



CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
M.O.P.T.

PROYECTO DE REHABILITACION
Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

INFORME FINAL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

ABRIL - 1995

CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
M.O.P.T.

PROYECTO DE REHABILITACION
Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

INFORME FINAL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

ABRIL - 1995

19 de abril de 1995
LM-IC-C-38-95

Señor
Ing. Francisco Jiménez, Director
Consejo de Seguridad Vial
Presente

Estimado señor:

De acuerdo a las cláusulas contractuales del convenio marco CSV-FUNDEVI me complace remitirle para su consideración el informe final y respectivo juego de planos constructivos correspondientes a la propuesta de rehabilitación del proyecto Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA.

Atentamente,



Dr. Juan A. Pastor Gómez
Director
Laboratorio Nacional de Materiales
y Modelos Estructurales

c.c. Ing. Bernardo Arce, Ministro MOPT
Ing. Alfredo Serrano, Coordinador CSV-FUNDEVI
Ing. Jorge Arturo Castro, UNEPROVI
Ing. Edgar Herrera, LANAMME
Ing. Mario Arce, LANAMME

car

INDICE GENERAL

1.	Aspectos Generales	1
1.1	Ubicación	1
1.2	Antecedentes	1
1.3	Objetivos	1
1.4	Planos Esquemáticos Lineales	2
1.5	Estudio de Tránsito	2
2.	Diagnóstico	5
2.1	Metodología Usada	5
2.2	Observaciones	6
3.	Análisis de Laboratorio del Pavimento	9
3.1	Análisis de la Capa de Concreto Asfáltico	9
3.2	Estructura del Pavimento	10
3.3	Análisis de la Base	11
3.4	Análisis de la Subbase	12
4.	Análisis Deflectométrico y Diseño Estructural	13
4.1	Generalidades	13
4.2	Análisis de Tránsito y Predicción de Carga por Ejes	15
4.3	Interpretación "In-Situ" del Ensayo de Deflectometría	18
4.4	Dimensionamiento del Refuerzo Estructural Equivalente	22
5.	Anotaciones Finales Relativas al Diseño y Especificaciones Especiales	28
6.	Presupuesto	32
	Anexo A: Hormigón Compactado con Rodillo	
	Anexo B: Inspección Visual	
	Anexo C: Resultados de Laboratorio	
	Anexo D: Planos Constructivos	

1- ASPECTOS GENERALES

1.1 UBICACION

Provincia de San José

Ruta 211

Sección 19056

Longitud del proyecto: 3.1 km

1.2 ANTECEDENTES

Este trabajo se enmarca dentro de los alcances de las cláusulas cuarta y quinta del convenio marco de cooperación suscrito entre el Consejo de Seguridad Vial y FUNDEVI, en mayo de 1993 y vigente hasta mayo de 1998.

1.3 OBJETIVO

Analizar la estructura del pavimento existente y dar la asistencia técnica necesaria para la rehabilitación de la carretera.

Trabajos Específicos:

- a- Revisión preliminar y diagnóstico
- b- Muestreo de campo
- c- Pruebas de laboratorio
- d- Diseño del pavimento
- e- Descripción del proyecto y mapas
- f- Planos (esquemáticos lineales)
- g- Secciones transversales
- h- Especificaciones
- i- Sumario de cantidades

1.4 PLANOS ESQUEMÁTICOS LINEALES

Los planos esquemáticos muestran los sitios donde hay drenajes, cabezales, puentes y detallan el trabajo a realizar:

- a- Bacheo
- b- Mejoramiento de la superficie
- c- Sobrecapa
- d- Rehabilitación
- e- Puentes y drenajes

Asimismo, en los planos se presenta un resumen del estado superficial de la carretera.

1.5 ESTUDIO DE TRANSITO

El análisis de tránsito del proyecto Y Griega - San Francisco - La Colina se basa en datos suministrados por el Departamento de Estudios Básicos de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

El tramo en estudio, de 3.1 km de longitud, es parte de la ruta nacional 211, sección 19056, con dos estaciones de conteo: la 207 frente a la Iglesia de San Francisco y la 208 en el puente sobre el Río Tiribí. Analizadas estas dos estaciones de conteo se escogió la 207 frente a la Iglesia de San Francisco como la más representativa del tránsito a esperar, principalmente por su ubicación (a la mitad de la longitud total del proyecto) mientras que la estación 208 está al final del mismo. Para 1993 esta estación reportó 18520 vehículos por día con un porcentaje de vehículos pesados del 16 %.

Para proyectar el tránsito promedio diario (para una vida útil esperada del nuevo pavimento de 12 años) se procedió a estimar el tránsito para 1995 y luego proyectarlo hasta el año 2007. El análisis del crecimiento vehicular de Costa Rica muestra ciclos altos y bajos dependiendo principalmente de la actividad económica del país. A nivel urbano hay calles y rutas nacionales con crecimientos de tránsito muy elevados (superior al 12 %), y otras que registran bajo crecimiento anual debido, principalmente, al estado de la superficie de ruedo o bien porque han llegado a su capacidad. Adicionalmente, durante los últimos dos años el parque automotor se ha incrementado en forma acelerada debido a la alta importación de vehículos nuevos y usados.

Analizadas las anteriores variantes con personeros del Departamento de Estudios Básicos del MOPT se llegó a la conclusión que para las proyecciones de tránsito de los tramos del proyecto se usaría un crecimiento anual del 7% que representa la tasa promedio del crecimiento vehicular de las carreteras del país. Los resultados son:

TRANSITO PROMEDIO DIARIO

PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

	Año	T.P.D
0	1995	21200
1	1996	22684
2	1997	24272
3	1998	25971
4	1999	27789
5	2000	29734
6	2001	31815
7	2002	34043
8	2003	36426
9	2004	38975
10	2005	41704
11	2006	44623
12	2007	47746

2- DIAGNOSTICO

2.1 METODOLOGIA USADA

1- Diagnóstico

Se realizó un recorrido del proyecto, marcando el estacionamiento cada cincuenta metros. Se determinaron los tipos de fallas superficiales, se analizaron los tipos de falla y se tabularon de acuerdo a:

- ┌ Fisuración y grietas
- Falla ─┤ Deformación "cuero de lagarto"
- └ Desintegración de baches y baches tapados

Ver tabla que resume los resultados de la inspección visual en la página 8.

2- Muestreo

Se tomaron muestras para realizar pruebas de laboratorio en los siguientes componentes de la carretera:

- a- Subrasante
- b- Subbase
- c- Base
- d- Capa de rodamiento

En todos los casos se realizó un sondeo con extractor de núcleos y se efectuó la prueba de CBR de sitio.

3- Pruebas de Laboratorio

A las muestras obtenidas se les hizo pruebas para determinar las condiciones de las capas del pavimento, así como el estado de la subrasante, para el diagnóstico de la plasticidad y capacidad relativa de soporte.

4- Diseño del Pavimento

El diseño del pavimento se realizó de acuerdo al método "Asfalt Road" y método "Shell" (Número Estructural Modificado), para un periodo de 12 años, tomando en cuenta factores de lluvia y mantenimiento de drenajes, espaldones y condición estructural del pavimento existente.

2.2 OBSERVACIONES

El inicio del estudio está en la Rotonda de la Y Griega y el estacionamiento va de oeste a este. Los carriles numerados 2 y 3 están del lado norte y la dirección del tránsito es de este a oeste. Los carriles numerados 4 y 5 están del lado sur y tienen tránsito de oeste a este.

El carril N° 2 tiene daños en un 78 %

El carril N° 3 tiene daños en un 81 %

El carril N° 4 tiene daños en un 81 %

El carril N° 5 tiene daños en un 84 %

Promedio 81 %

Lo anterior evidencia que la capa de rodamiento sobrepasó su vida útil y requiere una rehabilitación mayor.

TABLA RESUMEN DE INSPECCION VISUAL

	CARRIL 1		CARRIL 2		CARRIL 3		CARRIL 4		CARRIL 5		CARRIL 6	
	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%
FIGURA Y GRIETA	0	0%	36,5	1%	7,8	0%	102	1%	0	0%	0	0%
BACHEO TAPADO	0	0%	1,956,675	31%	1587,3	15%	970,15	10%	1123,25	21%	0	0%
BACHE	0	0%	81,1	1%	54,5	1%	656,8	6%	177,5	3%	0	0%
CUERO DE LAGARTO	0	0%	2463,87	39%	5911,3	57%	6511,6	64%	3114,25	59%	0	0%
OTROS	0	0%	431,9	7%	71,2	1%	0	0%	0	0%	0	0%
PAVIMENTO SIN DAÑO	0	0%	1,394,955	22%	2654,9	26%	1886,45	19%	1886,45	16%	0	0%
AREA TOTAL	0		6365		10287		10127		10127		0	

3- ANALISIS DE LABORATORIO DEL PAVIMENTO

3.1 ANALISIS DE LA CAPA DE CONCRETO ASFALTICO

Los resultados del diagnóstico del estado de deterioro de la carpeta asfáltica (capítulo 2) indican que se requiere un análisis más profundo para determinar las causas del problema, análisis que se presenta a continuación.

De las muestras de carpeta superficial analizadas en el Laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

Estación cm	Asfalto %	Ceniza %	Agua %	Gs max	Espesor de Capa:
0 + 450	6.51	0.53	0.28	2.32	5-6-7
1 + 350 N° 2	6.45	0.45	0.20	2.39	8
1 + 750 N° 3	5.82	0.60	0.20	2.37	4-7
2 + 350	6.17	0.32	0.40	2.38	5-4.5
2 + 850	8.11	1.21	0.60	2.38	7.5

Malla B	Porcentaje Pasando					Esp. Grad.
	0+450	1+350N°	1+750	2+350	2+850	
3/4"	100	100	100	100	100	100
1/2"	96	92	92	92	92	-
3/8"	88	80	86	84	85	70 - 90
N° 4	64	59	68	63	64	50 - 90
N° 8	45	42	49	44	46	35 - 50
N° 50	20	20	21	20	23	13 - 23
N° 200	13	14	15	14	16	3 - 8

Obsérvese que la granulometría obtenida, en todos los casos, está dentro de especificaciones, aunque muestra un porcentaje pasando la malla 200 mayor, debido al "filler" adicionado a la mezcla.

Los porcentajes de asfalto están dentro del rango normal o bajo. Sin embargo las temperaturas de preparación de mezcla mostraron una baja susceptibilidad térmica lo que denota una pérdida de los maltenos que a su vez provocó el envejecimiento de la mezcla de concreto asfáltico.

Es importante mencionar que en algunos sitios (e.g., la estación 0 + 450) aparecen tres capas de concreto asfáltico. En algunos casos esto se debe a bacheo y en otros a recarpeteo. Cuando se ha recarpeteado sobre una capa fallada de concreto asfáltico, sin tomar la precaución de sanear la capa existente, las grietas se reproducen por reflexión acelerando el proceso de deterioro.

3.2 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

En promedio, la subrasante tiene una capacidad relativa de soporte baja (CBR 3 %). La estructura del pavimento tiene una capa de concreto asfáltico de 10 cm, y una base de 20 cm con una subbase de 13 cm. De acuerdo al diseño realizado (con el TPD para el año 2007), si se conservan 10 cm de concreto asfáltico y 20 cm de capa de base, se necesitaría una subbase de 38 cm. Como no es posible subsanar económicamente este déficit de 25 cm en la subbase, se deben variar las capas superiores.

Considerando las deflexiones detectadas con la viga Benkelman (con promedios de $x = 107 \times 10^{-2}$ y hasta 189×10^{-2}) el faltante estructural y el estado de la superficie de ruedo, se llega a la conclusión de que no es recomendable un recarpeteo, sin antes subsanar los daños existentes y los faltantes estructurales.

3.3 ANALISIS DE LA BASE

Las muestras obtenidas de la base no tienen plasticidad y están compuestas por agregados con graduación continua, en algunos casos fuera de especificación. La capacidad relativa de soporte (CBR) varía entre 55% y 70 % al 95% de la densidad obtenida en el ensayo AASHTO T-180 y no satisface la especificación 103.06.

Es recomendable conformar la base de nuevo y compactarla al 100 % de la densidad obtenida en el Próctor Modificado (AASHTO T-180) para que, de acuerdo a resultados obtenidos en el laboratorio, se logren obtener resultados de CBR con valores mayores de 80%.

En las secciones donde la base está estabilizada con cemento, éstas se encuentran muy agrietadas y no son recuperables estructuralmente. Se recomienda sustituirlas por base de piedra quebrada, graduación B.

3.4 ANÁLISIS DE LA SUBBASE

Como se mencionó en la Sección 3.2, la subbase existente tiene un espesor insuficiente (13 cm) tanto para el tránsito actual como para el futuro. La compone un lastre color gris claro limo-arenoso con poca plasticidad y muy fino.

4- ANALISIS DEFLECTOMETRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 GENERALIDADES

Para realizar el análisis deflectométrico y diseño del refuerzo estructural equivalente se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- a- Que se presenta gran dispersión, tanto transversal como longitudinalmente, en términos de: espesores, calidad y tipo de materiales, nivel de deterioro superficial, tamaño y severidad de deformaciones tipo ahuellamiento, etc.
- b- Que el ensayo de deflexiones con viga Benkelman no se realizó en el periodo crítico del año.
- c- Que los bacheos y reparaciones efectuados en la vía cubren grandes áreas y representan un componente más de dispersión de los parámetros estructurales.
- d- Que históricamente el ancho de vía se fue ampliando paulatinamente, lo que implica materiales con diferentes edades, niveles de fatiga y estándares de calidad.

- e- Que debe buscarse una solución económica y técnicamente viable, que considere además los aspectos constructivos y de impacto a los usuarios por congestiónamiento y seguridad durante la etapa constructiva.

- f- Que debe buscarse una solución que permita garantizar la calidad de la obra durante el período de vida útil para el cual se diseña.

- g- Que debe buscarse una solución estructural que en el mediano y largo plazo disminuya significativamente los costos de conservación del pavimento y por ende los costos de operación al usuario.

- h- Para la determinación de la capacidad estructural actual del pavimento y su requerimiento de refuerzo para un período de diseño de 12 años, se aplica una metodología que permite "calibrar" el diseño óptimo de la estructura, contraponiendo los siguientes cuatro componentes fundamentales de evaluación del modelo de deterioro:
 - El estudio de auscultación visual.
 - El estudio de laboratorio.
 - El análisis deflectométrico.
 - Los volúmenes de tránsito y composición vehicular.

Estos cuatro parámetros, analizados desde la perspectiva de lo que ha sido la evolución histórica del pavimento, permiten interpretar adecuadamente el modelo de deterioro de la estructura y a la vez aportan importante información para visualizar cuáles son las opciones más apropiadas para "recuperar" estructuralmente la carretera.

Finalmente, para recomendar los diseños definitivos, los modelos de análisis se apoyan, entre otros, en los modelos y recomendaciones de agencias líderes mundiales en este campo: Asphalt Institute, AASHTO, Laboratoire des Ponts et Chaussées, Shell Corporation y el Transportation and Road Reserch Laboratory.

4.2 ANÁLISIS DE TRÁNSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE

Para definir la hipótesis de carga del pavimento se partió de la información suministrada por el MOPT en términos de volúmenes y composición de tránsito, así como en lo que respecta a la tasa más probable de crecimiento de flujo vehicular. Dicha información es la siguiente:

Sección	Año	Volúmen de Tránsito	% Camiones
1- Salida Y Griega	1993	25070	10
2- Iglesia San Francisco	1993	18520	16
3- Río Tiribí	1993	12300	17

Con esta información y considerando una tasa de crecimiento del volumen de tránsito del 7% anual (de acuerdo con la recomendación del MOPT), se obtiene los siguientes TPD's:

Sección N°	TPD Volumen Año 0 (1995)	Vol. Acum (TPD) Año 12 (2007)
1	28700	543769
2	21200	405916
3	14000	268058

- **Cálculo del Factor Camión (FC)**

Se define FC como el número de ejes equivalentes de 8.2 ton que pasan por la vía, por cada 100 camiones.

