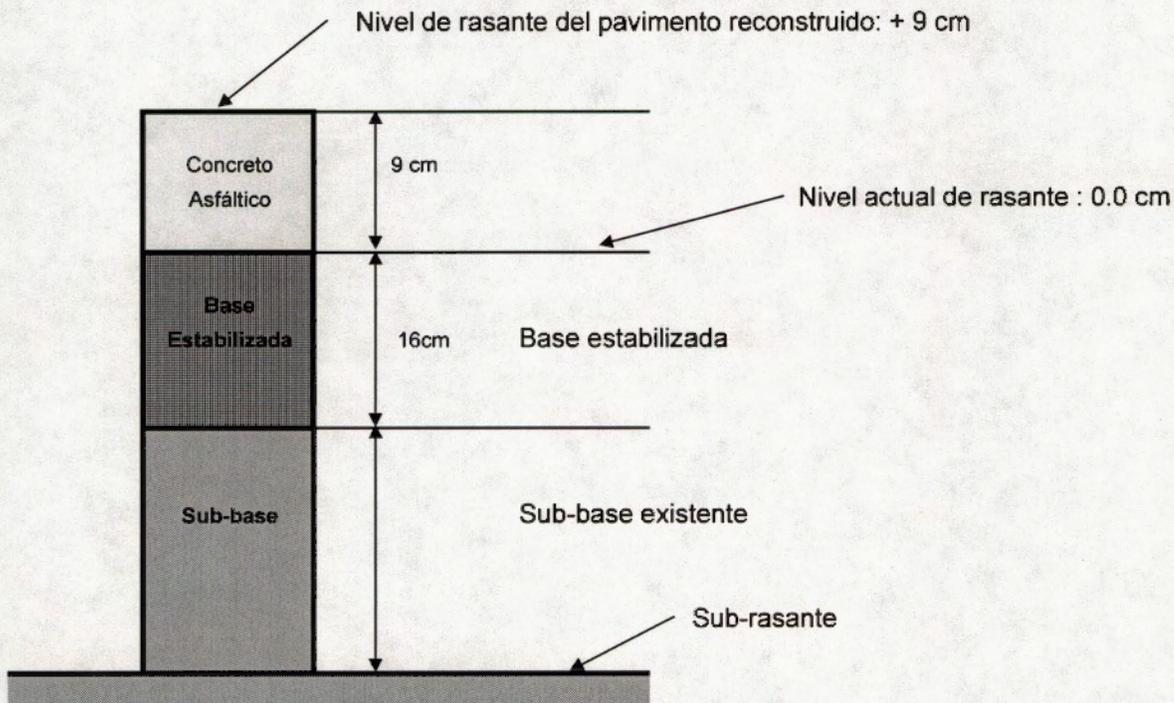
5.2 Diseño propuesto

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

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A1 : De la isla triangular de zacate hacia el norte, hasta los semáforos de Hatillo 8, intersección con la carretera de circunvalación.

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar:

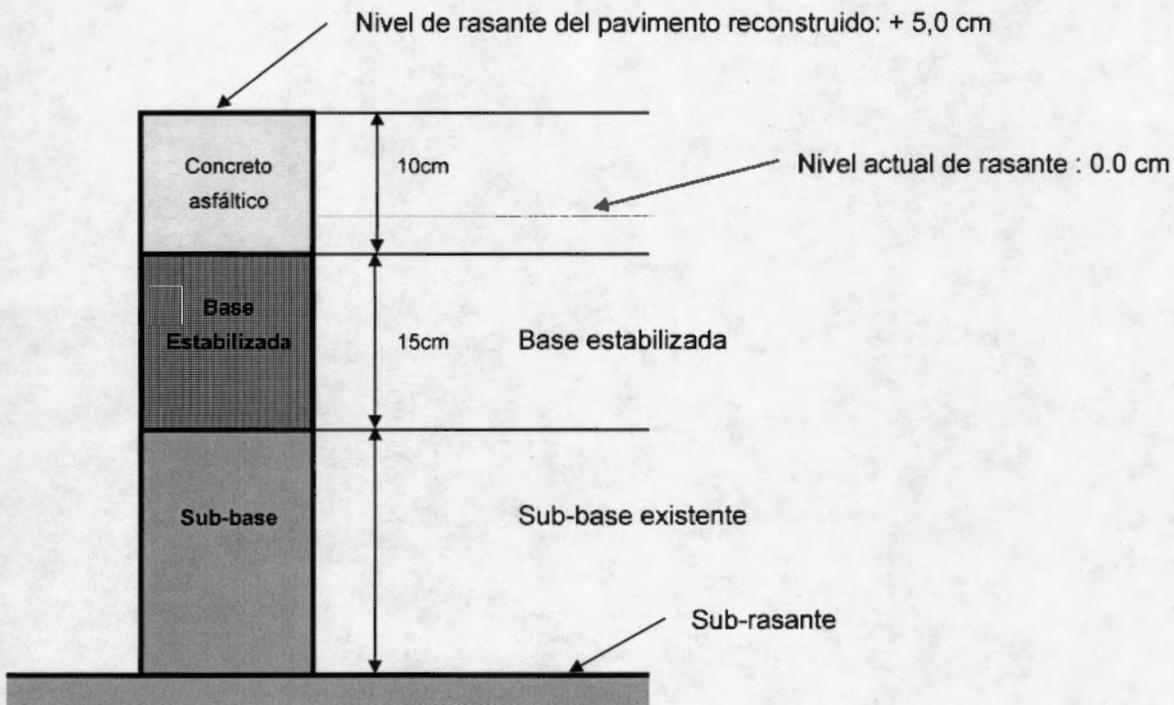
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 16 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 9 cm.

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA A1 : De la isla triangular de zacate hacia el norte, hasta los semaforos de Hatillo 8, intersección con la carretera de circunvalación.

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar :

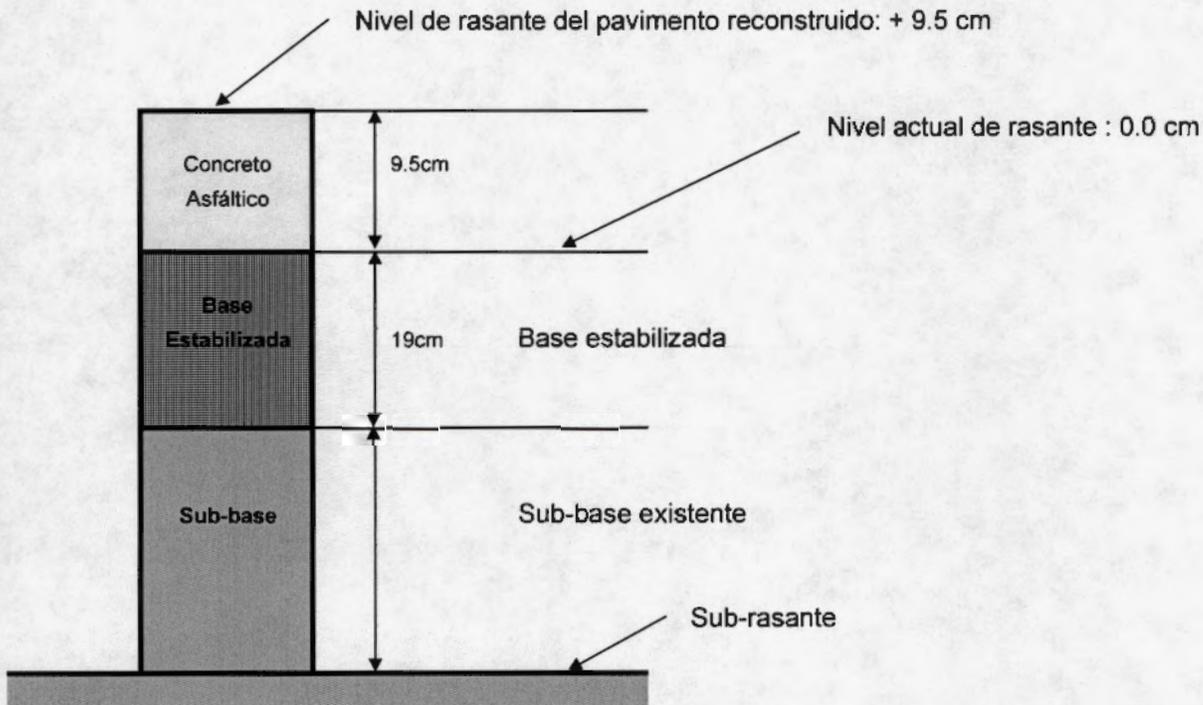
ALTERNATIVA 2

- Remover 5 cm del pavimento existente.
- Escarificar y estabilizar 15 cm del pavimento existente.
- Colocar 10,0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 5,0 cm.

PERFIL TÍPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A2 : Del abastecedor Greysi (intersección con la carretera de circunvalación),
haci a el norte, hasta el límite con Hatillo 2

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar:

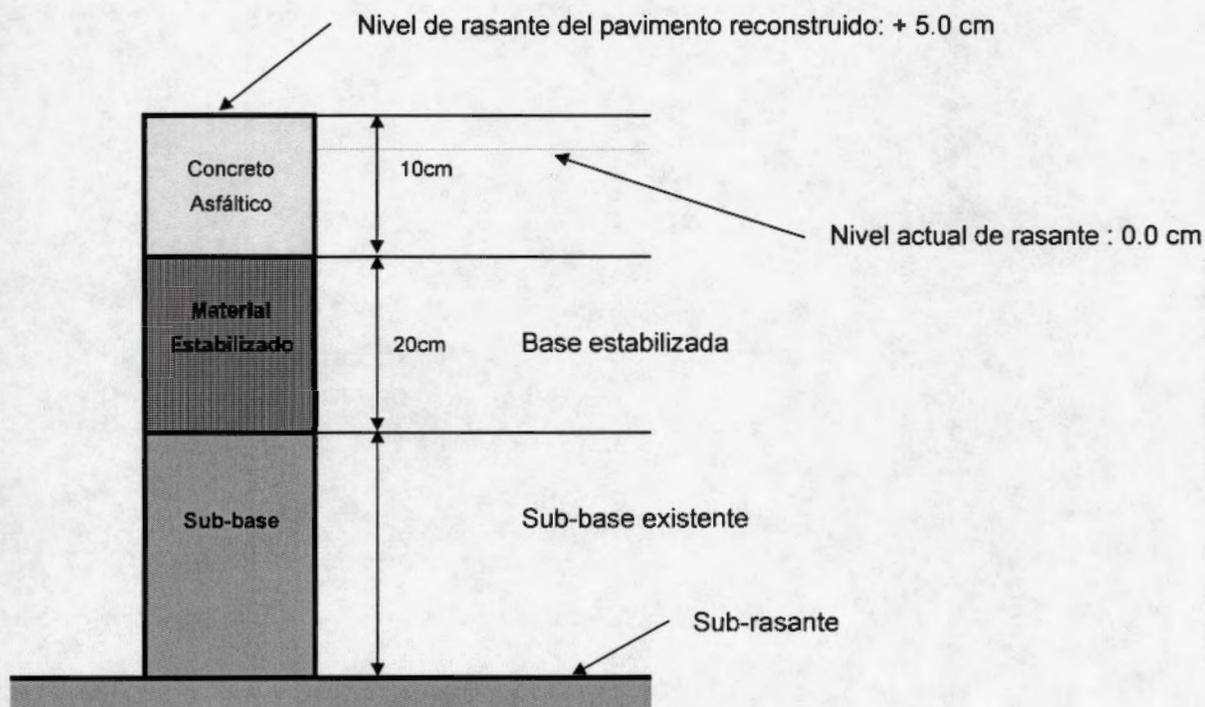
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 19 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.5 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 9.5 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

**RUTA A2 : Del abastecedor Greysi (intersección con la carretera de circunvalación),
haci a el norte, hasta el límite con Hatillo 2**

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

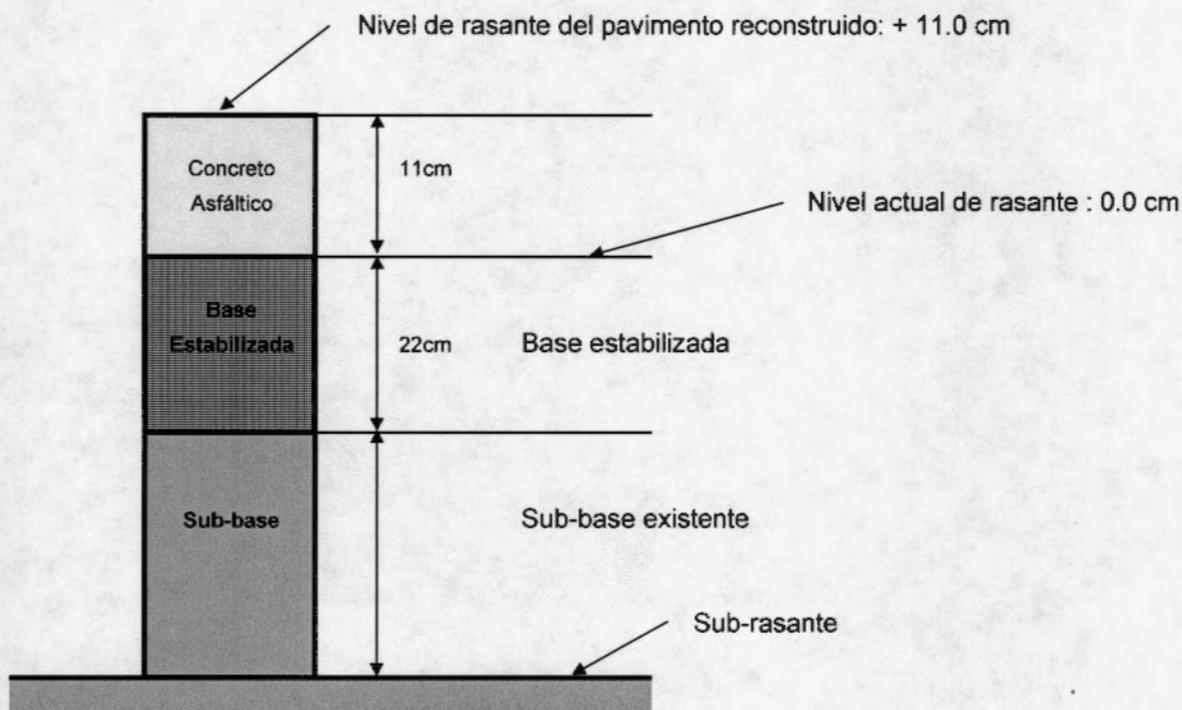
ALTERNATIVA 2

- Escarificar 5 cm del pavimento existente.
- Escarificar y estabilizar 20 cm de base estabilizada.
- Colocar 10.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 5.0 cm.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A3 : De la soda La Irma hacia el este

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

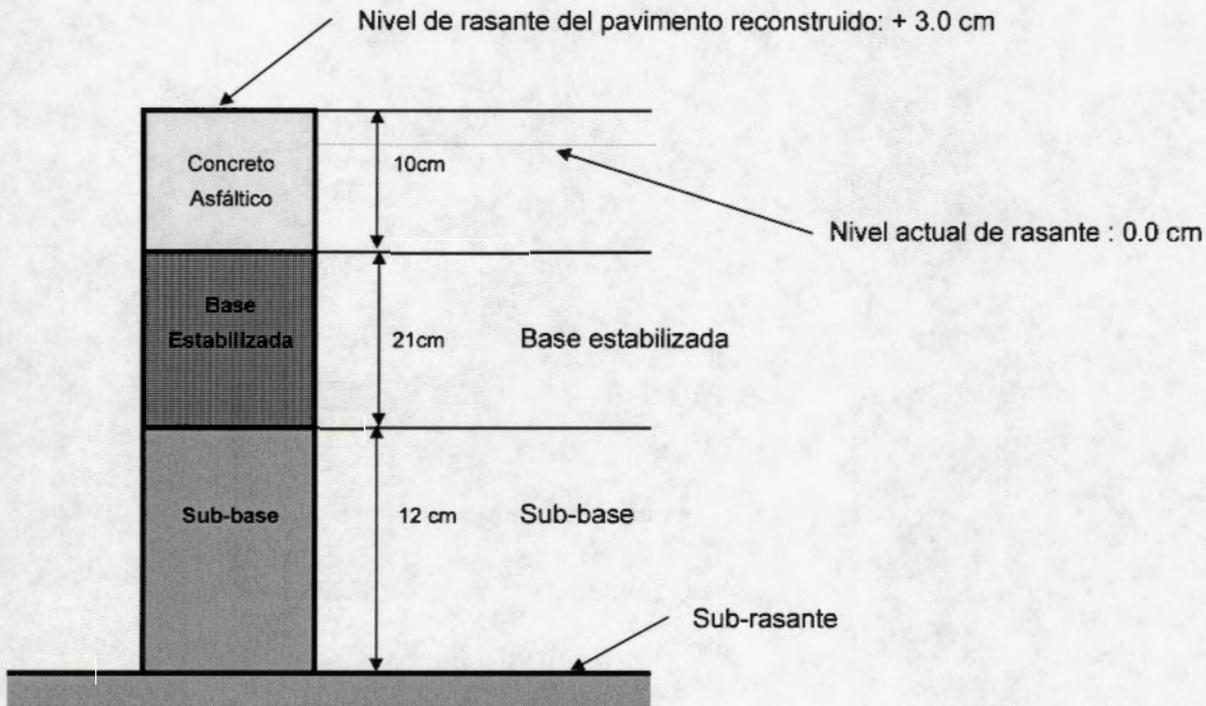
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 22 cm del pavimento existente.
- Colocar 11.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 11.0 cm.

PERFIL TIPOICO DEL PAVIMENTO

RUTA A3 : De la soda La Irma hacia el este

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

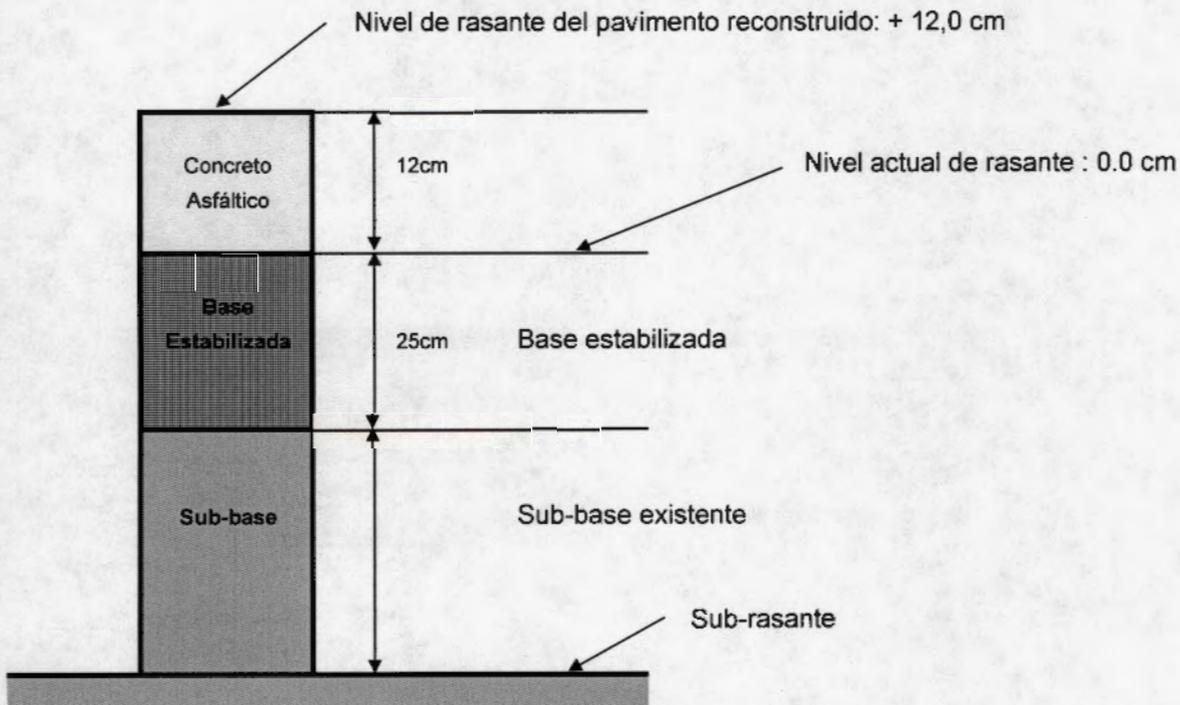
ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 40 cm.
- Colocar 12 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 21 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 10 cm.
- El nivel de rasante sube + 3.0 cm.

PERFIL TÍPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A4 : Del depósito de maderas Méndez hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera de circunvalación (Hatillo 3)

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

ALTERNATIVA 1

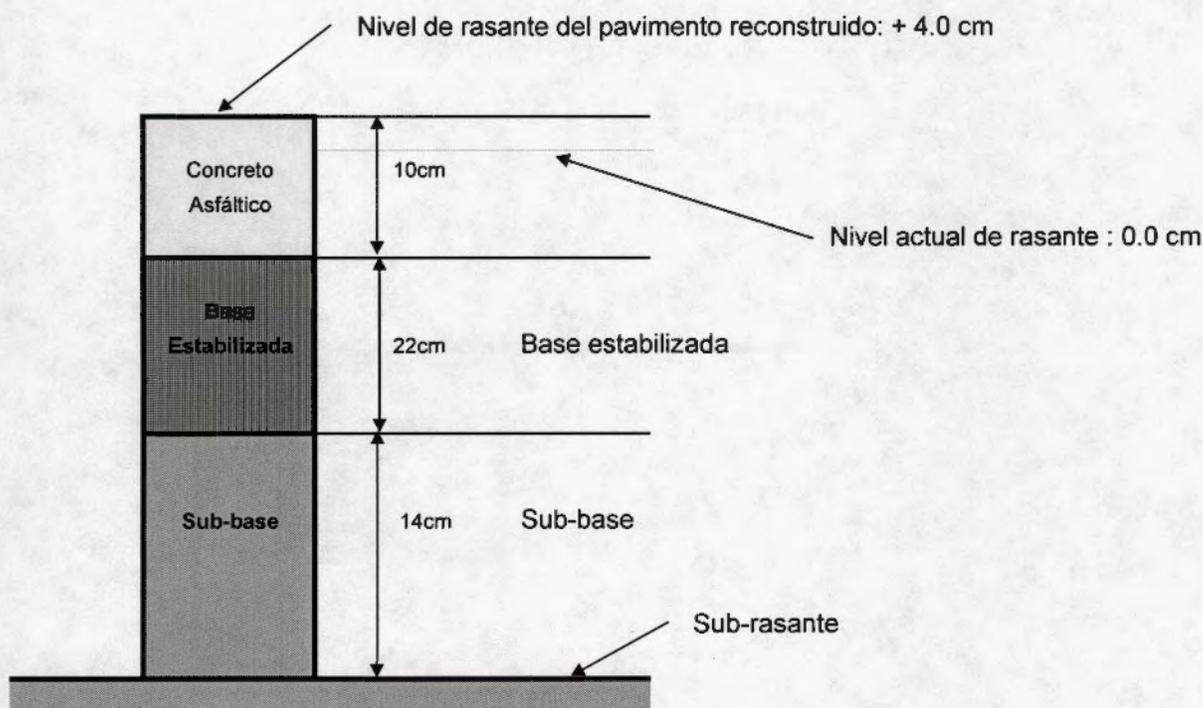
- Escarificar y estabilizar 25 cm del pavimento existente.
- Colocar 12.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 12.0 cm.

NOTA: Debido a la mala calidad de la sub-rasante, este diseño cumple para un nivel de confianza próximo al 80%. Además el nivel de rasante sube considerablemente (12.5cm).

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A4 : Del depósito de maderas Méndez hacia el oeste, hasta la intersección con la carretera de circunvalación (Hatillo 3)

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 42 cm.
- Colocar y conformar 14 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 22 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 10 cm.
- El nivel de rasante sube + 4.0 cm.

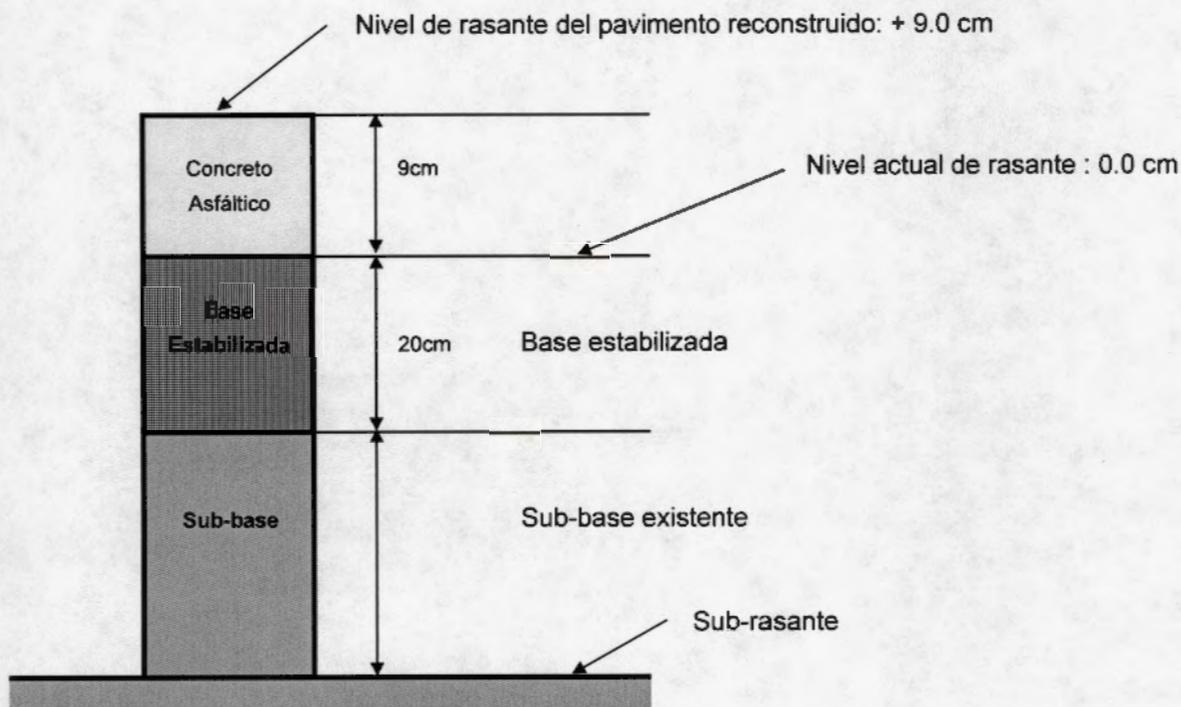
NOTA: a-) Debido a la mala calidad de la sub-rasante en esta vía, debe seguirse rigurosamente las indicaciones que al respecto se señalan en el capítulo 7.

b-) Este diseño tiene un nivel de confianza próximo al 90%, en contraposición con la alternativa N° 1

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A5 : De la entrada de circunvalación (semáforos de Hatillo 3) hacia el oeste.

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

ALTERNATIVA 1

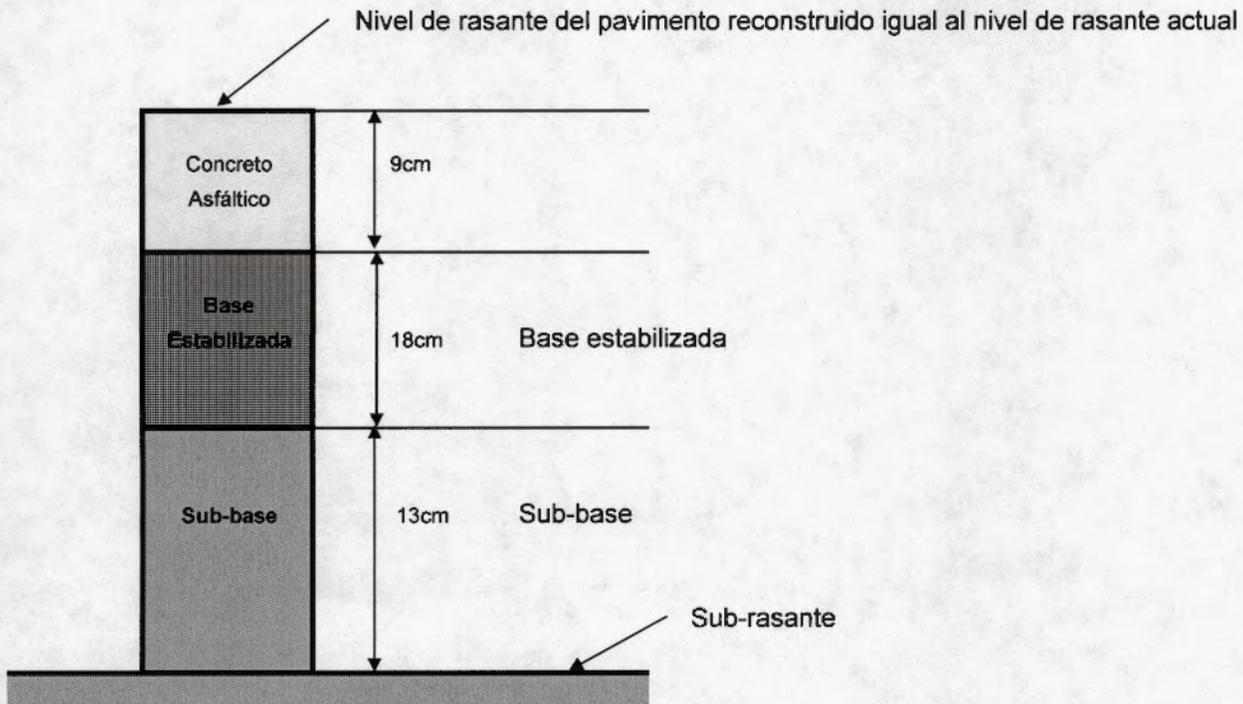
- Escarificar y estabilizar 20 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante sube + 9.0 cm.

NOTA: Debido a la mala calidad de la sub-rasante, este diseño cumple para un nivel de confianza próximo al 80%.

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A5 : De la entrada de circunvalación (semáforos de Hatillo 3) hacia el oeste.

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 40 cm.
- Colocar y conformar 13 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 18 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 9 cm.
- El nivel de rasante actual no cambia.

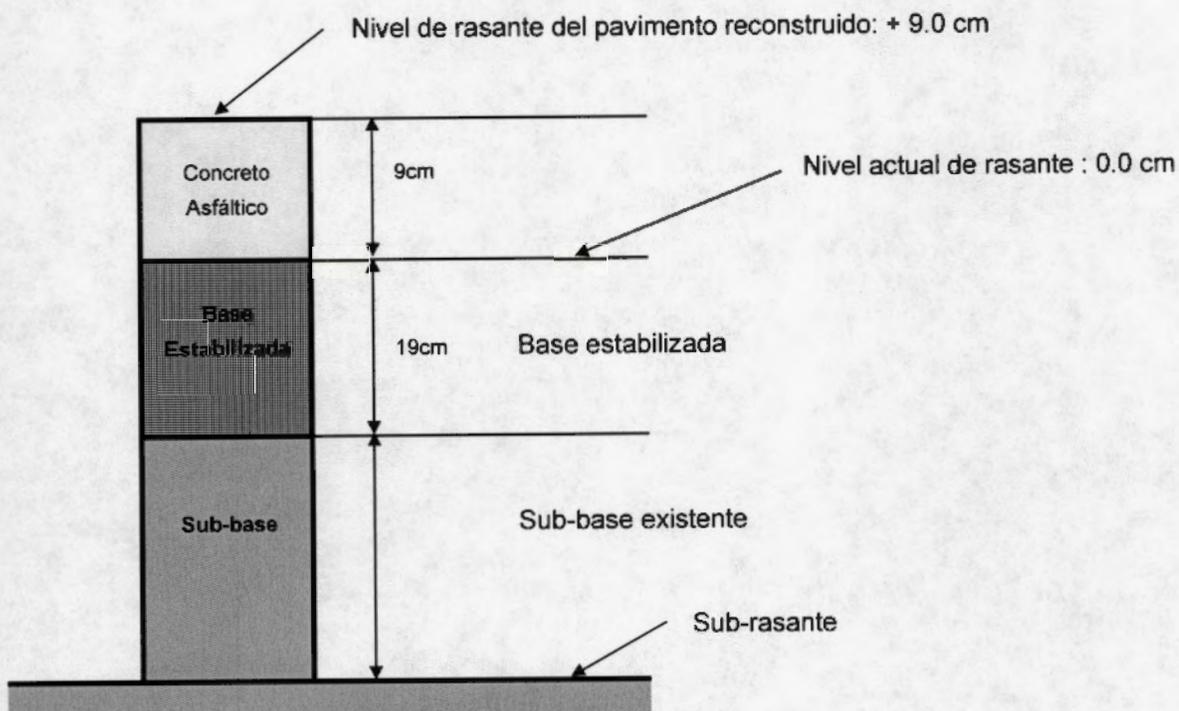
NOTA: a-) Debido a la mala calidad de la sub-rasante en esta vía, debe seguirse rigurosamente las indicaciones que al respecto se señalan en el capítulo 7.

b-) Este diseño tiene un nivel de confianza próximo al 90%, en contraposición con la alternativa N° 1

PERFIL TIPICO DEL PAVIMENTO

RUTA A6 : De la taquería Costa Rica hacia el este.

ALTERNATIVA 1



Trabajo a realizar :

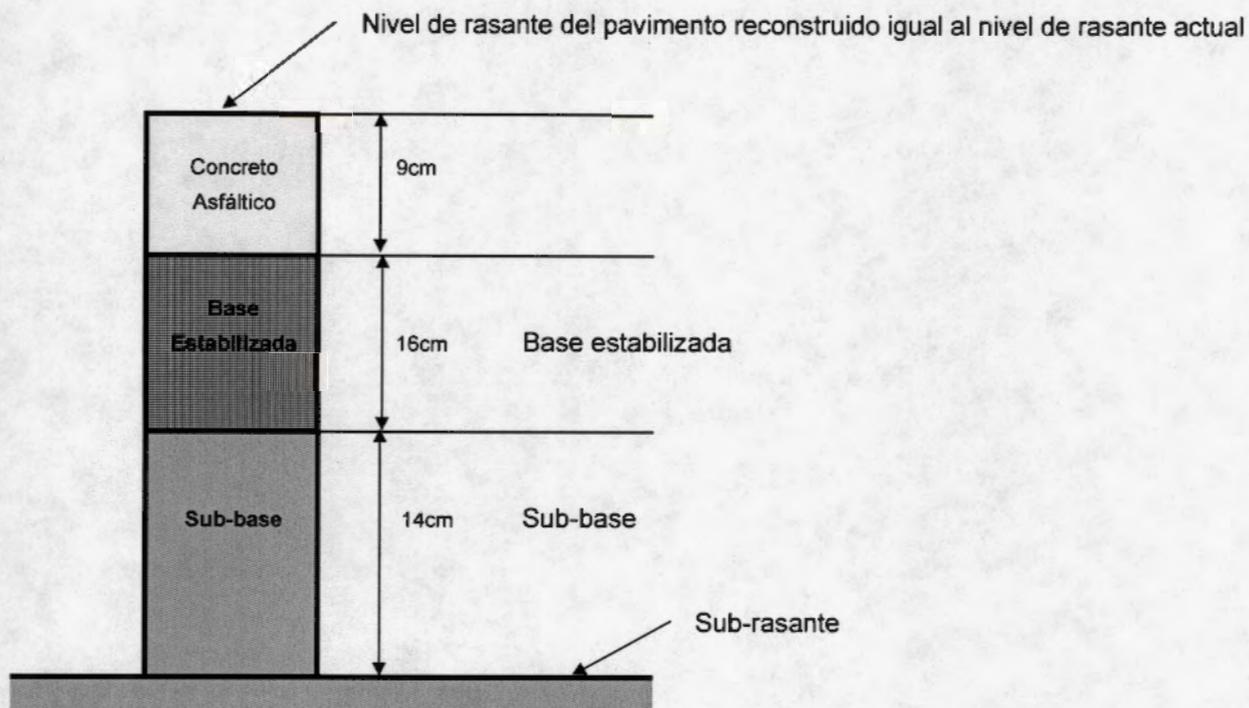
ALTERNATIVA 1

- Escarificar y estabilizar 19 cm del pavimento existente.
- Colocar 9.0 cm de concreto asfáltico.
- El nivel de rasante (sube + 9.0 cm).

PERFIL TIPO DEL PAVIMENTO

RUTA A6 : De la taquería Costa Rica hacia el este.

ALTERNATIVA 2



Trabajo a realizar:

ALTERNATIVA 2

- Excavar hasta una profundidad de 39 cm.
- Colocar y conformar 14 cm de sub-base.
- Construir una base estabilizada de 16.0 cm.
- Construir una capa de concreto asfáltico de 9 cm.
- El nivel de rasante actual no cambia.

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 del los diferentes tramos de cada uno de las vías analizadas.

RUTA : A1	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		8913	0.16	1426
Colocación y conformación de capa asfáltica		8913	0.09	802

RUTA : A1	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción del pavimento existente		8913	0.05	446
Escarificación y estabilización de pavimento existente		8913	0.15	1337
Colocación y conformación de capa asfáltica		8913	0.1	891

RUTA : A2	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		15190	0.19	2886
Colocación y conformación de capa asfáltica		15190	0.095	1443

RUTA : A2	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Remoción del pavimento existente		15190	0.05	760
Escarificación y estabilización de pavimento existente		15190	0.2	3038
Colocación y conformación de capa asfáltica		15190	0.1	1519

RUTA : A3	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		8472	0.22	1864
Colocación y conformación de capa asfáltica		8472	0.11	932

RUTA : A3	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Excavación		8472	0.4	3389
Colocación y conformación de sub-base		8472	0.12	1017
Colocación y conformación de base estabilizada		8472	0.21	1779
Colocación y conformación de capa asfáltica		8472	0.1	847

RUTA : A4	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		14885	0.25	3721
Colocación y conformación de capa asfáltica		14885	0.12	1786

RUTA : A4	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Excavación		14885	0.42	6252
Colocación y conformación de sub-base		14885	0.14	2084
Colocación y conformación de base estabilizada		14885	0.22	3275
Colocación y conformación de capa asfáltica		14885	0.1	1489

RUTA : A5	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		6020	0.2	1204
Colocación y conformación de capa asfáltica		6020	0.09	542

RUTA : A5	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Excavación		6020	0.4	2408
Colocación y conformación de sub-base		6020	0.13	783
Colocación y conformación de base estabilizada		6020	0.18	1084
Colocación y conformación de capa asfáltica		6020	0.09	542

RUTA : A6	ALTERNATIVA 1	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Escarificación y estabilización de pavimento existente		4045	0.19	769
Colocación y conformación de capa asfáltica		4045	0.09	364

RUTA : A6	ALTERNATIVA 2	area (m ²)	espesor (m)	cantidad (m ³)
Excavación		4045	0.39	1578
Colocación y conformación de sub-base		4045	0.14	566
Colocación y conformación de base estabilizada		4045	0.16	647
Colocación y conformación de capa asfáltica		4045	0.09	364

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

ZONA : HATILLO**RUTA : A1****FECHA : 3-5-97**

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	Cordón del caño en malas condiciones
8.1	250	2025		Cordón ambos lados de la vía	
			250	Cordón ambos lados de la vía	
8.05	250	2013		Cordón ambos lados de la vía	
			500	Cordón ambos lados de la vía	
8.15	300	2445		Cordón ambos lados de la vía	
			800	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	300	2430		Cordón ambos lados de la vía	
			1100	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	1100	8913			

ZONA : HATILLO**RUTA : A2****FECHA : 3-5-97**

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8	150	1200		Cordón ambos lados de la vía	
			150	Cordón ambos lados de la vía	
10.5	150	1575		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	200	1620		Cordón ambos lados de la vía	
			500	Cordón ambos lados de la vía	
8	200	1600		Cordón ambos lados de la vía	
			700	Cordón ambos lados de la vía	
6.2	900	5580		Cordón ambos lados de la vía	
			1600	Cordón ambos lados de la vía	
8	300	2400		Cordón ambos lados de la vía	
			1900	Cordón ambos lados de la vía	
8.1	150	1215		Cordón ambos lados de la vía	
			2050	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	2050	15190			

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

ZONA : HATILLO

RUTA : A3

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
11.05	100	1105		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
11.05	300	3315		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
11.3	200	2260		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
11.2	160	1792		Cordón ambos lados de la vía	
			760	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	760	8472			

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

ZONA : HATILLO

RUTA : A4

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	
8.55	100	855		Cordón ambos lados de la vía	
			100	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	50	395		Cordón ambos lados de la vía	
			150	Cordón ambos lados de la vía	Calle ampliada, Id, de 8,5 m
7.9	50	395		Cordón ambos lados de la vía	mide 70 m
			200	Cordón ambos lados de la vía	
7.9	100	790		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	Semaforos: comienza
17.6	250	4400		Cordón ambos lados de la vía	boulevard 2 carriles, con isla
			550	Cordón ambos lados de la vía	de 6 m al centro
17.6	250	4400		Cordón ambos lados de la vía	
			800	Cordón ambos lados de la vía	Bahía para bus 6m (50m)
17.6	150	2640		Cordón ambos lados de la vía	
			950	Cordón ambos lados de la vía	Ampliación para giro
20.2	50	1010		Cordón ambos lados de la vía	izquierdo
			1000	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	1000	14885			

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

ZONA : HATILLO

RUTA : A5

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	Ampliación para giro
20.2	100	2020		Cordón ambos lados de la vía	izquierdo (50 m)
			100	Cordón ambos lados de la vía	
8	100	800		Cordón ambos lados de la vía	
			200	Cordón ambos lados de la vía	
8	80	640		Cordón ambos lados de la vía	
			280	Cordón ambos lados de la vía	
8	20	160		Cordón ambos lados de la vía	
			300	Cordón ambos lados de la vía	
8	150	1200		Cordón ambos lados de la vía	
			450	Cordón ambos lados de la vía	
8	150	1200		Cordón ambos lados de la vía	
			600	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	600	6020			

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

ZONA : HATILLO

RUTA : A6

FECHA : 3-5-97

ANCHO CALZADA (m)	LARGO (m)	AREA (m ²)	ESTACION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
			0	Cordón ambos lados de la vía	Cordón del caño en malas
8.1	200	1620		Cordón ambos lados de la vía	condiciones
			200	Cordón ambos lados de la vía	
8.05	200	1610		Cordón ambos lados de la vía	
			400	Cordón ambos lados de la vía	
8.15	100	815		Cordón ambos lados de la vía	
			500	Cordón ambos lados de la vía	
TOTALES	500	4045			

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ensayo de deflectometría muestra que, aún en las condiciones más favorables (final de la época de verano), en general los pavimentos en estas rutas muestran un déficit importante de capacidad estructural. La ruta A1 es la que presenta mejores condiciones estructurales en el ensayo deflectométrico, no obstante la deflexión característica es mayor a $170 \text{ mm} \cdot 10^{-2}$.

2. Los estudios de laboratorio muestran que en muchos de los sondeos realizados, los materiales constitutivos del pavimento son deficientes en conformación, espesores o calidad de los mismos. Tal es el caso, por ejemplo, de los materiales que en algunos casos se detectaron a nivel de sub-rasante, sub-base y base (arcillas de alta plasticidad, materiales de mala graduación, capas granulares contaminadas con arcilla, 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, construida con materiales fuera de especificación.

4. Los problemas más típicos que se detectaron a nivel de la sub-rasante en algunos sondeos fueron: falta de compactación, baja capacidad de soporte y arcillas expansivas de alta plasticidad.

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

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

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

7. A nivel de base se encontró :

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

8. Capa asfáltica :

En general se trata de una o más capas de concreto asfáltico, de espesor variable. 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 A4, concuerdan con la escasa capacidad estructural del pavimento existente.

9. En general en estas rutas se presentan variaciones importantes respecto a la calidad de la sub-rasante, a lo largo de las rutas se detectan sucesivos cambios en el tipo y calidad del suelo, especialmente con presencia de arcillas expansivas de alta plasticidad. Como se indica en el capítulo 5 (Diseño Estructural), la alternativa de rehabilitar los pavimentos estabilizando las capas superiores, sin profundizar a nivel de sub-rasante tiene implícito el riesgo de que en algún punto de la ruta se presente algún problema directamente asociado con el fenómeno de expansión y retracción de las arcillas expansivas o por contaminación y bombeo de finos altamente plásticos.

En general en estas rutas, por su avanzado deterioro, por su escasa capacidad estructural y por la calidad deficiente de los materiales que conforman el pavimento (incluida la sub-rasante), requieren de acciones de reconstrucción.

10. 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.

11. 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, tiene implícito los siguientes riesgos:

- Por la variabilidad de los espesores, podría eventualmente presentarse la situación de que el espesor que se debe escarificar supere el espesor total del pavimento existente, lo que implica que se estaría llegando a nivel de la sub-rasante, en cuyo caso deben tomarse en el sitio las medidas que corresponda.
- Como es imposible detectar por medio de los sondeos, todas las posibles situaciones que presentan las capas inferiores y la sub-rasante, la opción de rehabilitación deja la incertidumbre de que no se tiene certeza absoluta de la calidad y propiedades de los materiales a dicho nivel del pavimento, especialmente en el caso de arcillas expansivas.
- La opción de estabilización obliga a un detallado estudio en laboratorio que garantice el comportamiento adecuado de dicha estabilización en el largo plazo, especialmente cuando se tritura concreto asfáltico o capas estabilizadas, condición que debe garantizarse con un adecuado estudio de laboratorio y con un estricto control de calidad durante la ejecución de la obras, haciéndose cumplir todos los requerimientos de calidad de la base estabilizada, incluido la granulometría y la homogeneidad del proceso constructivo (espesores, humedad, compactación, dosificación de aditivo, etc).
- Se recomienda utilizar la cal como aditivo estabilizante para evitar el problema de grietas por retracción que presenta el cemento. Otras opciones de estabilización pueden ser consideradas, siempre que tengan el debido soporte de laboratorio y que cumplan con los requerimientos estructurales equivalentes a una base estabilizada con cemento tipo BE-35 del CR-77.

12. 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.

13. 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 :

- Cuando se excava hasta el nivel de sub-rasante (reconstrucción total), o cuando se escarifica parcialmente la sub-base existente, debe garantizarse que la sub-rasante esté debidamente compactada y que no existan suelos de mala calidad a ese nivel, en cuyo caso debe hacerse una sustitución de material. Por lo tanto debe preverse un ítem para sustitución y conformación de sub-rasante. Teniendo en cuenta que en algunos sondeos se detectó arcilla expansiva en la sub-rasante, se debe mantenerse una rigurosa vigilancia durante el proceso constructivo para sustituir estos materiales por otros de aceptable calidad.

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

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

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

8. ESPECIFICACIONES ESPECIALES

La sub-rasante

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

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

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

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

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

La sub-base

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

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

La base estabilizada

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

- Debe tener una resistencia a la compresión simple equivalente al de una base tipo BE-35, según establece el CR-77.
- Debe compactarse a una densidad mayor al 98% del proctor modificado.
- Los agregados deben ser no degradables y deben hacerse los análisis de laboratorio que así lo demuestren.
- El diseño en laboratorio de la estabilización debe garantizar su comportamiento en el largo plazo.
- Debe tener un módulo resiliente mayor a 20000 kg/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).

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

Capa de rodamiento

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

- 80% de las partículas (agregado grueso) con 2 o más caras fracturadas.
- Índice de abrasión de Los Angeles menor de 35.
- Vacíos en el agregado mineral (VMA) mayor a 13%.
- Equivalente de arena mayor a 50.

Asfalto : debe cumplir con la normativa nacional vigente.

Disposiciones Adicionales

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

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

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

- Las tolerancias máximas permisibles en la granulometría de la mezcla, respecto a las cantidades establecidas en el diseño de mezcla, son las siguientes:

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

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

c- En la malla N° 100 : $\pm 3.0\%$.

d- En la malla N° 200 : $\pm 2.0\%$.

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

ANEXO 1**ESTIMACION DE CARGAS POR EJE EN LAS ESTACIONES DE CONTEO**

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A1

TABLA #1.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A1 =HATILLO 7		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	586	
1999		615
2000		646
2001		678
2002		712
2003		748
2004		785
2005		825
2006		866
2007		909
2008		955
2009		1002
2010		1052
SUMATORIA		9794

TABLA #1.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
77.5	3.5	15	4

TABLA #1.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.39E+03	6.26E+04	1.88E+04	8.22E+04	1.65E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A1

TABLA #2.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A1 =HATILLO 7		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	586	
1999		615
2000		646
2001		678
2002		712
2003		748
2004		785
2005		825
2006		866
2007		909
2008		955
2009		1002
2010		1052
SUMATORIA		9794

TABLA #2.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
78	5	12	5

TABLA #2.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.39E+03	8.94E+04	1.50E+04	1.03E+05	2.09E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA #3.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A2= HATILLO 8		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	2317	
1999		2433
2000		2554
2001		2682
2002		2816
2003		2957
2004		3105
2005		3260
2006		3423
2007		3594
2008		3774
2009		3963
2010		4161
SUMATORIA		38724

TABLA #3.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
82	4	8	6

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	5.80E+03	2.83E+05	3.96E+04	4.88E+05	8.16E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA #4.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A2= HATILLO 8		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	2317	
1999		2433
2000		2554
2001		2682
2002		2816
2003		2957
2004		3105
2005		3260
2006		3423
2007		3594
2008		3774
2009		3963
2010		4161
SUMATORIA		38724

TABLA #4.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
79	6	7	8

TABLA #4.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	5.58E+03	4.24E+05	3.46E+04	6.50E+05	1.11E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA #5.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A2 = HATILLO 8-2		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	2049	
1999		2151
2000		2259
2001		2372
2002		2491
2003		2615
2004		2746
2005		2883
2006		3027
2007		3179
2008		3338
2009		3504
2010		3680
SUMATORIA		34245

TABLA #5.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
80.5	5	10	4.5

TABLA #5.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	5.03E+03	3.12E+05	4.37E+04	3.23E+05	6.85E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A2

TABLA # 6.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A2 = HATILLO 8-2		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	2049	
1999		2151
2000		2259
2001		2372
2002		2491
2003		2615
2004		2746
2005		2883
2006		3027
2007		3179
2008		3338
2009		3504
2010		3680
SUMATORIA		34245

TABLA #6.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
76	6.5	12	5.5

TABLA #6.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	4.75E+03	4.06E+05	5.25E+04	3.95E+05	8.59E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A3

TABLA #7.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A3= HATILLO 2		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	5414	
1999		5685
2000		5969
2001		6267
2002		6581
2003		6910
2004		7255
2005		7618
2006		7999
2007		8399
2008		8819
2009		9260
2010		9723
SUMATORIA		90484

TABLA #7.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
76.5	5.5	15	3

TABLA #7.3 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	1.26E+04	9.08E+05	1.73E+05	5.70E+05	1.66E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A3

TABLA #8.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A3= HATILLO 2		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	5414	
1999		5685
2000		5969
2001		6267
2002		6581
2003		6910
2004		7255
2005		7618
2006		7999
2007		8399
2008		8819
2009		9260
2010		9723
SUMATORIA		90484

TABLA #8.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
76	7	12	5

TABLA #8.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	1.26E+04	1.16E+06	1.39E+05	9.50E+05	2.26E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A4

TABLA #9.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A4 =MAS X MENOS		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	9415	
1999		9886
2000		10380
2001		10899
2002		11444
2003		12017
2004		12617
2005		13248
2006		13911
2007		14606
2008		15337
2009		16103
2010		16909
SUMATORIA		157358

TABLA #9.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
87	5.5	3.5	4

TABLA #9.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	2.50E+04	1.58E+06	7.04E+04	1.32E+06	3.00E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A4

TABLA # 10.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A4 =MAS X MENOS		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	9415	
1999		9886
2000		10380
2001		10899
2002		11444
2003		12017
2004		12617
2005		13248
2006		13911
2007		14606
2008		15337
2009		16103
2010		16909
SUMATORIA		157358

TABLA #10.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
83.5	6.5	4.5	5.5

TABLA #10.3 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	2.40E+04	1.87E+06	9.05E+04	1.82E+06	3.80E+06

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A5

TABLA #11.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A5 =SEMAFOROS OESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	2136	
1999		2243
2000		2355
2001		2473
2002		2596
2003		2726
2004		2862
2005		3006
2006		3156
2007		3314
2008		3479
2009		3653
2010		3836
SUMATORIA		35699

TABLA #11.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
78.5	3.5	15	3

TABLA #11.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	5.11E+03	2.28E+05	6.84E+04	2.25E+05	5.26E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A5

TABLA #12.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A5 =SEMAFOROS OESTE		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	2136	
1999		2243
2000		2355
2001		2473
2002		2596
2003		2726
2004		2862
2005		3006
2006		3156
2007		3314
2008		3479
2009		3653
2010		3836
SUMATORIA		35699

TABLA #12.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
78	5	12	5

TABLA #12.3 EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISENO, SEGUN TIPO DE VEHICULO

FACTOR CAMION	0.001	1	0.07	1.15	
TIPO VEHICULO	LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS	TOTAL
EJES EQUIVALENTES	5.08E+03	3.26E+05	5.47E+04	3.75E+05	7.60E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A6

TABLA #13.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A6= TAQUERIA COSTA RICA		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	1169	
1999		1227
2000		1289
2001		1353
2002		1421
2003		1492
2004		1567
2005		1645
2006		1727
2007		1814
2008		1904
2009		1999
2010		2099
SUMATORIA		19537

TABLA #13.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
76.5	3.5	15	5

TABLA #13.3 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	2.73E+03	1.25E+05	3.74E+04	2.05E+05	3.70E+05

PROYECTO : MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

PAVIMENTO FLEXIBLE : RUTA A6

TABLA #14.1 RANGO PROBLABLE DE CRECIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR

A6= TAQUERIA COSTA RICA		Cap. Máxima
TPD		
ANO		5%
1998	1169	
1999		1227
2000		1289
2001		1353
2002		1421
2003		1492
2004		1567
2005		1645
2006		1727
2007		1814
2008		1904
2009		1999
2010		2099
SUMATORIA		19537

TABLA #14.2 COMPOSICION VEHICULAR

LIVIANOS	BUSES	CL	PESADOS
77	5	12	6

TABLA #14.3 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	2.75E+03	1.78E+05	3.00E+04	2.46E+05	4.57E+05

ANEXO 2**SECCIONES TRANSVERSALES TIPICAS 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: HATILLO

TRAMO : A1

MUESTRA : H7

FECHA : 21-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
7.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
12.0	BASE	Lastre gris, muy compactado. Tamaño máximo = 3.75cm (1.5") Material = No plástico GRANUL. (%PAS) #4 = 71,6 #40 = 36,8 #200 = 14,5
45.0	SUB-BASE	Lastre gris compactado, aparente ligera contaminación de finos plásticos. Tamaño máximo = 10.0 cm (4")
	SUB-RASANTE	Arcilla de plasticidad media, color café claro. LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 2.4% CBR sitio > 7% LL = 52,5 #4 = 97,1 LP = 25,2 #40 = 92,4 IP = 27,3 #200 = 83,8

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: HATILLO

TRAMO : A1

MUESTRA : X63

FECHA : 22-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
6.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
22.0	BASE	Lastre gris medianamente compactado. Tamaño máximo = 6.25cm (2.5")
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Arcilla de alta plasticidad, color café con vetas negruzcas. CBR sitio = 3%

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

DESCRIPCION DE LAS CAPAS
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: HATILLO

TRAMO : A2

MUESTRA : H1

FECHA : 22-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado
12.5	BASE	Estabilizada, agrietada
17.5	SUB-BASE	<p>Lastre color gris - café medianamente compactado. Tamaño máximo = 11,25 cm (4.5").</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS)</p> <p>LL = 33,7 #4 = 69,6 LP = 25,3 #40 = 45,4 IP = 8,4 #200 = 33,0</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla color café claro.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 4.5% CBR sitio = 3.2%</p> <p>LL = 42,7 #4 = 97,6 LP = 24,9 #40 = 87,6 IP = 17,8 #200 = 76,1</p>

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

DESCRIPCION DE LAS CAPAS
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: HATILLO

TRAMO : A2

MUESTRA : H8

FECHA : 22-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
3.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
14.5	BASE	Estabilizada, agrietada
25.0	SUB-BASE	Material fino color gris y compactado. Tamaño máximo = 6,25 cm (2,5"). Material = No plástico <div style="text-align: center;"> GRANUL. (%PAS) #4 = 69,9 #40 = 39,7 #200 = 20,8 </div>
	SUB-RASANTE	Arcilla café, de plasticidad media. <div style="text-align: center;"> LIMITES LL = 41,3 LP = 22,7 IP = 18,5 </div> <div style="text-align: right;"> CBR Lab= 4.2% CBR sitio = 5.5% </div>

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: HATILLO

TRAMO : A3

MUESTRA : H3

FECHA : 22-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
10.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado
10.0	BASE	Estabilizada, agrietada
11.0	SUB-BASE	<p>Lastre gris, ligeramente café, aparente presencia de finos arcillosos, y medianamente compactado. Tamaño máximo = 7,5cm (3"). Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS)</p> <p style="text-align: center;">#4 = 65,2 #40 = 39,1 #200 = 24,3</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla limosa de color café, plasticidad media.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 3.1% CBR sitio > 7%</p> <p>LL = 52,5 #4 = 99,8 LP = 28,8 #40 = 96,9 IP = 23,6 #200 = 82,8</p>

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

DESCRIPCION DE LAS CAPAS
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: HATILLO

TRAMO : A4

MUESTRA : H4

FECHA : 22-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, muy agrietado
7.0	BASE	Estabilizada, agrietada
26.0	SUB-BASE	<p>Lastre color café claro a gris, aparente contaminación de finos arcillosos y medianamente compactado. Tamaño máximo = 7,5cm (3,0"). Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS) #4 = 66,0 #40 = 36,5 #200 = 22,9</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla expansiva de color gris, de alta plasticidad.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 1.45% CBR sitio < 2%</p> <p>LL = 90,9 #4 = 100 LP = 20,5 #40 = 98,7 IP = 70,4 #200 = 93,2</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: HATILLO

TRAMO : A4

MUESTRA : X13

FECHA : 22-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
9.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
28.0	BASE	Lastre gris fino, ligera contaminación con arcilla, medianamente compactado. Tamaño máximo = 5.0 cm (2.0")
0.0	SUB-BASE	NO EXISTE
	SUB-RASANTE	Arcilla gris de alta plasticidad. CBR sitio < 2%

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

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

ZONA: HATILLO
Carrilera

TRAMO: A5

MUESTRA : H6
Sondeo:

FECHA : 22-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
4.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
5.5	BASE	Estabilizada, agrietada
32.0	SUB-BASE	<p>Lastre fino, color gris claro y compactado. Tamaño máximo = 7,5 cm (3"). Material = No plástico</p> <p style="text-align: center;">GRANUL. (%PAS) #4 = 59,6 #40 = 34,8 #200 = 21,3</p>
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla expansiva de color gris, de alta plasticidad.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR Lab= 1.3% CBR sitio < 2%</p> <p>LL = 93,0 #4 = 100 LP = 20,6 #40 = 98,5 IP = 72,4 #200 = 93,4</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: HATILLO

TRAMO : A5

MUESTRA : X65

FECHA : 22-10-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.0	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
10.0	BASE	Estabilizada, agrietada
17.0	SUB-BASE	Lastre gris compactado. Tamaño máximo = 11.25cm (4.5")
	SUB-RASANTE	Arcilla de alta plasticidad, color café con vetas grices. CBR sitio = 5.3%

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

DESCRIPCION DE LAS CAPAS
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EXISTENTE

ZONA: HATILLO

TRAMO : A6

MUESTRA : H5

FECHA : 23-4-97

ESPESOR (cm)	CAPA	DESCRIPCION
5.5	PAVIMENTO	Concreto asfáltico, agrietado
8.5	BASE	<p>Lastre café claro, medianamente compactado. Tamaño máximo = 12,5cm (5").</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS)</p> <p>LL = 37,2 #4 = 38,9 LP = 32,3 #40 = 18,5 IP = 5,0 #200 = 11,9</p>
24.0	SUB-BASE	Material arcilloso de alta plasticidad, revuelto con lastre, predomina la arcilla y medianamente compactado.
	SUB-RASANTE	<p>Arcilla expansiva de color gris con vetas color café, de alta plasticidad.</p> <p style="text-align: center;">LIMITES GRANUL. (%PAS) CBR sitio < 2%</p> <p>LL = 76,7 #4 = 99,6 LP = 26,8 #40 = 96,5 IP = 49,9 #200 = 89,9</p>

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 9 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

A-1

HUECO: H7

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

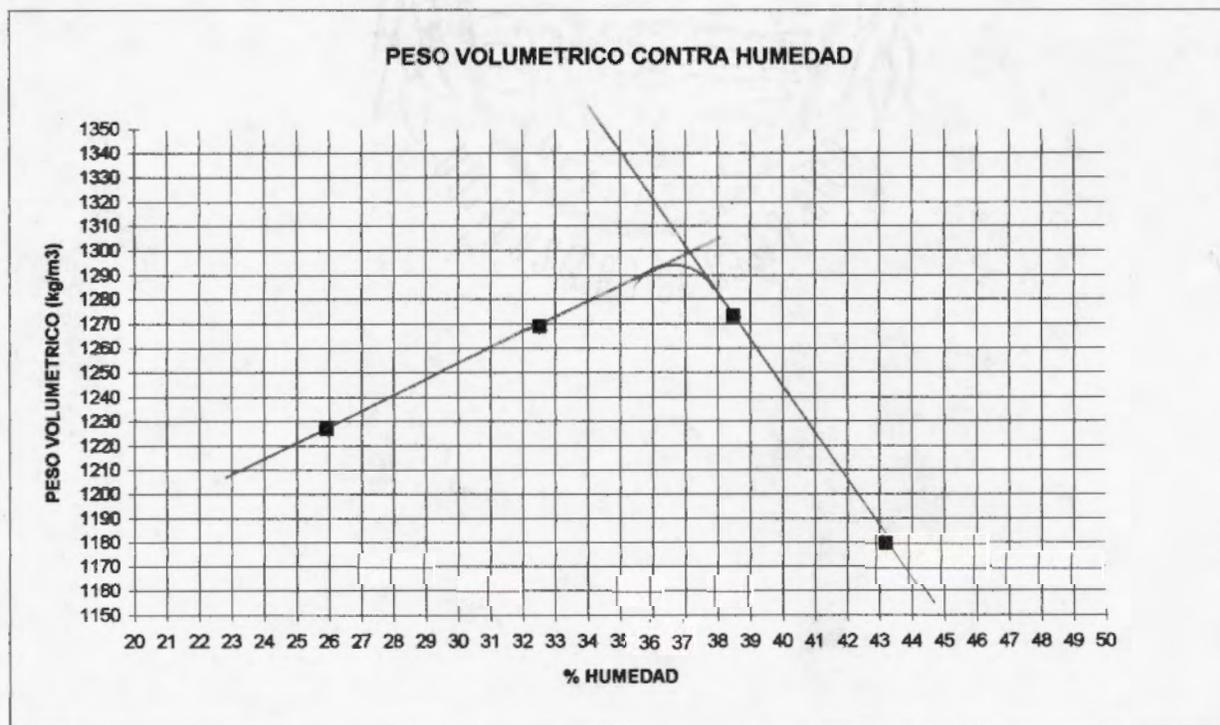
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5799	5876	5808	5670			
P molde	4211	4211	4211	4211			
Ww	1588	1665	1597	1459			
δ_w	1682	1763	1691	1545			
δ_s	1269	1273	1180	1227			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	7	22	16	9
Ww + Wc	468,6	531,6	530,9	409,3
Ws + Wc	384,8	413,4	408,2	351,2
Ww	83,8	118,2	122,7	58,1
Wc	127,2	106,4	124,9	127,3
Ws	257,6	307,0	283,3	223,9
%W	32,5	38,5	43,3	25,9

$$\delta_{max} = 1295 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 36.5 \%$$



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: 13 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: A - 1 HUECO: #7
LOCALIZACION: SUBRASANTE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE CLARO

$\delta m = 1295$ $W_o = 36,5 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10906												
56	B	7200	3706	1758	1294	99,9	24	284,5	236,4	105,2		48,1	131,2	36,7
		10543												
28	21	7141	3402	1608	1183	91,4	4	288,9	247,2	125,3		41,7	121,9	34,2
		10297												
14	32	7220	3077	1452	1069	82,5	28	311,8	255,7	103,4		56,0	152,3	36,8
														35,9

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
B	8-may	1:00	310,00	380,00	401,00	-	422,00	22,58	29,35	-	36,13
21	8-may	1:00	374,00	451,00	451,00	-	458,00	20,59	20,59	-	22,46
32	8-may	1:00	326,00	368,00	368,00	-	369,00	12,88	12,88	-	13,19

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	5,0	8,5	11,0	12,0	14,0	15,0	17,0	19,0	20,0	21,0
B	0,06	1,24	2,066	2,656	2,892	3,364	3,6	4,072	4,544	4,78	5,016
	0,0	2,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	8,5	9,0	9,5
21	0,06	0,65	1,004	1,122	1,24	1,476	1,712	1,948	2,066	2,184	2,302
	0,0	1,5	2,5	2,5	2,8	3,0	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5
32	0,06	0,414	0,65	0,65	0,709	0,768	0,886	0,945	1,004	1,063	1,122