Por no contar con información más precisa respecto a la composición de la flota, se establece la siguiente hipótesis de carga en términos de factor de equivalencia de ejes estándar (EEq de 8.2 ton):

80 % camiones con 0.43 EEq.

10 % camiones con 0.90 EEq.

10 % camiones con 2.50 EEq.

Típicamente, para Costa Rica, estos factores corresponden, para vías inter-urbanas, a la siguiente caracterización de la flota:

Camiones carga liviana: EEq= 0.5 a 0.6

Camiones tipo C-2: EEq= 0.8 a 0.9

Camión tipo T3-S2: EEq= 2.50

Adicionalmente se estima, para los vehículos livianos, el siguiente aporte, en términos de EEq (para SN entre 4 y 6 y para PSI entre 2 y 2.5).

50 % : 0.0 EEq

50 % : 0.0002 EEq

SN: número estructural

PSI: pérdida del índice de serviciabilidad en el período del diseño.

Con estas hipótesis se obtiene el FC para camiones y vehículos livianos como sigue:

a- FC para camiones (FC_1)

$$FC_1 = 0.80 \times 0.43 + 0.10 \times 0.90 \times 0.10 \times 2.5 = 0.684$$

b- FC para livianos (FC_2)

$$FC_2 = 0.50 \times 0.0002 = 0.0001$$

Se recomienda usar $FC_2 = 0.0002$

Seguidamente se obtienen las sollicitaciones de carga para el período de diseño en cada sección:

- **Sección 1**

$$\begin{aligned} \text{EEq (12 años)} &= 365 \times (0.4) [543769] \times 0.1 \times 0.684 \\ &+ 365 \times (0.4) [543769] \times 0.5 \times 0.002 \\ &= 5.4303 \times 10^6 + 0.008 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$\text{EEq (12 años)} = 5.44 \times 10^6$$

- Sección 2

$$\text{EEq (12 años)} = 365 \times (0.4) [405416.4] \times 0.130 \times 0.684 + 0.01 \times 10^6$$

$$= 5.27 \times 10^6 + 0.01 \times 10^6$$

$$\text{EEq (12 años)} = 5.28 \times 10^6$$

En esta sección, al incrementarse el volumen total de vehículos, se reduce el porcentaje de camiones de 16 % a 13 % (promedio en el período de análisis) y se tiene por tanto:

$$\text{EEq (12 años)} = 5.28 \times 10^6 \text{ (sección 2)}$$

- Sección 3

$$\text{EEq (12 años)} = 365 (0.4) [268058] (0.13) (0.684) + 0.01 \times 10^6$$

$$= 3.48 \times 10^6 + 0.01 \times 10^6$$

$$\text{EEq (12 años)} = 3.49 \times 10^6$$

4.3- INTERPRETACIÓN "IN-SITU" DEL ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA

Una vez que se tiene la información de los ensayos de laboratorio y el perfil de deflexiones de la vía, se procede a interpretar "in-situ" el modelo de comportamiento de la estructura del pavimento ("performance"), lo que permite visualizar las opciones técnicamente viables para rehabilitar o reconstruir la estructura, según sea el caso.

Los siguientes son los resultados de esta evaluación:

Sección : 0+000 a 0 + 700

Promedio de deflexiones: $D_0 = 144 \text{ mm} \times 10^{-2}$

En general presenta un deterioro severo y grandes baches. En los carriles exteriores, lado derecho y lado izquierdo (LD y LI), el deterioro se acentúa aún más.

Por las manifestaciones superficiales de deterioro, se confirma que existen problemas de capacidad estructural (fatiga) en las capas inferiores.

En varios puntos se observa un fenómeno de deterioro acelerado, asociado con desprendimiento superficial de agregados y aparición de nuevos baches.

En algunas zonas, las deformaciones tipo ahuellamiento y la conformación de baches hacen que el pavimento presente grandes irregularidades superficiales (ver, por ejemplo, la ampliación del LD, a partir de 0 + 200).

A partir de 0 + 300 y hasta 0 + 470, se nota una banda al centro de la vía, de aproximadamente 5 m de ancho, en condiciones de deterioro poco severo. Esto permitiría la colocación de una sobrecapa, situación que debe evaluarse, especialmente desde el punto de vista constructivo, dentro del marco global del proyecto.

Lo anterior muestra la gran dispersión que presenta la estructura del pavimento, situación ya comentada en apartados anteriores.

De igual forma, en el tramo 0 + 470 a 0 + 685, aparece una banda de 4m de ancho, aproximadamente, sobre la cual se puede colocar una sobrecapa. Aquí también aplican las salvedades ya comentadas en el párrafo anterior.

Sección : 0 + 700 a 1 + 300

Promedio de deflexiones : $D_p = 170 \text{ mm} \times 10^{-2}$

Se presenta un patrón severo de deterioro en una banda de aproximadamente 3 m de ancho, en el carril interior izquierdo, que podría ser apropiada para colocar una sobrecapa.

El patrón típico de deterioro se puede observar, por ejemplo, de 0 + 700 a 0 + 820, donde se aprecia un agrietamiento severo, con gran cantidad de baches tapados y otro tanto que están en proceso de iniciarse. También cabe destacar el "lagarteo" severo a todo lo ancho, a partir de 1 + 250, con grandes deficiencias en la ampliación del LD.

Sección: 1 + 300 a 2 + 200

Promedio de deflexión: $D_p = 165 \text{ mm} \times 10^{-2}$

En esta sección se presenta un patrón similar al de la sección anterior: agrietamiento severo, deformaciones y desprendimientos, que confirman los resultados de los ensayos realizados.

En el tramo 1 + 535 a 1 + 635 (aprox.), aparece al lado derecho una banda donde recientemente se colocó mezcla asfáltica; sin embargo, esta presenta deficiencias de conformación superficial. El patrón de agrietamiento severo continúa hasta el final de la sección.

Sección 2 + 200 a Río Tiribí

Promedio de deflexiones: $D_p = 126 \text{ mm} \times 10^{-2}$

Este tramo presenta agrietamiento severo generalizado con el agravante de que la base estabilizada está también severamente agrietada (ver por ejemplo est. 2 + 200). Más aún, el agrietamiento cubre hasta el espaldón. Cabe agregar que en esta sección hay problemas de inundaciones causadas por la falta de drenaje adecuado, el cual deberá ser debidamente acondicionado.

Al existir una base estabilizada con niveles de agrietamiento tan severos se complica y además encarece la solución estructural que se diseñe para el pavimento.

Sección : Río Tiribí a Final del Proyecto

Este es el tramo más severamente dañado; situación que se refleja en las grietas y deformaciones que presenta el pavimento. De igual forma, en esta sección se alcanzaron los valores más altos de deflexión ($D_p = 255 \text{ mm} \times 10^{-2}$). Evidentemente esta sección debe adecuarse estructuralmente esta sección para que pueda soportar el incremento de tránsito.

4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL REFUERZO ESTRUCTURAL EQUIVALENTE

4.4.1 GENERALIDADES

Para el dimensionamiento del refuerzo estructural equivalente, además de los estudios de campo y de laboratorio, se toman en consideración los siguientes dos elementos adicionales:

- Ajuste del modelo de análisis. Para esto se consideraron fundamentalmente 3 modelos: Asphalt Institute, Transportation and Road Research Laboratory, y AASHTO.
- Definición del rango de confiabilidad del diseño. Probabilísticamente se analiza para 60 y 90 % de confiabilidad (aproximadamente). Este análisis de sensibilidad permite "afinar" el diseño final del refuerzo.

4.4.2 AJUSTE DE DEFLEXIONES INVIERNO - VERANO

Debido a la época en que se realizó el diagnóstico con Viga Benkelman (finales de marzo), fue necesario ajustar los valores de deflexiones basados en los ensayos realizados en los pavimentos ubicados en las zonas próximas a este proyecto; con esto se procura correlacionar los valores invierno - verano, para condiciones similares de deterioro, clima y tipo de suelo. Estos ensayos de "calibración" se realizaron en los siguientes tramos.

- Calle 8, entre Ave. 12 y 9
- Ave. 9, calles 8 y 15
- Ave. 7, entre calles 9 y 20
- Calle 2, entre Ave. 9 y 12
- Calle 19, entre Ave. 9 y 15
- Calle 21, entre Ave. 3 y 14
- Ave. 3, entre calles 9 y 21
- Ave. 3, entre calles 26 y 38
- Calle 7, Ave. 1 - 12

Para los ensayos realizados, las diferencias invierno - verano se ubican con mayor frecuencia en un rango entre el 30 y el 40 %.

Para este estudio se utilizó como factor de ajuste 1.35. Para compensar el error estadístico asociado por la dispersión de estos datos, se utilizó como deflexión de diseño el promedio más 2 desviaciones estándar.

Es importante aclarar que este factor no es generalizable como factor de ajuste invierno - verano, pues solo mide la diferencia entre el promedio de deflexiones obtenido en un ensayo realizado en julio 1994, y las mediciones realizadas en el mismo sitio y estación, en marzo 1995. Por lo tanto, sólo es aplicable para este caso particular, con el régimen de lluvias que se dió en ese período, para ese tipo de suelo y para ese nivel de deterioro del pavimento.

4.4.3 DISEÑO DEL REFUERZO

Del estudio de cargas por eje y proyección de tránsito tenemos los siguientes valores de ejes equivalentes de 8.2 ton:

Sección 1 = 5.44×10^6 EEq

Sección 2 = 5.28×10^6 EEq

Sección 3 = 3.49×10^6 EEq

Las secciones 1 y 2 se diseñarán para un valor de carga de 5.35×10^6 EEq.

Para el tramo Y Griega - Río Tiribí se tiene, para efectos de diseño, el siguientes valor de deflexión aplicando la fórmula:

$D_{rr} = (D_p + 2s) \times K$, donde

D_{rr} : Deflexión de diseño

s : Desviación estándar

K : Factor de ajuste (1.35)

$$Drr = (110 + 2 \times 22) \times 1.35 \times 10^{-2}$$

$$Drr = 208 \text{ mm} \times 10^{-2}$$

Utilizando comparativamente el modelo TRRL (Transport and Road Research Laboratory) y el modelo AI (Asphalt Institute), se obtiene:

- a- Para 5.35 EEq (12 años): Según el modelo AI, se requiere un refuerzo estructural equivalente a 17 cm de concreto asfáltico (CA). Aplicando el modelo TRRL no se recomienda refuerzo de sobrecapa a estos niveles de deterioro.

- b- Para 3.49 EEq (12 años). Según el modelo AI se requiere un refuerzo estructural equivalente a 15 cm de CA. El modelo TRRL no recomienda colocación de sobrecapa a estos niveles de deterioro.

4.4.4 PROPUESTA DE RECONSTRUCCION

Tomando en cuenta los requerimientos estructurales del pavimento y su condición de deterioro, se recomienda la siguiente propuesta para reconstruir el pavimento:

- a- **Y Griega a Est. 2 + 100**
 - i- Remover la capa asfáltica
 - ii- Conformar 20 cm de base, de conformidad con lo que se indica en las especificaciones.

- iii- Reciclar el concreto asfáltico existente y colocar 10 cm de base asfáltica utilizando este material reciclado.
- iv- Colocar una capa de rodadura de 10 cm de mezcla de concreto asfáltico, graduación B (CR - 77).

b- Est. 2 + 100 a Final del Proyecto

Para esta sección se utilizará la misma alternativa de reconstrucción propuesta para el primer tramo, excepto que la capa de rodadura de concreto asfáltico se colocará en un espesor de 8.5 cm.

c- Ampliaciones (gavetas)

Las ampliaciones se construirán utilizando hormigon compactado con rodillo, según el siguiente detalle:

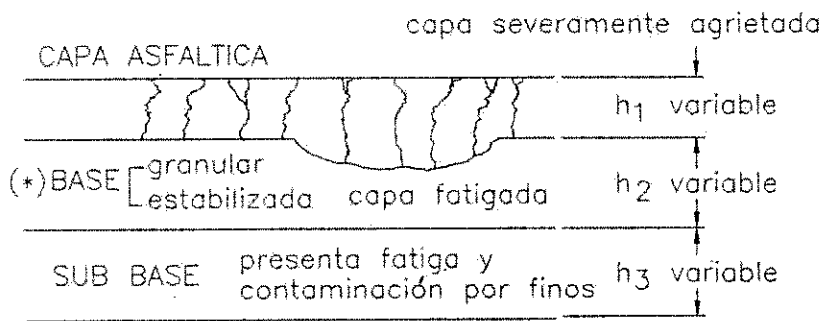
- Subase : 15 cm
- Hormigon Compactado: 22 cm
- Capa de Rodadura: 4 cm graduación C (CR-77)

El proyecto contiene nueve paradas de bus a cada lado de la carretera y estas serán construídas con gavetas ampliadas tal como se indica en los planos adjuntos.

Nota: Todo debe construirse de conformidad con las especificaciones que se señalan para este proyecto incluidas en el siguiente croquis.

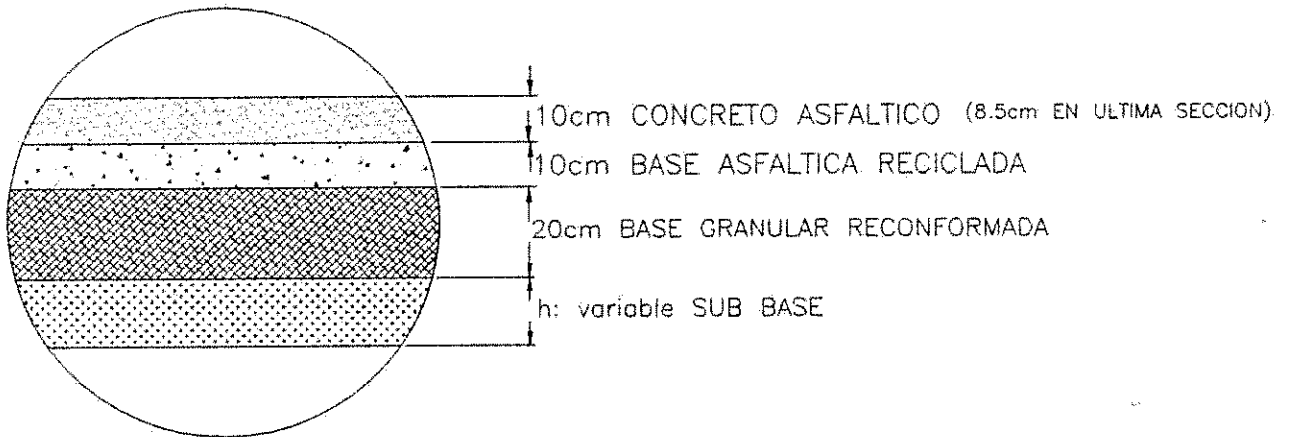
CROQUIS DE RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO

CONDICION ACTUAL

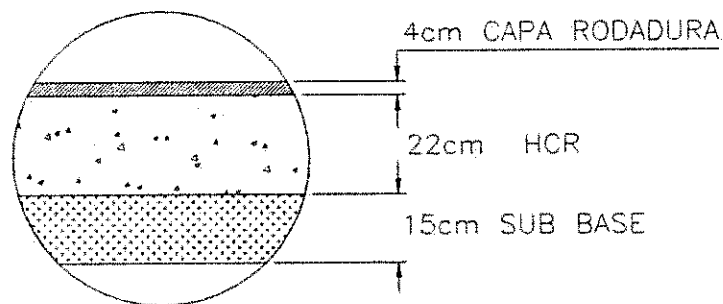


(*) Cuando aparezca base estabilizada se debe remover para incorporar los 20cm. de base granular

DETALLE DE RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO



DETALLE DE AMPLIACION EN HCCR. (Hormigón compactado con rodillo)



**5- ANOTACIONES FINALES RELATIVAS AL DISEÑO Y
ESPECIFICACIONES ESPECIALES**

- a- Los estudios de campo mostraron grandes dispersiones en términos de espesores, calidad y tipo de materiales, nivel de deterioro, calidad de subrasante, condiciones de drenaje y ancho de sección. Esta "dispersión" debe tenerse presente en la etapa de construcción, ya que es factible que durante el proceso constructivo surjan condiciones (materiales, espesores, tuberías, etc.) no detectadas en los muestreos y auscultaciones realizadas. Si este fuese el caso, se debe analizar la situación particular que se presente y establecer las medidas que correspondan ante estos "imprevistos".
- b- Otro factor muy importante durante el proceso constructivo será el problema del tránsito; no solamente desde el punto de vista del congestionamiento vehicular, sino también en lo pertinente a la seguridad de los usuarios.
- c- Las consideraciones o premisas básicas del diseño suponen condiciones como las siguientes:
- No se presentan sobre-esfuerzos por presión de inflado o sobrecarga de camiones.
 - Los sistemas de drenaje (superficial, lateral y profundo), funcionan adecuadamente.
 - La vía tendrá el mantenimiento requerido durante su vida útil.