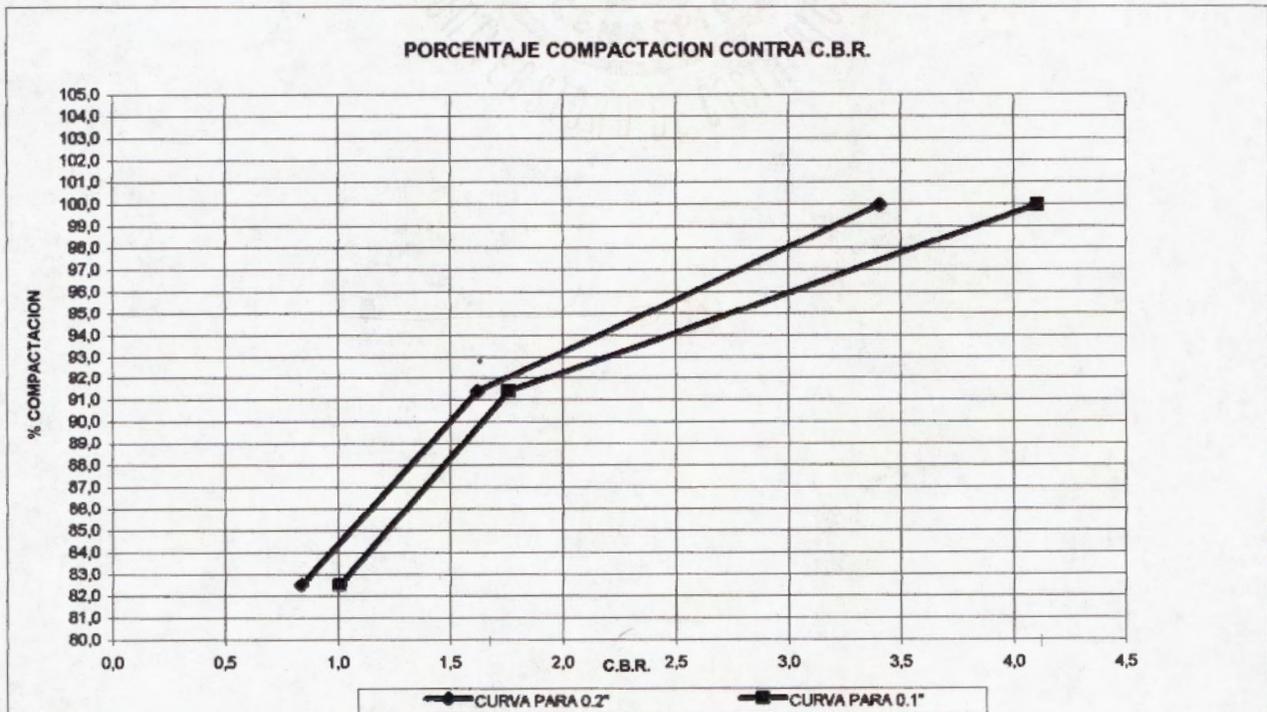
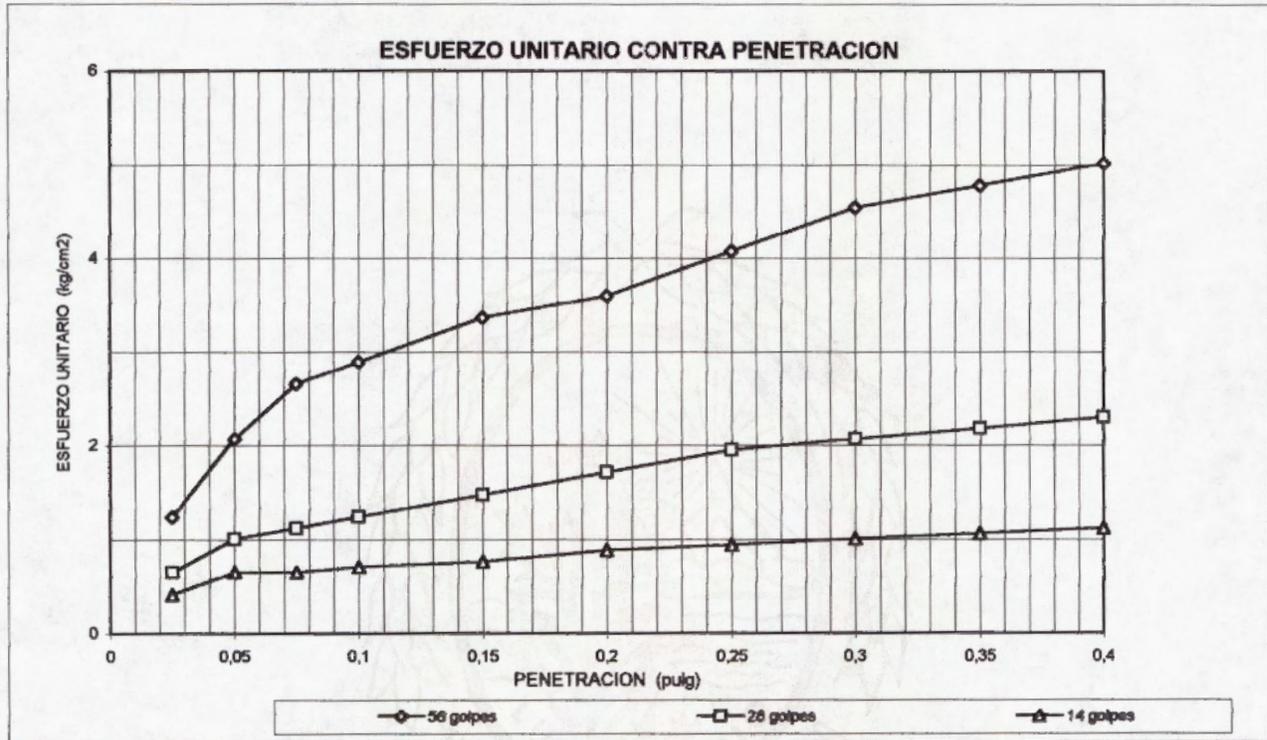
No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	2,89	3,60	99,9	4,11	3,41
28	1,24	1,71	91,4	1,76	1,62
14	0,71	0,89	82,5	1,01	0,84

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-1 HUECO: #7
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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: ARCILLA CAFE CLARO
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: A-2 HUECO # 1 PRUEBA: PROCTOR

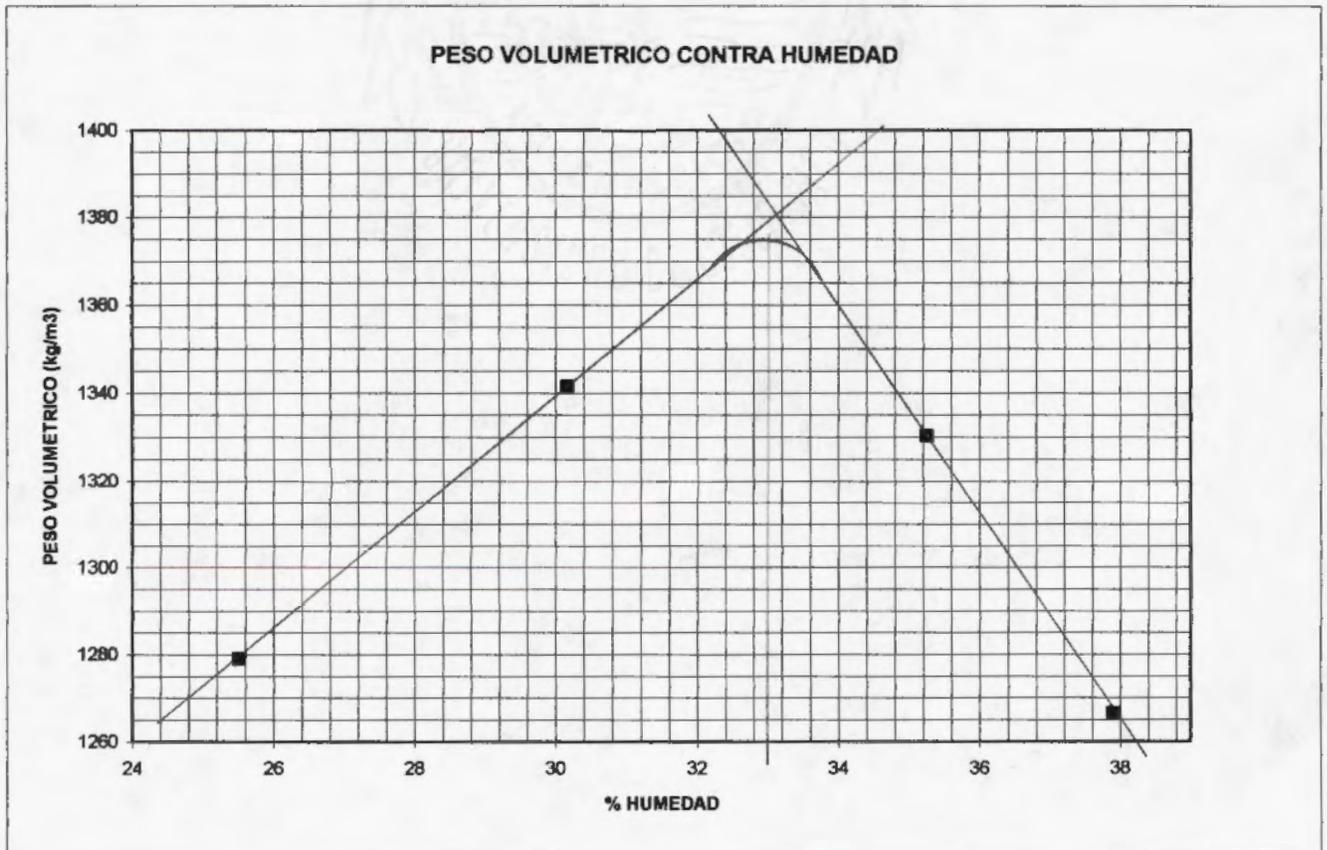
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5530	5731	5864	5914	5864		
P molde	4215	4215	4215	4215	4215		
Ww	1315	1516	1649	1699	1649		
δ w	1393	1605	1746	1799	1746		
δ s	1142	1279	1342	1330	1266		

$\gamma_{m\acute{a}x} = 1376 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 33\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	11	54	69	81	12
Ww + Wc	189,9	264,4	368,1	366,0	412,3
Ws + Wc	162,8	218,7	306,2	301,1	332,7
Ww	27,0	45,7	61,9	64,9	79,6
Wc	39,5	39,8	101,1	117,0	122,7
Ws	123,3	178,9	205,1	184,1	210,0
%W	21,9	25,5	30,2	35,3	37,9



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 13 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: A - 2 HUECO: 1

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE CLARO

$\delta_m = 1376$

W_o: 33 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	W _s + C	Wc	e	Ww	W _s	%W
		10990												
56	1	7135	3855	1820	1373	99,8	11	249,6	198,2	39,5		51,4	158,7	32,4
		10833												
28	22	7167	3666	1745	1317	95,7	54	250,2	205,0	39,6		53,2	165,2	32,2
		10690												
14	34	7307	3383	1607	1213	88,1	26	367,6	308,1	127,0		59,5	181,1	32,8
														32,5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			L _o	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
1	8-may	3:45	323,00	336,00	337,00	-	338,00	4,02	4,33	-	4,64
22	8-may	3:45	315,00	325,00	327,50	-	329,00	3,17	3,97	-	4,44
34	8-may	3:45	276,00	284,00	284,00	-	284,00	2,90	2,90	-	2,90

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

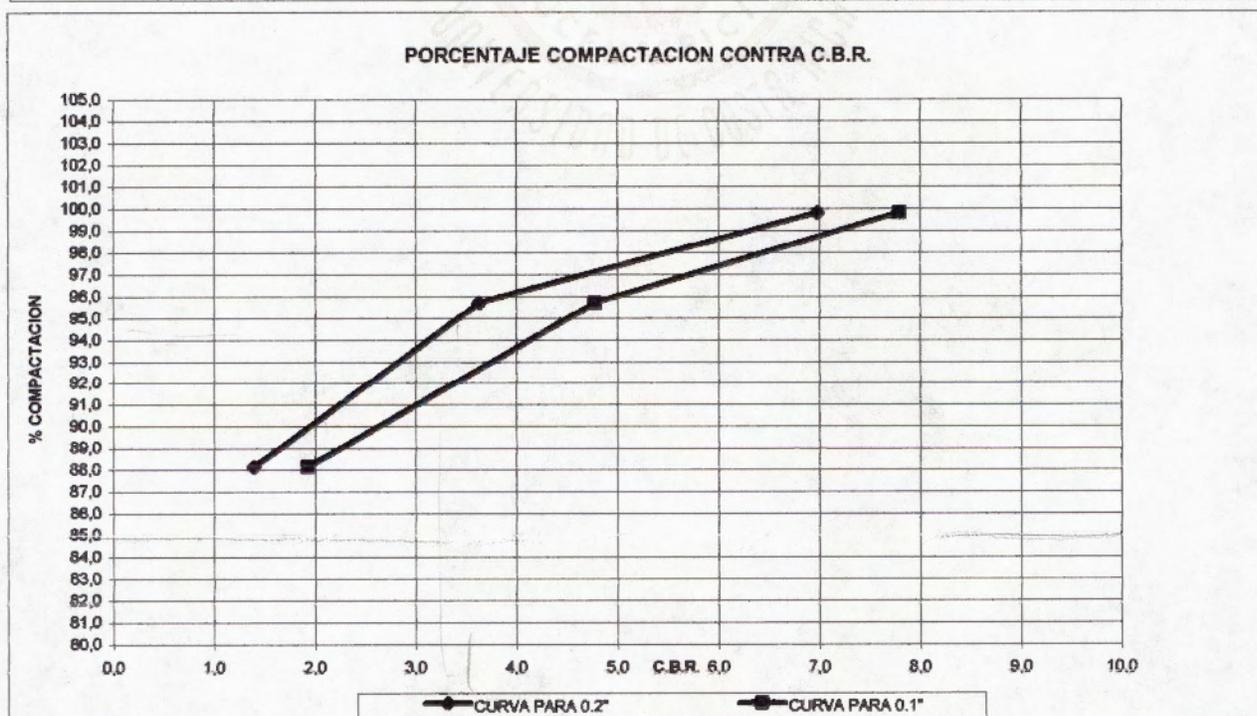
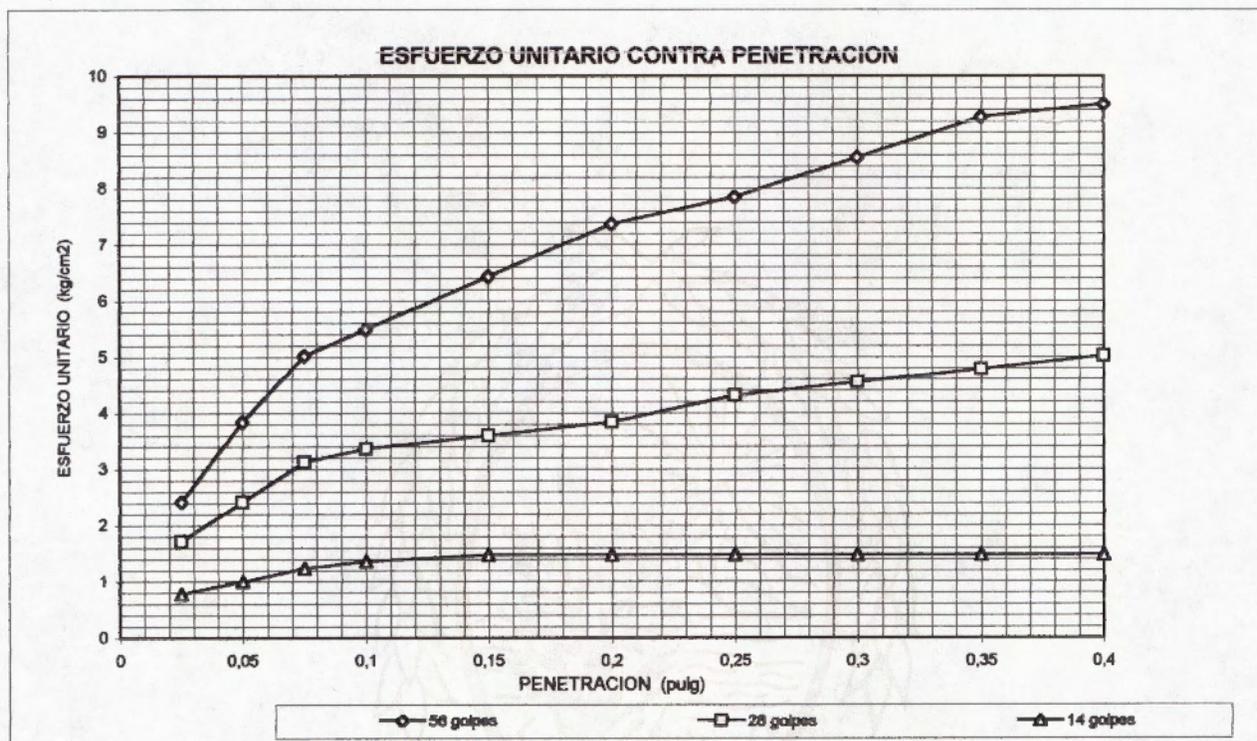
MOLDE	L _o	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	10,0	16,0	21,0	23,0	27,0	31,0	33,0	36,0	39,0	40,0
1	0,06	2,42	3,836	5,016	5,488	6,432	7,376	7,848	8,556	9,264	9,5
	0,0	7,0	10,0	13,0	14,0	15,0	16,0	18,0	19,0	20,0	21,0
22	0,06	1,712	2,42	3,128	3,384	3,6	3,836	4,308	4,544	4,78	5,016
	0,0	3,0	4,0	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
34	0,06	0,768	1,004	1,24	1,358	1,476	1,476	1,476	1,476	1,476	1,476

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	5,49	7,38	99,8	7,80	6,98
28	3,36	3,84	95,7	4,78	3,63
14	1,36	1,48	88,1	1,33	1,40

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: ARCILLA CAFE CLARO
 MUESTRA No: A-2 HUECO: 1
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 7 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: A - 2 HUECO # 8

PRUEBA: PROCTOR

COMPACTACION

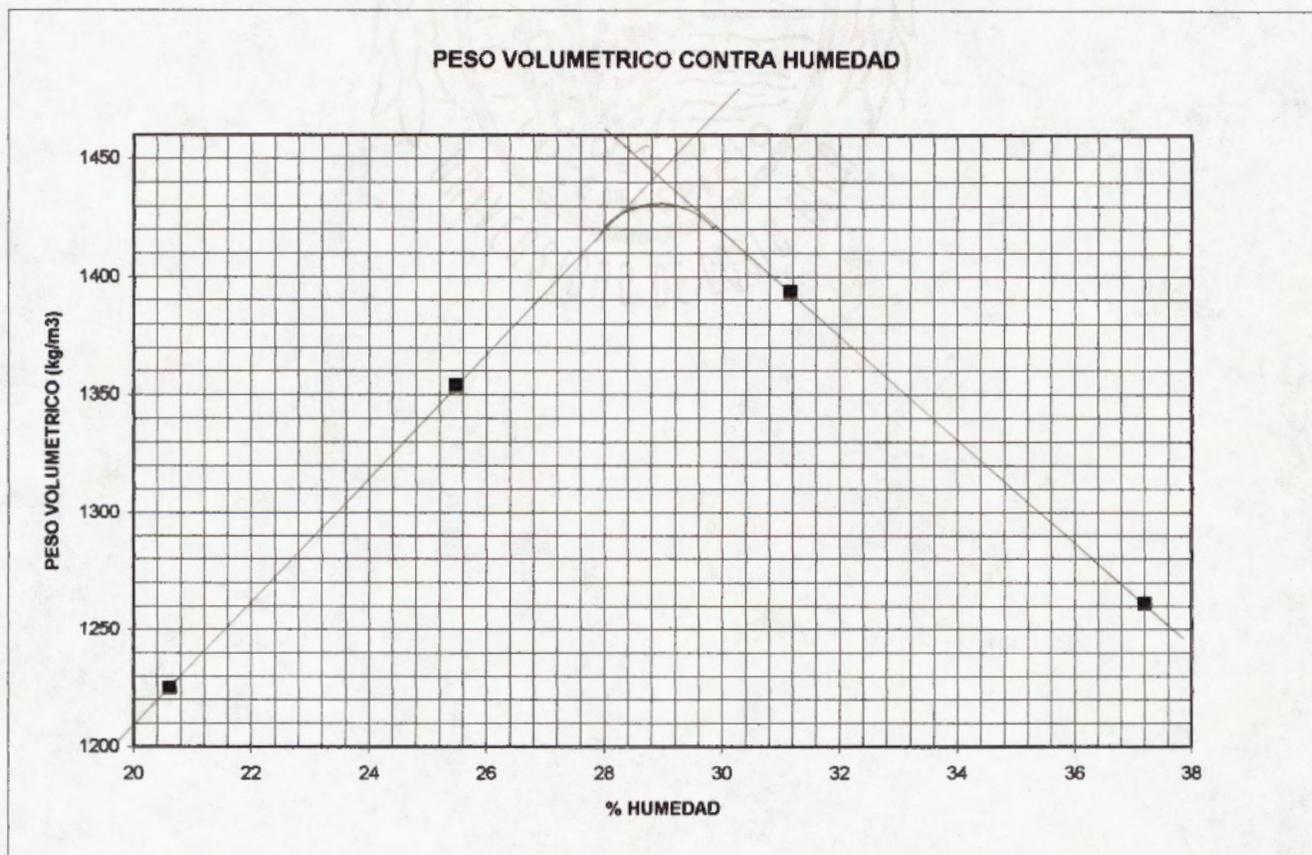
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5614	5823	5945	5853			
P molde	4219	4219	4219	4219			
Ww	1395	1604	1726	1634			
δw	1477	1699	1828	1730			
δs	1225	1354	1394	1261			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	26	3	42	25
Ww + Wc	448,2	480,6	491,2	586,3
Ws + Wc	393,3	404,6	403,1	459,1
Ww	54,9	76,0	88,1	127,2
Wc	127,0	106,4	120,4	117,2
Ws	266,3	298,2	282,7	341,9
%W	20,6	25,5	31,2	37,2

$$\delta_{max} = 1430 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{opt} = 29\%$$



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: A 2 HUECO: # 8

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA CAFE OSCURO

$\delta_m = 1430$

W_o: 29 %

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
		11166												
56	3	7227	3939	1851	1416	99.0	52	231.1	186.3	38.2		44.8	148.1	30.3
		10955												
28	8	7156	3799	1784	1365	95.4	46	191.1	154.9	37.7		36.2	117.2	30.9
		10857												
14	14	7177	3680	1740	1331	93.1	12	314.8	269.3	122.7		45.5	146.6	31.0
														30.7

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			L _o	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
3	6-may	2:00	412.00	418.00	420.00	420.00	420.00	1.46	1.94	1.94	1.94
8	6-may	2:00	288.00	294.00	298.00	299.00	299.00	2.08	3.47	3.82	3.82
14	6-may	2:00	286.00	293.00	297.00	297.00	297.00	2.45	3.85	3.85	3.85

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

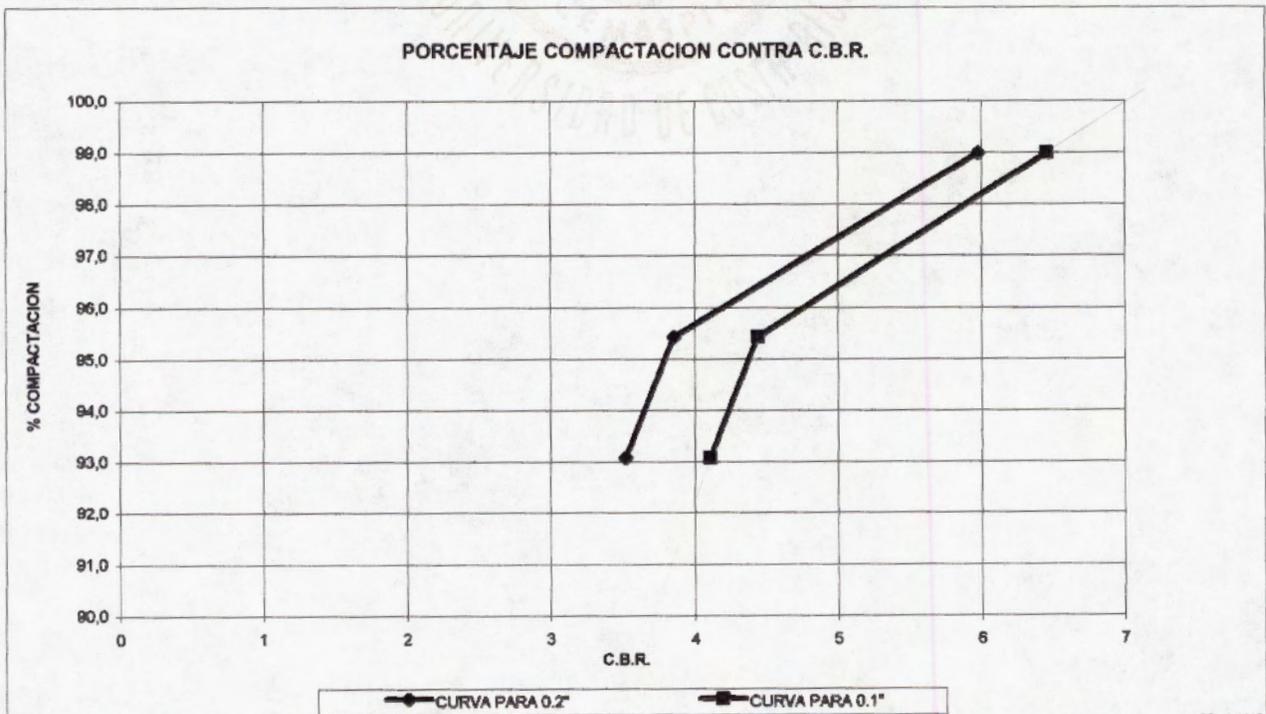
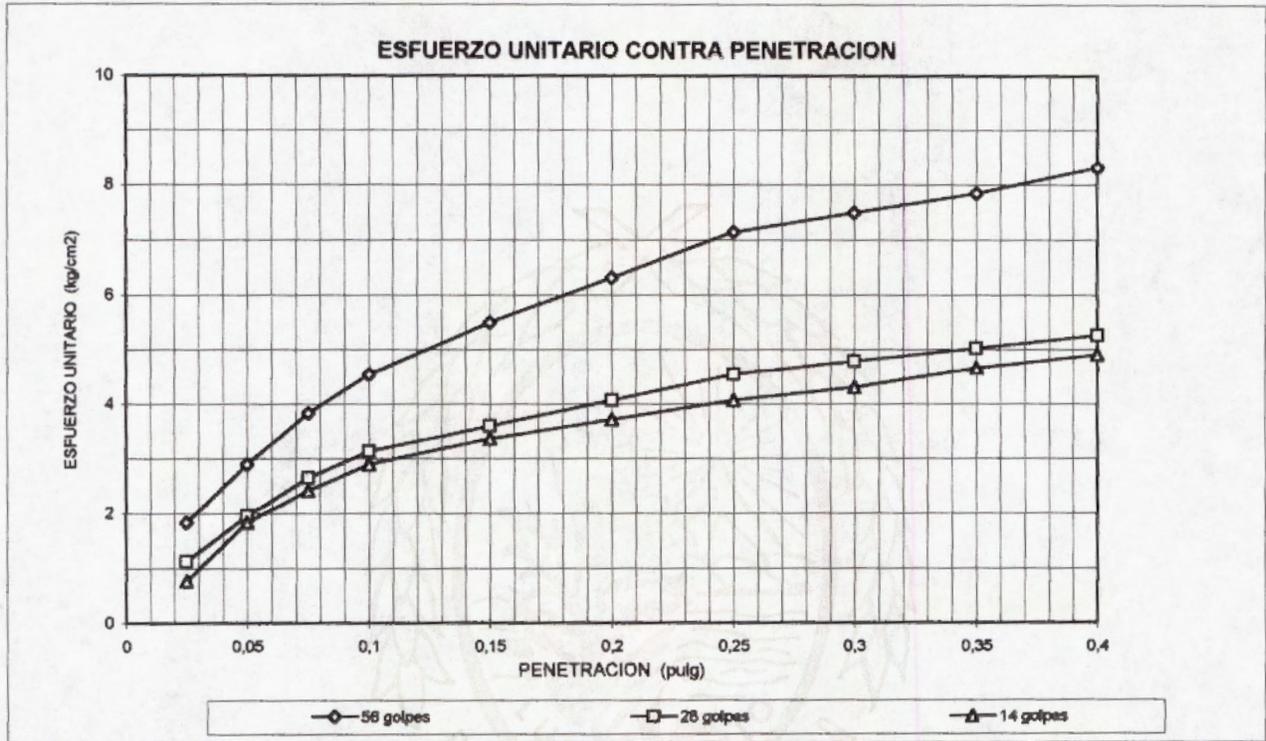
MOLDE	L _o	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	7.5	12.0	16.0	19.0	23.0	26.5	30.0	31.5	33.0	35.0
3	0.06	1.83	2.892	3.836	4.544	5.488	6.314	7.14	7.494	7.848	8.32
	0.0	4.5	8.0	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0	20.0	21.0	22.0
8	0.06	1.122	1.948	2.656	3.128	3.6	4.072	4.544	4.78	5.016	5.252
	0.0	3.0	7.5	10.0	12.0	14.0	15.5	17.0	18.0	19.5	20.5
14	0.06	0.768	1.83	2.42	2.892	3.364	3.718	4.072	4.308	4.662	4.896

No. golpes	CALCULADOS:			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	4,54	6,31	99,0	6,45	5,98
28	3,13	4,07	95,4	4,44	3,86
14	2,88	3,72	93,1	4,11	3,52

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: ARCILLA CAFE OSCURO
 MUESTRA No: A 2 HUECO: # 8
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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:

SUBRASANTE
 A-3 HUECO 3

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

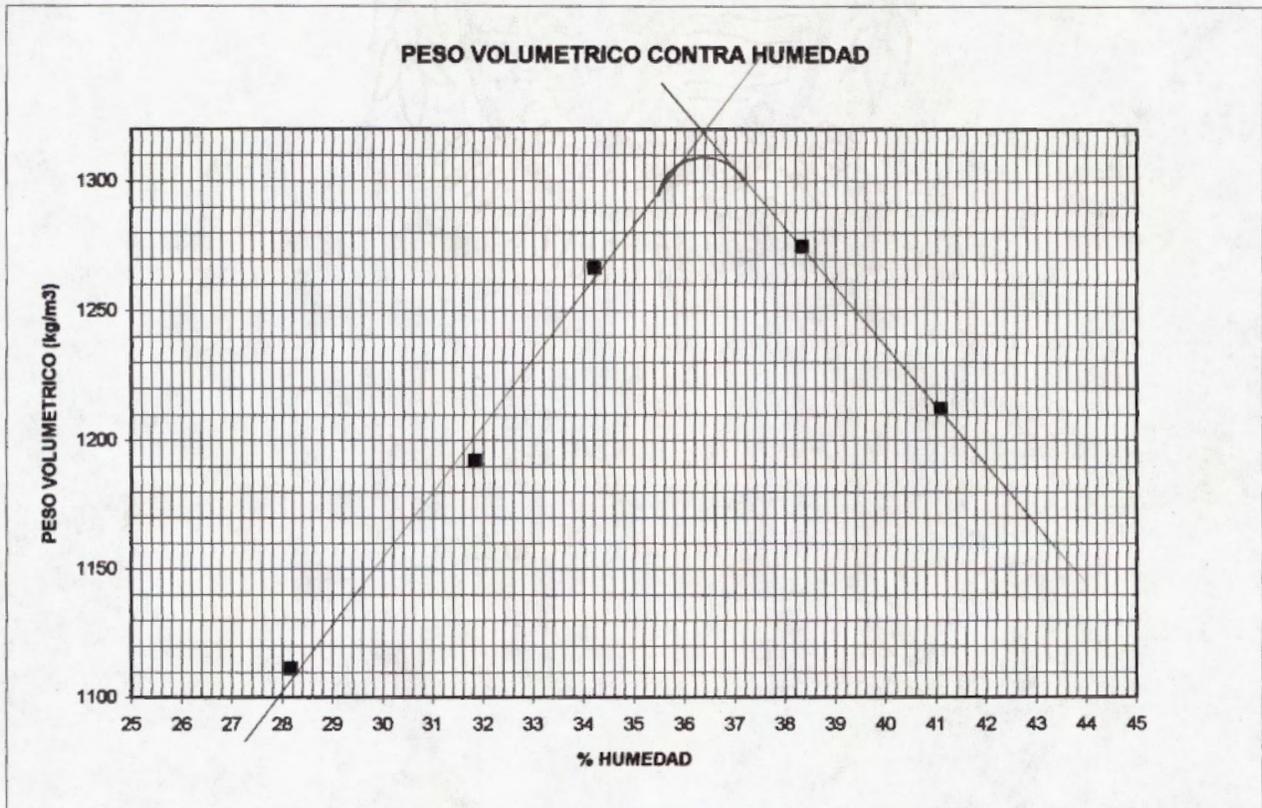
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5560	5699	5820	5880	5830		
P molde	4215	4215	4215	4215	4215		
Ww	1345	1484	1605	1665	1615		
δ w	1424	1572	1700	1763	1710		
δ s	1111	1192	1266	1275	1212		

$\rho_{max} = 1310 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 36.4 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	3	47	50	45	12
Ww + Wc	292,5	239,4	226,9	307,2	358,9
Ws + Wc	251,6	190,8	179,1	249,0	290,1
Ww	40,9	48,6	47,8	58,2	68,8
Wc	106,4	38,2	39,4	97,2	122,7
Ws	145,2	152,6	139,7	151,8	167,4
%W	28,2	31,8	34,2	38,3	41,1



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 7 DE ABRIL DE 1997

MUESTRA No: A-3 HUECO: H-3 SUBRASANTE

LOCALIZACION:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

$\delta_m = 1310$ $W_o = 36,4 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X _m	X _s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11084												
56	16	7357	3727	1764	1293	98,7	37	340,8	281,5	118,3		59,2	163,3	36,3
		10742												
28	9	7170	3572	1887	1236	94,4	42	313,5	261,4	120,4		52,1	141,0	36,9
		10533												
14	8	7168	3365	1580	1156	88,4	3	274,6	229,9	106,4		44,7	123,5	36,2 36,5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
16	1-may	2:40	272,00	272,00	283,00	-	286,00	0,00	4,04	-	5,15
9	1-may	2:40	348,00	378,00	371,00	-	371,00	8,62	6,61	-	6,61
8	1-may	2:40	295,00	311,00	303,00	-	304,00	5,42	2,71	-	3,05