- El control de calidad durante el proceso constructivo garantizará que se alcancen satisfactoriamente las especificaciones de diseño.
- d- La conformación de bombeos y peraltes se hará a nivel de la base granular. Ni la base asfáltica ni la capa de rodadura se utilizarán para corregir niveles para lograr la conformación de la superficie terminada.
- e- El ligante asfáltico debe mantenerse bajo un riguroso proceso de control de calidad, al menos en los siguientes aspectos (además de todas las restantes especificaciones del CR-77):
 - Viscosidad-penetración por medio del monograma de Hevkelom.
 - Temperatura de mezclado y de colocación de la mezcla.
 - Envejecimiento en película delgada.
 - Quemado del asfalto en planta.
 - Afinidad agregado - ligante. Debe cumplirse que la asíntota, en la curva resistente retenida - intemperismo, sea mayor a 75 %.
- f- El proceso de producción y colocación de la mezcla asfáltica debe cumplir con los siguientes requerimientos:
 - Debe garantizarse que en el proceso de producción de la mezcla el asfalto no sobrepase la temperatura de mezclado especificada para el ligante.

- La temperatura de mezclado debe ser definida en laboratorio y ajustada durante el desarrollo del proyecto según cambien las características del asfalto.
- El diseño de mezcla debe repetirse varias veces (según la dispersión que presente), de modo que se conozca el rango de variación más probable de los parámetros del ensaye Marshall como criterio para definir la mezcla óptima.
- En la colocación de la mezcla asfáltica debe cumplirse rigurosamente con el porcentaje de vacíos y con la conformación superficial (bombeos). No se permitirán variaciones de más de 5 mm, tanto longitudinal como transversalmente, cuando estos se comprueben con una regla de 3 m. Además, no se permitirá ningún tipo de deformación que cause enpozamiento o canalización del agua.
- El agregado grueso debe tener un coeficiente de desgaste de Los Angeles (LA) menor a 30. Debe provenir de quebrador, con un 75 % de partículas con 2 o más caras fracturadas.
- La variación admisible (con respecto a lo especificado) del espesor de la capa terminada será menor a 7mm.

- El agregado fino debe provenir de quebrador. Debe tener un coeficiente de desgaste LA menor a 30% y debe ser no-plástico (NP), con un coeficiente de equivalente de arena mayor a 40%.
- La mezcla asfáltica será graduación B, excepto para el recubrimiento del hormigón compactado con rodillo (HCCR) que será graduación C (CR-77).
- La junta entre el HCCR y el borde interior y exterior de esta ampliación (gaveta) debe compactarse y sellarse cuidadosamente, de modo que no se generen fisuras, grietas o deformaciones longitudinales.
- El mantenimiento preventivo y periódico es absolutamente necesario para lograr un adecuado comportamiento ("performance") de la estructura. Adicionalmente a este mantenimiento debe darse un seguimiento de auscultación (visual y con ensayos no-destructivos), evaluar el modelo de deterioro del pavimento y corregir de manera preventiva manifestaciones tempranas de deterioro.

6- SUMARIO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTO

En la tabla siguiente se muestra el sumario de cantidades y presupuesto del proyecto.

Aunque el informe recomienda la ampliación de puentes, no se incluye la estimación de costos porque está supeditada a la solución que el Ministerio de Obras Pública y Transportes estime pertinente.

Código	Descripción	Cantidad	Presupuesto
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100

SUMARIO DE CANTIDADES					
REGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	₡		6.000.000
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	GLOBAL	₡		6.000.000
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	540	m ³	400	216.000
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS Y BACHEO MAYOR	3580	m ³	750	2.685.000
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D	995	m ³	1.600	1.592.000
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS		m ³	1.500	
210(2)A	ECARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO A RECICLAR	28.850	m ²	210	6.058.500
301(1)A	BASE ASFALTICA RECICLADA EN PLANTA	28.850	Ton.	4.400	27.940.000
301(2)	CEMENTO ASFALTICO 85-100 PARA BASE RECICLADA	254.000	Lts.	45	11.430.000
304(3)	BASE AGREGADO TRITURADO MEDIDO EN SITIO, GRADUACION B.	720	m ³	2.600	1.872.000
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA	9000	Ton.	6.000	54.000.000
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	720.000	Lts.	45	32.400.000
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA.	41.400	Lts.	50	2.700.000
408(3)	ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION	58.080	Lts.	50	2.904.000
408(5)	MATERIAL DE SECADO	372	m ³	3.100	1.153.200
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	2.600	m ³	12.000	31.200.000
602A(2)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE B (280 kg/cm2)		m ³		
602B(1)	MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREEFORZADO		c/u		
602C(1)	VARILLA DE ACERO PARA REFUERZO		kg		
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	16	c/u	5.000	80.000
612(2)	BARANDA DE ACERO PARA PUENTE		m		
622A(6)	CAUCES REVESTIDOS CON TOBA-CEMENTO PLASTICA	850	m	1.650	1.402.500

(Precios suministrados por el MOPT.)

TOTAL 189.633.200

PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

ANEXO A

HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO (HCCR)

Tomado del Curso dictado por el Ing. Civil Juan Augusto Galizzi
San José, Costa Rica, Enero de 1995.

HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO DE USO VIAL, HCRV.-

01.-INTRODUCCION

El Hormigón Compactado con Rodillo, HCR, comenzó a estudiarse en Argentina, de manera metódica, casi simultáneamente en sus dos formas más importantes de aplicación: *en obras viales y como hormigón masivo, en presas de gravedad.* -

Las diferencias existentes en estos dos tipos de estructuras, pertenecientes al dominio de la Ingeniería Civil, son tan amplias que, lógicamente, necesitan del material el cumplimiento de condiciones distintas para satisfacer adecuadamente las exigencias específicas de cada una .-

Por ello, y atentos a la evolución que ha alcanzado la investigación del HCR, las experiencias realizadas y las encaminadas a ejecutarse, nos parece oportuno decir que ha llegado el momento de distinguir con siglas diferenciales a ambos tipos de HCR, denominando HCRV al de uso vial y HCRM al de empleo masivo, con el objeto de evitar confusiones a quienes no estén suficientemente al tanto de estos antecedentes.-

Cuando encontrándonos frente a un nuevo material se nos presenta la posibilidad de estudiarlo, generalmente tratamos de relacionarlo con lo conocido que nos parece similar, si esto es posible.-

En el caso del HCRV encontramos algunas características comunes con dos materiales de gran aplicación vial como son los estabilizados granulares con cemento o gravas-cemento y el hormigón de cemento portland u hormigón convencional.-

El HCRV es similar a una GRAVA-CEMENTO en su aspecto exterior, en la forma de producción con maquina mezcladora, en el transporte, distribución y compactación, en el sistema de curado, en la relación agua-cemento que oscila entre 0.38 y 0.45, también en la posibilidad de ser inmediatamente librado al tránsito una vez finalizada la operación del curado.-

Es similar al HORMIGON CONVENCIONAL en su forma de producción con hormigoneras de paletas móviles, en el contenido de cemento que oscila entre 12 y 14 % del peso total de materiales secos, incluido el cemento, en la respuesta estructural que como consecuencia permite el diseño de la losa con igual metodología y empleando los ábacos y gráficos de uso común para el hormigón convencional, y en el empleo posible de los mismos sistemas de curado.-

También presenta similitud con los HORMIGONES ASFALTICOS en el uso de iguales equipos en la etapa constructiva, como la distribución con terminadora y la vibrocompactación con rodillos lisos y neumáticos, además de la posibilidad de apertura inmediata al tránsito.-

02.-MATERIALES

En todas las experiencias programadas se ha buscado el empleo exclusivo de materiales locales o de los más próximos a la zona de obra.-

Agregado grueso y fino

Se puede utilizar canto rodado natural o piedra triturada.- El tamaño máximo es importante por los problemas de segregación y de terminación superficial, aconsejándose emplear T_{máx.} 16 o 20 mm, según se use como capa de rodamiento o base, respectivamente.- Las arenas pueden ser de tipo industrial ó natural de acuerdo con las condiciones locales.-

Los tipos de granulometría que se indican, donde también se incluye al cemento, nos han dado excelentes resultados:

Tamiz IRAM	Tamaño máximo	
	16 mm	20 mm
25.00 mm	-	100
19.00 mm	100	85 - 100
16.00 mm	85 - 100	75 - 95
9.50 mm	70 - 87	60 - 83
4.75 mm	50 - 70	42 - 63
2.00 mm	35 - 50	30 - 47
425 μ m	18 - 30	15 - 27
75 μ m	10 - 20	9 - 19

El porcentaje en que intervendrá el agregado grueso y el fino se determina por los métodos comunes de composición granulométrica (Método D.N.V., de Rothfuchs, etc.) partiendo de las curvas tipo indicadas según el tamaño máximo elegido, y haciendo

intervenir el cemento como un agregado más, partiendo de una composición de entre 12 y 14 % de cemento sobre el peso total de la mezcla.-

Cementos

Pudiendo emplearse cementos normales es aconsejable el empleo de cementos puzolánicos o de escorias granuladas de alto horno, fabricadas en Argentina según Normas IRAM 1651 y 1636, de manera de lograr un tiempo de comienzo de fraguado mayor, lo que asegura un "tiempo de trabajo" para el HCRV mayor que el que se obtiene cuando se emplean cementos normales.-

Este concepto de "tiempo de trabajo" es importante en la tecnología de los HCR y se define como el tiempo transcurrido desde el comienzo de la producción, hasta la iniciación del fraguado del cemento, en el cual debe realizarse totalmente el transporte, la puesta en obra y la compactación hasta su terminación.-

Debe conocerse entonces el tiempo de comienzo de fraguado del cemento que se va a emplear y en base a este dato y la planificación del trabajo a ejecutar se determinará la conveniencia o no de agregar aditivo del tipo "retardador de fraguado".- Estos aditivos deben cumplir con la norma IRAM 1663.-

Agua

El porcentaje óptimo de agua oscila entre el 4 % y el 6 % del peso seco de los materiales.-

En nuestra tecnología lo determinamos partiendo del ensayo Proctor, con probetas preparadas con distintos porcentajes de humedad, entre el 3% y el 7% (cinco puntos), compactadas de acuerdo a Norma IRAM 10511, Alternativa "A", equivalente a AASHTO T.180, Procedure "D", lo que nos permite determinar la $H_{ópt.}$ y la $D_{máx.}$ del material; este último valor oscila en nuestras experiencias entre 2,2 y 2,4 gr.cm³.-

El HCRV es muy sensible a las variaciones del contenido de agua, la falta aumenta el riesgo de segregación y el exceso dificulta el aprovechamiento total de la energía de compactación.-

Aditivos

Puede resultar interesante el empleo de retardadores de fraguado en cuyo caso la incorporación debe realizarse junto con el agua en su ingreso a la hormigonera o mezcladora.-

03.-CAPACIDAD ESTRUCTURAL

Partiendo de la dosificación establecida y de la Hópt. encontrada procedemos a fabricar probetas que nos servirán para, a la edad de siete y veintiocho días, evaluar su resistencia estructural.-

Las probetas se producen con el mismo sistema de compactación indicado, quedando las dimensiones aproximadas en 15 cm de diámetro y 12 cm de altura.- El curado es el tradicional para probetas de hormigón, en cámara húmeda a 21 °C de temperatura y 100 % de humedad relativa ambiente.-

Los ensayos de resistencia se hacen a rotura por compresión diametral, según Norma IRAM 1658/68.-

Los valores que se obtienen a 28 días, oscilan entre los 2,8 y 3,3 MPa, si se han seguido las recomendaciones indicadas, como lo hemos comprobado en nuestros trabajos.-

Es importante también conocer la "capacidad soporte inmediata" del material, lo que posibilitará su correcta compactación con rodillos vibrantes.- Para ello se someten probetas compactadas al 97 % de la $D_{m\acute{a}x.}$, al ensayo de Valor Soporte C.B.R., el que debe resultar igual o mayor al 65 %.- Esta condición es cumplida satisfactoriamente con facilidad por las propias características del material.- El ensayo debe realizarse inmediatamente de preparada la probeta, sin sobrecarga y sin embebimiento previo.-

Es importante determinar la sensibilidad de la mezcla a las variaciones de la energía de compactación y del porcentaje de humedad, para luego ajustar los necesarios controles de obra.-

La metodología aconsejada consiste en confeccionar probetas compactando con distintas energías, 12, 25 y 56 golpes, por ejemplo, verificar en cada una la densidad lograda y la resistencia a rotura por compresión diametral de las mismas.-

La sensibilidad al agua se puede conocer preparando probetas variando el porcentaje correspondiente a Hópt. en ± 0.5 a ± 1.0 % y compactando para densidades del 95, 97 y 100 % de la $D_{m\acute{a}x.}$ obtenida de la manera indicada determinando la energía de compactación necesaria para cada variación de la humedad.-

Para el diseño estructural debe emplearse el valor representativo de la resistencia a rotura por compresión diametral obtenido con probetas compactadas al 97 % de la $D_{m\acute{a}x}$.

04.-DISEÑO ESTRUCTURAL

Conocida la capacidad estructural del HCRV que se utilizará en obra, el diseño del espesor de las losas se ha realizado de acuerdo con los métodos empleados para diseño en pavimentos, tanto rurales como urbanos, de hormigón convencional.-

Se determinará por los métodos conocidos el V.S.R. de la subrasante, y las cargas que actuarán sobre la estructura del camino, que se obtienen generalmente de los censos de carga, disponibles, predimensionando a la losa de HCRV empleando los mismos elementos que se utilizan para las losa de hormigón convencional.- Al respecto de estos elementos para el diseño, ábacos y gráficos, se estima que a medida que avance el conocimiento del hormigón, se podrán confeccionar nuevos gráficos especialmente preparados para diseñar con HCRV.-

Todo este material de trabajo necesario para el correcto dimensionamiento de los pavimentos rígidos se encuentra en la abundante Bibliografía especializada disponible.-

05.-FISURACION

Las fisuras por contracción inicial se producen regularmente en los HCRV respondiendo a las causas características de los pavimentos rígidos.- La experiencia argentina, coincidente en este caso con la europea, indica que las fisuras se producen entre los 5 y 7 m, observándose mayor regularidad y perpendicularidad respecto al eje longitudinal de calzada, y espesor de abertura menor que en los hormigones convencionales.-

Se produce también fisuración longitudinal o de articulación, condición que se cumple normalmente.-

La tendencia actual es provocar la fisura debilitando la sección de la losa, con la ventaja adicional que el tiempo de comienzo de la fisuración es mayor que en el hormigón convencional, no antes de las 24 hs. de vida, por lo que iniciar las operaciones de formación de juntas no resulta tan apremiante en el tiempo y luego proceder al sellado correspondiente, cuando sea necesario.-

06.-CALIDAD SUPERFICIAL

Las exigencias varían según que la losa de HCRV este destinada a ser recubierta o no.-

Los controles de regularidad superficial son iguales a los que se realizan sobre losas de hormigón convencional con los equipos que puedan emplearse y las exigencias que deban

cumplirse.-

Si el HCRV va a ser recubierto las exigencias disminuyen y varían para recubrimientos con tratamientos o concretos asfálticos.-

De acuerdo a la experiencia argentina, tiene relación con la granulometría de los agregados, conviene un $T_{máx.}$ no mayor de 19.0 mm. Con el equipo de distribución que se emplee, es aconsejable una terminadora con pre-compactación energética del material en lugar de distribuirlo con motoniveladora, seguido por el equipo de compactación, rodillos lisos vibrantes usados convenientemente y rodillo neumático para terminación final.-

La experiencia realizada es alentadora en este sentido, porque se ha podido demostrar en obra que, tomadas las precauciones mencionadas y adecuándolas a las condiciones de obra se puede lograr una terminación que cumpla con las exigencias de regularidad especificadas.-

o7.-METODOS CONSTRUCTIVOS

Todas las obras ejecutadas y las actualmente en programación en Argentina se han orientado, en lo que respecta a la construcción del pavimento, en la experiencia europea, pero adaptándola a modalidades propias, de trabajo, materiales y equipamiento, para así lograr una tecnología de posible aplicación práctica.-

Esta forma de encarar la etapa de construcción es similar a la que se siguió en las etapas de elección de materiales, dosificación, evaluación estructural y diseño analizadas precedentemente.

Las etapas constructivas, detalladas brevemente son:

Producción

El HCRV se puede producir en planta mezcladora del tipo empleado para suelo-cemento o mezcla granular y también en planta hormigonera de paletas móviles. Las primeras dosifican por volumen y las segundas por pesadas. Ambas resultan eficientes y en la experiencia acumulada se han logrado buenos resultados.

Se producen amplia variedad de modelos de manera que su empleo no presenta

ninguna dificultad.

Transporte

Se realiza en camiones volcadores sin ningún dispositivo especial. Sólo debe cuidarse en verano la posible evaporación de agua para lo que puede resultar conveniente cubrir con un toldo adecuado al material.

La altura de caída desde el silo al camión debe cuidarse que resulte la mínima posible para evitar problemas de segregación.

La distancia de transporte debe también considerarse en lo que representa como consumo de parte del "tiempo de trabajo" cuya importancia ya se ha explicado precedentemente.

Distribución

Esta operación puede realizarse desde la forma más elemental que consiste en el empleo de motoniveladora hasta la más avanzada con terminadoras de hormigón asfáltico que dejan el material precompactado y semiterminado. Como elemento intermedio se puede mencionar las distribuidoras tipo "cajón" que suelen emplearse en bases estabilizadas granulares.

Por supuesto que según la mayor o menor calidad del equipo distribuidor será el resultado que se obtenga en lo referente a uniformidad de espesores y terminación superficial.

En esta etapa es conveniente disponer de un equipo para riego con agua por pulverización, por si se produjera el secamiento de la superficie. También debe controlarse si la base de asiento está seca antes de la distribución del hormigón, en cuyo caso es necesario un previo riego con el equipo disponible, por ejemplo un camión regador.

La distribución se realiza por carriles de acuerdo al ancho que permite el equipo, siempre se terminará en una línea para todos los carriles a objeto de formar una sola junta transversal de construcción.

Otra ventaja de este material con respecto al hormigón tradicional es que no precisa de moldes laterales para su contención, ya que su propia consistencia inicial lo

mantiene conformado adecuadamente.

Compactación

Se emplean los mismos equipos que se utilizan en la compactación del hormigón asfáltico.

El rodillo liso vibrante conviene que tenga un peso de 30 ó más kg.cm^{-1} de generatriz.

El rodillo neumático puede emplearse con una carga de 3000 kg. por rueda y presión de inflado mayor o igual a 8 kg.cm^{-2} .

Se comienza con el rodillo liso estático y luego se trabaja vibrando con el número de pasadas (*) suficientes para lograr la densidad especificada.

No hay número fijo de pasadas de rodillo liso; debe realizarse una experiencia previa a la obra, en un tramo elegido expresamente donde se verifique el número de pasadas necesarias, que puede variar entre cuatro y diez, pero como queda indicado, todo depende de las características de la base, del material, del equipo disponible, del espesor y del clima.

Finalmente se pasa el rodillo neumático cuya misión es mejorar la terminación de la losa borrando las pequeñas deficiencias que puedan quedar luego del paso del rodillo liso.

También para esta etapa es necesario disponer de un equipo para regar agua por aspersión por si fuera necesario, especialmente en días ventosos de verano.

La compactación de los bordes es un punto importante; si se trabaja por carriles hay que dejar sin compactar una tira longitudinal de aproximadamente 40 cm. de ancho que actúa de contención, luego al compactar el segundo carril se compactará esta tira. Para la contención lateral se trabaja en igual forma realizándose la compactación de la tira junto con el material de banquetas.

(*) Se entiende por "pasada", el trayecto completo de ida y vuelta del rodillo.

En los pavimentos urbanos la contención lateral se realiza con los cordones colocados previamente.

Curado

Se realiza inmediatamente después de terminada la compactación.

Se aconseja emplear emulsión asfáltica aniónica distribuida con camión regador. Si se va a liberar al tránsito, puede hacerse un riego con arena, no bien rompa la emulsión, en un espesor de 5 mm. aproximadamente, para evitar que el asfalto sea levantado por la rueda de los vehículos.

También puede curarse con los sistemas clásicos de curado de los pavimentos de hormigón convencional.

Juntas

La construcción de juntas transversales de contracción se realiza con máquinas similares a las empleadas para el hormigón convencional, sierras con discos de acero y punta de diamante, en lo posible.

La junta transversal de construcción a la finalización de cada jornada de trabajo, debe materializarse, tratando de que sea única para todo el ancho de la calzada. Normalmente se construye quitando la cuña construida para el acceso de los rodillos al final del día y cortando verticalmente la sección transversal de la losa.

El cuidado de la junta, o de la fisura, cuando ésta se manifiesta, se limita a un sellado empleando los materiales y métodos tradicionales.

08.-CONTROLES DE CALIDAD

Se los clasifica en dos categorías, según donde se realizan:
Controles en Planta y en Obra.

Controles en Planta

Además del correcto calibrado de la planta, sea ésta por pesada o por volumen y de los controles específicos para cada material acopiado, es importante el control de granulometría de la mezcla. Para ello se tomará material mezclado seco, antes del ingreso del agua, y se determinará su granulometría para compararla con la mezcla granulométrica tipo, realizando las correcciones que correspondan si fuera necesario.

El porcentaje de humedad de la mezcla debe también controlarse en planta, retirando material del camión cargado para su transporte a obra.

La periodicidad de estos dos controles depende del ritmo de avance de la obra, pero en condiciones normales, la granulometría debe verificarse tres veces al día, por la mañana, al mediodía y por la tarde.

En el caso del porcentaje de humedad, dada la alta sensibilidad del HCR a las variaciones del agua, es conveniente un control estricto. Puede realizarse, por ejemplo, cada hora de trabajo; este intervalo de tiempo variará según la normalidad que se verifique en los valores obtenidos, también debe atenderse a las condiciones climáticas en que se está desarrollando la obra.

Se tendrá en cuenta que del mismo camión que se retiró material para analizar se volverá a retirar una vez que éste llegue a la obra, para determinar un nuevo porcentaje de humedad que nos permitirá valorar las pérdidas que pudieran ocurrir durante el trayecto de planta a obra.

Se moldearán probetas con material extraído en planta, para luego de curadas, ensayarlas a rotura por compresión diametral, lo que permitirá verificar la calidad estructural de la mezcla.

Queda sobreentendido que todas estas operaciones de control deben realizarse empleando la misma metodología que fue usada en la etapa inicial de evaluación y diseño.

Controles de obra

El control del porcentaje de humedad de la mezcla, como se dijo precedentemente, se hará con material del mismo camión de donde se extrajo para igual control en planta.

La medición del espesor de la capa se hace desde la misma máquina distribuidora, a medida que esta avanza, de manera que cualquier error pueda corregirse inmediatamente.

El control de avance de la densificación y del porcentaje de humedad durante la compactación con rodillo se realiza por intermedio de núcleo-densímetros, siendo los equipos Troxler los que han alcanzado mayor divulgación; permiten medir densidad húmeda y seca del material y el porcentaje de humedad, control que se puede realizar a distintas profundidades dentro del espesor de la capa.

Se acostumbra controlar también la densidad por el método de la arena o del voluménometro, para efectuar las comparaciones de valores obtenidos en un mismo lugar y fundamentalmente si el personal actuante no está familiarizado con esta nueva tecnología.

El control de curado con emulsión asfáltica se efectúa de manera similar al método empleado para controlar los riegos asfálticos comunes.

El control de regularidad superficial puede realizarse con los equipos tradicionales de acuerdo a las exigencias vigentes de Pliegos, para los pavimentos con hormigón convencional. El mismo concepto rige para la evaluación de la rugosidad superficial.

09.-OBRAS EJECUTADAS CON HCR DE APLICACION VIAL

El plan de Investigación y Experimentación en ejecución en la República Argentina, con el auspicio del Instituto del Cemento Portland Argentino, que abarca a todo el país, se programó con la idea de desarrollar, en cada lugar donde se trabaja, desde el estudio de los materiales locales disponibles hasta la ejecución y habilitación del tramo con el seguimiento posterior para evaluar resultados y comportamiento, tratando de hacer participar a todas las Instituciones vinculadas a la actividad vial en la zona, Dirección Nacional y Provinciales de Vialidad, Municipalidades, Empresas Constructoras, Industriales, Proveedores de materiales de uso vial, Profesionales y Técnicos independientes.

De esta manera se posibilita al máximo el aprovechamiento integral de la tecnología y el conocimiento del material, que se hace accesible a todos los que se interesan por conocerlo.

En la continuación de esta publicación se detallan algunos trabajos efectuados, que a la fecha suman alrededor de veinte.

ANEXO B

INSPECCION VISUAL

INSPECCION VISUAL

PROYECTO : SAN FRANCISCO - LA COLINA (todos los datos estan dados en m²)

ESTACIO	CARRIL #1				CARRIL #2				CARRIL #3				CARRIL #4				CARRIL #5				CARRIL #6									
	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	D	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL
0 + 0																														
0 + 25					0				75					85					85											0
0 + 50					0				75					85					85											0
0 + 75					0			18	75		0	17	85			43	85		9	43	85									0
0 + 100					0	18	1	8	75				85	85			85	85	88	17	85									0
0 + 125					0	18	18	70	75		8	9	85	85			85	85	77	9	85									0
0 + 150					0	39	2	18	75		17	1	88	85			85	85	13	4	51	85								0
0 + 175					0	23		31	75		88	1	77	85			85	85	4	4	88	85								0
0 + 200					0	39	1	74	4	75		4	2	81	85			9	77	85		0	0	85	85					0
0 + 225					0	4	82	8		75		28	1	77	85		23	80	85	34	0	51	85							0
0 + 250					0	19		82	75		34	3	88	85			17	88	85		0	17	88	85						0
0 + 275					0	18		82	75		88	12		85			9	28	85	85		0	85	85						0
0 + 300					0	18			31	75		2	88	85			9	51	85		17	88	85							0
0 + 325					0	18			18	75			17	85			9	28	85	85		17	88	85						0
0 + 350					0	1			18	75			80	85	17				85		9	77	85							0
0 + 375					0				54	75			88	85	9				85		51	34	85							0
0 + 400					0	1			74	75			34	85					85		0	85	85							0
0 + 425					0				1	78	75			88	85					85		0	85	85						0
0 + 450					0	4			74	75		2	88	85					85		0	85	85							0
0 + 475					0	1			39	75				85				9	85		0	85	85							0
0 + 500					0				2	39	75			28	85				9	28	85		4	77	85					0
0 + 525					0				39	75			43	85		17	28	0	85		0	85	85							0
0 + 550					0				39	75			34	85				88	85		77	9	85							0
0 + 575					0				2	82	75			2	85				17	85		85	0	85						0
0 + 800					0	1			78	75			51	85	9				85		51	34	85							0
0 + 825					0	1			8	78			85	85	9				85		0	85	85							0
0 + 850					0				78	78		17	80	9	85	0				85		0	85	85						0
0 + 875					0	8			70	78		9	21	85	9				85		43	43	85							0

FG : Fleura y grietas
 BT : Bache Tapado
 B : Bache destapado

CL : Cuero de lagarto
 Ondulaciones y Desprendimientos
 AT : Area total

ESTACIO	CARRIL #1				CARRIL #2				CARRIL #3				CARRIL #4				CARRIL #5				CARRIL #6										
	F	G	B	T	B	CL	AT		F	G	B	T	B	CL	AT		F	G	B	T	B	CL	AT		F	G	B	T	B	CL	AT
0 + 700				0	54	23	78			17	85	17	4		85	9	81	85													
0 + 725				0	82	18	78		88	4	85		8	88	75	8	45	75													
0 + 750				0	74	4	11	78		77	17	85		75	75	15	45	75													
0 + 775				0	31	18	78			8	85		75	75	0	15	75														
0 + 800				0	8	47	18	78			85		75	75	0	8	75														
0 + 825				0	4	4	82	78		4	88	85	15	80	75	0	23	75													
0 + 850				0	8	1	8	54	78			85	8	88	75	0	60	75													
0 + 875				0		1	31	82	78			85	8	80	75	0	45	75													
0 + 900				0	31	2	23	78			85		75	75	8	8	60	75													
0 + 925				0	1	1	2	39	78			85		75	75	0	75	75													
0 + 950				0	23	2	2	78			85	15		75	0	75	75														
0 + 975				0	31	23	8	78			85		80	75	45	30	75														
1 + 0				0	1	78	78			21	85		80	75	15	53	75														
1 + 25				0			78				85		80	75	45	15	75														
1 + 50				0	2	70	78			51	85		88	75	60	15	75														
1 + 75				0	2	74	78			88	85		75	75	8	80	75														
1 + 100				0	4	74	78			51	85	15	15	75	15	38	75														
1 + 125				0		74	2	78			85		85	85	0	34	17	85													
1 + 150				0	8	4	18	78			21	85		51	85	0	26	43	85												
1 + 175				0	8	1	1	2	78		4	85		88	85	43	43	0	85												
1 + 200				0	4	70	2	78			8	85	8	43	85	43	17	26	85												
1 + 225				0	15	47	78				85		28	85	4	0	34	85													
1 + 250				0		39	78			4	85	28		0	85	17	0	88	85												
1 + 275				0	1	1	82	78		1	43	85	8	21	85	0	28	80	85												
1 + 300				0	2	1	58	78		4	85	85		88	85	0	85	85													
1 + 325				0	74		78			86	85		85	85	85	0	85														
1 + 350				0	78		78		88	2	4	85	17	9	51	85	43	34	85												
1 + 375				0	8	1	54	78			88	85		85	85	0	28	85													
1 + 400				0	2	1	82	78			85	85	51	34	85	43	43	85													
1 + 425				0	2	1	78	78			78	39	39	78	39	39	78														
1 + 450				0		1	78	78			78	78	8	70	78	0	39	78													