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

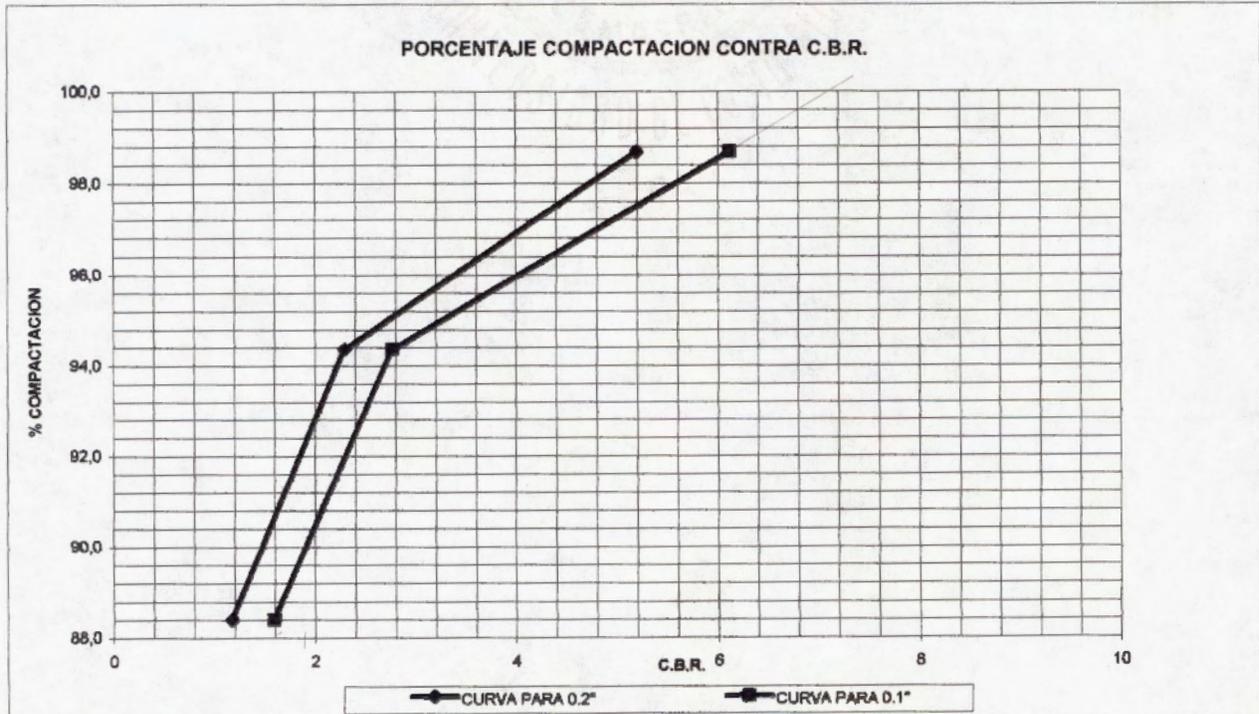
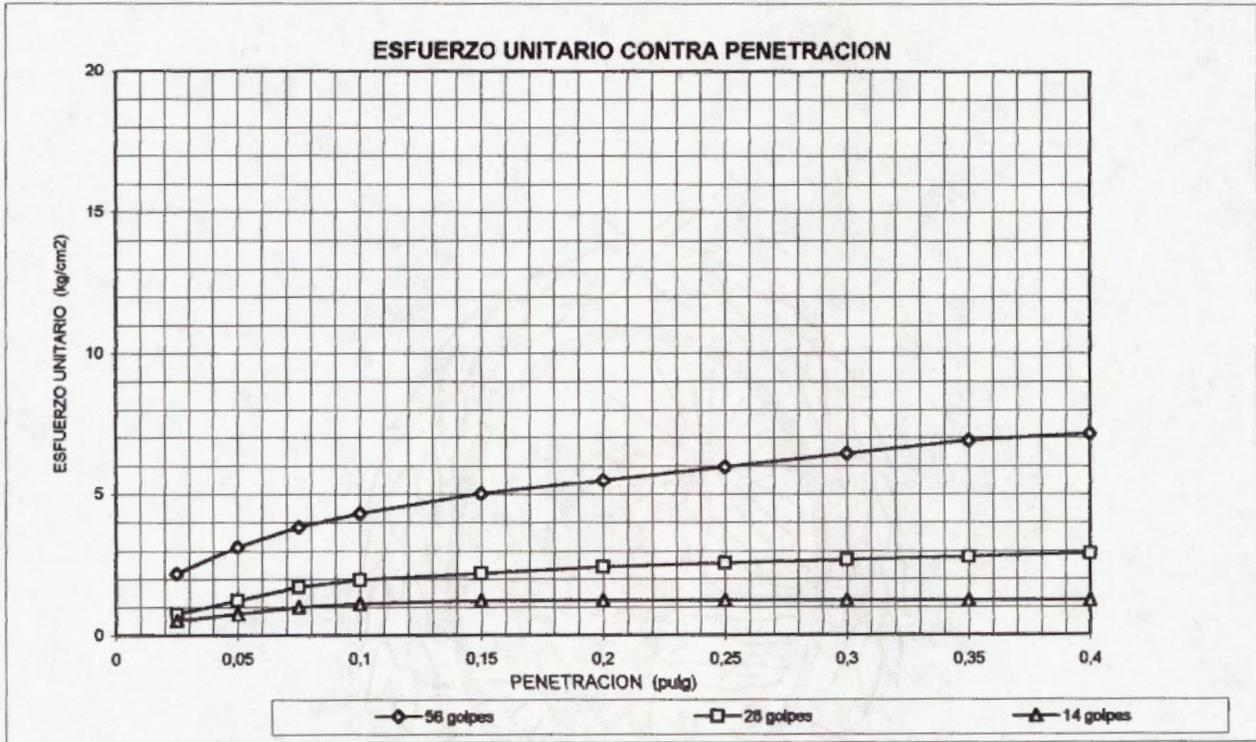
MOLDE	Lo	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	9,0	13,0	16,0	18,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0	30,0
16	0,06	2,184	3,128	3,836	4,308	5,016	5,488	5,96	6,432	6,904	7,14
	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	9,0	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
9	0,06	0,768	1,24	1,712	1,948	2,184	2,42	2,538	2,656	2,774	2,892
	0,0	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
8	0,06	0,532	0,768	1,004	1,122	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	% COMPACT.	0,1	0,2
56	4,31	5,49	98,7	6,12	5,20
28	1,95	2,42	94,4	2,77	2,29
14	1,12	1,24	88,4	1,59	1,17

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 7 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-3 HUECO: H-3
 LOCALIZACION:



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:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBRASANTE

A - 4

HUECO

4

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

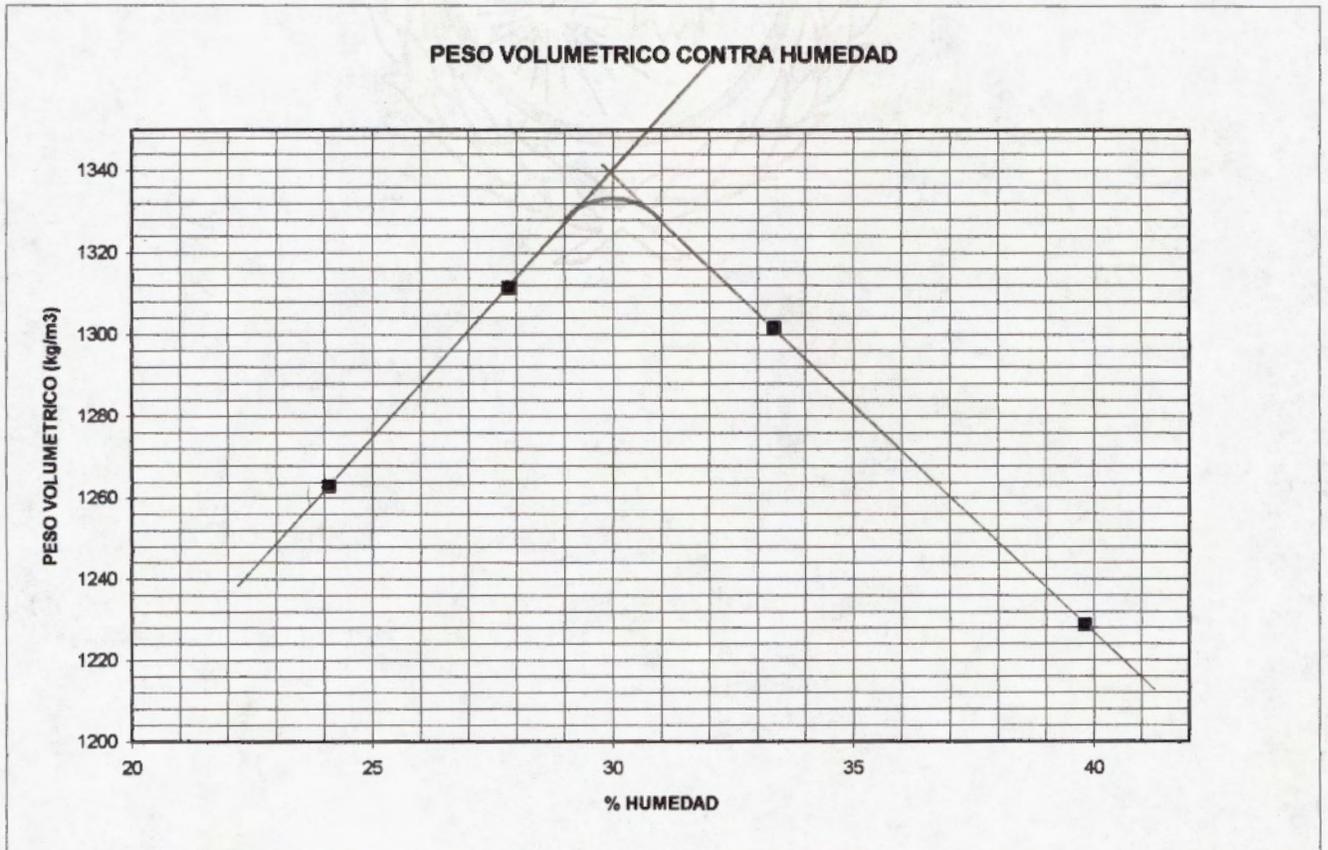
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5699	5802	5858	5841			
P molde	4219	4219	4219	4219			
Ww	1480	1583	1639	1622			
δ w	1567	1676	1736	1718			
δ s	1263	1311	1302	1229			

$\gamma_{max} = 1334 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 30.0\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	41	70	69	38
Ww + Wc	524,5	473,8	465,7	571,4
Ws + Wc	447,5	391,9	374,5	443,8
Ww	77,0	81,9	91,2	127,6
Wc	128,0	97,8	101,1	123,3
Ws	319,5	294,1	273,4	320,5
%W	24,1	27,8	33,4	39,8



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: A - 4 HUECO: 4

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA GRIS MUY PLASTICA

$\delta_m = 1334$ $W_o = 30.0\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	Xm	Xs	%C	CAP.	Ww+C	Ws+C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10858												
56	14	7178	3680	1740	1304	97.8	8	373.3	309.0	117.0		64.3	192.0	33.5
		11859												
28	15E	8396	3463	1630	1222	91.6	3	311.4	259.3	102.5		52.1	156.8	33.2
		12667												
14	12A	9528	3139	1487	1115	83.6	82	342.1	282.7	105.2		59.4	177.5	33.5
														33.4

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	13-may	2:00	332.00	458.00	486.00	489.00	498.00	37.95	46.39	47.29	50.00
15E	13-may	2:00	331.00	472.00	512.00	519.00	548.00	42.60	54.68	56.80	65.56
12A	13-may	2:00	310.00	488.00	522.00	543.00	551.00	57.42	68.39	75.16	77.74

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

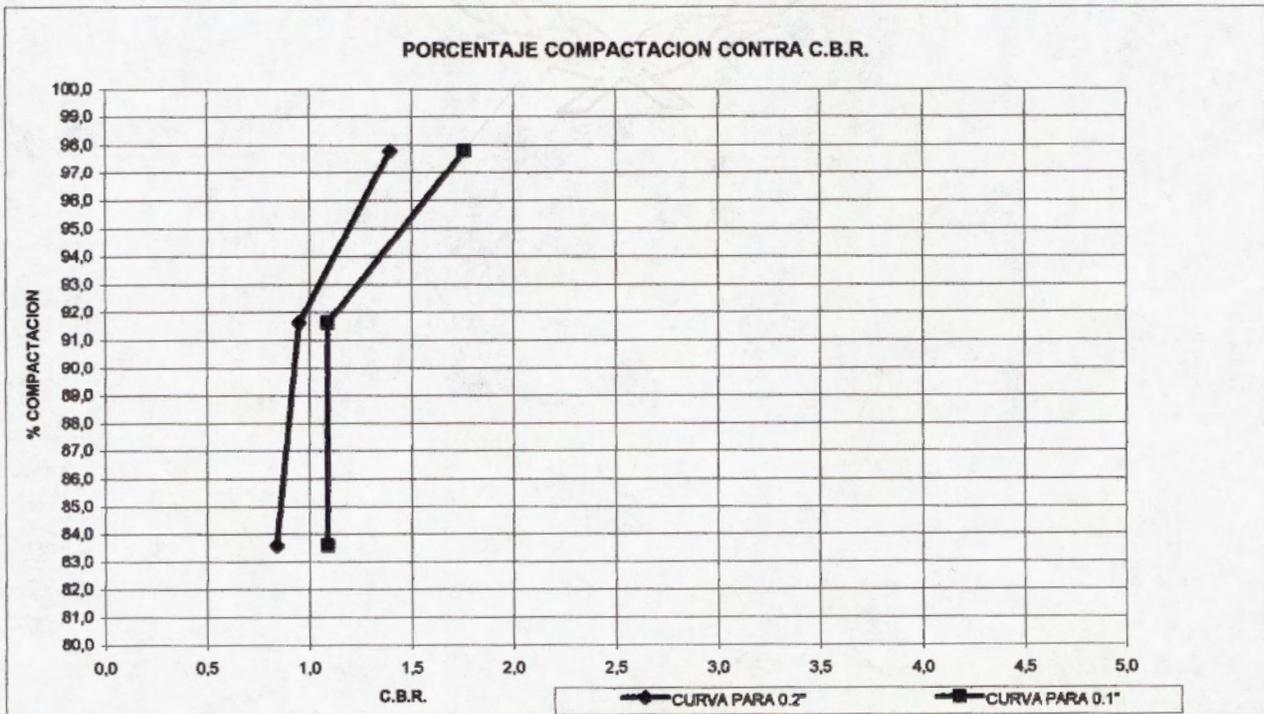
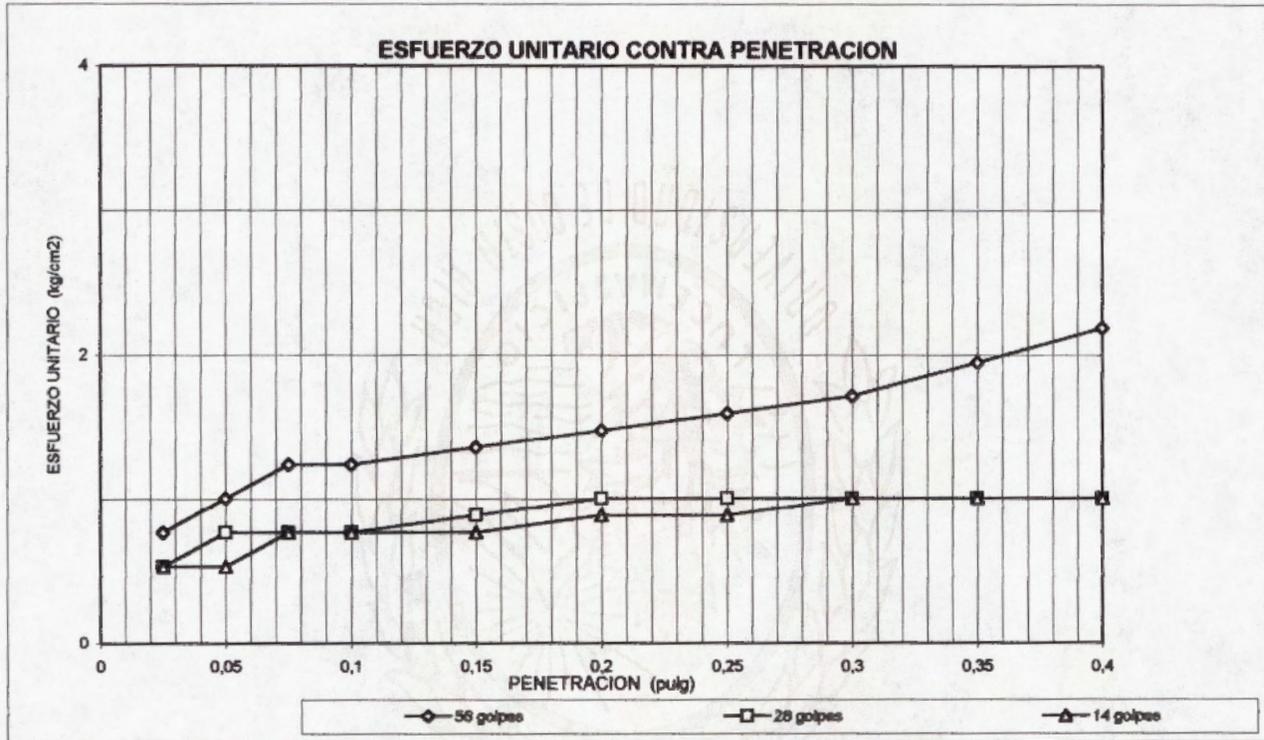
MOLDE	Lo	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	3,0	4,0	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
14	0,06	0,768	1,004	1,24	1,24	1,358	1,476	1,594	1,712	1,948	2,184
	0,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
15E	0,06	0,532	0,768	0,768	0,768	0,886	1,004	1,004	1,004	1,004	1,004
	0,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0
12A	0,06	0,532	0,532	0,768	0,768	0,768	0,886	0,886	1,004	1,004	1,004

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	1,24	1,48	97,8	1,76	1,40
28	0,77	1,00	91,6	1,09	0,95
14	0,77	0,89	83,6	1,09	0,84

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: ARCILLA GRIS MUY PLASTICA
 MUESTRA No: A - 4 HUECO: 4
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 9 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLA COLOR VERDE GRISACEA
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: A-5 HUECO 6

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR

COMPACTACION

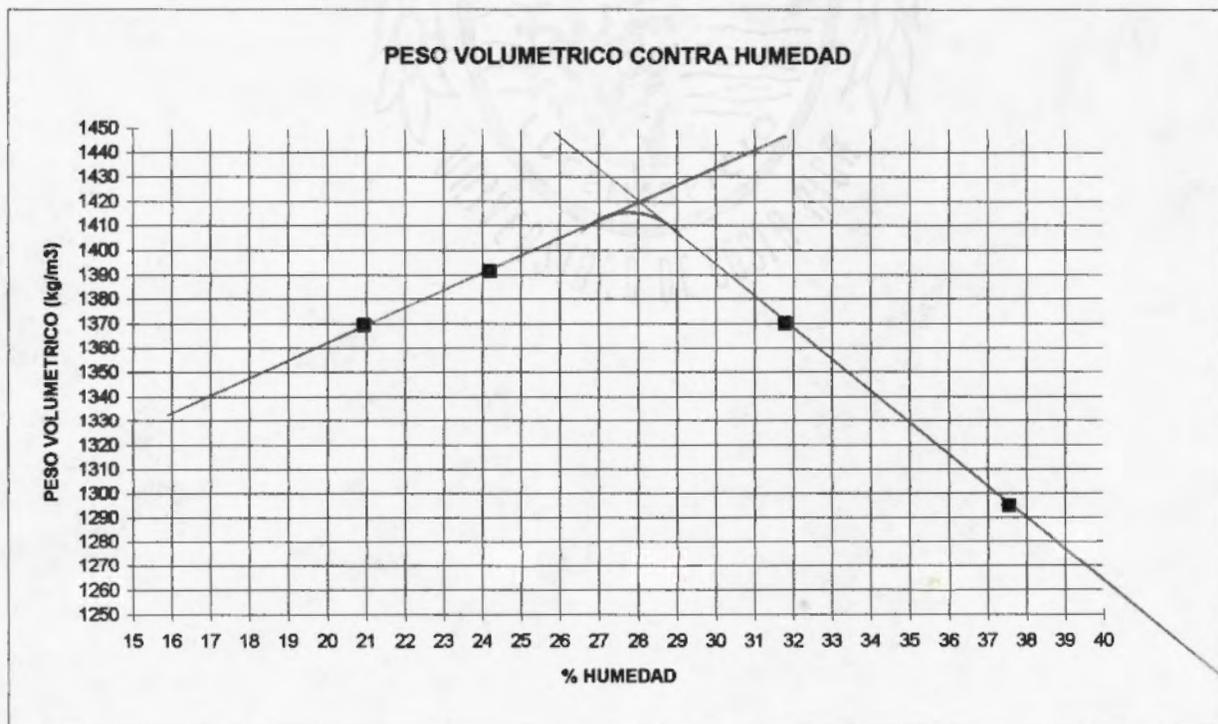
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5774	5842	5915	5892			
P molde	4210	4210	4210	4210			
Ww	1564	1632	1705	1682			
δ_w	1656	1728	1806	1781			
δ_s	1369	1391	1370	1295			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	6	31	38	9
Ww + Wc	373,3	330,7	335,2	337,1
Ws + Wc	326,9	286,9	284,1	275,1
Ww	46,4	43,8	51,1	62,1
Wc	105,4	105,8	123,3	109,9
Ws	221,5	181,0	160,8	165,2
%W	21,0	24,2	31,8	37,6

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

$$W_{\text{opt}} = 28\%$$



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: A - 5 HUECO: 6

LOCALIZACION: SUBRASANTE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA COLOR VERDE GRISACEO

$\delta_m = 1415$ $W_o = 28.0 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10988												
56	32	7220	3768	1778	1382	97.7	45	255.2	207.4	40.4		47.8	167.0	28.6
		10697												
28	B	7168	3529	1675	1302	92.0	51	277.0	224.0	39.6		53.0	164.4	28.8
		10418												
14	22	7167	3251	1547	1203	85.0	46	289.0	233.2	37.8		55.8	195.5	28.5
														28.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
32	12-may	5:00	381.00	562.00	578.00	616.00	639.00	47.51	51.71	61.68	67.72
B	12-may	5:00	312.00	525.00	547.00	588.00	607.00	68.27	75.32	88.46	94.55
22	12-may	5:00	349.00	661.00	662.00	688.00	671.00	89.40	89.68	91.40	92.26

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

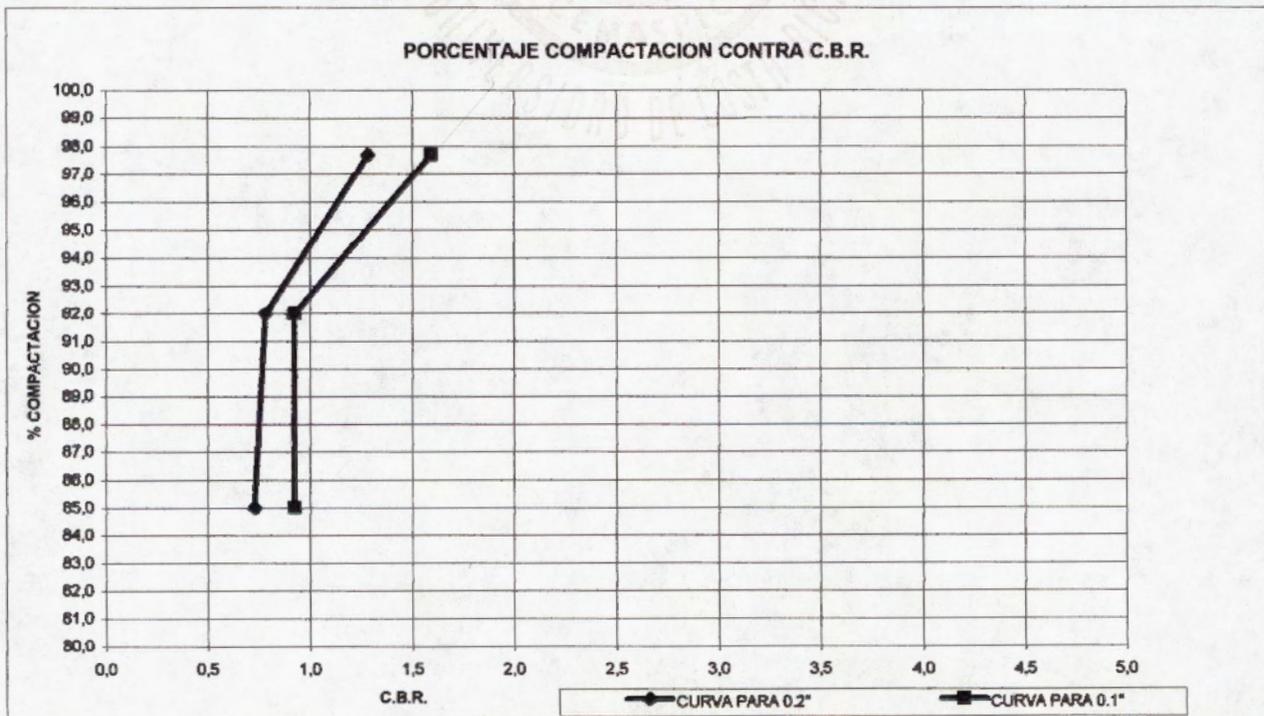
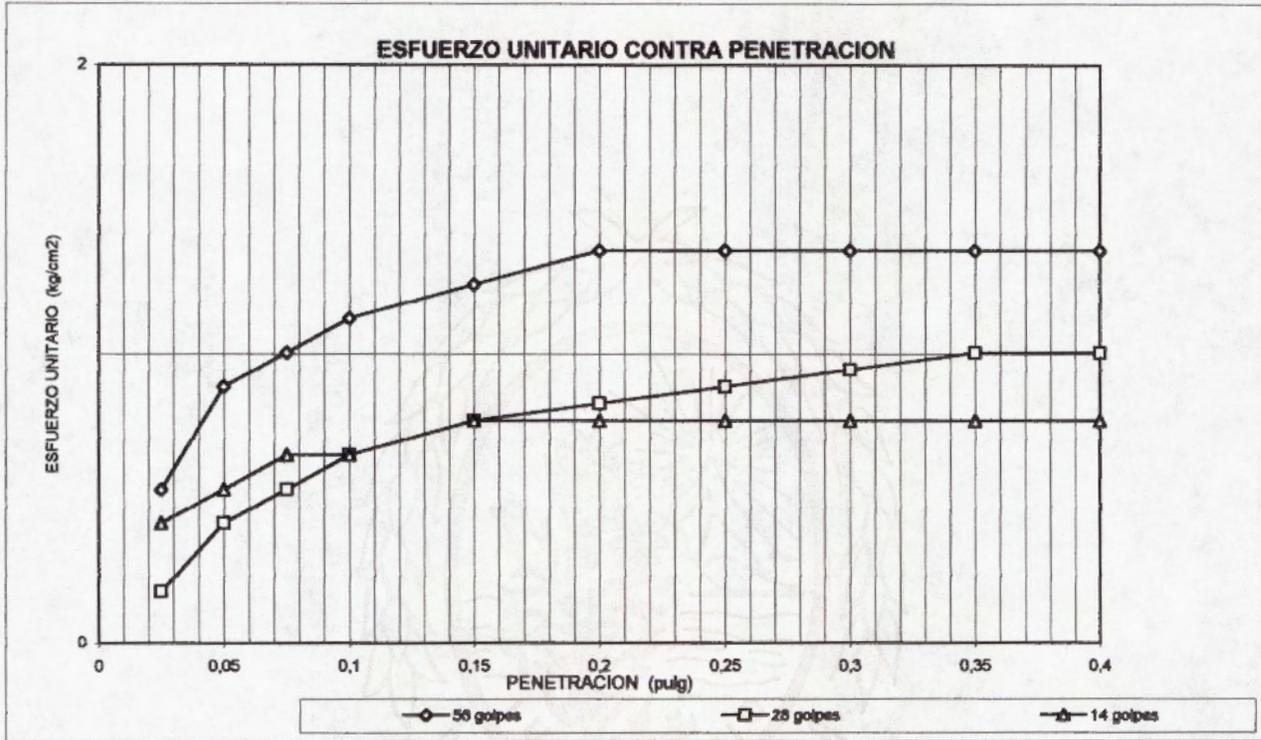
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	2.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
32	0.06	0.532	0.886	1.004	1.122	1.24	1.358	1.358	1.358	1.358	1.358
	0.0	0.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	4.0
B	0.06	0.178	0.414	0.532	0.65	0.788	0.827	0.886	0.945	1.004	1.004
	0.0	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
22	0.06	0.414	0.532	0.65	0.65	0.768	0.768	0.768	0.788	0.768	0.768

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	1.12	1.38	97,7	1.59	1.29
28	0.65	0.83	92,0	0.92	0.78
14	0.65	0.77	85,0	0.92	0.73

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: ARCILLA COLOR VERDE GRISACEO
 MUESTRA No: A - 5 HUECO: 6
 LOCALIZACION: SUBRASANTE



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: A - 2 HUECO 1 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

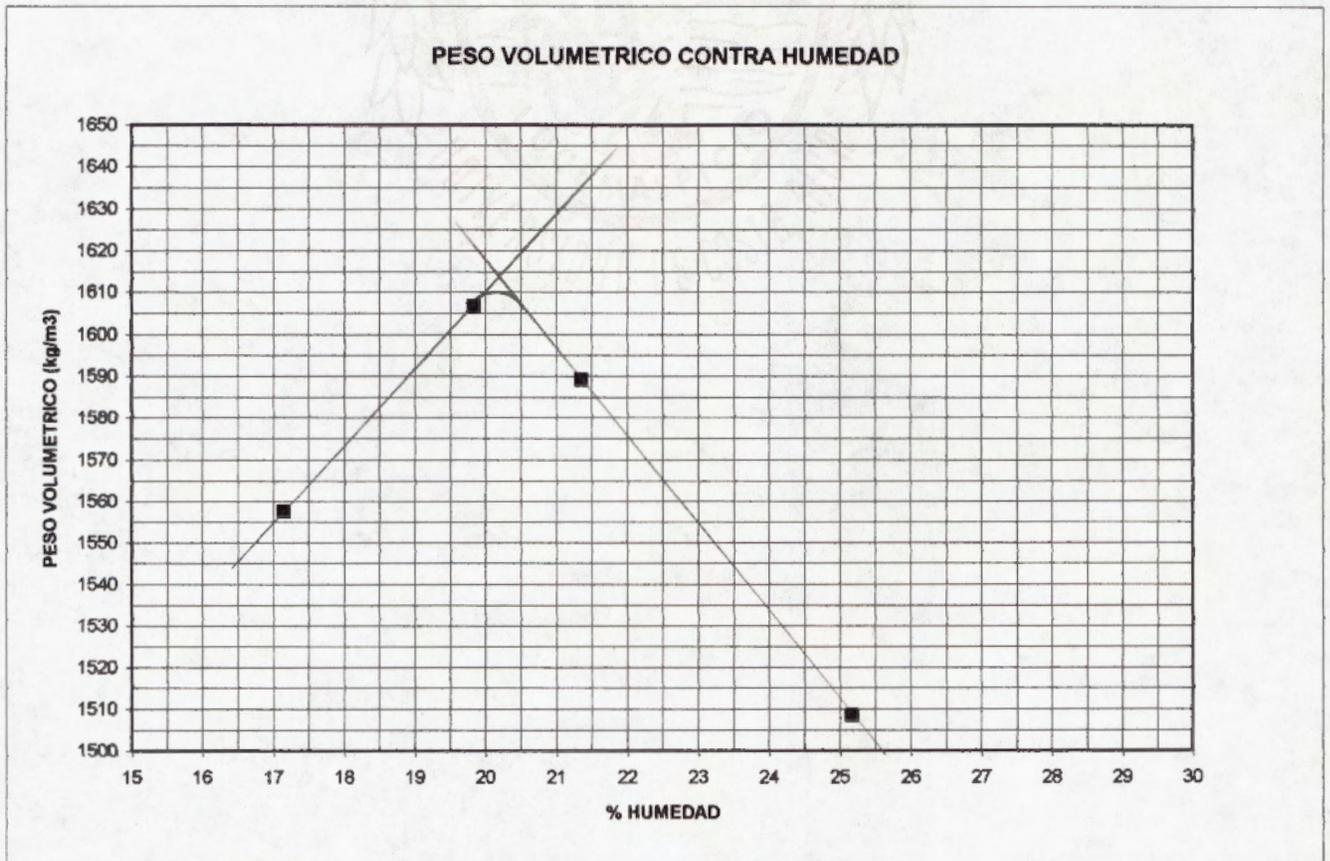
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5935	6030	6033	5995			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1723	1818	1821	1783			
δ_w	1825	1925	1928	1888			
δ_s	1558	1607	1589	1508			

$\gamma_{max} = 1610 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 20.2 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	41	26	24	38
Ww + Wc	492.8	644.8	542.2	559.2
Ws + Wc	439.4	559.1	485.3	471.5
Ww	53.4	85.7	76.9	87.7
Wc	128.0	127.0	105.2	123.3
Ws	311.4	432.1	360.1	348.2
%W	17.1	19.8	21.4	25.2



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 23 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE
MUESTRA No: A-2 HUECO 8