FG : Fisura y grietas
BT : Bache Tapado
B : Baches destapados

CL : Cuero de lagarto
Ondulaciones y Desprendimientos
AT : Arma traza

HOJA DE INSPECCION VISUAL
SAN FRANCISCO - LA COLINA

ESTACIO	CARRIL #1					CARRIL #2					CARRIL #3					CARRIL #4					CARRIL #5					CARRIL #6								
	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL
1 + 475					0		70		8	78				54	78				78	78		0	23	78								0		
1 + 500					0				78	78				54	78				78	78		8	23	78								0		
1 + 525					0		8		80	78				88	88				88													0		
1 + 550					0		80		1	78				88	88				88	88												0		
1 + 575					0		75		80	53	78			1	88	88				88	88											0		
1 + 600					0		53		1	78			43	43	88			17	28	43	88											0		
1 + 625					0		75			15	78			35	80	88			17	89	88											0		
1 + 650					0		11			4	78			4	82	88			43	43	88											0		
1 + 675					0		23			78			43	43	88			43	17	28	88											0		
1 + 700					0		80		11	15	78			17	88	88			13	73	88											0		
1 + 725					0		11			78			35	3	52	88				88	88											0		
1 + 750					0		75		2	78			30	13	88			88	0	88												0		
1 + 775					0		75		2	78			35	1	52	88			43	43	88											0		
1 + 800					0		38		2	15	78			2	82	88			17	35	35	88										0		
1 + 825					0		1			8	78			9	82	88			0	0	88	88										0		
1 + 850					0		80		1	8	78				82	8	88			43	13	89	88									0		
1 + 875					0		80			78					88	88			43	43	0	88										0		
1 + 900					0		80			78			28	52	88			22	28	22	88											0		
1 + 925					0		80		1	4	78				78	78			8	70	78											0		
1 + 950					0		75		1	4	78			8	82	78			4	12	82	78										0		
1 + 975					0		4		4	78			8		70	78			0	0	78	78										0		
2 + 0					0		80			15	78			6	82	78			8	31	31	78										0		
2 + 25					0		75			75				54	8	78			4	8	82	78										0		
2 + 50					0		75			8	75				70	78			23	54	78											0		
2 + 75					0		30		2	23	75			78		78			18	39	23	78										0		
2 + 100					0					0			39	39	8	78			4	4	70	78										0		
2 + 125					0					0			39	39	78				78	78												0		
2 + 150					0					0			31	39	23	78				78	78											0		
2 + 175					0					0			31	1	39	78				78	78											0		
2 + 200					0					0			8	70	78				8	70	78											0		
2 + 225					0					0			1	83	88				88	88												0		

FG : Fisura y grietas
 BT : Bache Tapado
 B : Baches destapados

CL : Cuero de lagarto
 Ondulaciones y Desprendimientos
 AT : Area total

ESTACION	CARRIL #1				CARRIL #2				CARRIL #3				CARRIL #4				CARRIL #5				CARRIL #6													
	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	D	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B
2 + 250				0					0		18		70		88		4	9	74		88					0							0	
2 + 275				0					0		9		70		88				88		88					0							0	
2 + 300				0					0		79		9		88				88		88					0							0	
2 + 325				0					0		28	2	81		88				88		88					0							0	
2 + 350				0					0		44	1	44		88			9	79		88					0							0	
2 + 375				0					0				88		88		18	18	70		88					0							0	
2 + 400				0					0		44		44		88		18	35	35		88					0							0	
2 + 425				0					0		35		53	9	88		18		70		88					0							0	
2 + 450				0					0		28		81		88		18		70		88					0							0	
2 + 475				0					0		35		53		88				88		88					0							0	
2 + 500				0					0		44		44		88		4		84		88					0							0	
2 + 525				0					0		70		18		88		4	82	9		88					0							0	
2 + 550				0					0				88		88			44	44		88					0							0	
2 + 575				0					0		2		83		88		9	35	44		88					0							0	
2 + 600				0					0				88		88				88		88					0							0	
2 + 625				0					0		9		79		88				88		88					0							0	
2 + 650				0					0		2		83		88		4	13	70		88					0							0	
2 + 675				0					0				88		88		9	9	70		88					0							0	
2 + 700				0					0		44		44		88			9	79		88					0							0	
2 + 725				0					0		44	1	53		88				88		88					0							0	
2 + 750				0					0				83		88				88		88					0							0	
2 + 775				0					0		3		79		88				88		88					0							0	
2 + 800				0					0		9	9	53	2	88			9	28		88					0							0	
2 + 825				0					0						90		27		27		90					0							0	
2 + 850				0					0		14	1	90		90		9		72		90					0							0	
2 + 875				0					0		1		38		90		0		90		90					0							0	
2 + 900				0					0		1		90		90		0		90		90					0							0	
2 + 925				0					0		38		87		90		18		5		90					0							0	
2 + 950				0					0		2		88		90		18		72		90		18		72		90						0	
2 + 975				0					0		5		38	5	90		45		45		90				90		90						0	
3 + 0				0					0				88		90				90		90				90		90						0	
				0					0		2		88		85				85		85				85		85						0	

FG : Fisura y grietas
BT : Bache Tapado
B : Baches destapados

CL : Cuero de lagarto
Ondulaciones y Desprendimientos
AT : Area total

TABLA RESUMEN DE INSPECCION VISUAL
PROYECTO : SAN FRANCISCO - LA COLINA

	CARRIL # 1		CARRIL # 2		CARRIL # 3		CARRIL # 4		CARRIL # 5		CARRIL # 6	
	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%
FISURA Y GRIETA	0	0%	36,5	1%	7,8	0%	102	1%	0	0%	0	0%
BACHE TAPADO	0	0%	1956,675	31%	1587,3	15%	970,15	10%	1123,25	21%	0	0%
BACHE	0	0%	81,1	1%	54,5	1%	656,8	6%	177,5	3%	0	0%
CUERO DE LAGARTO	0	0%	2463,87	39%	5911,3	57%	6511,6	64%	3114,25	58%	0	0%
OTROS	0	0%	431,9	7%	71,2	1%	0	0%	0	0%	0	0%
PAVIMENTO SIN DAÑOS	0	0%	1394,955	22%	2654,9	26%	1886,45	19%	850	16%	0	0%
AREA TOTAL	0		6365		10287		10127		5265		0	

FISURA Y GRIETA
BACHE TAPADO
BACHE
CUERO DE LAGARTO
OTROS
PAVIMENTO SIN DAÑOS
AREA TOTAL

ANEXO C

RESULTADOS DE LABORATORIO

Diámetro (mm)	Peso Ret.	Ret.	% Ret.	% Pas.	ESPECIFICACION
75	0.0	0.0	0.0	100	90-100
60	0.14	0.7	5.7	94	90
47.5	0.44	2.8	19.3	80.7	80-85
37.5	1.04	10.7	36.5	63.5	75
30	1.33	15.3	47.8	52.2	60-65
25	1.62	19.4	57.6	42.4	50-55
20	2.06	24.2	68.5	31.5	40-45
15	2.70	31.5	79.5	20.5	30

Análisis granulométrico (leavado)
 YORDITA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 FUNDICIÓN 0 + 100. BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

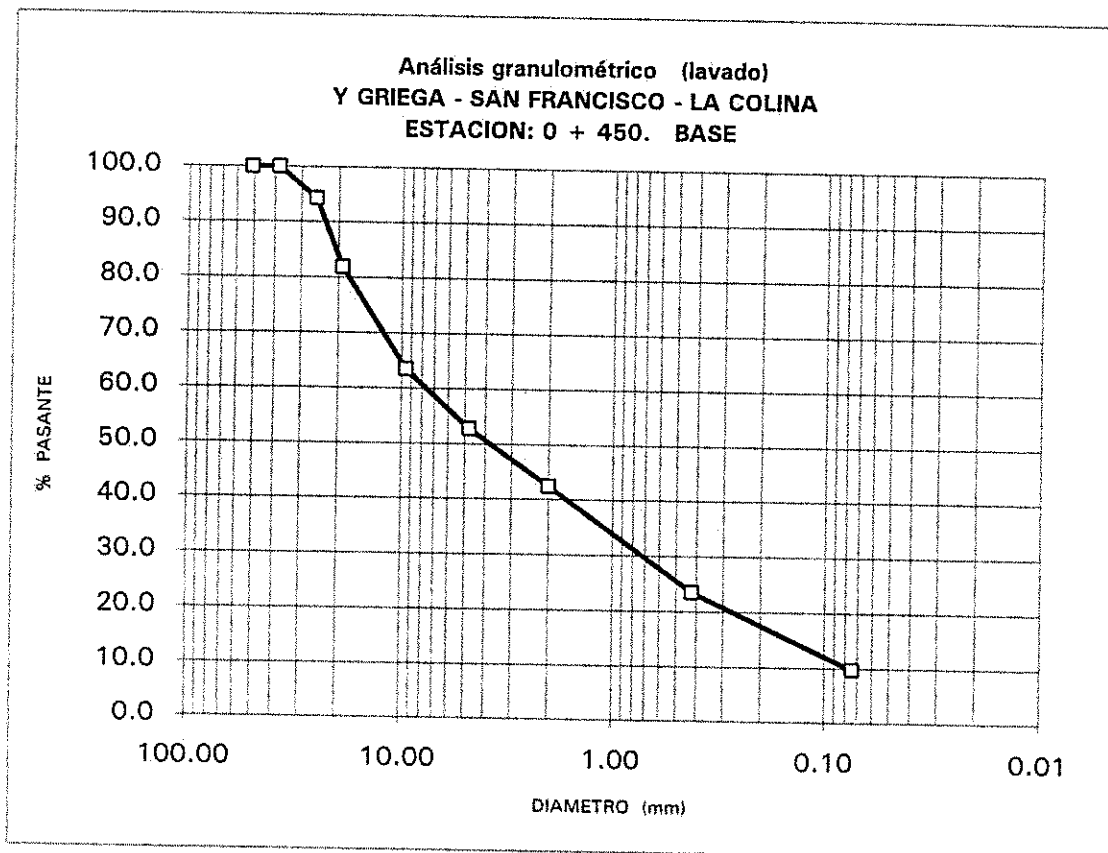
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: BASE
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA ESTACION: 0 + 450

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 15613.0 grs. PESO FINAL: 14112.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
2"	0.0	0.0	0.0	100	100
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100	90-100
1"	894.0	5.7	5.7	94	---
3/4"	1944.0	12.5	18.2	82	55-85
3/8"	2859.0	18.3	36.5	64	---
#4	1680.0	10.8	47.2	53	30-50
#10	1622.0	10.4	57.6	42	---
#40	2938.0	18.8	76.5	24	10-25
#200	2155.0	13.8	90.3	10	2-9



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 450**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

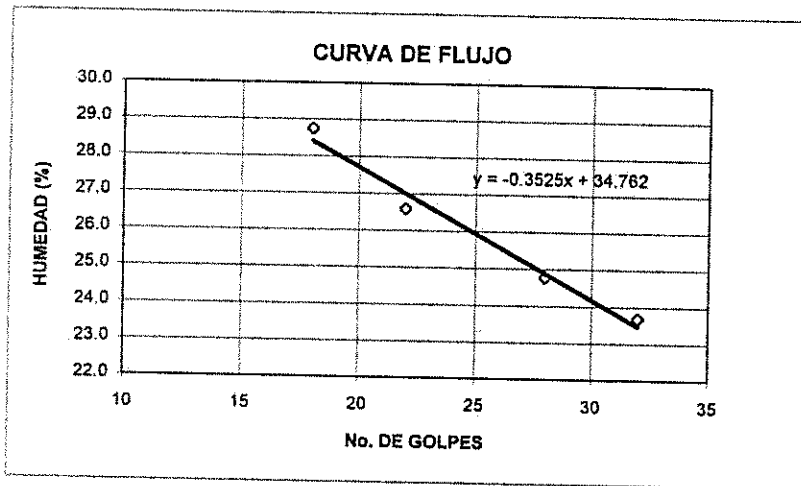
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	22	18	
Wc + Ww (gr.)	31.12	30.56	31.32	31.78	
Wc + Ws (gr.)	28.75	28.27	28.71	28.84	
Ww	2.37	2.291	2.61	2.946	
Wc	18.74	19.02	18.9	18.59	
Ws	10.01	9.249	9.813	10.25	
% W	23.7	24.8	26.6	28.7	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	36	55	37
Wc + Ww (gr.)	11.91	13.64	11.46
Wc + Ws (gr.)	11.46	13.18	11.05
Ww	0.446	0.455	0.415
Wc	9.344	11.06	9.085
Ws	2.116	2.118	1.963
% W	21.1	21.5	21.1

PROMEDIO 21.2



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	25.9
LIMITE PLASTICO	21.2
INDICE DE PLASTICIDAD	4.7

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA FEBRERO -1995

MUESTRA: SUBRASANTE

PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

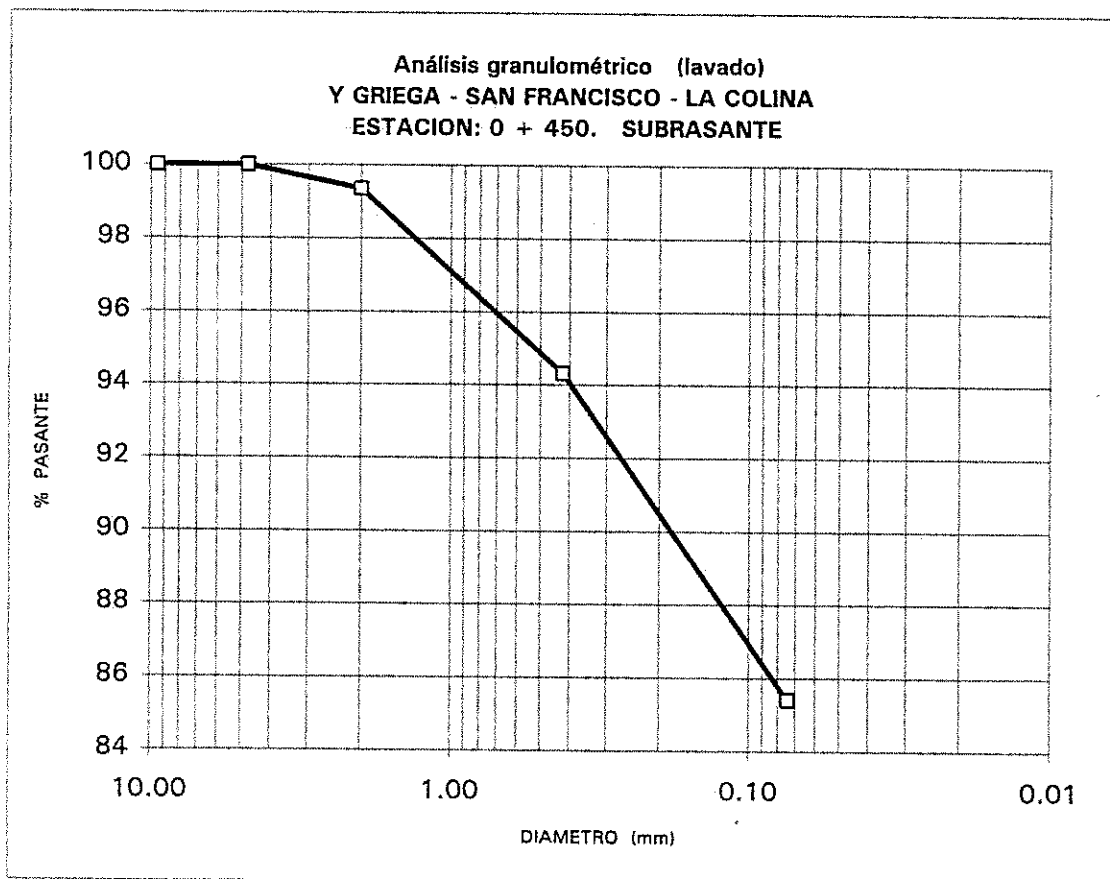
ESTACION: 0 + 450

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs.