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

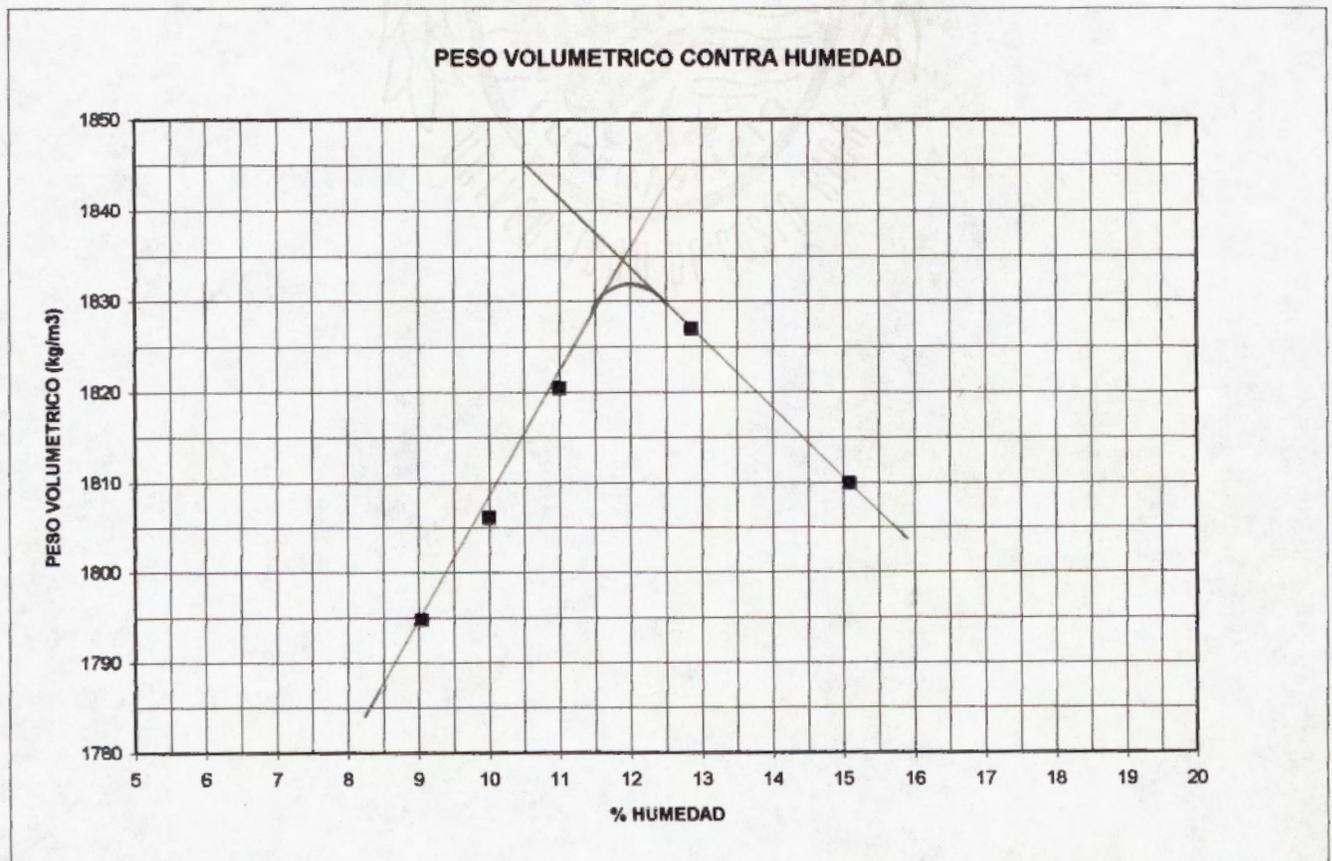
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6088	6060	6120	6159	6179		
P molde	4212	4212	4212	4212	4212		
Ww	1876	1848	1908	1947	1967		
δ_w	1987	1957	2021	2062	2083		
δ_s	1806	1795	1820	1827	1810		

$$\gamma_{\max} = 1832 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 12\%$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	8	36	12	63	41
Ww + Wc	514,0	519,3	512,3	701,6	785,5
Ws + Wc	478,9	486,9	473,7	633,4	699,2
Ww	35,1	32,4	38,6	68,2	86,3
Wc	127,6	128,6	122,7	103,1	127,3
Ws	351,3	358,3	351,0	530,3	571,9
%W	10,0	9,0	11,0	12,9	15,1



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 MAYO DE 1997

MUESTRA No: A 2 HUECO: # 8
LOCALIZACION: SUBBASE
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE GRIS

$\delta_m = 1832$ $W_o = 12\%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		13707												
56	12A	9528	4179	1980	1783	97.3	38	451.0	418.6	123.3		32.4	295.3	11.0
		11249												
28	B	7194	4055	1924	1732	94.6	1	499.6	462.1	125.4		37.5	336.7	11.1
		11098												
14	22	7167	3931	1871	1684	91.9	3	460.3	425.0	106.4		35.3	318.6	11.1
														11.1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
12A	23-may	8:00	378.00	373.00	-	373.00	378.00	-1.32	-	-1.32	0.00
B	23-may	8:00	776.00	791.00	-	792.00	795.00	1.93	-	2.06	2.45
22	23-may	8:00	232.00	232.00	-	232.00	232.00	0.00	-	0.00	0.00

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

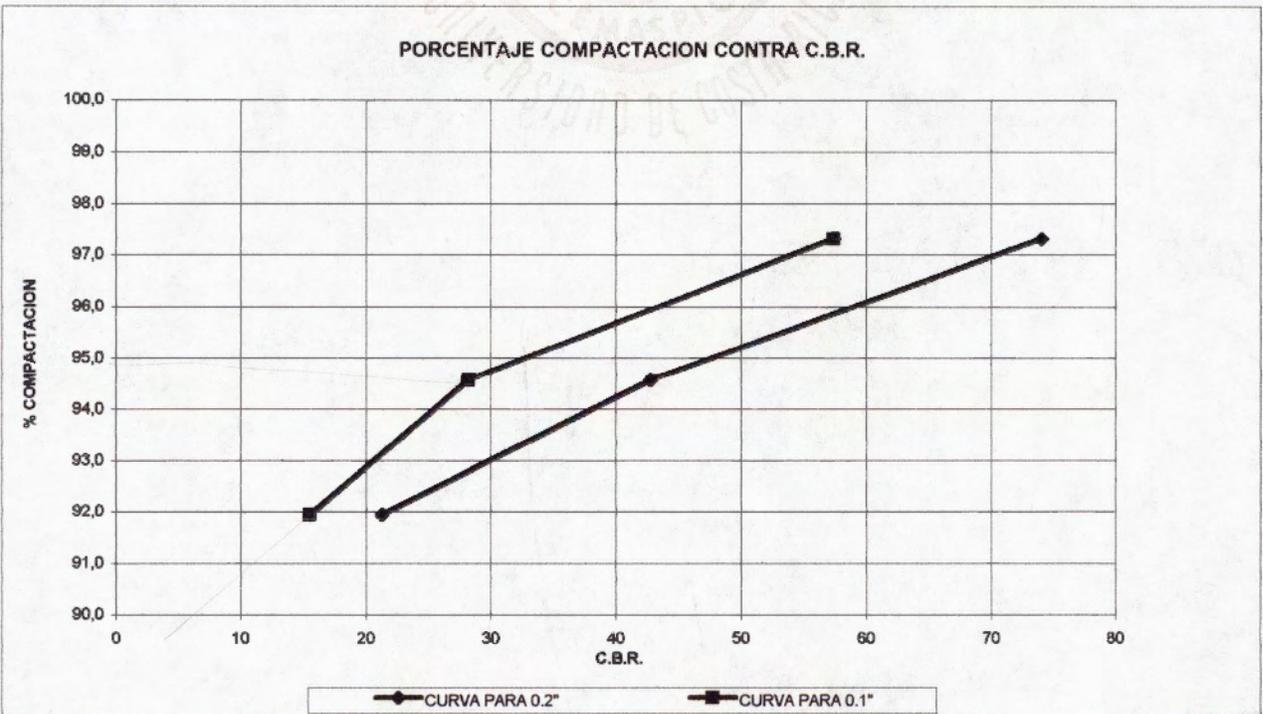
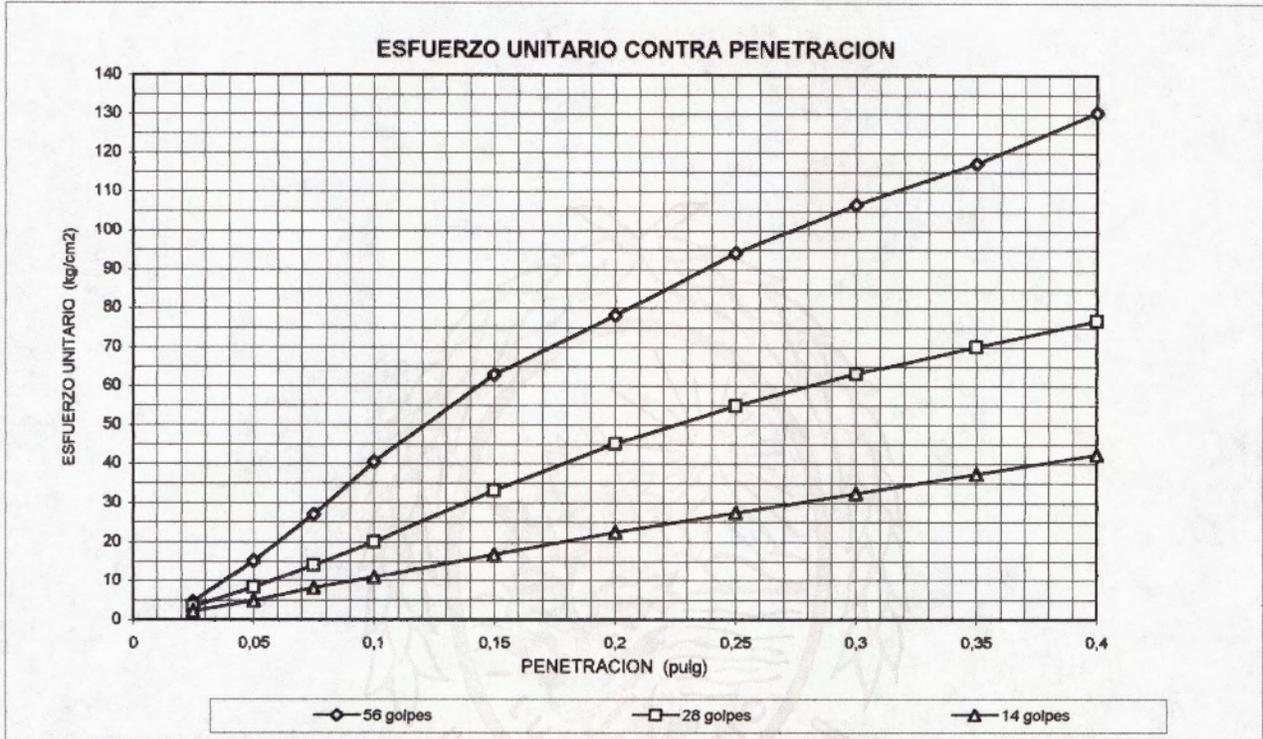
MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	19.0	64.0	114.0	171.0	266.0	331.0	399.0	452.0	497.0	552.0
12A	0.06	4,544	15,164	26,964	40,416	62,836	78,176	94,224	106,732	117,35	130,332
	0.0	14.0	35.0	59.0	84.0	140.0	191.0	232.0	267.0	297.0	325.0
B	0.06	3,364	8,32	13,984	19,884	33,1	45,136	54,812	63,072	70,152	76,76
	0.0	9.0	20.0	34.0	46.0	71.0	95.0	116.0	137.0	158.0	179.0
22	0.06	2,184	4,78	8,064	10,916	16,816	22,48	27,436	32,392	37,348	42,304

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	40,42	78,18	97,3	57,41	74,03
28	19,88	45,14	94,6	28,24	42,74
14	10,92	22,48	91,9	15,51	21,29

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 28 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS
 MUESTRA No: A 2 HUECO: # 8
 LOCALIZACION: SUBBASE



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 20 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

A-4

HUECO

4

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

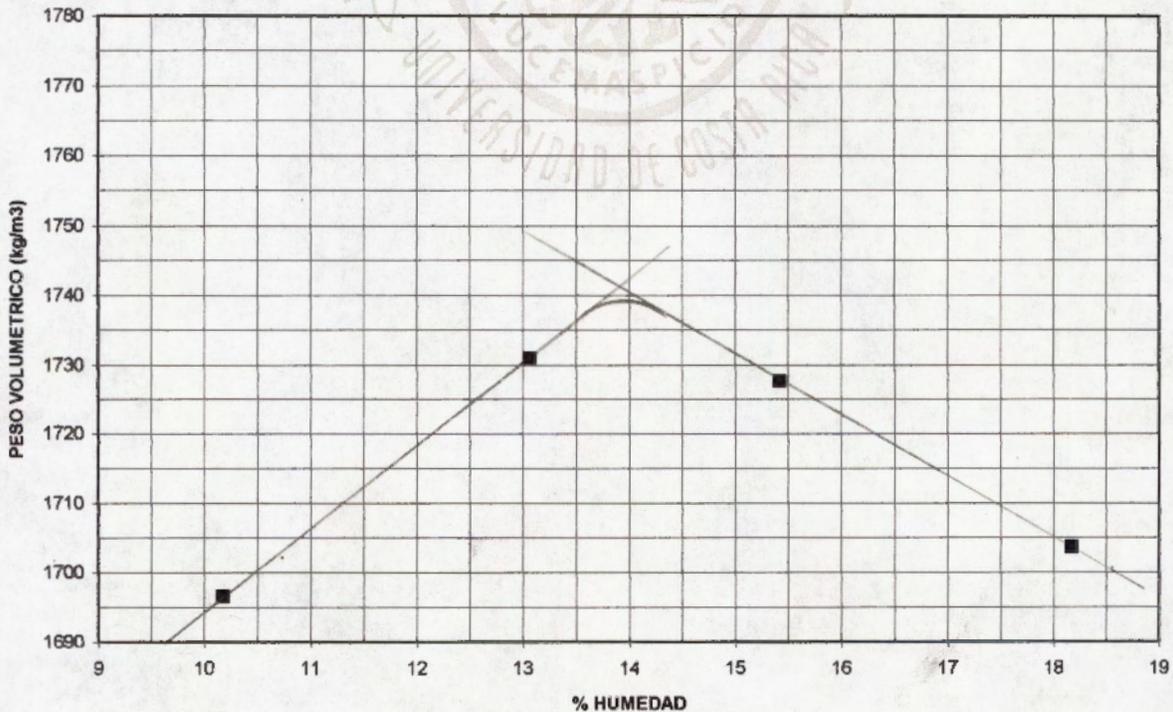
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5977	6060	6095	6113			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1765	1848	1883	1901			
δ w	1869	1957	1994	2013			
δ s	1697	1731	1728	1704			

$\delta_{max} = 1739 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 13.9\%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	31	33	22	1
Ww + Wc	370,2	406,5	392,8	583,4
Ws + Wc	345,8	371,9	354,4	513,0
Ww	24,4	34,6	38,4	70,4
Wc	105,8	107,2	105,8	125,4
Ws	240,0	264,8	248,6	387,6
%W	10,2	13,1	15,4	18,2

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.

PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

INFORME N°:

FECHA: 28 DE MAYO DE 1997

MUESTRA No: A-4 HUECO: 4

LOCALIZACION: SUBBASE

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL LASTRE GRIS CLARO

$\delta m = 1739$

W_o: 13.9 %

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
		11212												
56	N	7173	4039	1911	1691	97.3	45	427.6	389.7	97.2		37.9	292.5	13.0
		11187												
28	2	7348	3839	1806	1598	91.9	20	432.6	397.0	121.1		35.6	275.9	12.9
		10835												
14	8	7168	3667	1722	1524	87.6	45X	321.9	289.2	40.4		32.7	248.8	13.1
														13.0

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO					% EXPANSION			
			L _o	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
N	20-may	5:15	374.00	373.00	371.00	371.00	341.00	-0.27	-0.80	-0.80	-8.82
2	20-may	5:15	357.50	385.00	385.00	385.00	385.00	7.69	7.69	7.69	7.69
8	20-may	5:15	339.00	334.00	334.00	334.00	334.00	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

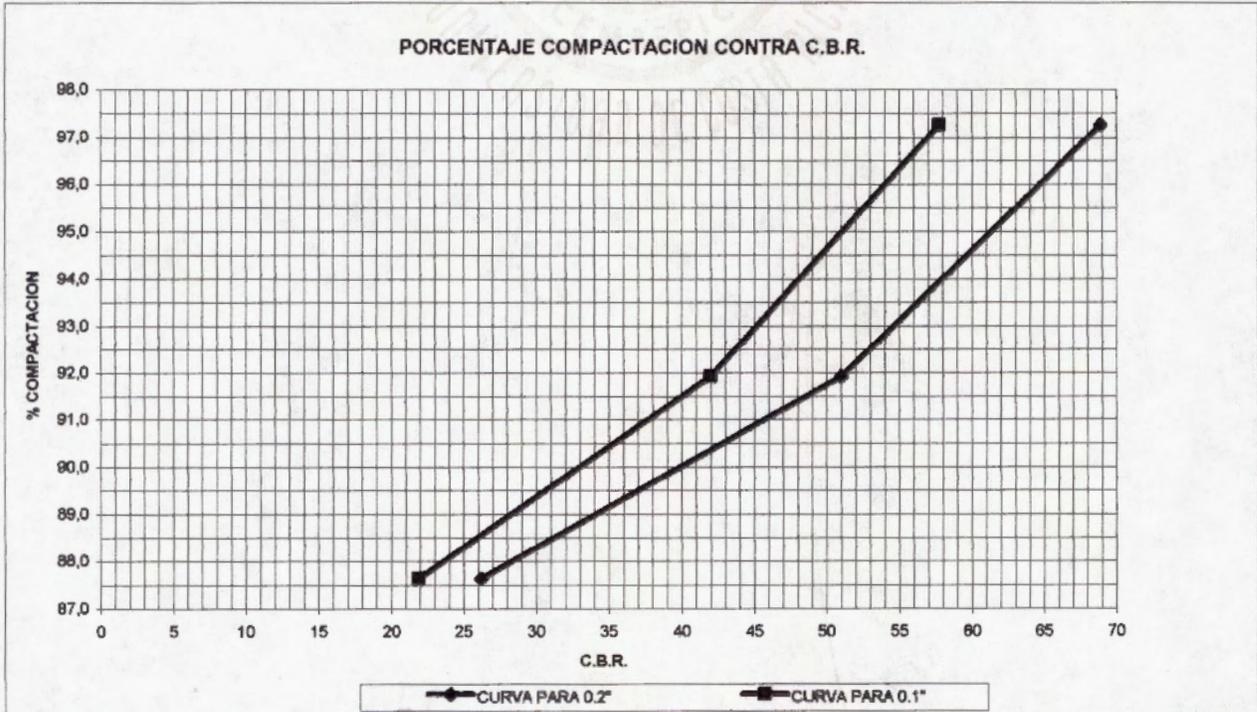
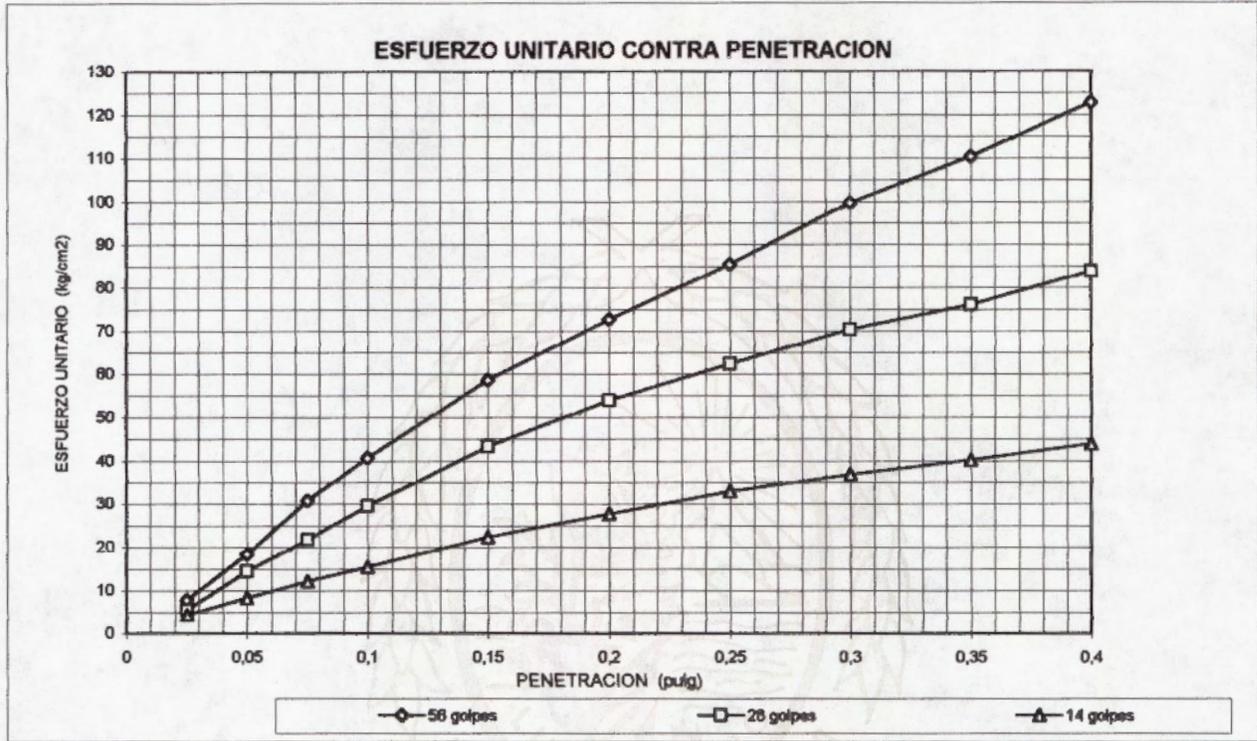
MOLDE	L _o	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	33,0	78,0	130,0	172,0	248,0	308,0	362,0	422,0	467,0	520,0
N	0,06	7,848	18,468	30,74	40,652	58,588	72,75	85,492	99,652	110,27	122,78
	0,0	23,0	61,0	92,0	125,0	183,0	228,0	284,0	298,0	322,0	355,0
2	0,06	5,488	14,456	21,772	29,56	43,248	53,868	62,364	70,388	76,052	83,64
	0,0	18,0	35,0	51,0	65,0	94,5	117,0	139,0	156,0	170,0	186,0
8	0,06	4,308	8,32	12,096	15,4	22,36	27,672	32,864	36,876	40,18	43,956

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0,1	0,2	%COMFACT.	0,1	0,2
56	40,65	72,75	97,3	67,74	68,89
28	29,56	53,87	91,9	41,99	51,01
14	15,40	27,67	87,6	21,88	26,20

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA 28 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-4 HUECO: 4
 LOCALIZACION:



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 CLARO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

SUBBASE

A-5

HUECO

6

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

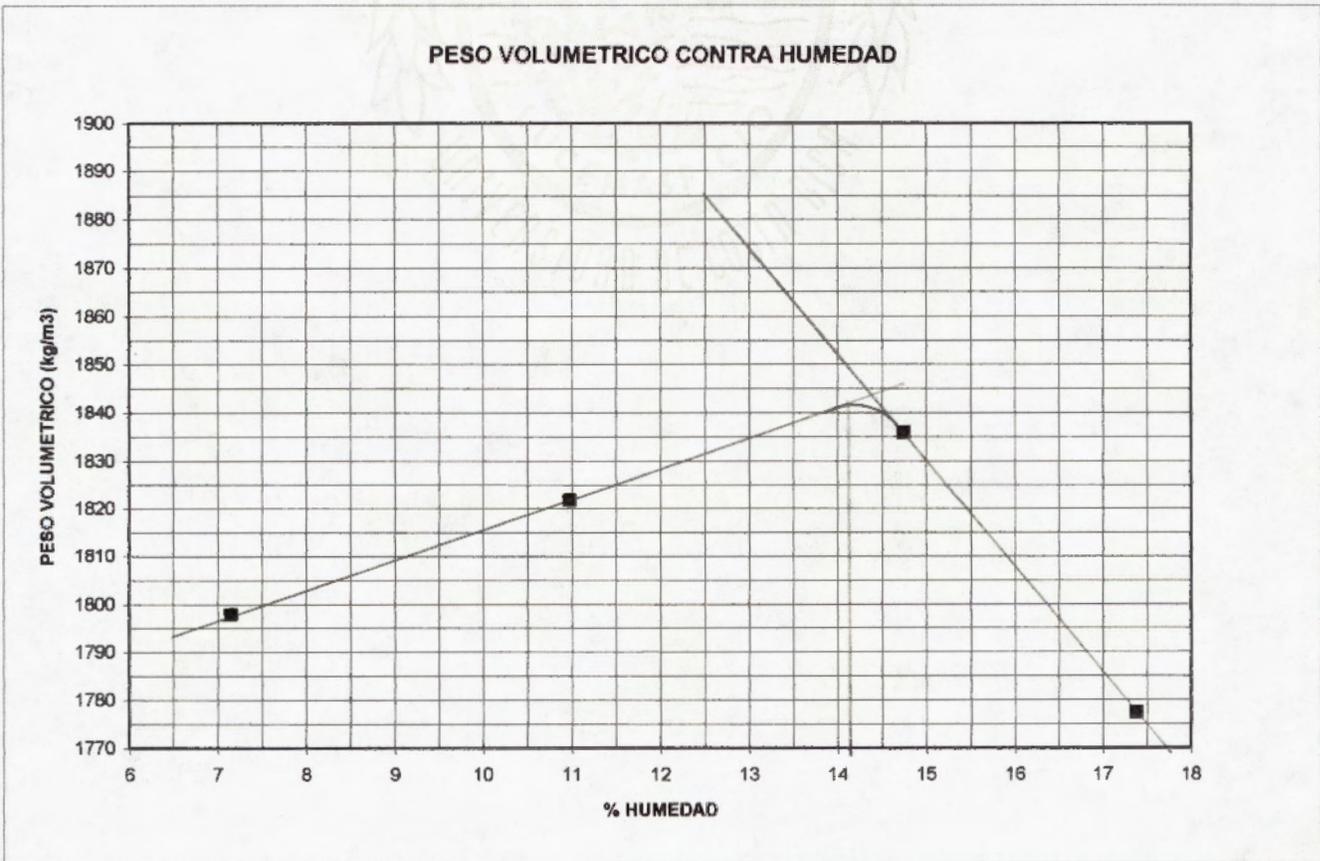
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6031	6121	6201	6182			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1819	1909	1989	1970			
δ w	1926	2022	2106	2086			
δ s	1798	1822	1836	1777			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	65	18	4	16
Ww + Wc	431,2	503,9	464,6	558,5
Ws + Wc	409,4	466,5	421,0	494,3
Ww	21,8	37,4	43,8	64,2
Wc	104,5	125,7	125,3	125,0
Ws	304,9	340,8	295,7	369,3
%W	7,1	11,0	14,7	17,4

γ_{max} = 1842 kg/m³
W_{opt} = 14.1%



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: SUBBASE
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: LASTRE GRIS
 MUESTRA No: A-6 HUECO # 5 PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

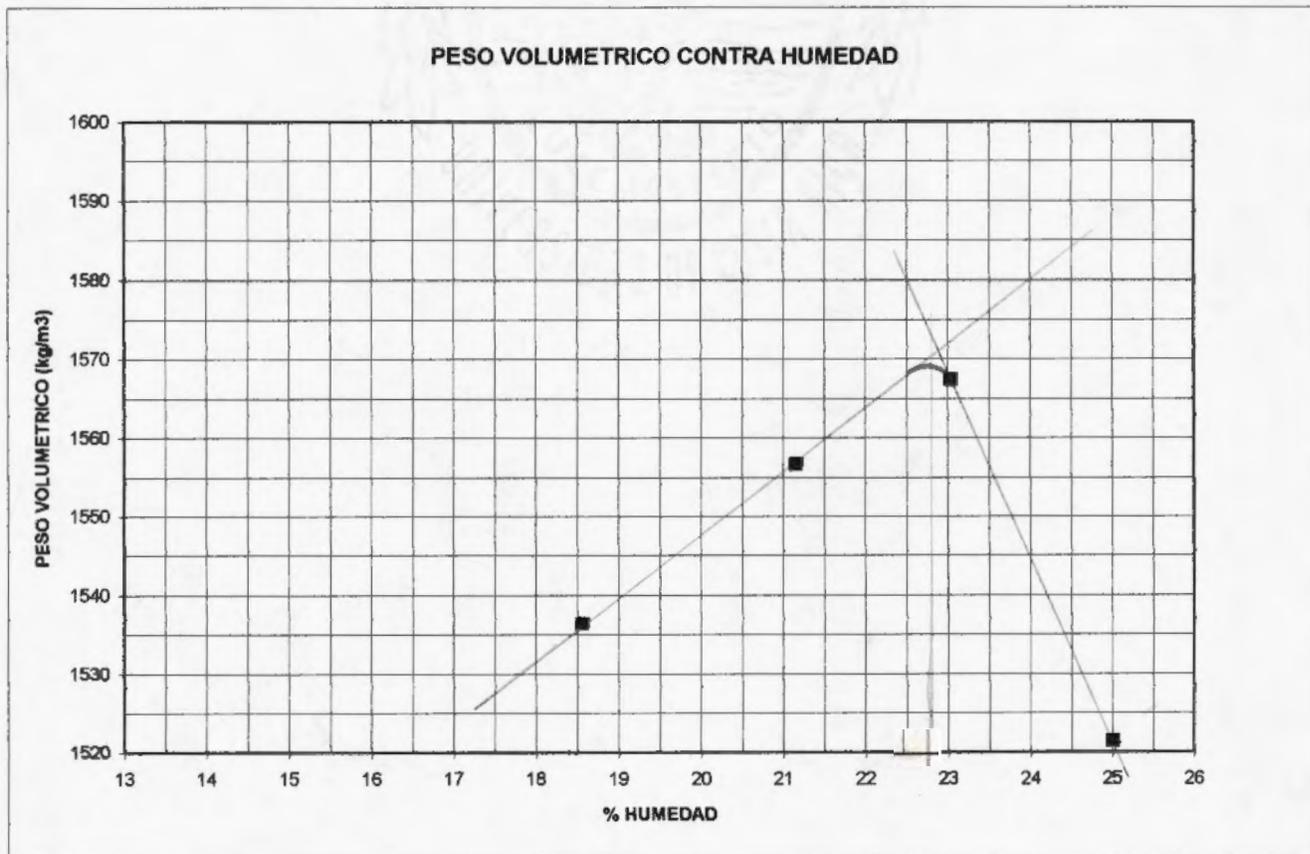
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5932	5993	6093	6008			
P molde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1720	1781	1821	1796			
δ w	1821	1886	1928	1902			
δ s	1536	1557	1567	1521			

$\gamma_{max} = 1568 \text{ Kg/m}^3$
 $W_{opt} = 22.8 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	53	51	49	19
Ww + Wc	308,7	446,7	412,3	587,1
Ws + Wc	266,2	375,6	342,6	495,4
Ww	42,5	71,1	69,7	91,7
Wc	37,5	39,6	40,0	128,8
Ws	228,7	336,0	302,6	366,6
%W	18,6	21,2	23,0	25,0



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA 27 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE GRIS CLARO

LOCALIZACION:

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

MUESTRA No:

BASE

A - 1

HUECO

7

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO

COMPACTACION

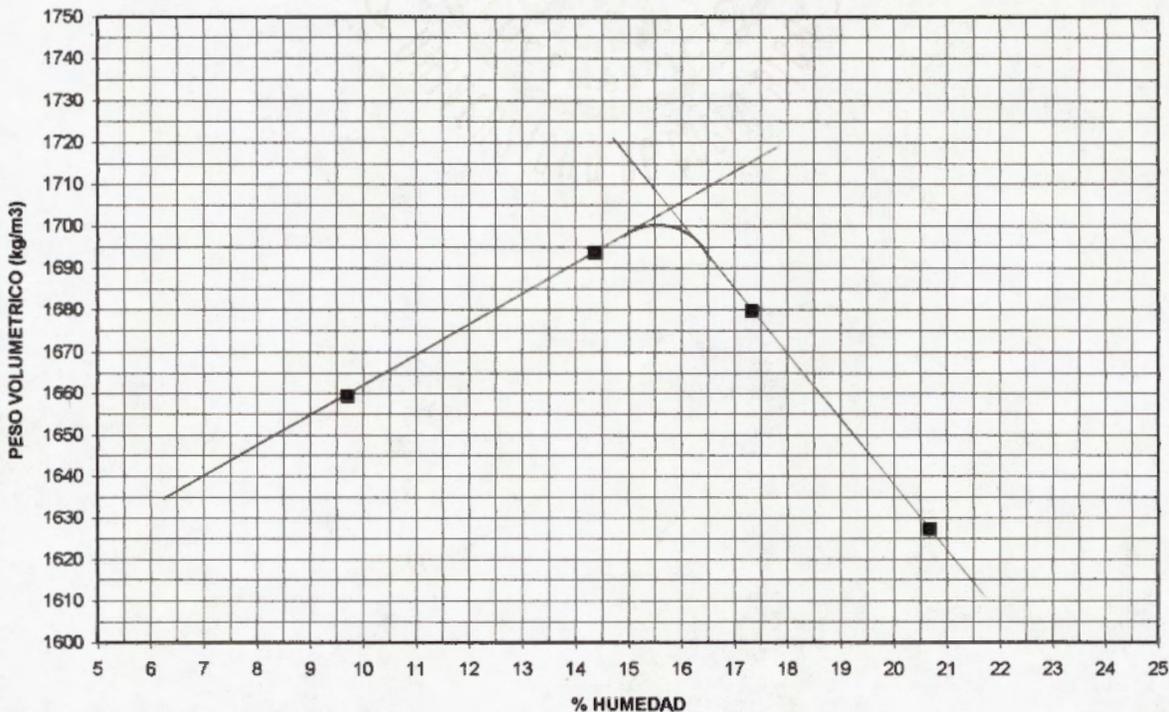
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6066	5931	6041	6073			
Pmolde	4212	4212	4212	4212			
Ww	1854	1719	1829	1861			
δ w	1963	1820	1937	1971			
δ s	1627	1659	1693	1680			