PESO FINAL: 73.6 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3/8"	0	0.0	0.0	100.0	
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	3.2	0.6	0.6	99.4	
#40	25.2	5.0	5.7	94.3	
#200	44.6	8.9	14.6	85.4	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

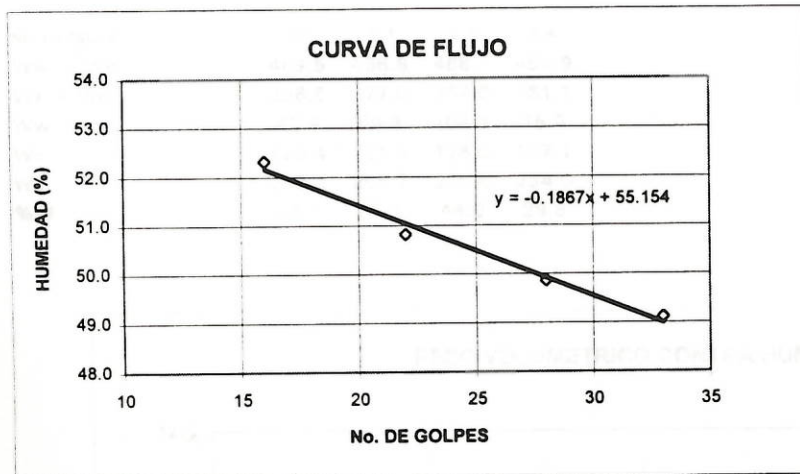
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 450**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	28	22	16	
Wc + Ww (gr.)	29.44	35.68	29.38	29.93	
Wc + Ws (gr.)	25.9	31.59	25.7	26.13	
Ww	3.545	4.081	3.675	3.798	
Wc	18.68	23.41	18.47	18.88	
Ws	7.218	8.184	7.231	7.258	
% W	49.1	49.9	50.8	52.3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	55	36	37
Wc + Ww (gr.)	13.82	12.57	11.39
Wc + Ws (gr.)	13.17	11.8	10.85
Ww	0.65	0.763	0.543
Wc	11.06	9.344	9.085
Ws	2.11	2.459	1.765
% W	30.8	31.0	30.8
PROMEDIO			30.9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	50.5
LIMITE PLASTICO	30.9
INDICE DE PLASTICIDAD	19.6

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995

PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE

LOCALIZACION: ESTACION 0+450

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

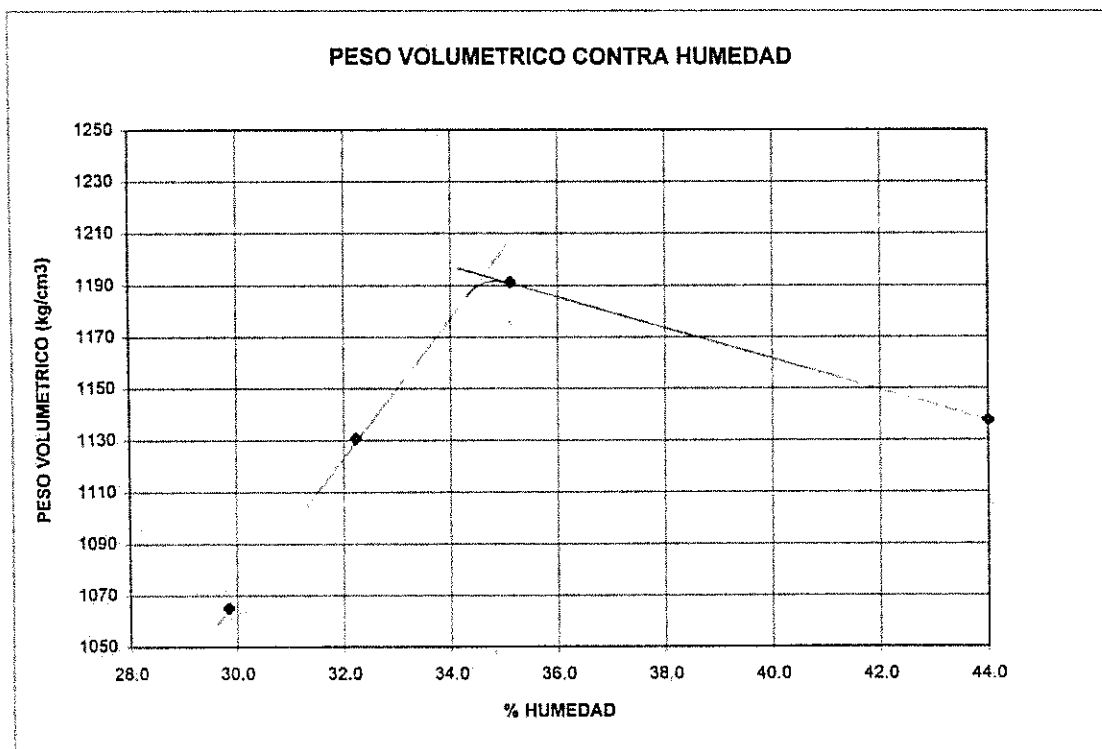
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5597	5705	5732	5491			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1412	1520	1547	1306			
δw	1495	1610	1638	1383			
δ	1131	1191	1138	1065			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	37	5-1	2-5	2-A
Ww + Wc	469.5	466.8	468.7	456.9
Ws + Wc	386.6	377.0	364.6	381.1
Ww	82.9	89.8	104.1	75.8
Wc	129.4	121.3	128.0	127.1
Ws	257.2	255.7	236.6	254.0
%W	32.2	35.1	44.0	29.8



$\delta_{max} = 1193$
 $W_{opt} = 34.8\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995
PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 0+450

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

Xm = 1193 Wo: 34.8 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10765												
56	34	7168	3597	1694	1197	100.3	2-A	434.5	343.5	127.1		91.0	216.4	42.1
		10572												
28	36	7167	3405	1609	1137	95.3	2-5	431.9	343.5	128.0		88.4	215.5	41.0
		10425												
14	37	7153	3272	1546	1092	91.6	37	471.1	370.0	129.4		101.1	240.6	42.0
														41.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
34			281.0	--	--	310.0	323.0				10.3	14.9
36			295.0	--	--	319.0	320.0				8.1	8.5
37			290.0	--	--	321.0	325.0				10.7	12.1

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	7.0	11.0	14.0	15.5	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0
34	0.06	1.712	2.656	3.364	3.718	4.308	4.544	4.78	5.016	5.252	5.488
	0.0	3.5	5.5	6.5	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.5	8.5
36	0.06	0.886	1.358	1.594	1.712	1.948	1.948	1.948	1.948	2.066	2.066
	0.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.5	4.5	5.0	5.0	6.0
37	0.06	0.414	0.532	0.65	0.768	0.886	1.122	1.122	1.24	1.24	1.476

$$y = 1.325 \ln(x) + 6.6864$$

$$x = e((y-6.6864)/1.325)$$

$$y = 0$$

$$-6.686$$

$$1.325$$

$$x = 0.006$$

$$y = 0.3953 \ln(x) + 2.5239$$

$$x = e((y-2.5239)/0.3953)$$

$$-2.524$$

$$0.395$$

$$x = 0.002$$

$$y = 0.372 \ln(x) + 1.6756$$

$$x = e((y-1.6756)/0.372)$$

$$-1.676$$

$$0.372$$

$$x = 0.011$$

Valores corregidos para x

x =	0.106	0.206
	0.102	0.202
	0.111	0.211

No. golpes

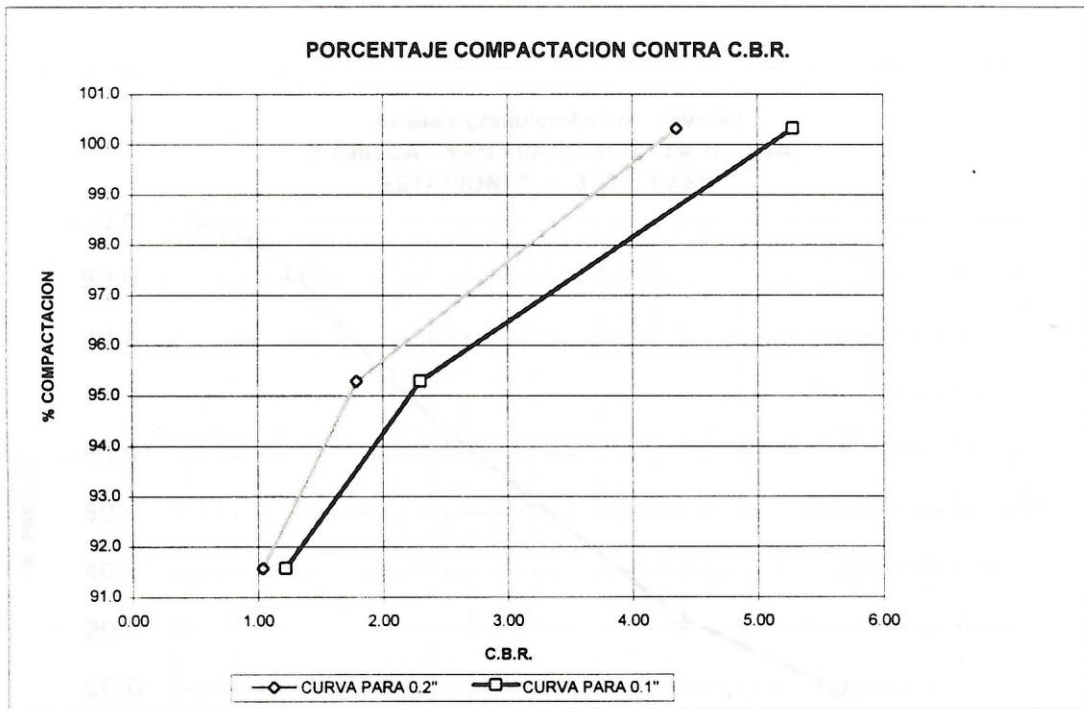
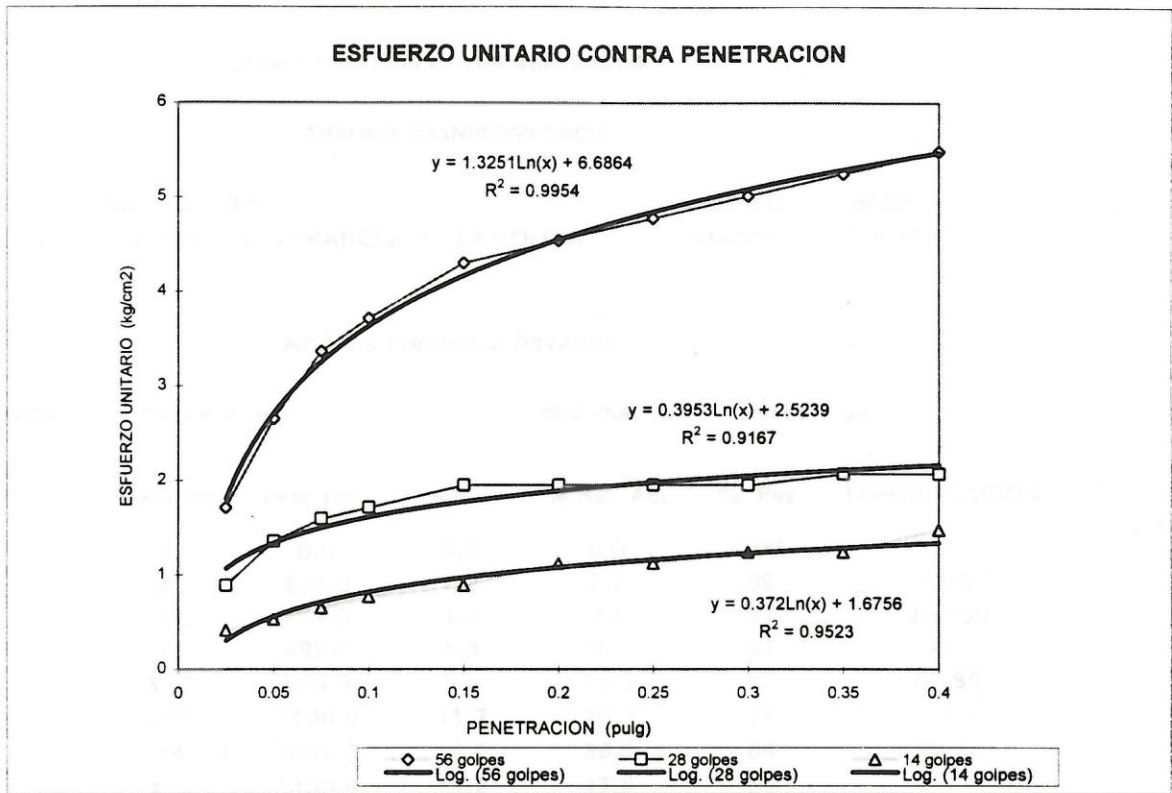
56
28
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
3.72	4.60	100.3
1.62	1.89	95.3
0.86	1.10	91.6

CORREGIDOS

0.1	0.2
5.28	4.35
2.30	1.79
1.22	1.04



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

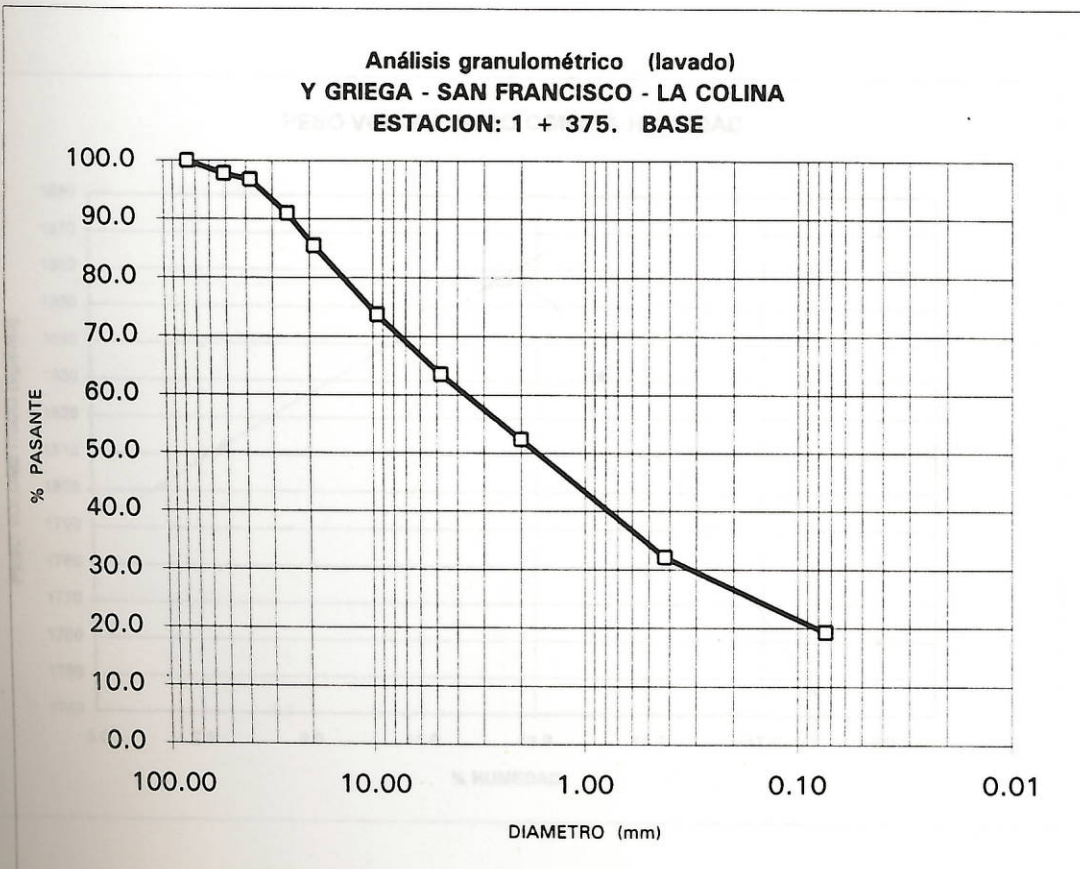
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: BASE
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA ESTACION: 1 + 375