$\gamma_{max} = 1700 \text{ kg/m}^3$
 $W_{opt} = 15.5 \%$

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	36	70	27	73
Ww + Wc	484,9	513,0	459,8	401,2
Ws + Wc	408,6	478,7	418,2	347,8
Ww	76,3	34,3	41,6	53,4
Wc	39,6	125,4	128,8	39,8
Ws	369,0	353,3	289,4	308,0
%W	20,7	9,7	14,4	17,3

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: 21-4-97
 Localización: A-1 Descripción Material: Lastre gris claro
 Remitido por: Espesor 12.0cms Profundidad: — Huevo: — 7

Límite Líquido :

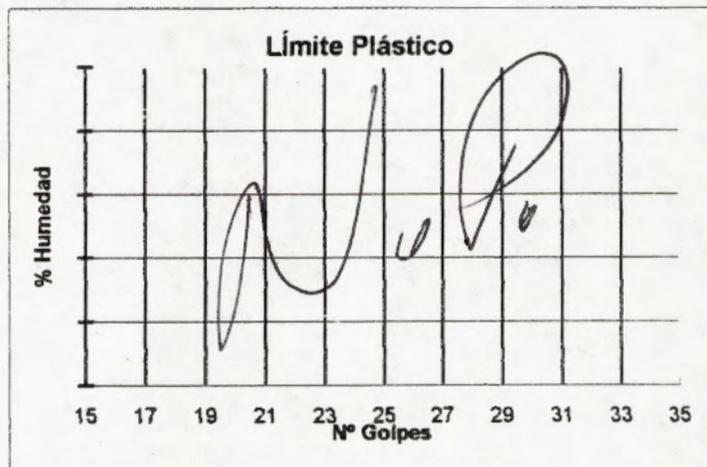
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

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 : 9-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Firma] Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

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

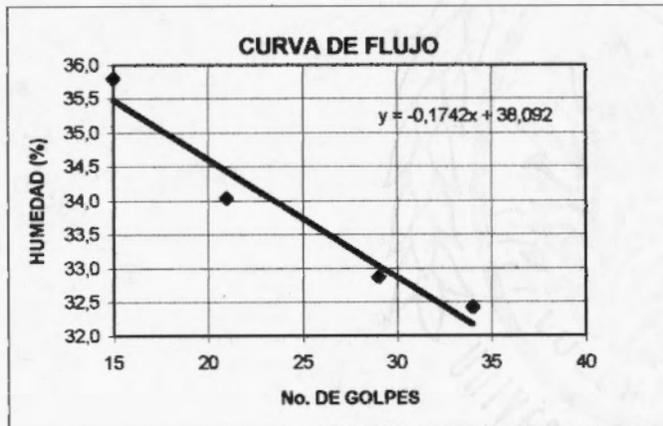
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: **A-2**
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBBASE**
 HUECO No: **1**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	29	21	15	
Wc + Ww (gr.)	42,99	40,88	40,67	42,22	
Wc + Ws (gr.)	39,53	37,72	37,53	38,62	
Ww	3,462	3,154	3,135	3,598	
Wc	28,85	28,13	28,32	28,57	
Ws	10,68	9,595	9,21	10,05	
% W	32,4	32,9	34,0	35,8	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	57	53	4
Wc + Ww (gr.)	14,01	14,5	14,38
Wc + Ws (gr.)	13,48	13,83	13,73
Ww	0,534	0,669	0,652
Wc	11,05	11,19	11,15
Ws	2,425	2,646	2,575
% W	22,0	25,3	25,3
PROMEDIO			25,3



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	33,7
LIMITE PLASTICO	25,3
INDICE DE PLASTICIDAD	8,4

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 8 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

DESCRIPCION DE MATERIAL:

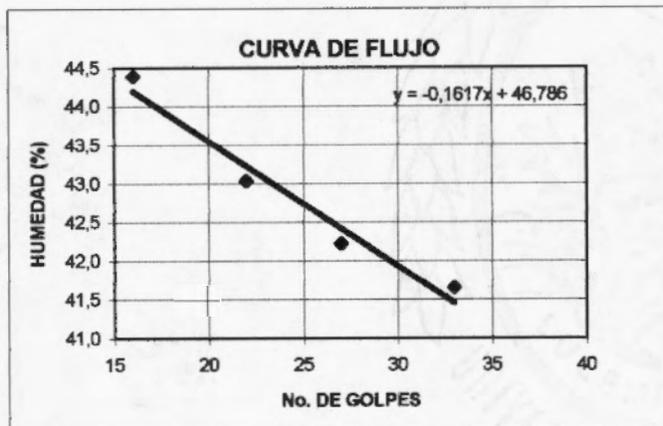
MUESTRA No: A-2
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: 1

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	22	16	
Wc + Ww (gr.)	43,97	43,15	41,98	42,42	
Wc + Ws (gr.)	39,53	38,76	37,95	38,25	
Ww	4,442	4,392	4,037	4,172	
Wc	28,87	28,36	28,57	28,85	
Ws	10,67	10,4	9,38	9,398	
% W	41,6	42,2	43,0	44,4	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	5	13	21
Wc + Ww (gr.)	10,14	11,89	11,04
Wc + Ws (gr.)	9,522	10,86	10,25
Ww	0,618	1,027	0,792
Wc	7,045	6,774	7,037
Ws	2,477	4,086	3,208
% W	24,9	25,1	24,7
PROMEDIO			24,9

**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	42,7
LIMITE PLASTICO	24,9
INDICE DE PLASTICIDAD	17,8

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA N° _____ FECHA 22-4-97
 LOCALIZACION Almac. San José
 MUESTRA N° A-2 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #8
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Lastre gris claro muy fino

LIMITE LIQUIDO

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

NO MENCLATURA

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

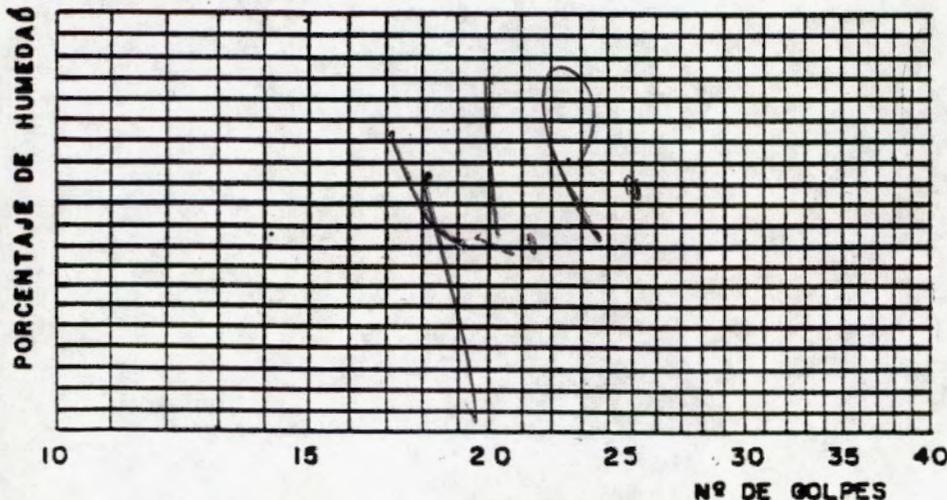
LIMITE PLASTICO

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

LIMITE DE CONTRACCION

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

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES: _____

 EXPERIMENTADOR: _____
 REVISADO POR: _____

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

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

20-5-97
 Alamo

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**

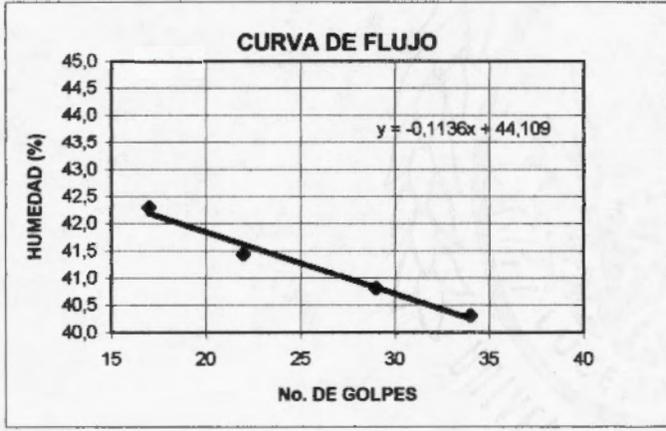
DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLA CAFE OSCURO MEDIANA PLASTICIDAD**
 MUESTRA No: **A - 2**
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
 HUECO No: **# 8**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	29	22	17	
Wc + Ww (gr.)	31,32	33,82	33,18	35,07	
Wc + Ws (gr.)	27,05	29,37	28,90	30,19	
Ww	4,274	4,446	4,278	4,881	
Wc	16,44	18,48	18,58	18,65	
Ws	10,61	10,89	10,32	11,54	
% W	40,3	40,8	41,4	42,3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	55	3	43
Wc + Ww (gr.)	14,48	14,31	14,06
Wc + Ws (gr.)	13,84	13,68	13,51
Ww	0,634	0,635	0,548
Wc	11,05	10,89	11,1
Ws	2,788	2,793	2,411
% W	22,7	22,7	22,7
PROMEDIO			22,7



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	41,3
LIMITE PLASTICO	22,7
INDICE DE PLASTICIDAD	18,5

LIMITES DE ATTERBERG

PRUEBA Nº Munic. San José FECHA —
 LOCALIZACION —
 MUESTRA Nº A-3 PROFUNDIDAD Sub base HUECO #3
 DESCRIPCION DEL MATERIAL Lastre amarillento (poco fino)

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION Nº	1	2	3	4	5
Nº DE GOLPES					
Wc + Ww (gr.)					
Wc + Ws					
W					
Wc					
Ws					
% W					

NO MENCLATURA

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

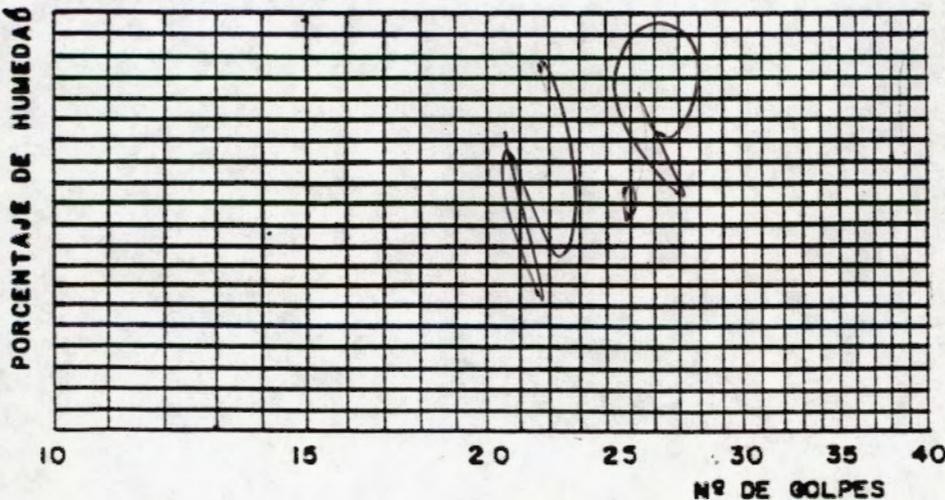
LIMITE PLASTICO

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.)				
Whg + Wc				
Wc				
Whg				
Wg (VOL. PASTILLA)				
L.C. (Ws EN %)				

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LL =
LP =
IP =
LC =

OBSERVACIONES: _____

 EXPERIMENTADOR: _____
 REVISADO POR: _____

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

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

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **8 DE MAYO DE 1997**
PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

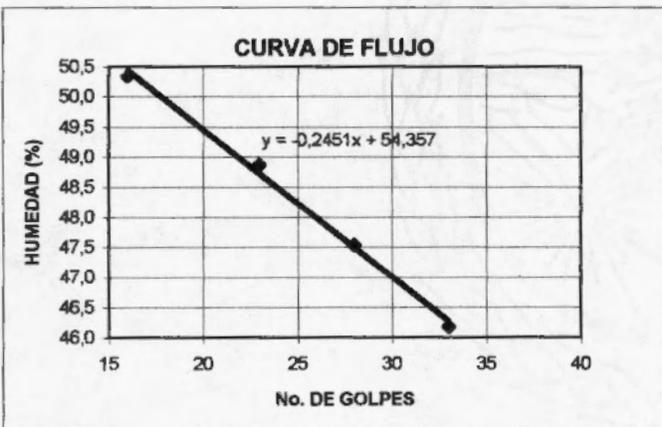
DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO CAFE OSCURO**
MUESTRA No: **A-3**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
HUECO No: **3**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	28	23	16	
Wc + Ww (gr.)	33,08	31,83	31,69	32,94	
Wc + Ws (gr.)	28,59	27,56	26,69	28,18	
Ww	4,493	4,271	5,005	4,765	
Wc	18,86	18,58	16,44	18,71	
Ws	9,729	8,985	10,24	9,466	
% W	46,2	47,5	48,9	50,3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	57	4
Wc + Ww (gr.)	13,65	14,41	14,91
Wc + Ws (gr.)	12,72	13,66	14,07
Ww	0,938	0,751	0,842
Wc	9,453	11,05	11,15
Ws	3,262	2,608	2,914
% W	28,8	28,8	28,9
PROMEDIO			28,8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	52,5
LIMITE PLASTICO	28,8
INDICE DE PLASTICIDAD	23,6

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: 14-5-97
 Localización: A-4 Descripción Material: lastro varaduzco
 Remitido por: Esp. 26.º Profundidad: _____ Huevo: #4

Límite Líquido :

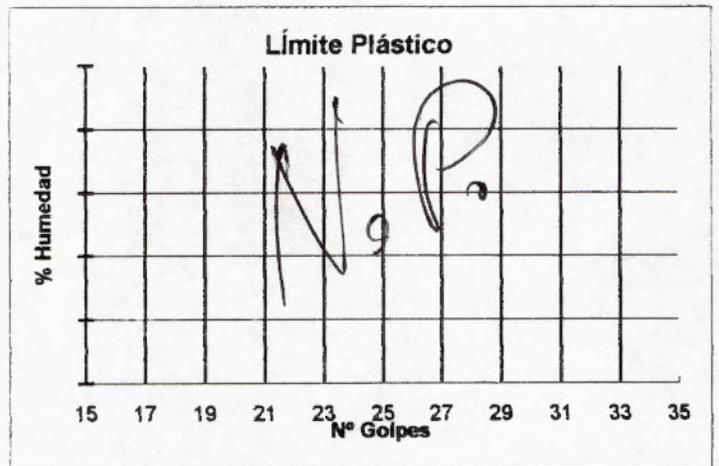
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

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 : Mango Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 15 DE MAYO DE 1997
PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

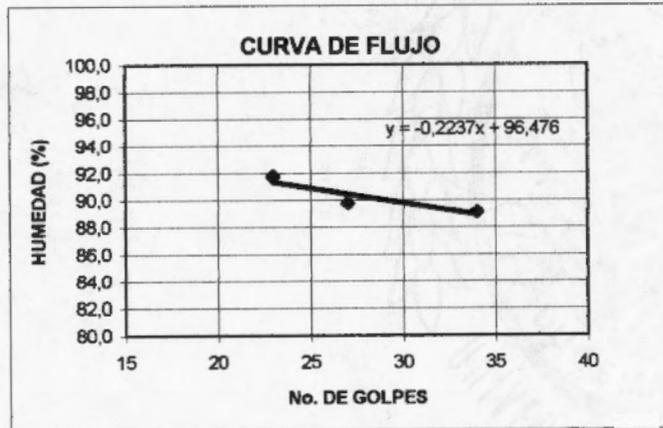
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No: A-4
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
HUECO No: # 4

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	32,88	31,09	32,21	31,44	
Wc + Ws (gr.)	26,14	24,16	25,82	25,13	
Ww	6,737	6,928	6,39	6,309	
Wc	18,58	16,44	18,86	18,71	
Ws	7,56	7,718	6,964	6,417	
% W	89,1	89,8	91,8	98,3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	13	5	21
Wc + Ww (gr.)	9,919	9,609	9,724
Wc + Ws (gr.)	9,396	9,168	9,262
Ww	0,523	0,441	0,482
Wc	6,774	7,045	7,037
Ws	2,622	2,123	2,225
% W	19,9	20,8	20,8
PROMEDIO			20,5



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO 90,9
LIMITE PLASTICO 20,5
INDICE DE PLASTICIDAD 70,4

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

LIMITES DE ATTERBERG

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

Proyecto: Munic. San José Muestra: Subbase Fecha: 14-5-97
 Localización: A-5 Descripción Material: León gris-blancuzco
 Remitido por: _____ Profundidad: _____ Huevo: #6

Límite Líquido :

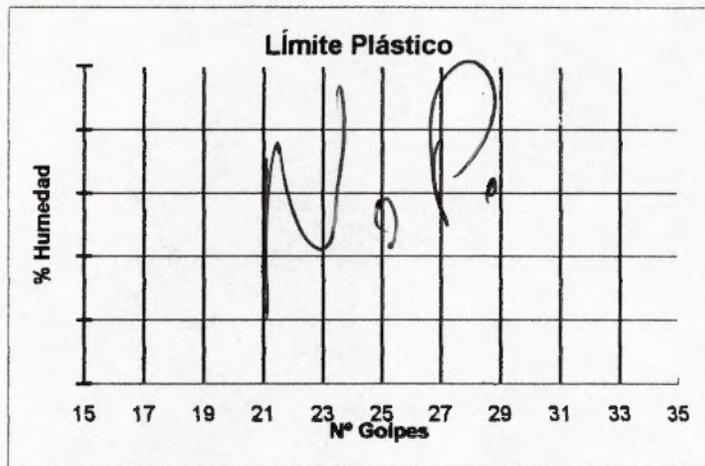
Determinación N°	1	2	3	4	5
Capsula N°					
N° de golpes					
Wc + Ww (g)					
Wc + Ws (g)					
W (g)					
Wc (g)					
Ws (g)					
%W (g)					

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 =				

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

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

Fecha de Prueba : 19-5-97 Temperatura : _____
 Experimentador : [Signature] Revisado por : _____

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **13 DE MAYO DE 1997**
PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**

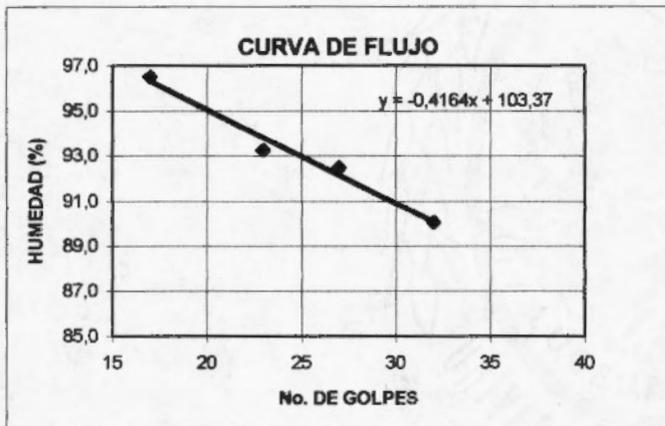
DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO ALTA PLASTICIDAD GRIS OSCURO**
MUESTRA No: **A - 5**
LOCALIZACION:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
HUECO No: **# 6**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	36,06	31,47	30,81	31,82	
Wc + Ws (gr.)	30,06	25,41	24,91	25,39	
Ww	6,008	6,059	5,903	6,439	
Wc	23,38	18,86	18,58	18,71	
Ws	6,673	6,552	6,331	6,672	
% W	90,0	92,5	93,2	96,5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	4	57
Wc + Ww (gr.)	12,68	14,09	14,51
Wc + Ws (gr.)	12,14	13,57	13,93
Ww	0,546	0,519	0,575
Wc	9,453	11,15	11,05
Ws	2,685	2,418	2,879
% W	20,3	21,5	20,0
PROMEDIO			20,6



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	93,0
LIMITE PLASTICO	20,6
INDICE DE PLASTICIDAD	72,4

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **22 DE MAYO DE 1997**
 PROYECTO **MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE GRIS CLARO**
 MUESTRA No: **A-8**
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**
 HUECO No: **# 5**

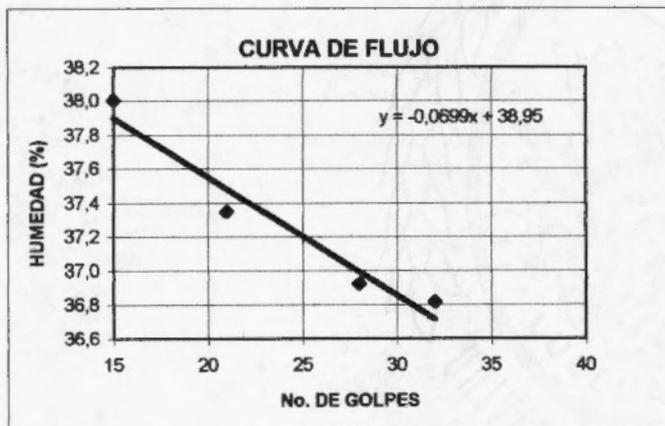
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	21	15	
Wc + Ww (gr.)	31,3	30,25	32,13	30,72	
Wc + Ws (gr.)	27,9	27,18	28,52	27,45	
Ww	3,405	3,063	3,609	3,265	
Wc	18,65	18,89	18,86	18,86	
Ws	9,249	8,296	9,663	8,591	
% W	36,8	36,9	37,3	38,0	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	37	55
Wc + Ww (gr.)	14,44	12,3	14,27
Wc + Ws (gr.)	13,63	11,51	13,5
Ww	0,814	0,79	0,777
Wc	11,1	9,094	11,05
Ws	2,523	2,419	2,441
% W	32,3	32,7	31,8

PROMEDIO 32,3



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO 37,2
 LIMITE PLASTICO 32,3
 INDICE DE PLASTICIDAD 5,0

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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA 15 DE MAYO DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE

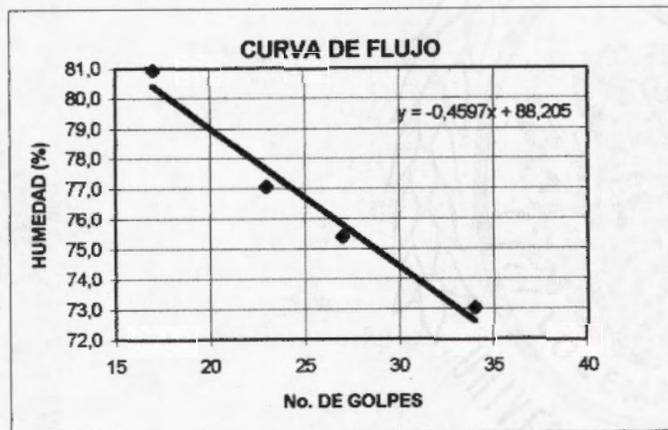
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No: A-6
 LOCALIZACION:
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 HUECO No: # 5

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	34	27	23	17	
Wc + Ww (gr.)	30,99	32,04	38,49	31,82	
Wc + Ws (gr.)	25,71	26,39	31,87	25,96	
Ww	5,279	5,654	6,618	5,851	
Wc	18,48	18,89	23,28	18,73	
Ws	7,23	7,5	8,588	7,23	
% W	73,0	75,4	77,1	80,9	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	37	53
Wc + Ww (gr.)	12,68	12,59	14,54
Wc + Ws (gr.)	11,99	11,85	13,83
Ww	0,698	0,747	0,706
Wc	9,354	9,094	11,19
Ws	2,632	2,752	2,644
% W	26,5	27,1	26,7
PROMEDIO			26,8



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	76,7
LIMITE PLASTICO	26,8
INDICE DE PLASTICIDAD	49,9

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 : A-1 HUECO: 7

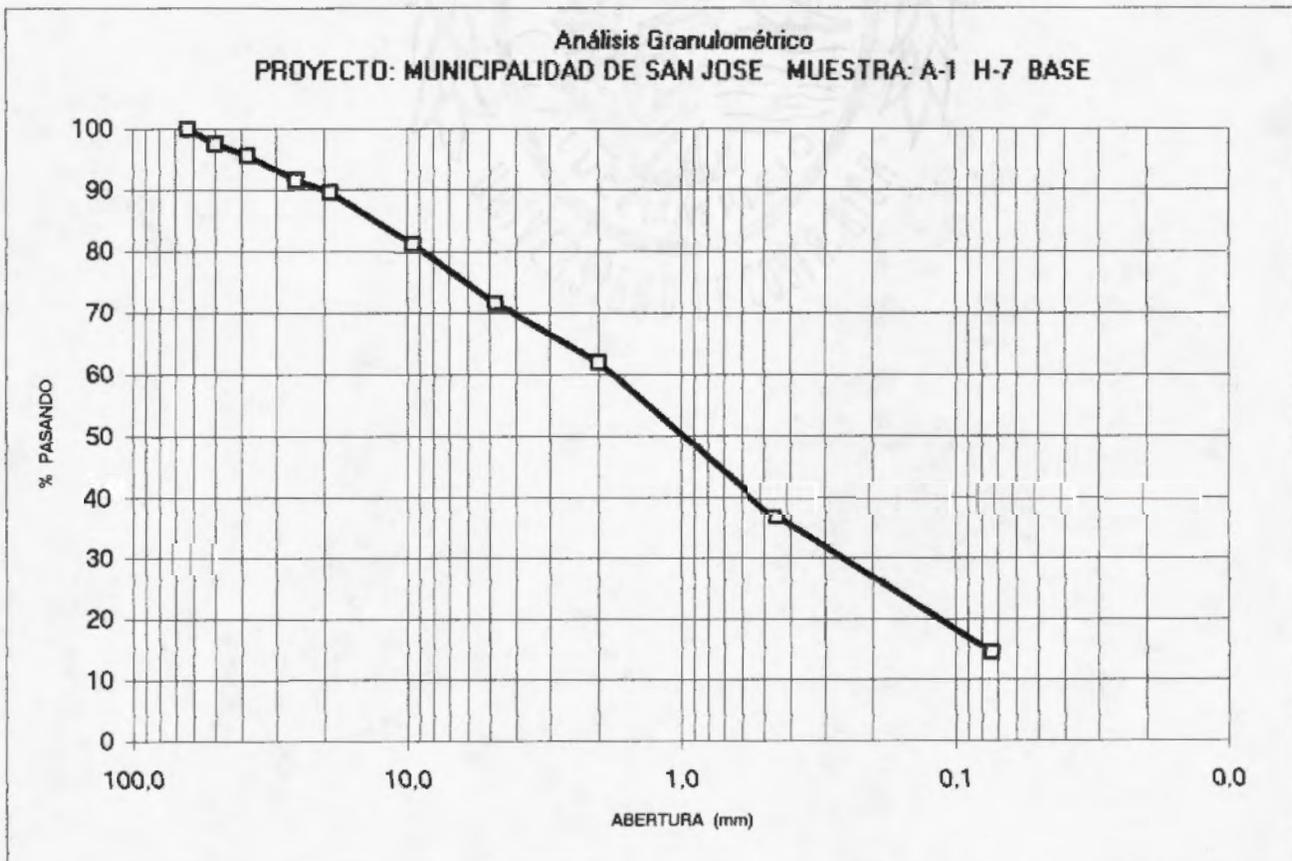
MUESTRA : BASE LASTRE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 17164,0 g.

PESO FINAL: 14691,8 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	417,3	2,4	2,4	97,6
1 1/2"	38,1	328,7	1,9	4,3	95,7
1"	25,4	705,4	4,1	8,5	91,5
3/4"	19,1	320,1	1,9	10,3	89,7
3/8"	9,5	1452,4	8,5	18,8	81,2
#4	4,75	1645,3	9,6	28,4	71,6
#10	2,00	1640,3	9,6	37,9	62,1
#40	0,45	4337,0	25,3	63,2	36,8
#200	0,074	3833,9	22,3	85,5	14,5



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 : A-1 HUECO: H7

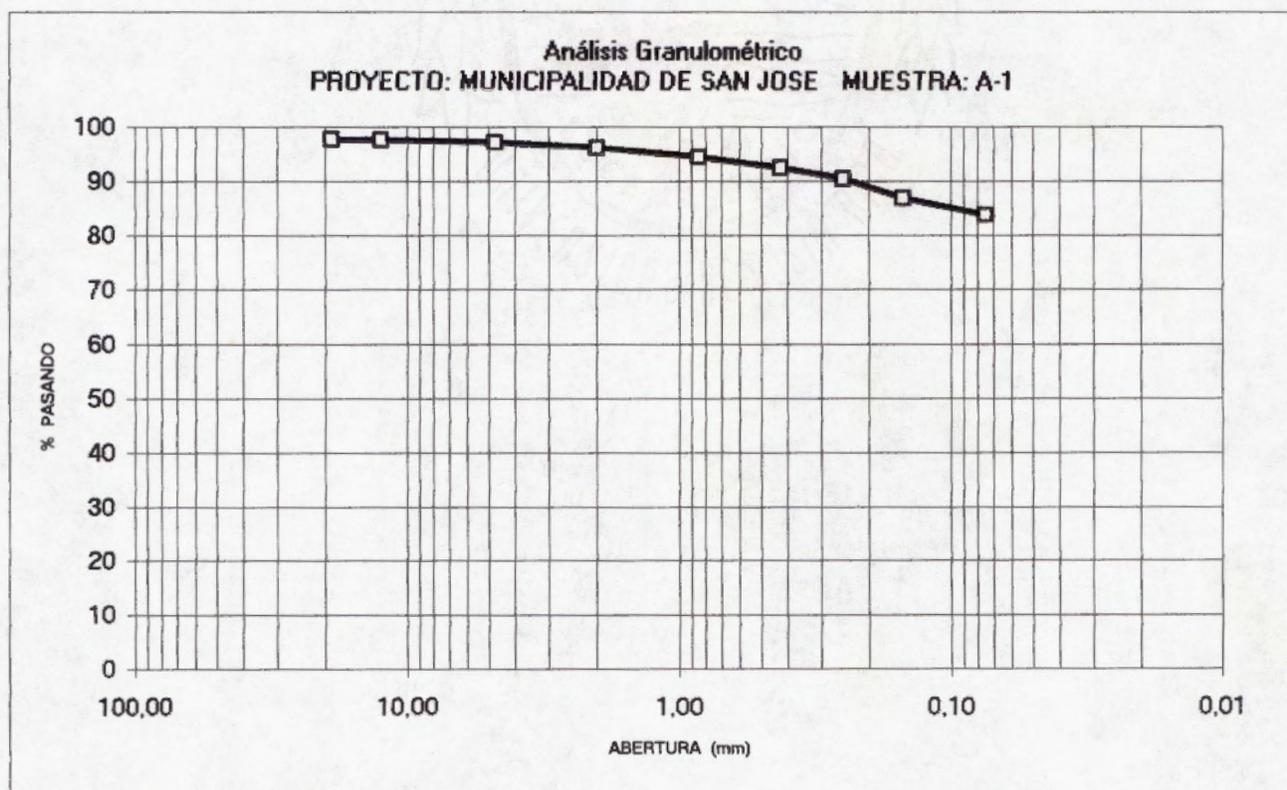
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 561,4 g.

PESO FINAL: 90,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/4	19,00	12,7	2,3	2,3	97,7
1/2	12,50	0,7	0,1	2,4	97,6
#4	4,75	2,6	0,5	2,9	97,1
#10	2,00	5,6	1,0	3,8	96,2
#20	0,85	9,9	1,8	5,6	94,4
#40	0,43	11,2	2,0	7,6	92,4
#60	0,25	11,0	2,0	9,6	90,4
#100	0,15	19,9	3,5	13,1	86,9
#200	0,075	17,3	3,1	16,2	83,8



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 : A-2 HUECO: 1

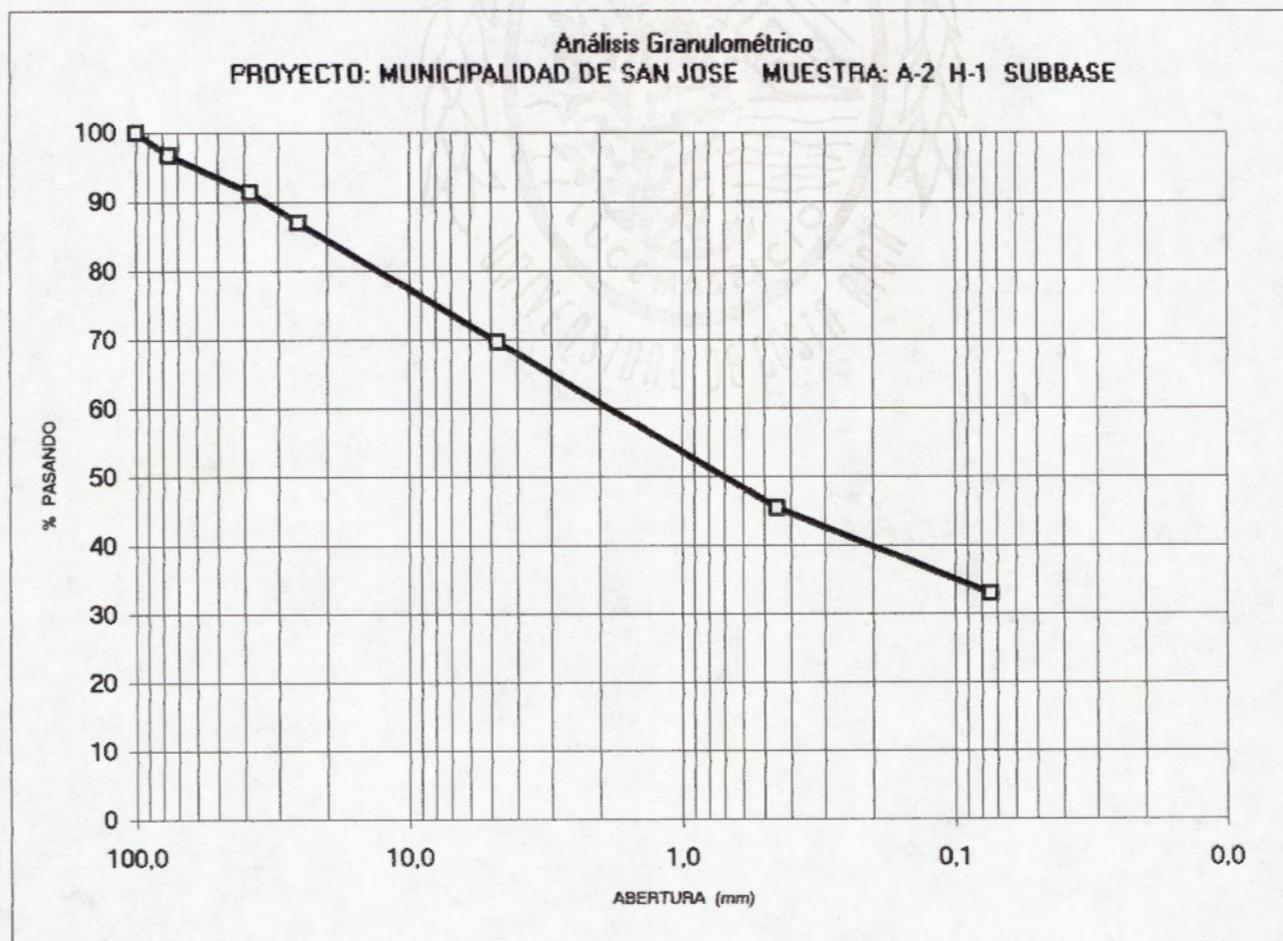
MUESTRA : SUBBASE
UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9838,0 g.