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 10214.0 grs. PESO FINAL: 8255.3 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3"	0.0	0.0	0.0	100	
2"	224.0	2.2	2.2	98	100
1 1/2"	107.0	1.0	3.2	97	90-100
1"	592.0	5.8	9.0	91	---
3/4"	566.0	5.5	14.6	85	55-85
3/8"	1196.0	11.7	26.3	74	---
#4	1040.0	10.2	36.5	64	30-50
#10	1139.0	11.2	47.6	52	---
#40	2070.0	20.3	67.9	32	10-25
#200	1310.0	12.8	80.7	19	2-9



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE - COLOR GRISACEO
 LOCALIZACION: ESTACION 1+375 LD
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

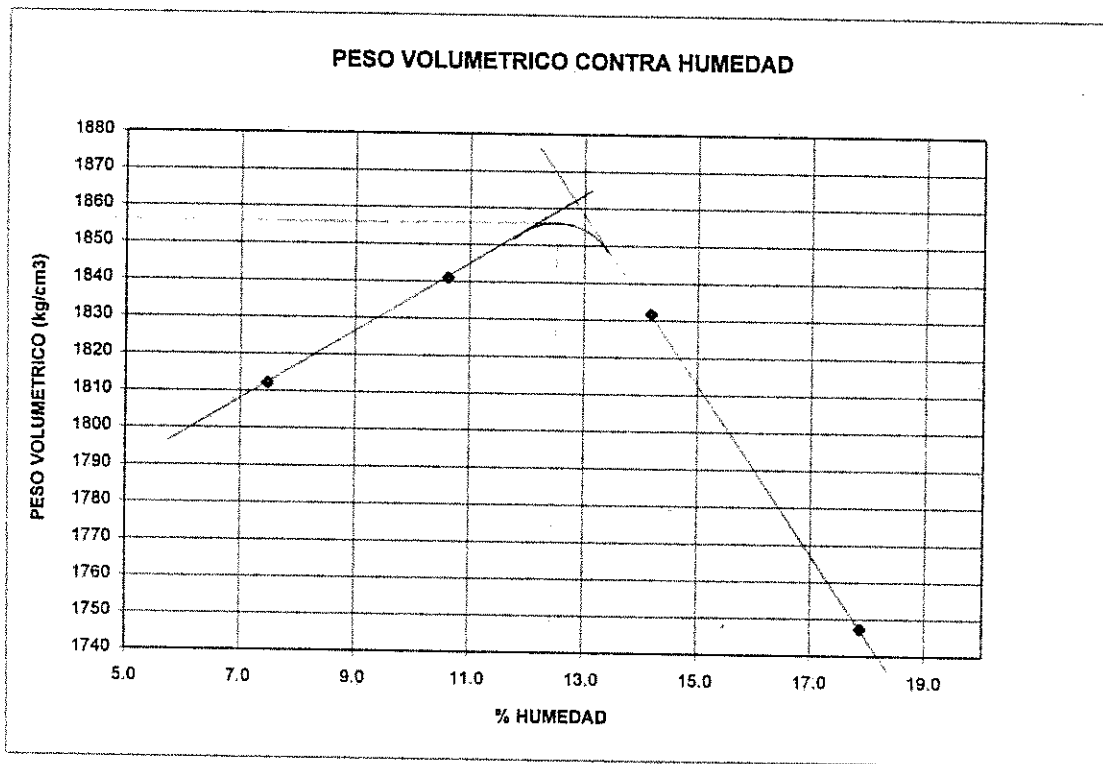
ESPEJOR: 21.0 cm

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6108	6160	6130	6024			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1923	1975	1945	1839			
δw	2036	2092	2060	1948			
δs	1841	1832	1747	1812			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	2-A	5-1	2-1	4-13
Ww + Wc	562.4	510.7	541	530.5
Ws + Wc	520.6	462.3	477.4	501.9
Ww	41.8	48.4	63.6	28.6
Wc	127.0	121.2	121.8	119.2
Ws	393.6	341.1	355.6	382.7
%W	10.6	14.2	17.9	7.5



$H_{max} = 1856$
 $W_{opt} = 12.5\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995
PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE - COLOR GRIS
MUESTRA No:
LOCALIZACION: ESTACION 1 +375 LD
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

Xm = 1856 Wo: 12.5 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11600												
56	43	7207	4393	2069	1866	100.5	4-13	592.9	545.4	119.2		47.5	426.2	11.1
		11425												
28	36	7190	4235	2001	1805	97.2	8-9	500.2	463.0	123.4		37.2	339.6	11.0
		11396												
14	7	7347	4049	1913	1726	93.0	3-1	586.2	541.4	125.7		44.8	415.7	10.8
														10.9

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
43			315.0	317.0	317.0	317.0	---	0.6	0.6	0.6	
36			360.0	360.0	360.0	362.0	---	0.0	0.0	0.6	
7			270.0	308.0	308.0	304.0	---	14.1	14.1	12.6	

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	53.0	145.0	242.0	344.0	534.0	697.0	858.0	985.0		
43	0.06	12.568	34.28	57.172	81.244	126.08	164.55	202.55	232.52		
	0.0	43.0	109.0	172.0	236.0	376.0	472.0	568.0	638.0	706.0	770.0
36	0.06	10.208	25.784	40.652	55.756	88.796	111.45	134.11	150.63	166.68	181.78
	0.0	20.0	39.0	55.0	75.0	111.0	140.0	165.0	187.0	209.0	231.0
7	0.06	4.78	9.264	13.04	17.76	26.256	33.1	39	44.192	49.384	54.576

x = 0.011

x = 0.011

x = 0

Valores corregidos para x

x = 0.111 0.211
 0.111 0.211
 0.1 0.2

No. golpes

56
28
14

CALCULADOS

0.1 0.2 %COMPACT.
90.70 173.10 100.5
62.90 116.70 97.2
17.76 33.10 93.0

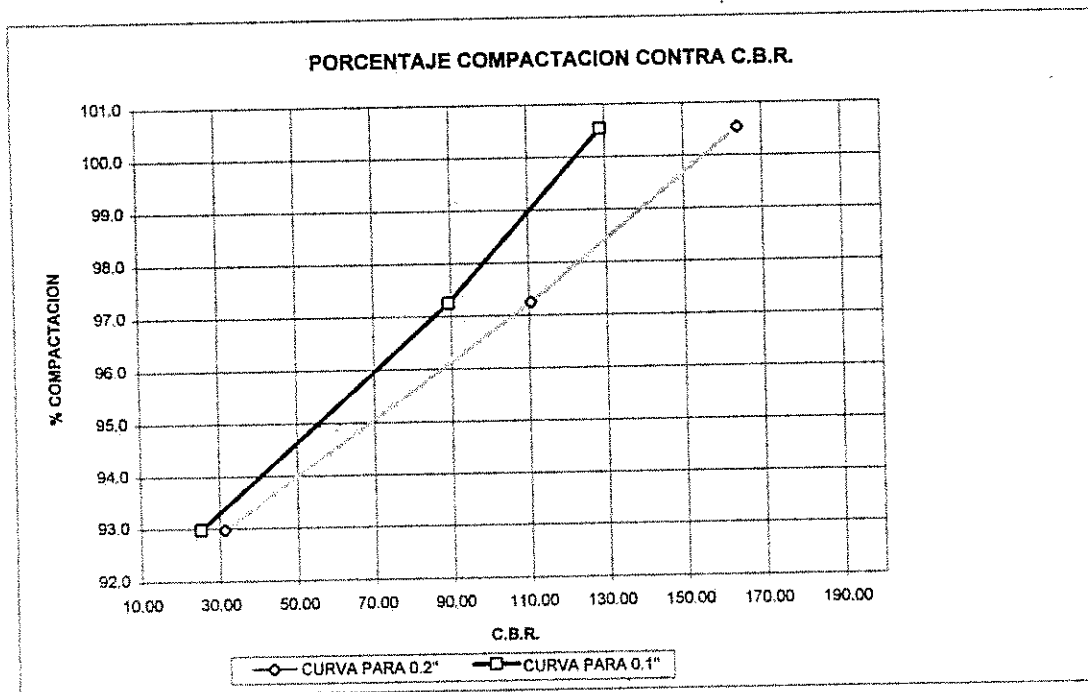
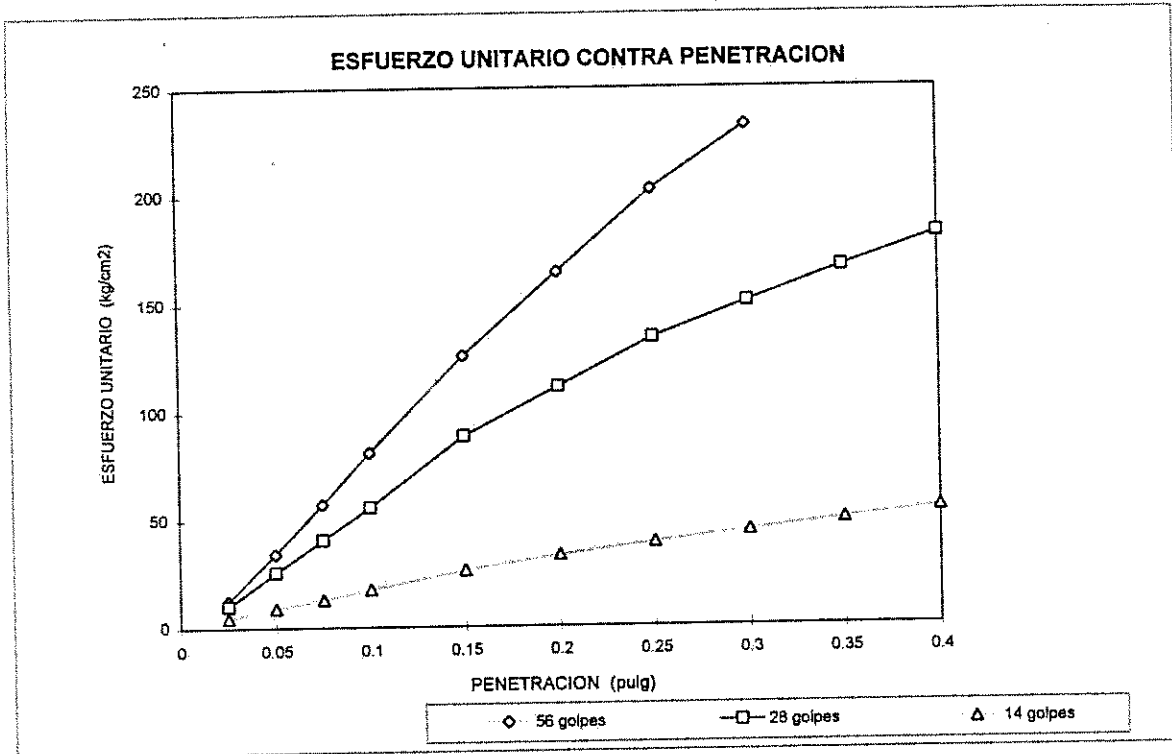
CORREGIDOS

0.1 0.2
128.84 163.92
89.35 110.51
25.23 31.34

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE - COLOR GRIS
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1+375 LD
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

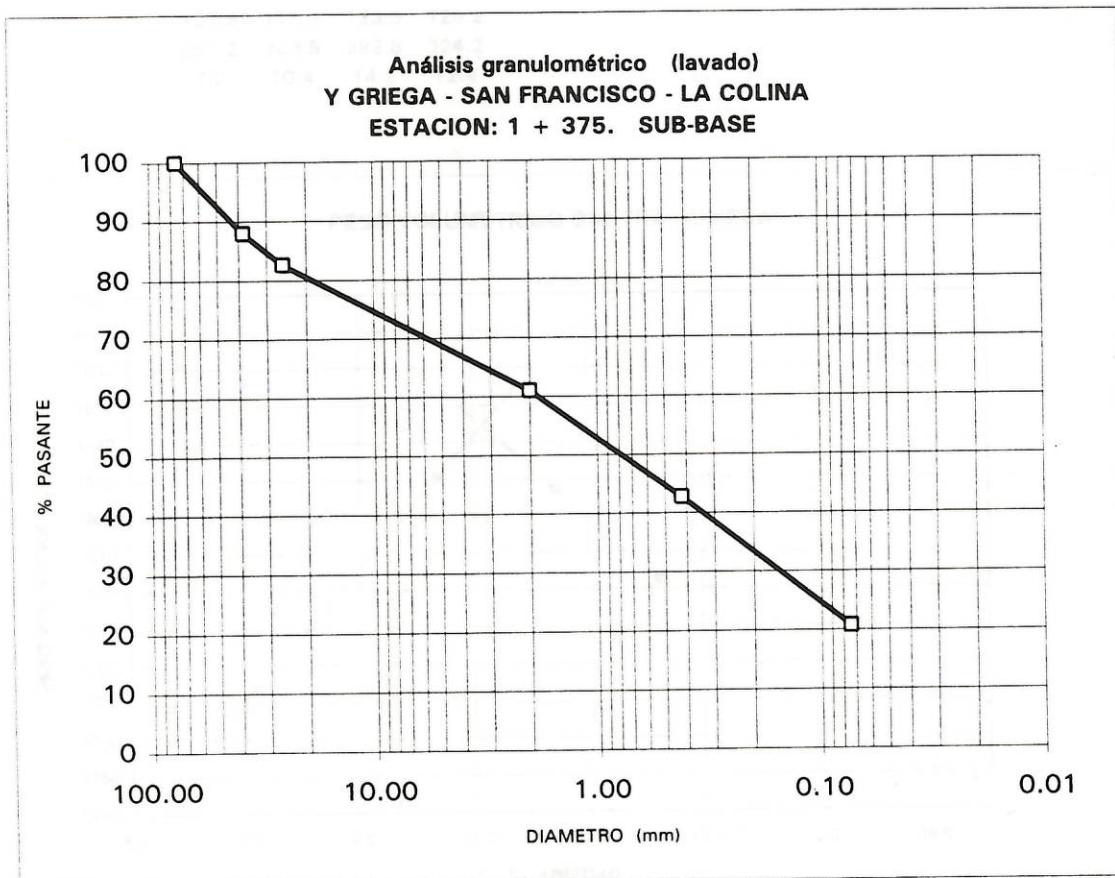
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA FEBRERO -1995 MUESTRA: SUB-BASE
PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA ESTACION: 1 + 375 LD

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 8686.0 grs. PESO FINAL: 6893.2 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3"	0	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	1045.4	12.0	12.0	88.0	---
1"	461.2	5.3	17.3	82.7	---
#4	1877.7	21.6	39.0	61.0	40-70
#40	1582.4	18.2	57.2	42.8	10-50
#200	1916.0	22.1	79.2	20.8	0-15



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA **MARZO 1995**

PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE - COLOR GRIS CON GRANULAR BLANCO**

LOCALIZACION: **ESTACION 1+375 LD** ESPESOR: **23.0 cm**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