PESO FINAL: 6600,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	76,2	329,1	3,3	3,3	96,7
1 1/2"	38,1	519,3	5,3	8,6	91,4
1"	25,4	435,0	4,4	13,0	87,0
#4	4,75	1702,8	17,3	30,4	69,6
#40	0,45	2382,4	24,2	54,6	45,4
#200	0,074	1221,4	12,4	67,0	33,0



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 : A-2 HUECO: # 1

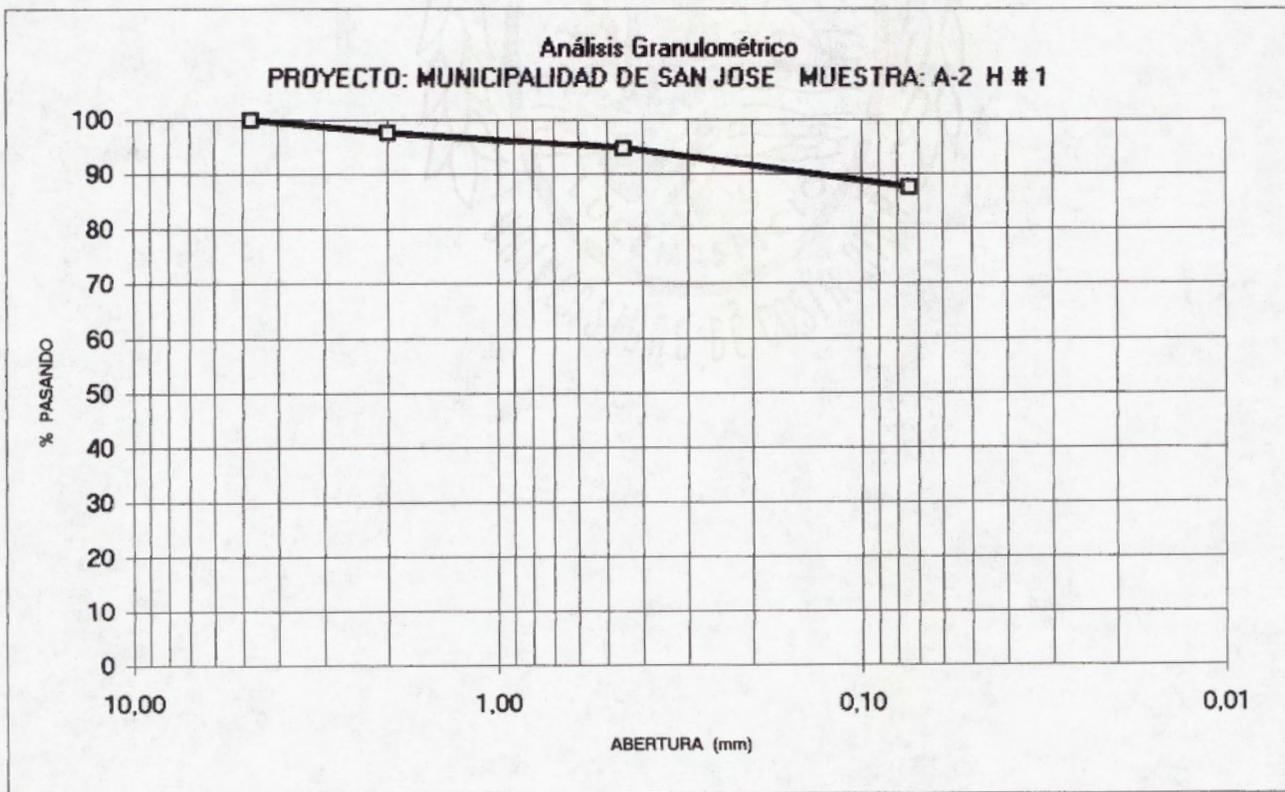
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACIÓN :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 516,3 g.

PESO FINAL: 123,0 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	12,1	2,4	2,4	97,6
#10	2,00	15,3	3,0	5,3	94,7
#40	0,45	36,6	7,1	12,4	87,6
#200	0,074	59,1	11,5	23,9	76,1



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 : A-2 HUECO: 8

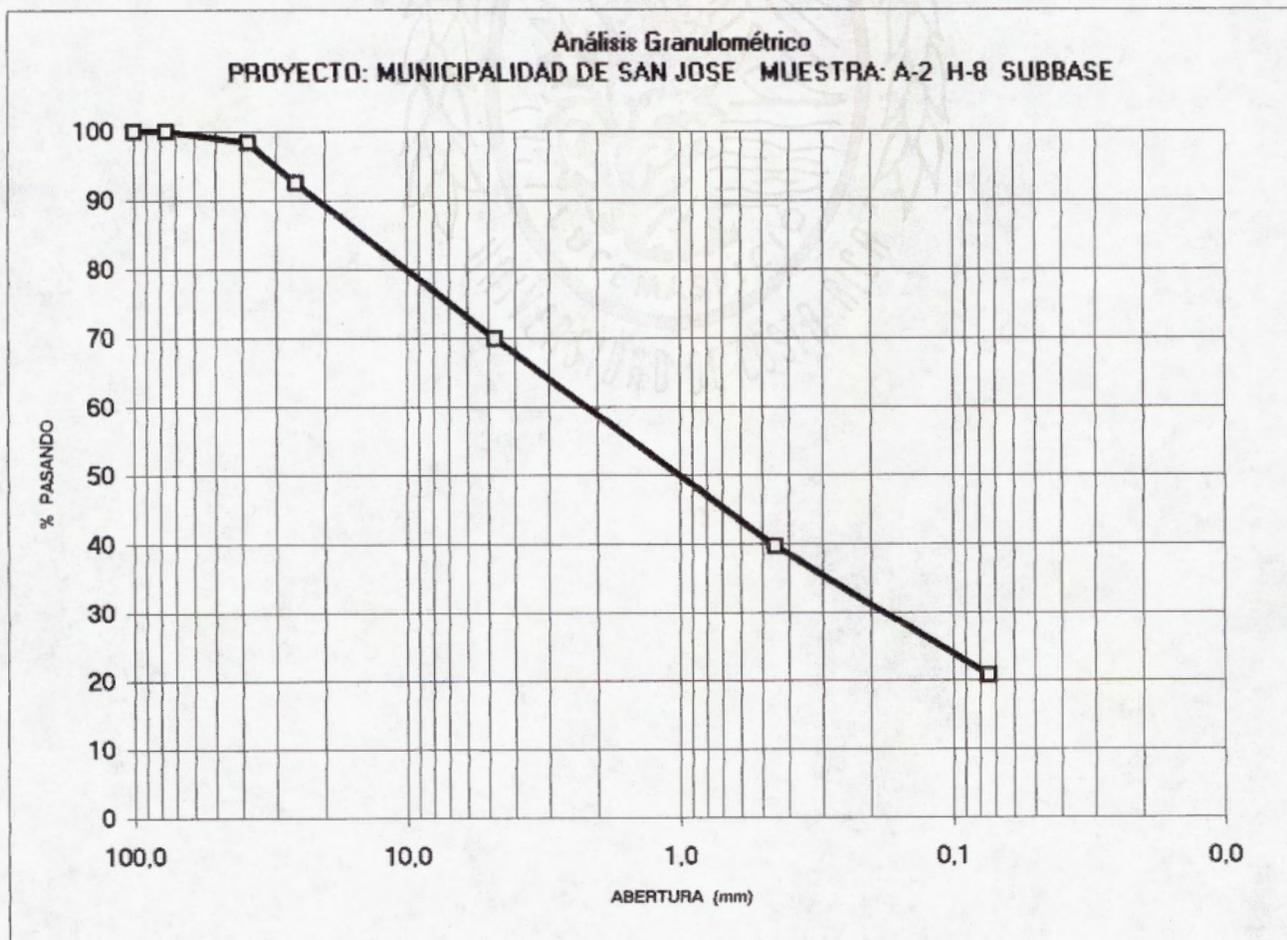
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6301,0 g.

PESO FINAL: 5006,0 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	103,1	1,6	1,6	98,4
1"	25,4	367,5	5,8	7,5	92,5
#4	4,75	1427,6	22,7	30,1	69,9
#40	0,45	1899,8	30,1	60,3	39,7
#200	0,074	1191,2	18,9	79,2	20,8



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 : A-3 HUECO: 3

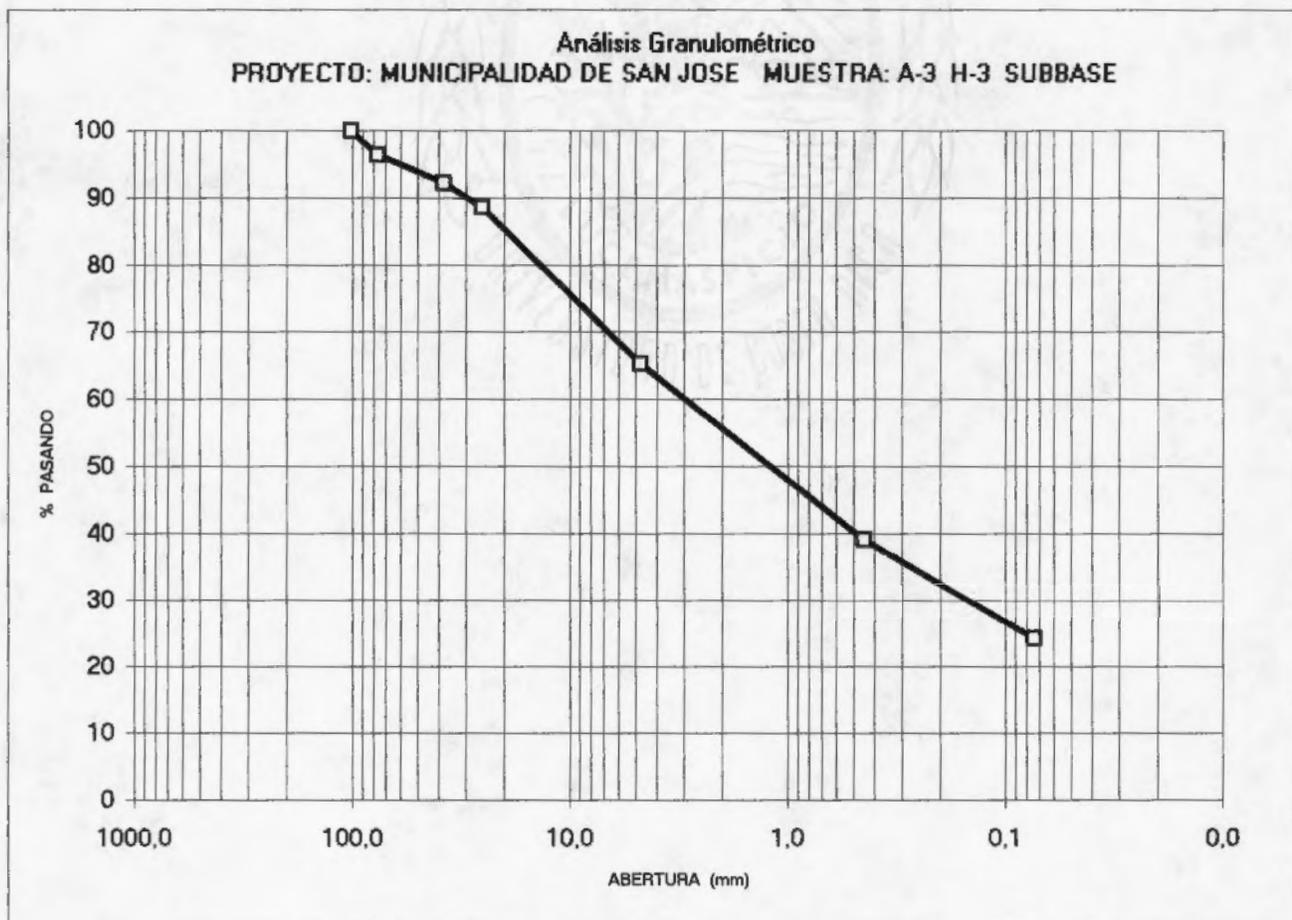
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8187,0 g.

PESO FINAL: 6206,9 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4"	101,6	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	76,2	300,0	3,7	3,7	96,3
1 1/2 "	38,1	340,1	4,2	7,8	92,2
1"	25,4	288,9	3,5	11,3	88,7
#4	4,75	1916,6	23,4	34,8	65,2
#40	0,45	2137,3	26,1	60,9	39,1
#200	0,074	1217,5	14,9	75,7	24,3



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

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

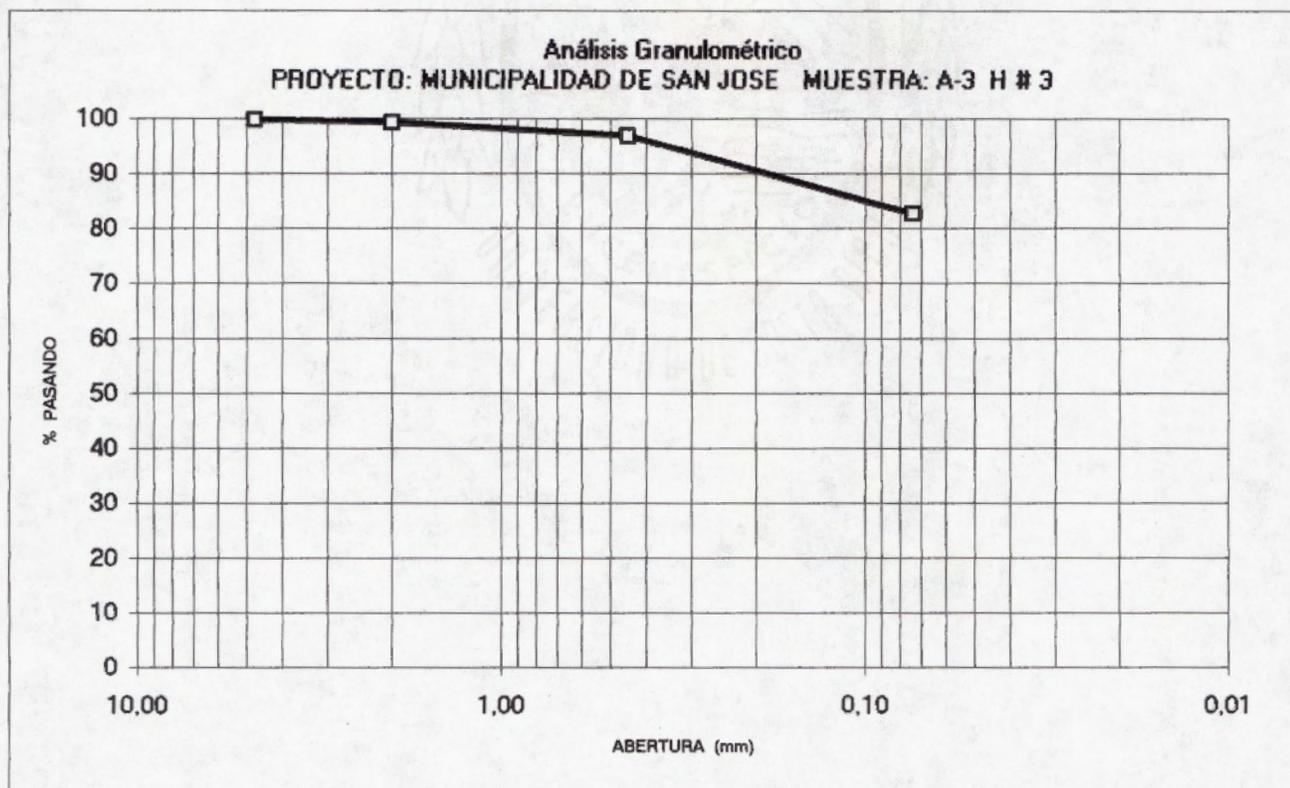
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 571,7 g.

PESO FINAL: 98,5 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	1,2	0,2	0,2	99,8
#10	2,00	2,4	0,4	0,6	99,4
#40	0,45	14,0	2,4	3,1	96,9
#200	0,074	80,9	14,2	17,2	82,8



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 : A - 4 HUECO: 4

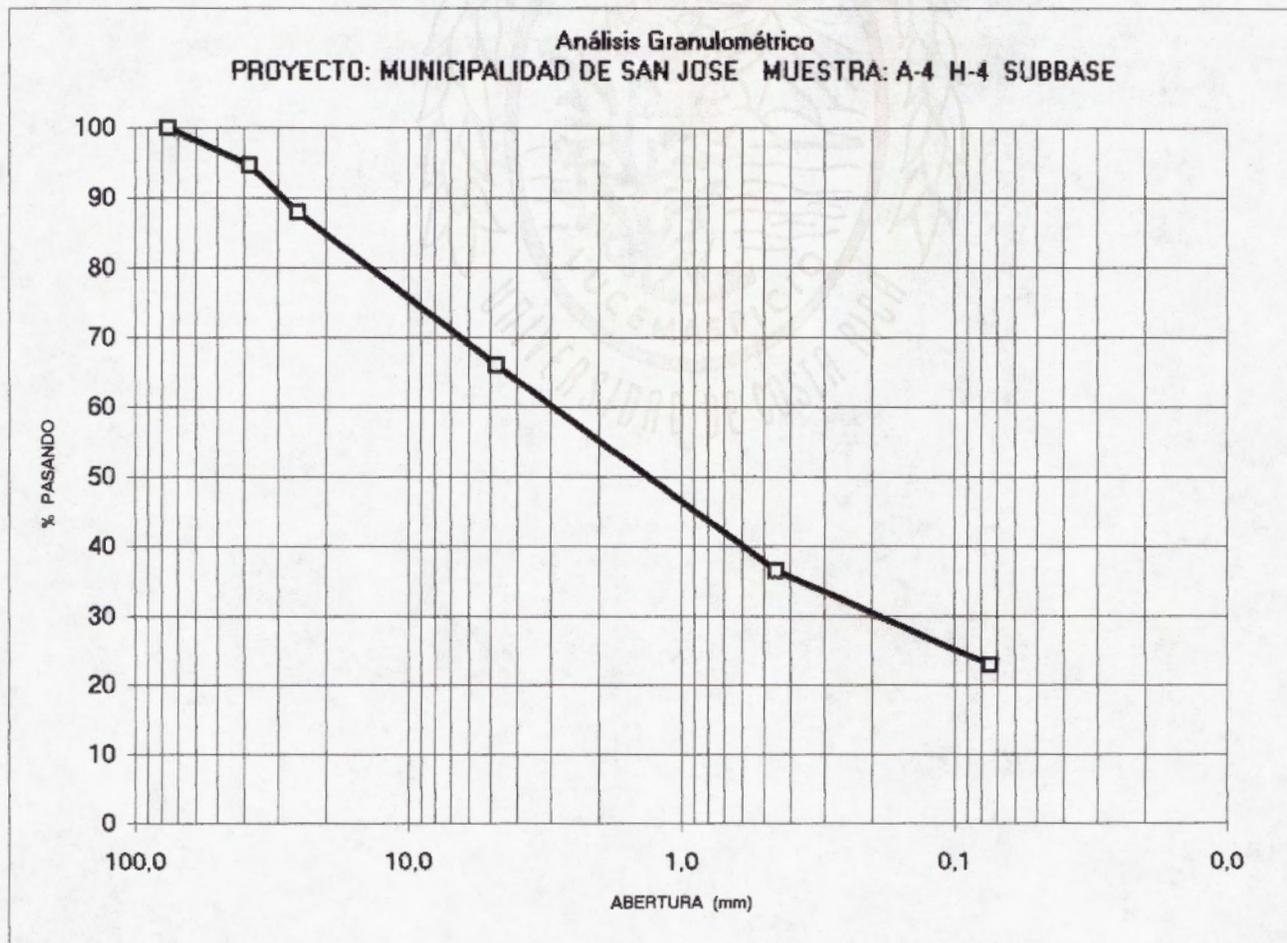
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 9084,0 g.

PESO FINAL: 7049,1 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	480,0	5,3	5,3	94,7
1"	25,4	611,5	6,7	12,0	88,0
#4	4,75	1993,8	21,9	34,0	66,0
#40	0,45	2680,4	29,5	63,5	36,5
#200	0,074	1238,7	13,6	77,1	22,9



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 : A-4 HUECO: # 4

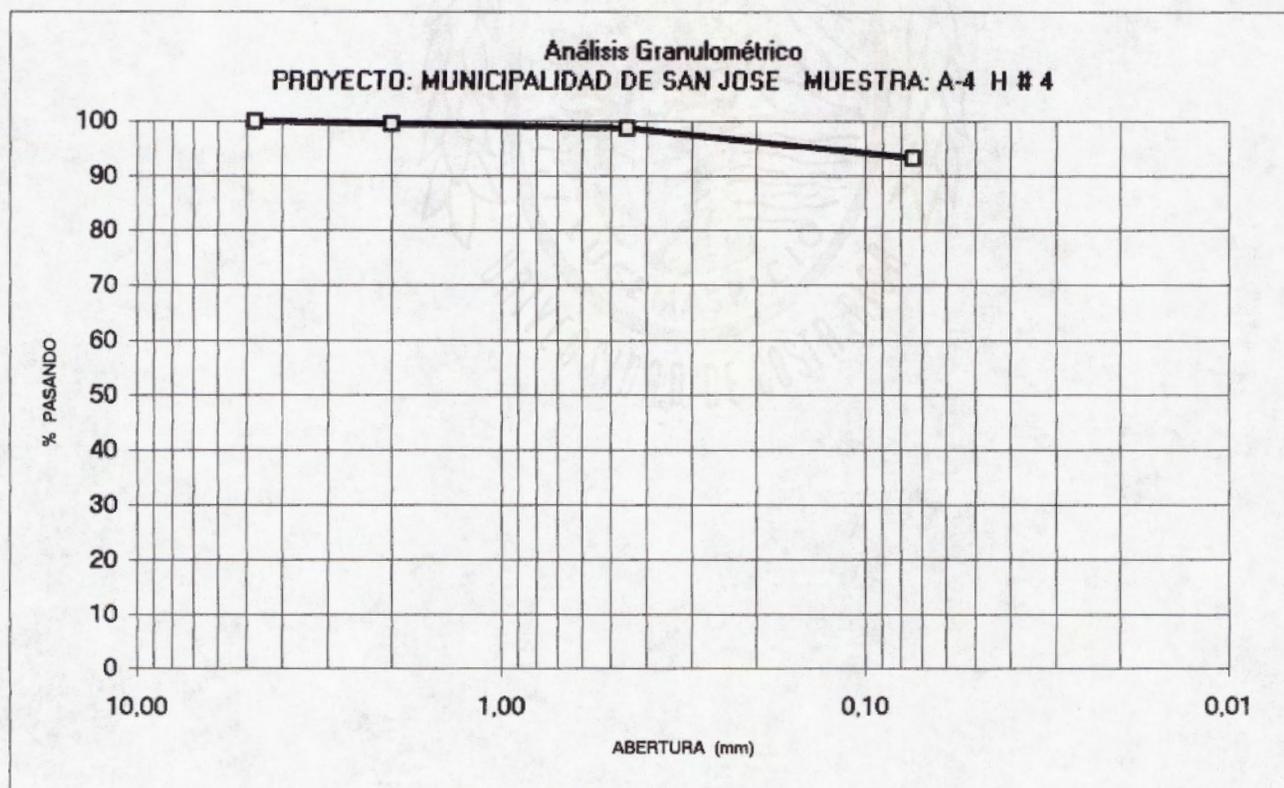
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 557,0 g.

PESO FINAL: 38,1 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	0,2	0,0	0,0	100,0
#10	2,00	2,6	0,5	0,5	99,5
#40	0,45	4,3	0,8	1,3	98,7
#200	0,074	30,9	5,6	6,8	93,2



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 : A-5 HUECO: 6

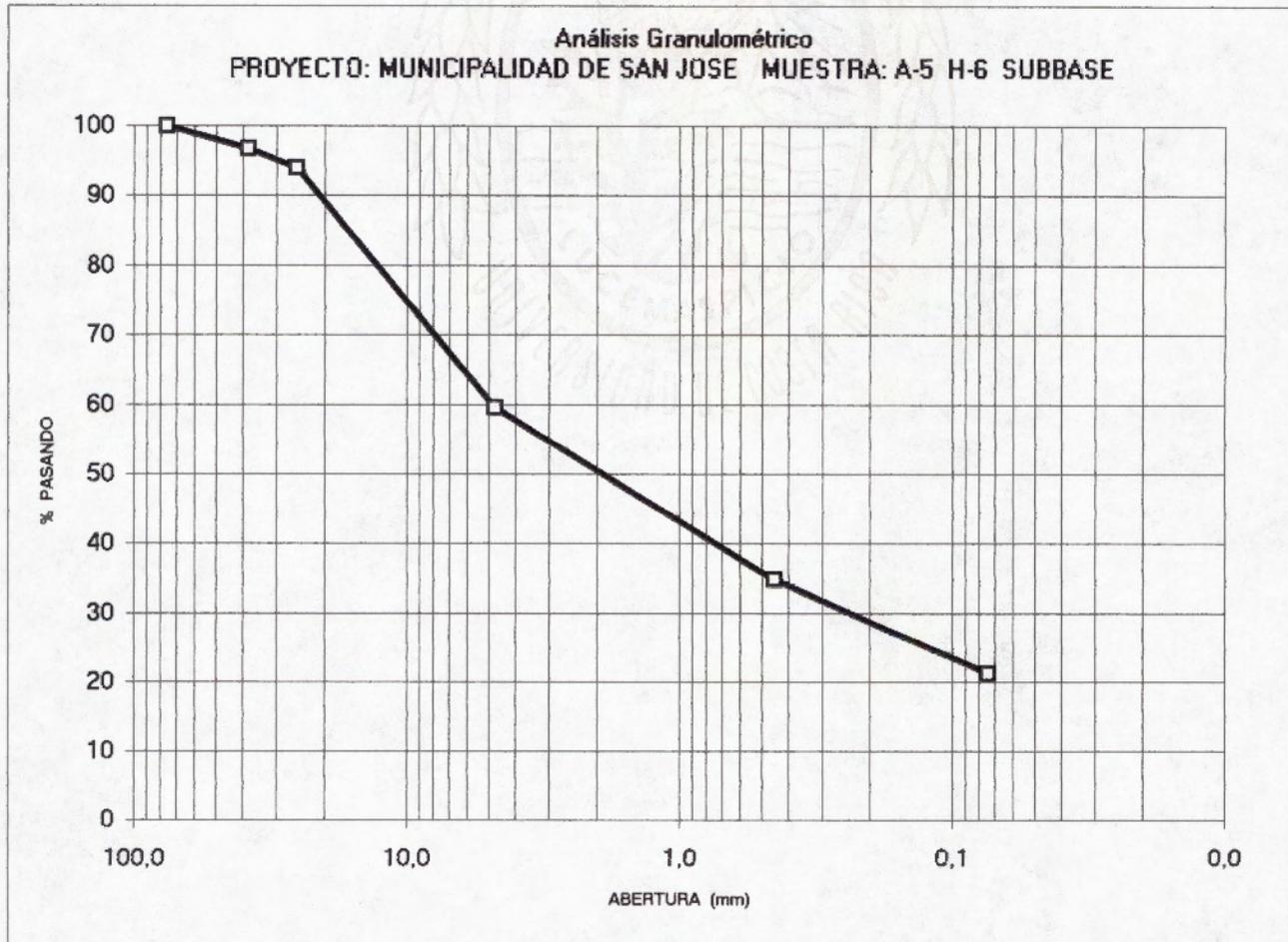
MUESTRA : SUBBASE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 6167,0 g.

PESO FINAL: 4881,4 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	199,8	3,2	3,2	96,8
1"	25,4	167,1	2,7	5,9	94,1
#4	4,75	2124,5	34,4	40,4	59,6
#40	0,45	1530,0	24,8	65,2	34,8
#200	0,074	834,8	13,5	78,7	21,3



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 30 DE ABRIL DE 1997
 PROYECTO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE
 MUESTRA : A-5 HUECO: # 60

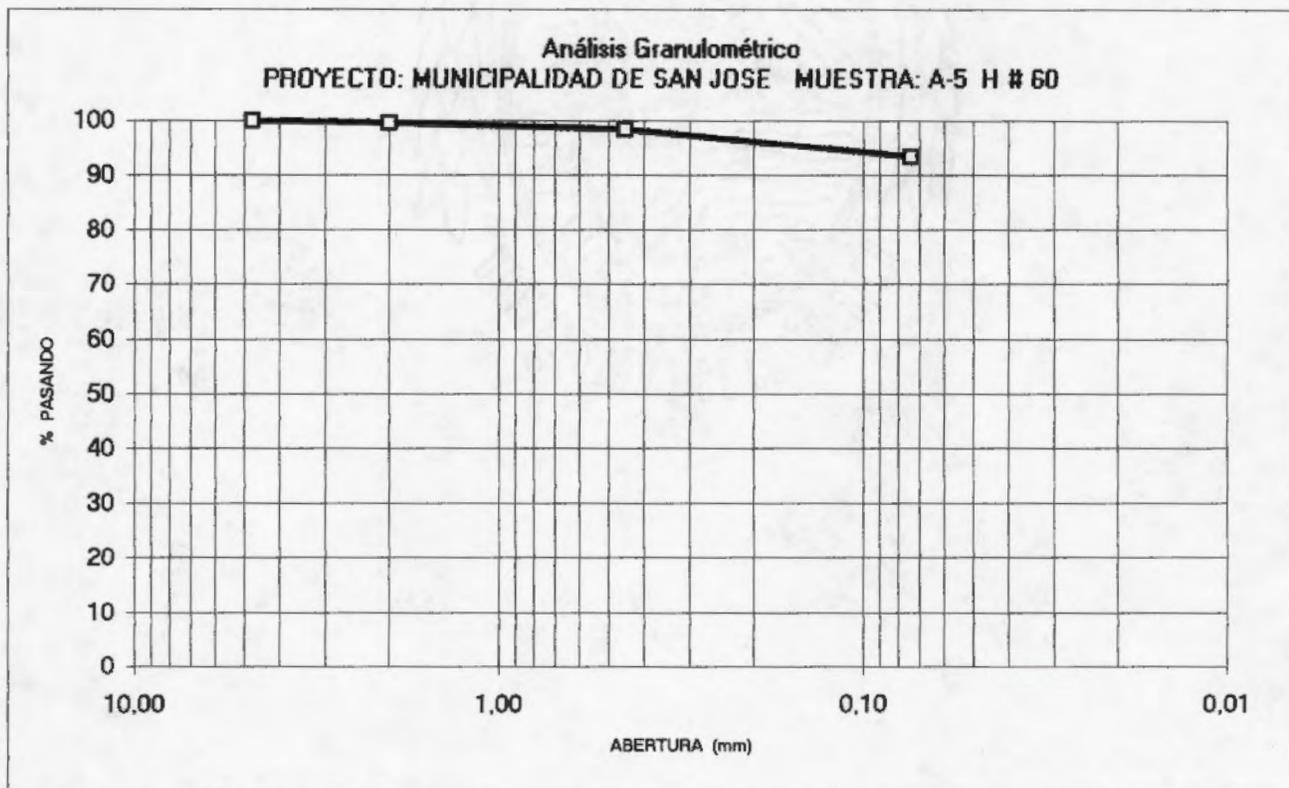
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 627,2 g.

PESO FINAL: 41,6 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	0,1	0,0	0,0	100,0
#10	2,00	2,2	0,4	0,4	99,6
#40	0,45	7,2	1,2	1,5	98,5
#200	0,074	32,0	5,1	6,6	93,4



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: A-6 HUECO: 5

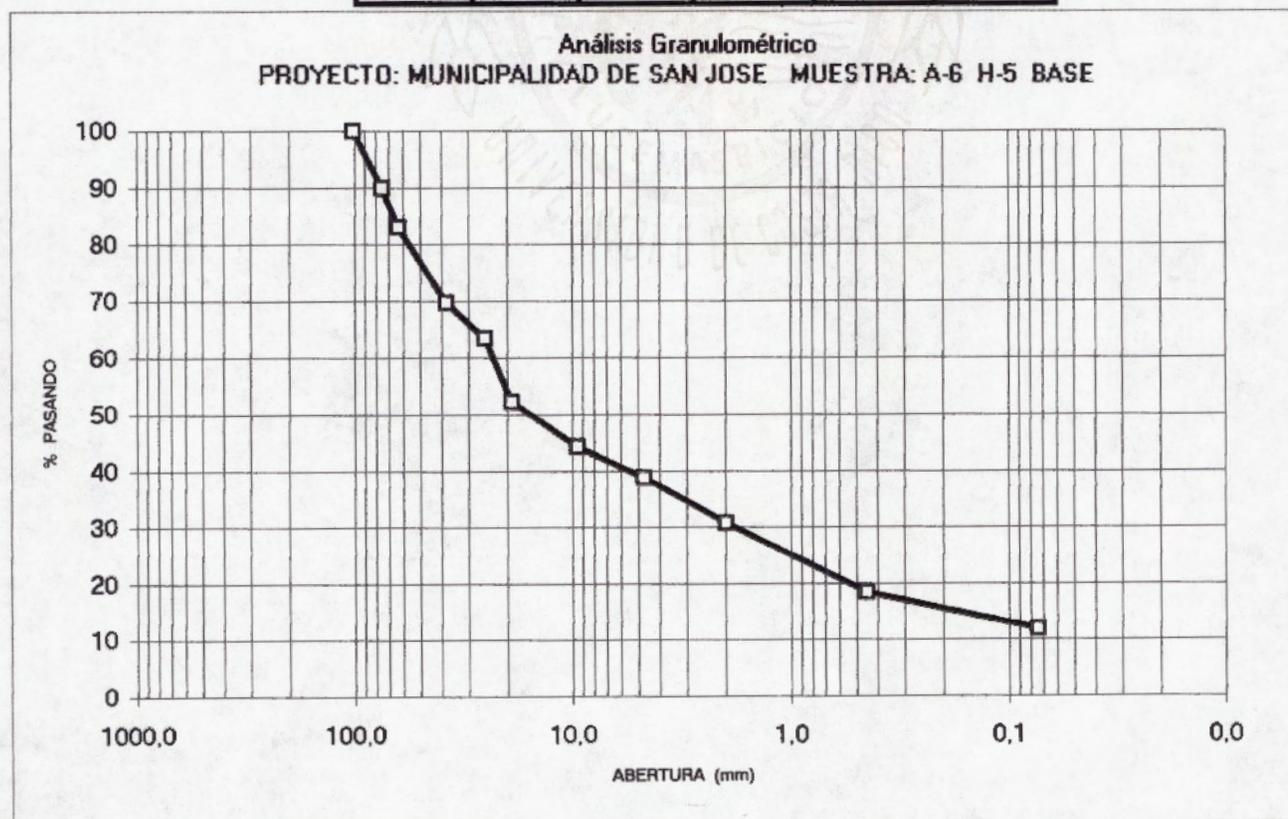
MUESTRA: BASE
 UBICACION:

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8905,0 g

PESO FINAL: 7853,2 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	896,5	10,1	10,1	89,9
2 1/2"	63,0	617,7	6,9	17,0	83,0
1 1/2"	38,1	1180,2	13,3	30,3	69,7
1"	25,4	553,6	6,2	36,5	63,5
3/4"	19,1	999,7	11,2	47,7	52,3
3/8"	9,5	710,3	8,0	55,7	44,3
#4	4,75	480,8	5,4	61,1	38,9
#10	2,00	725,3	8,1	69,2	30,8
#40	0,45	1093,0	12,3	81,5	18,5
#200	0,074	586,6	6,6	88,1	11,9



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 : A-6 HUECO: # 5

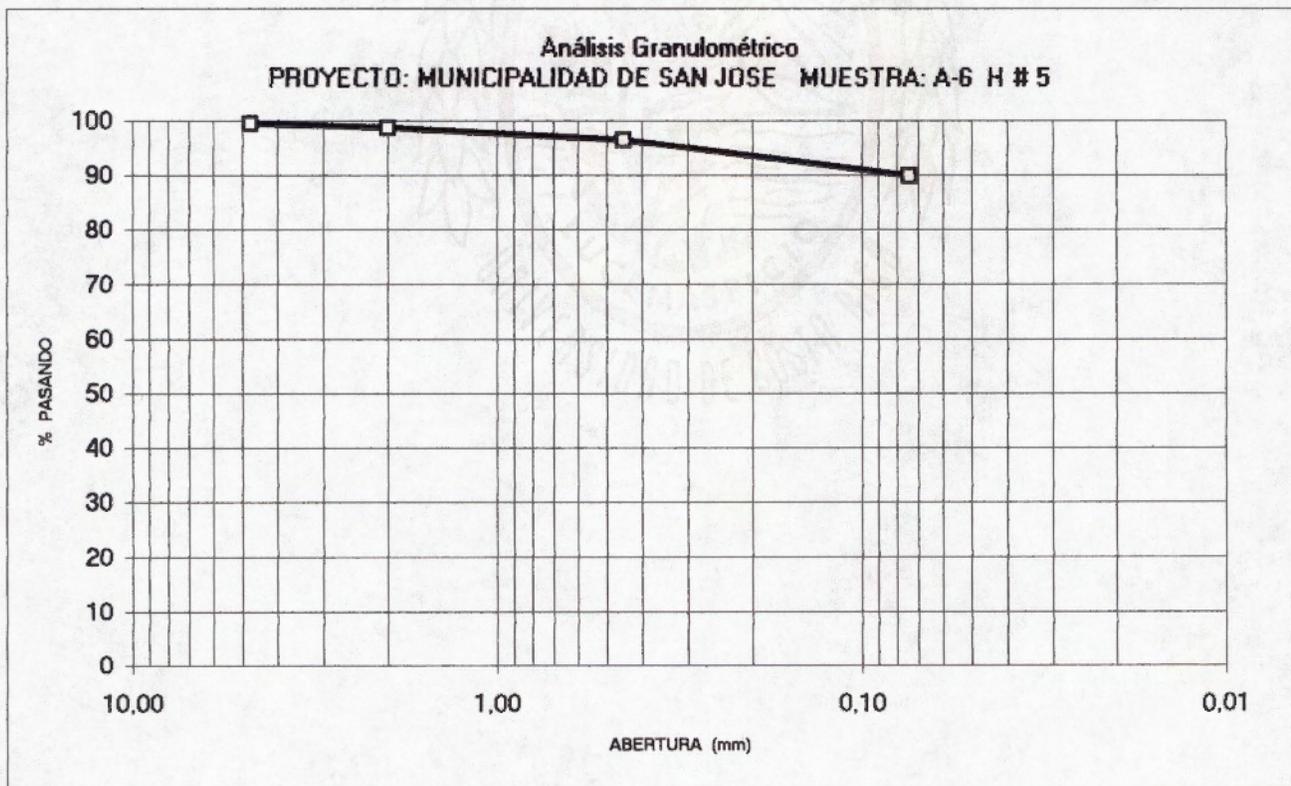
MUESTRA : SUBRASANTE
 UBICACION :

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 332,1 g.

PESO FINAL: 33,4 g.

Identificac. Malla	Abertura (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
#4	4,75	1,5	0,4	0,4	99,6
#10	2,00	2,8	0,8	1,3	98,7
#40	0,45	7,4	2,2	3,5	96,5
#200	0,074	21,8	6,6	10,1	89,9



ANEXO 3

PERFIL DE DEFLEXIONES

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

ZONA :HATILLO

RUTA : A1

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 28-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 1100m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

PUNTO N ^o	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 ⁻²	TEMPER PAVIM (°C)
1	38	76	32
2	58	117	32
3	66	132	32
4	51	102	32
5	48	97	32
6	61	122	32
7	33	66	32
8	58	117	32
9	53	107	32
10	66	132	32
11	51	102	32
12	61	122	32
13	51	102	31
14	53	107	31
15	48	97	31
16	84	168	31
17	64	127	31
18	94	188	31
19	91	183	31
20	56	112	31
21	53	107	31
22	64	127	31

PROMEDIO (D):

118.5

DESV. EST. (σ):

29.9

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

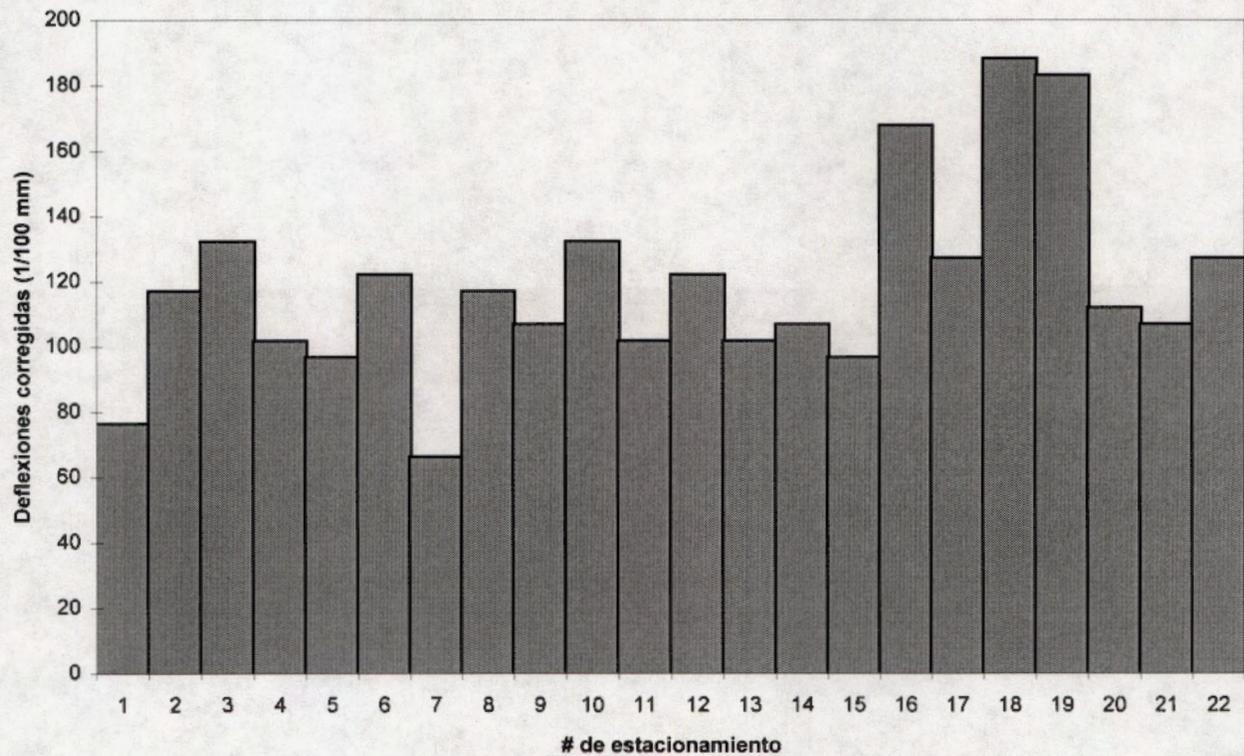
ZONA: HATILLO

RUTA : A1

LONGITUD: 1100m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	118.46
DESV. EST. (σ):	29.89
MIN	66
D - 2σ	58.69
D + 1.282σ	156.77
D + 2σ	178.23
MAX	188

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

ZONA :HATILLO**RUTA : A2**

PESO DEL EJE : 8200 Kg

PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

FECHA: 28-4-97

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

LONGITUD: 2050m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESPEJOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

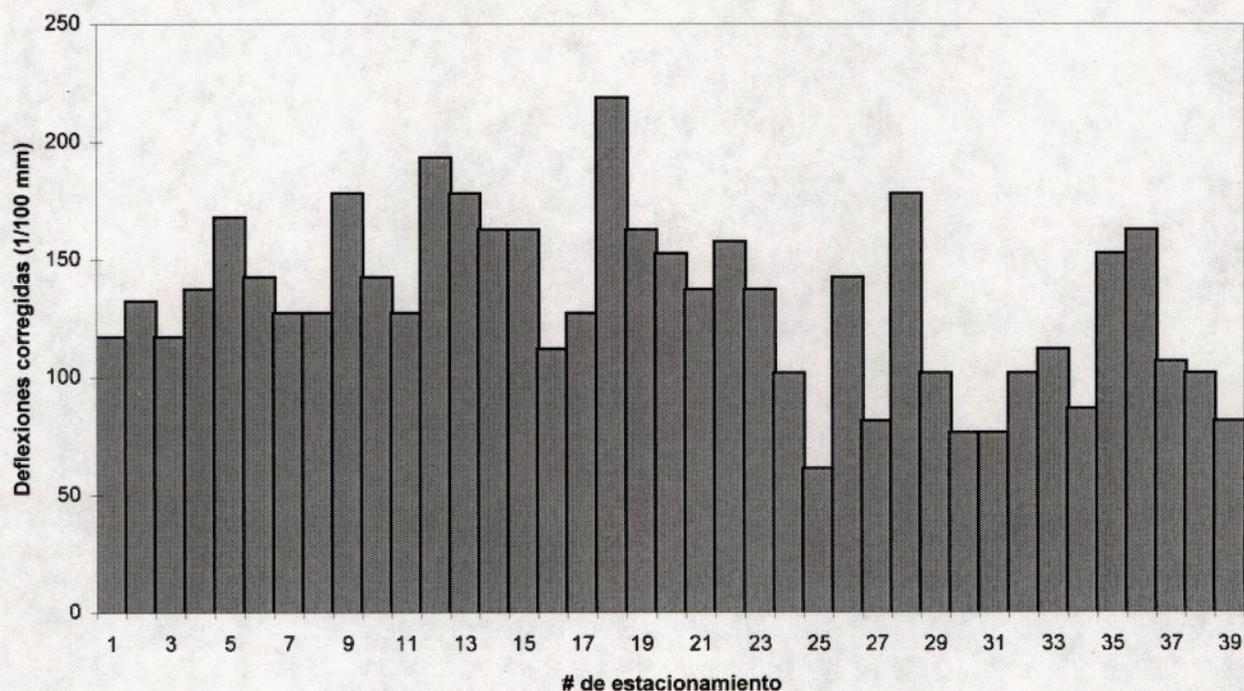
PUNTO N ^o	DEFLEXION 0.01mm	DEFLEXION mm*10 ⁻²	TEMPER PAVIM (°C)
1	58	117	31
2	66	132	31
3	58	117	31
4	69	137	31
5	84	168	31
6	71	142	31
7	64	127	31
8	64	127	31
9	89	178	32
10	71	142	32
11	64	127	32
12	97	193	32
13	89	178	32
14	81	163	32
15	81	163	32
16	56	112	32
17	64	127	32
18	109	218	32
19	81	163	32.5
20	76	152	32.5
21	69	137	32.5
22	79	157	32.5
23	69	137	32.5
24	51	102	32.5
25	30	61	32.5
26	71	142	32.5
27	41	81	32.5
28	89	178	32.5
29	51	102	32.5
30	38	76	32.5
31	38	76	33.5
32	51	102	33.5
33	56	112	33.5
34	43	86	33
36	76	152	33
36	81	162.56	32
37	53	106.68	32
38	51	101.6	32
39	41	81	32
PROMEDIO (D):		131.7	
DESV. EST. (σ):		35.8	

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

ZONA: HATILLO
LONGITUD: 2050m

RUTA : A2
MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	131.69
DESV. EST. (σ):	35.76
MIN	61
D - 2σ	60.17
D + 1.282σ	177.53
D + 2σ	203.20
MAX	218

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

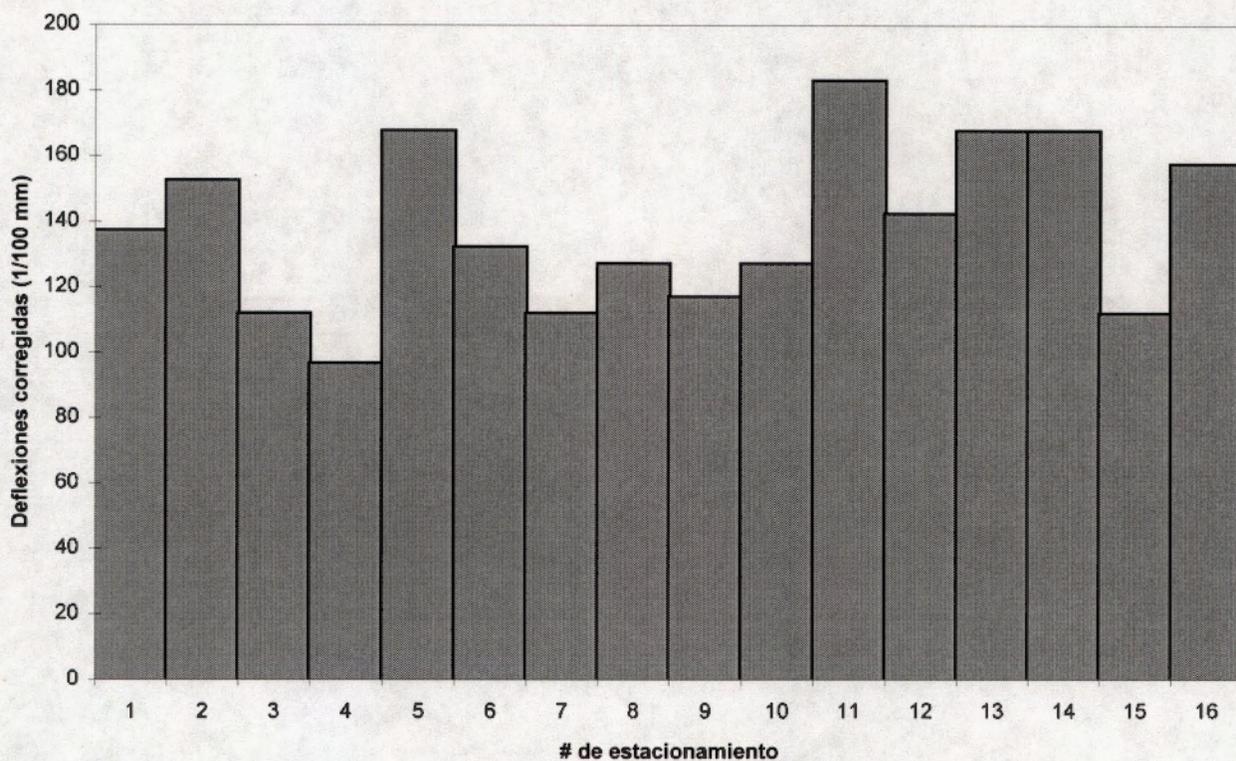
ZONA: HATILLO

RUTA : A3

LONGITUD: 760m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	24-4-97
PROMEDIO (D):	138.11
DESV. EST. (σ):	25.52
MIN	97
D - 2σ	87.08
D + 1.282σ	170.82
D + 2σ	189.14
MAX	183

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

ZONA :HATILLO

PESO DEL EJE : 8200 Kg

FECHA: 29-4-97

LONGITUD: 760m

ESPESOR DE CAPA ASFALTICA (cm):

RUTA : A4PRESION DE LLANTAS: 5,6 Kg/cm²

PRECISION DEL MICROMETRO : 0.02mm

MEDICIONES CADA 50 METROS

PUNTO	DEFLEXION	DEFLEXION	TEMPER
N ^o	0.01mm	mm*10 ⁻²	PAVIM (°C)
1	86	173	41.5
2	114	229	41.5
3	76	152	41.5
4	79	157	41.5
5	72	145	41.5
6	61	122	41.5
7	94	188	40
8	64	127	40
9	76	152	40
10	89	178	40
11	71	142	40
12	97	193	40
13	114	229	40
14	132	264	40
15	76	152	40
16	79	157	39
17	69	137	39
18	58	117	39
19	58	117	39
20	51	102	38
21	51	102	38
22	102	203	38
23	64	127	38
24	69	137	37
25	72	145	37
26	157	315	37
27	114	229	37
28	71	142	37
29	84	168	36
30	66	132	36
31	89	177.8	36
32	81	163	36

PROMEDIO (D): 164.8

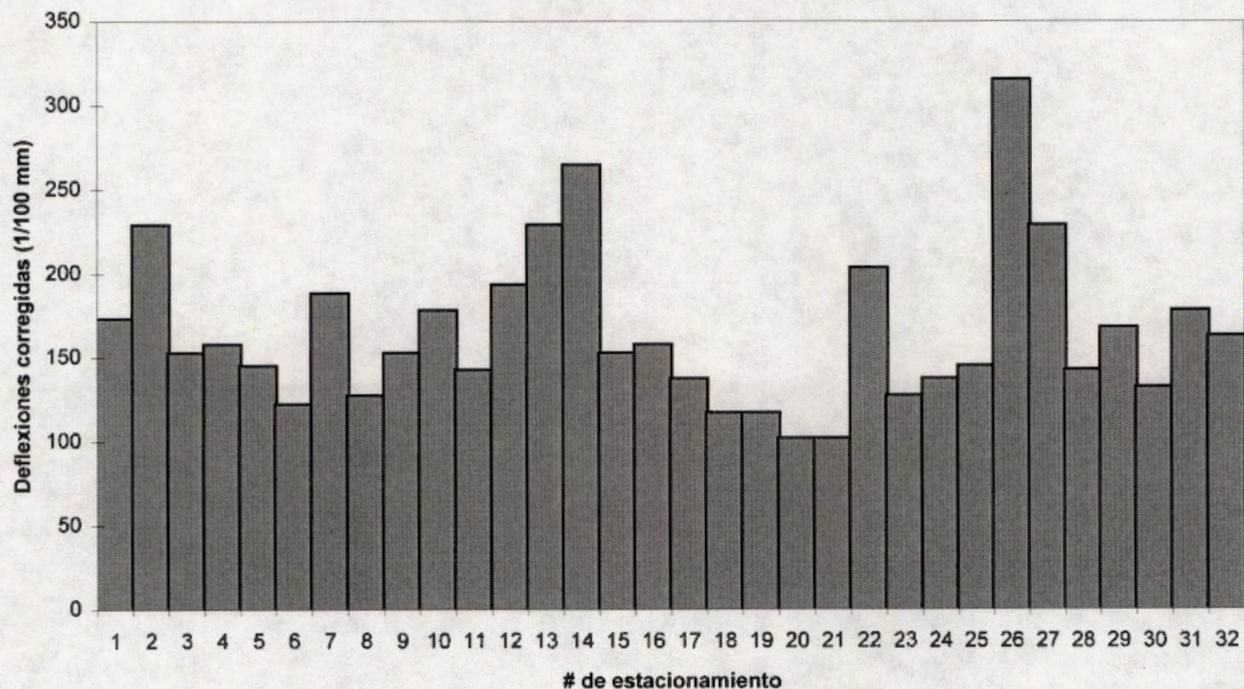
DESV. EST. (σ): 47.6

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

ZONA: HATILLO
LONGITUD: 1620m

RUTA: A4
MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	29-4-97
PROMEDIO (D):	164.78
DESV. EST. (σ):	47.56
MIN	102
D - 2σ	69.66
D + 1.282σ	225.76
D + 2σ	259.91
MAX	315

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

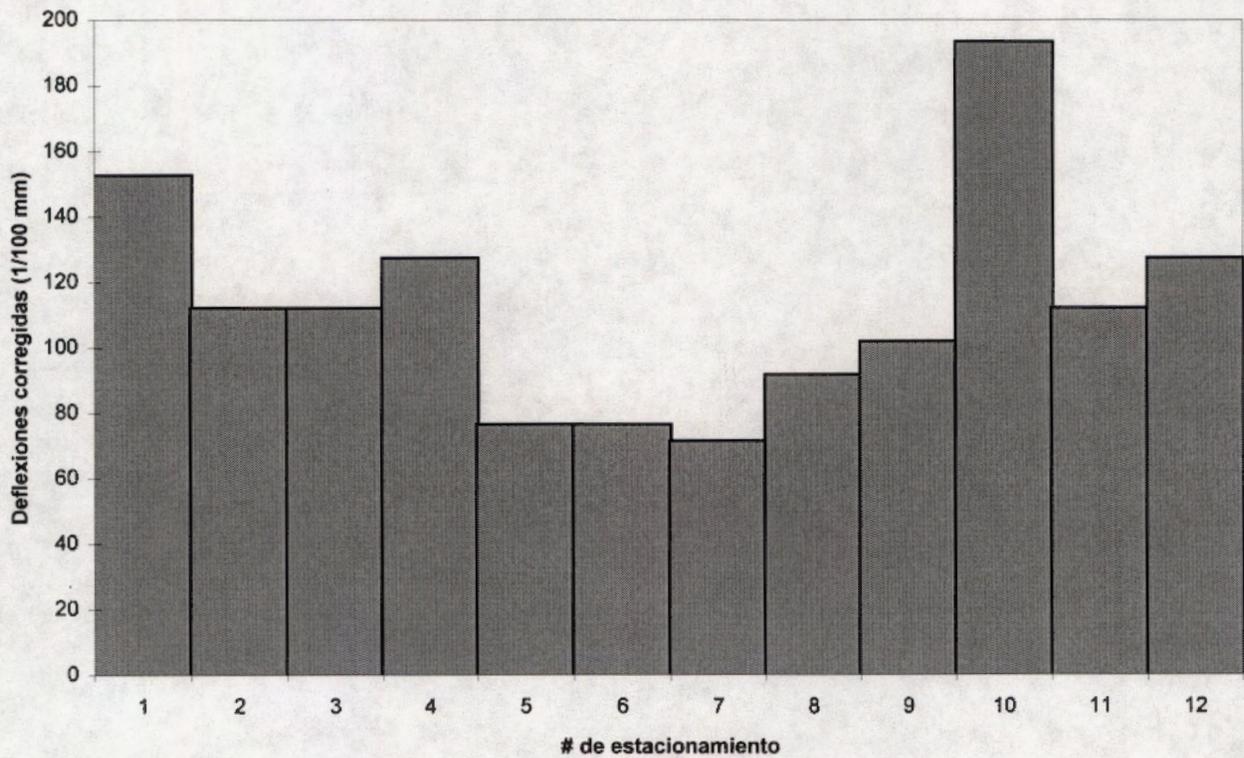
ZONA: HATILLO

RUTA : A5

LONGITUD: 590m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO



FECHA:	28-4-97
PROMEDIO (D):	112.61
DESV. EST. (σ):	34.92
MIN	71
D - 2σ	42.77
D + 1.282σ	157.37
D + 2σ	182.44
MAX	193

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

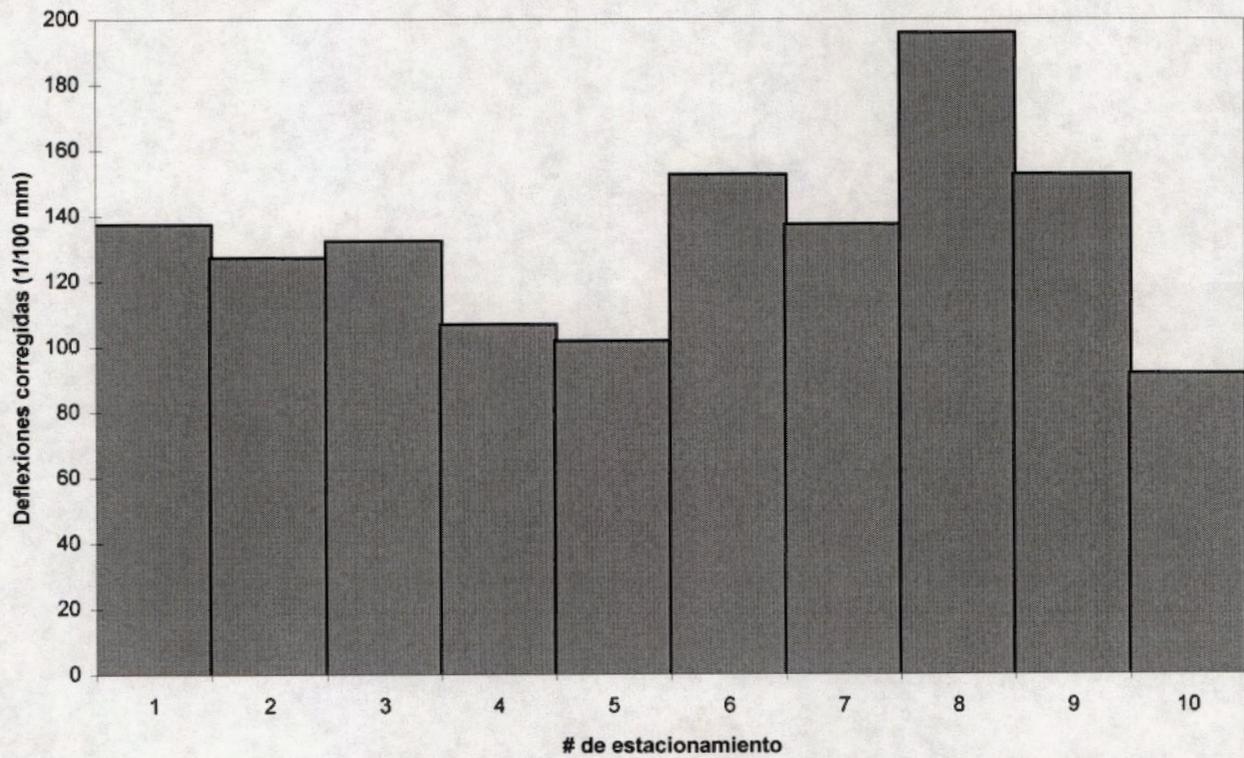
ZONA: HATILLO

RUTA : A6

LONGITUD: 470m

MEDICIONES CADA 50 METROS

ESTUDIO DEFLECTOMETRICO

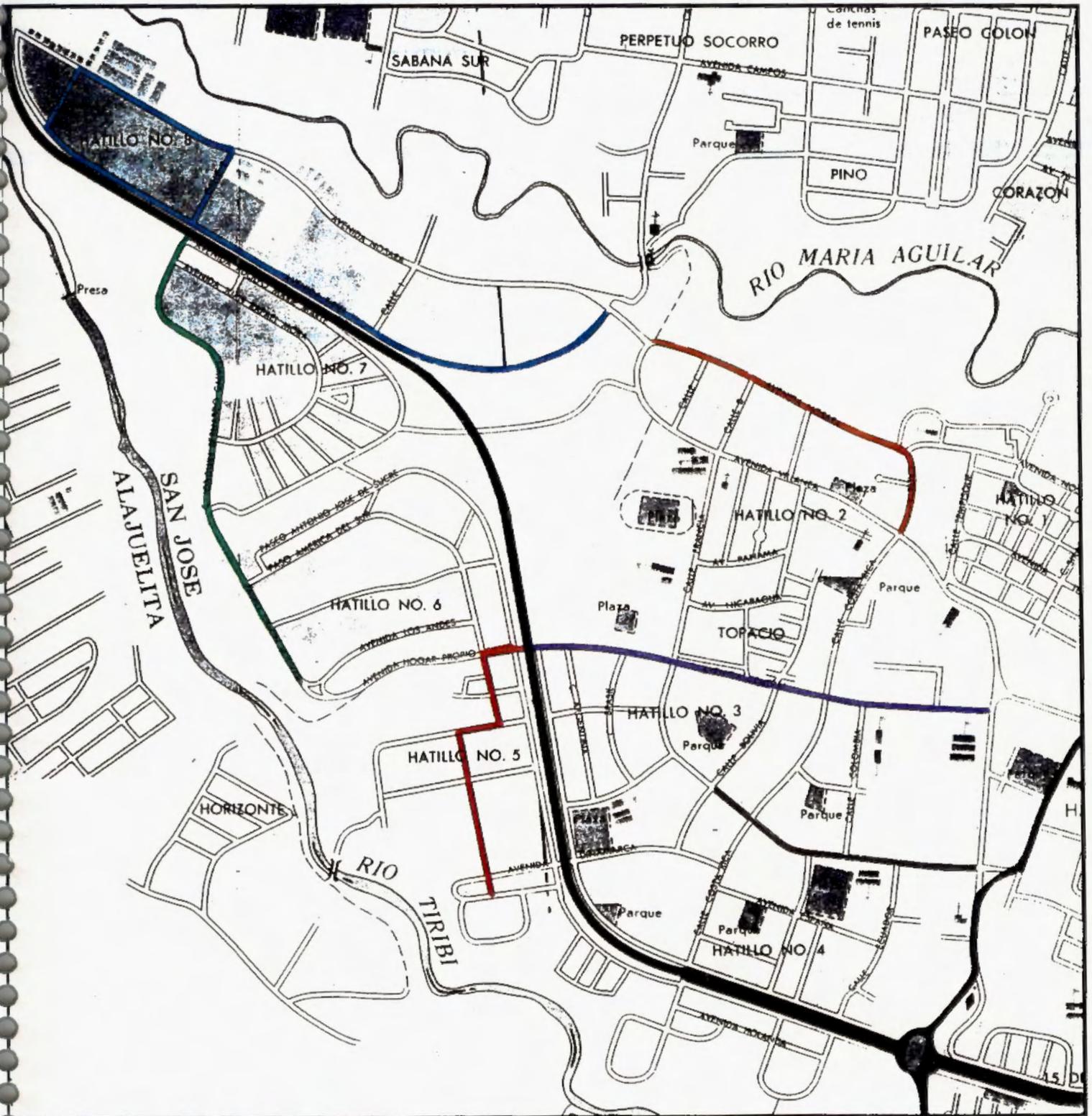


FECHA:	29-4-97
PROMEDIO (D):	133.35
DESV. EST. (σ):	30.08
MIN	91
D - 2σ	73.18
D + 1.282σ	171.92
D + 2σ	193.52
MAX	196

ANEXO 4

PLANO DE UBICACION DE RUTAS Y SONDEOS REALIZADOS

ZONA : HATILLO



Simbología :

A1 =



A4 =



A2 =



A5 =



A3 =



A6 =