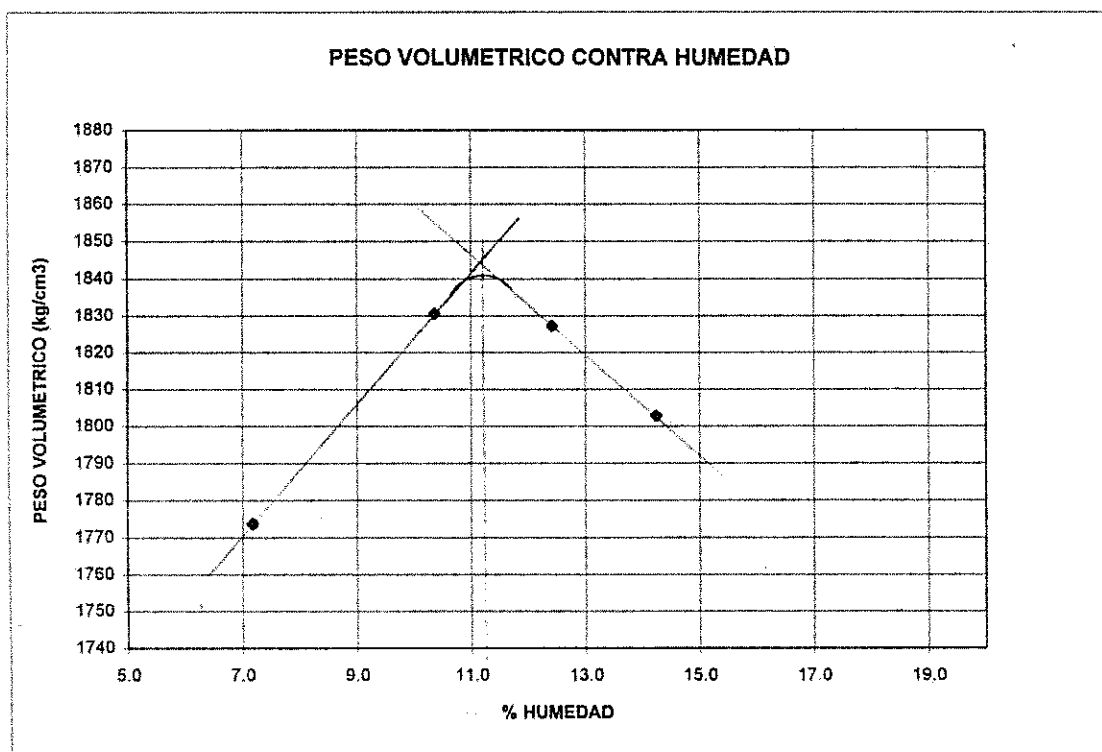
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5980	6093	6130	6125			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1795	1908	1945	1940			
$\delta\omega$	1901	2021	2060	2054			
δs	1774	1831	1803	1827			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	2-5	3-1	8-9	37
Ww + Wc	515.0	516.5	567.5	493.7
Ws + Wc	489.1	478.8	512.1	453.4
Ww	25.9	37.7	55.4	40.3
Wc	127.9	115.3	123.3	129.2
Ws	361.2	363.5	388.8	324.2
%W	7.2	10.4	14.2	12.4



$\sigma_{max} = 1842$
 $W_{opt} = 11.3\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE COLOR GRIS CON GRANULAR BLANCO**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 375**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

$X_m = 1842$ $W_o = 11.3 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11500												
56	44	7184	4316	2032	1769	96.1	2-1	508.7	456.8	121.9		51.9	334.9	15.5
		11588												
28	13	7240	4348	2054	1789	97.1	2-A	548.3	494.5	127.3		53.8	367.2	14.7
		11375												
14	11	7173	4202	1985	1729	93.8	2-5	510.4	460.3	127.8		50.1	332.5	15.1
														14.9

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO			% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	5D	1 D	2 D	5 D
44			327.0	331.0	331.0	331.0	1.2	1.2	1.2
13			216.0	221.0	221.0	221.0	2.3	2.3	2.3
11			210.0	227.0	227.0	227.0	8.1	8.1	8.1

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	11.0	20.0	30.0	53.0	83.0	112.0	144.0	176.0	210.0
44	0.06	1.24	2.656	4.78	7.14	12.568	19.648	26.492	34.044	41.596	49.62
	0.0	12.0	34.0	57.0	80.0	127.0	173.0	208.0	247.0	284.0	313.0
13	0.06	2.892	8.084	13.512	18.94	30.032	40.888	49.148	58.352	67.084	73.928
	0.0	11.0	26.0	42.0	56.0	84.0	106.0	130.0	151.0	172.0	194.0
11	0.06	2.656	6.196	9.972	13.276	19.884	25.076	30.74	35.696	40.652	45.844

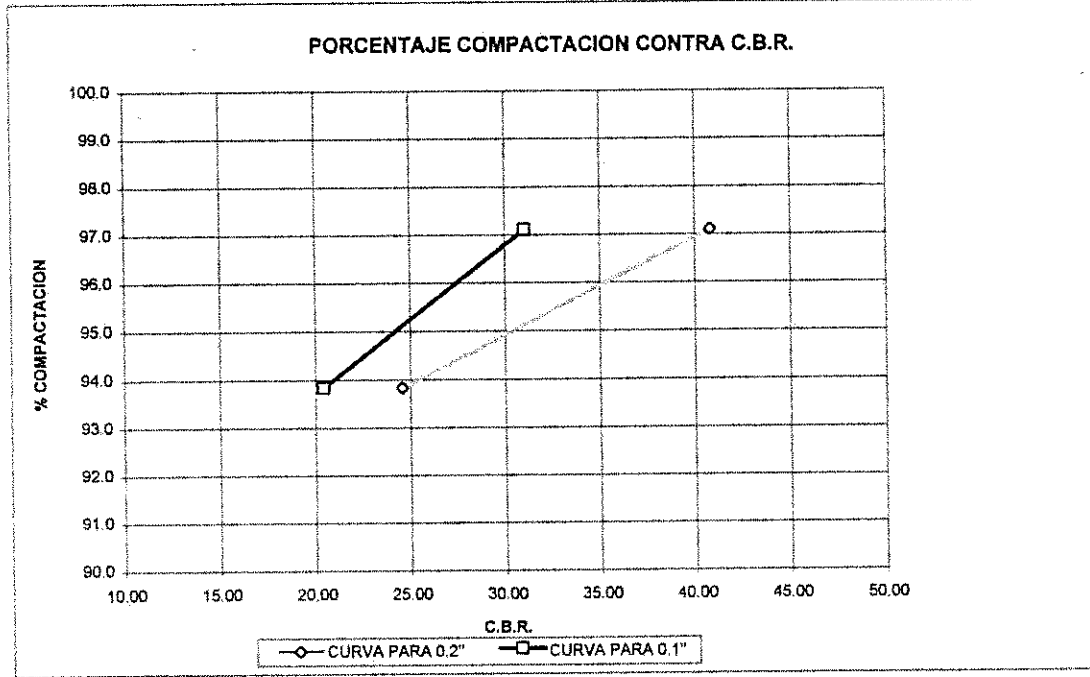
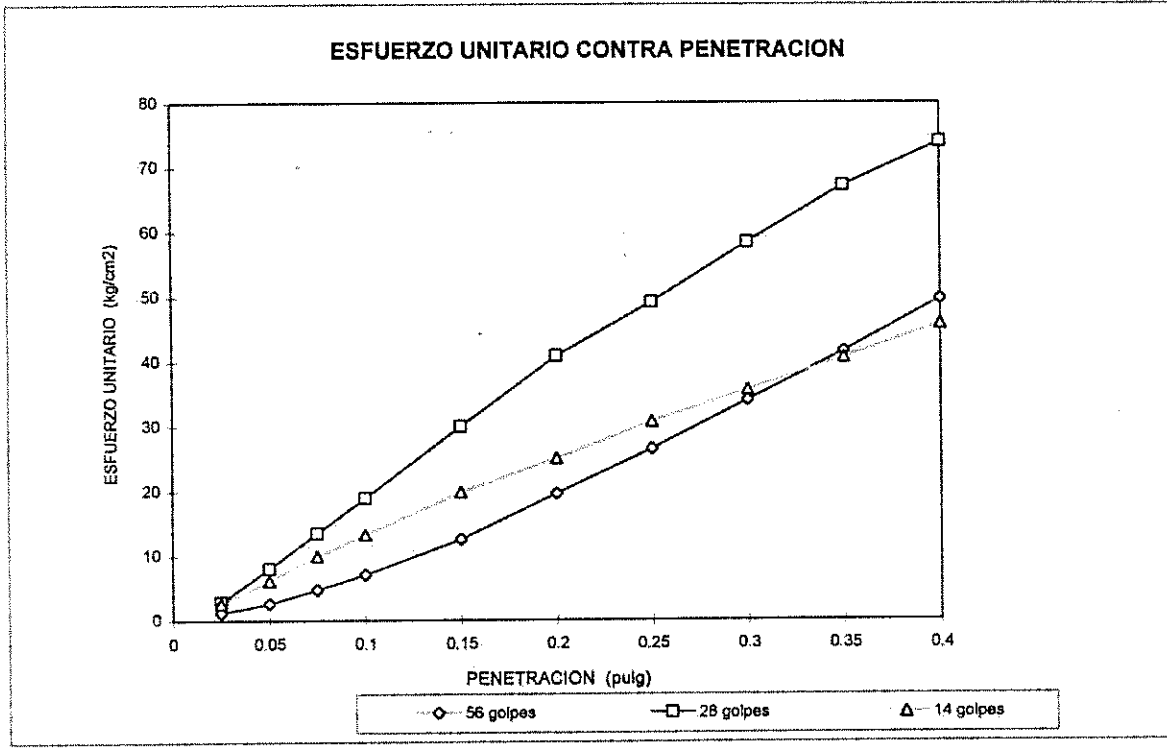
Valores corregidos para x

No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
56	0.00	0.00	96.1	0.00	0.00
28	21.85	43.10	97.1	31.04	40.81
14	14.37	25.94	93.8	20.41	24.56

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRIS CON GRANULAR BLANCO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 375
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



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

LIMITES DE ATTERBERG

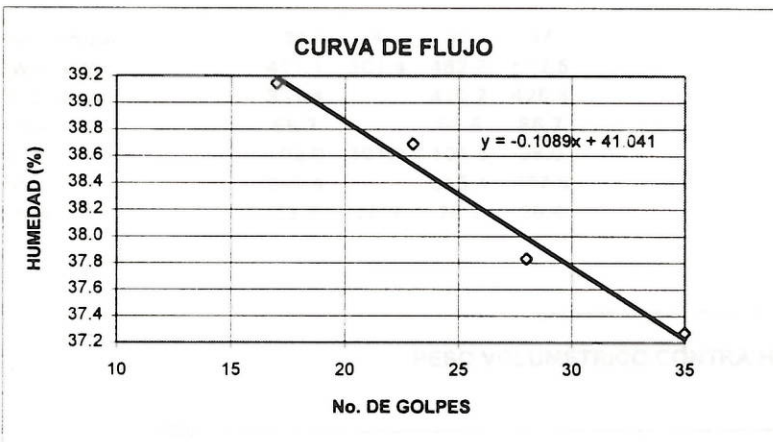
FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO - COLOR CAFE**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 375**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	35	28	23	17	
Wc + Ww (gr.)	35.34	29.91	35.04	31.87	
Wc + Ws (gr.)	32.07	26.87	31.79	28.17	
Ww	3.269	3.032	3.251	3.701	
Wc	23.3	18.86	23.39	18.71	
Ws	8.77	8.014	8.402	9.454	
% W	37.3	37.8	38.7	39.1	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	4	3
Wc + Ww (gr.)	12.85	13.12	12.58
Wc + Ws (gr.)	12.55	12.78	12.29
Ww	0.3	0.335	0.286
Wc	11.11	11.16	10.9
Ws	1.44	1.619	1.394
% W	20.8	20.7	20.5
PROMEDIO			20.7



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	38.3
LIMITE PLASTICO	20.7
INDICE DE PLASTICIDAD	17.6

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

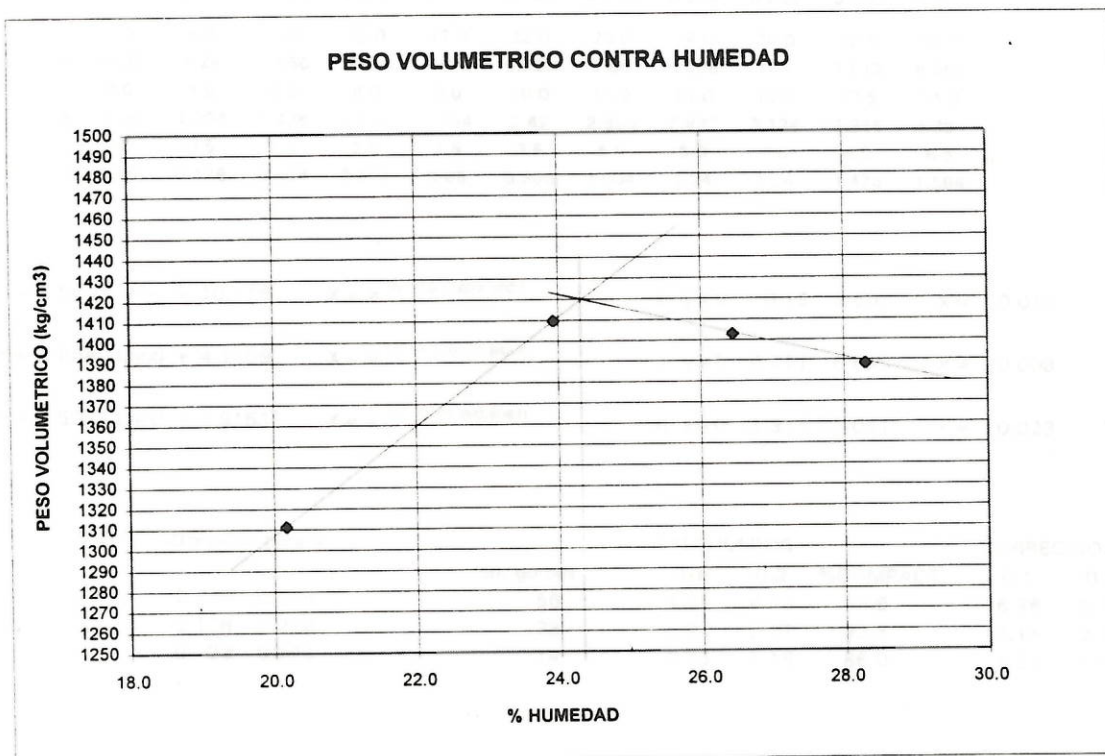
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 375
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5835	5867	5673	5860			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1650	1682	1488	1675			
$\delta\omega$	1747	1781	1576	1774			
δs	1410	1388	1311	1403			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	39	4	70	47
Ww + Wc	411.1	501.4	483.8	512.5
Ws + Wc	351.4		420.2	425.8
Ww	59.7		63.6	86.7
Wc	102.0	101.2	104.8	98.0
Ws	249.4		315.4	327.8
%W	23.9	28.3	20.2	26.4



$H_{max} = 1420$
 $W_{opt} = 24.4$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE
MUESTRA No:
LOCALIZACION: ESTACION 1+375
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

Xm = 1420 Wo: 24.4 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	Xm	Xs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10870												
56	30	7180	3690	1738	1405	98.9	5-1	440.3	378.2	121.4		62.1	256.8	24.2
		10880												
28	8	7430	3450	1630	1318	92.8	3-7	435.5	376.2	129.3		59.3	246.9	24.0
		10588												
14	3	7390	3198	1511	1222	86.0	3-7	412.8	354.0	102.0		58.8	252.0	23.3
														23.7

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION		
			Lo	1 D	2 D	5 D	1 D	2 D	5 D
30			200.0	244.0	248.0	348.0	22.0	24.0	74.0
8			222.0	263.0	266.0	366.0	18.5	19.8	64.9
3			217.0	293.0	296.0	300.0	35.0	36.4	38.2

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	11.0	14.0	17.0	22.0	25.0	28.0	30.0	32.0	34.0
30	0.06	1.24	2.656	3.364	4.072	5.252	5.96	6.668	7.14	7.612	8.084
	0.0	4.0	6.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	13.5	14.0
8	0.06	1.004	1.476	1.948	2.184	2.42	2.656	2.892	3.128	3.246	3.364
	0.0	0.5	1.5	2.0	2.5	3.5	4.0	5.0	5.0	6.0	6.5
3	0.06	0.178	0.414	0.532	0.65	0.886	1.004	1.24	1.24	1.476	1.594

$Y = 2.5007 \ln(x) + 10.116$ $X = e^{((y - 10.116)/2.5007)}$ si $y=0$ -10.12 2.501 $x = 0.018$

$Y = 0.8549 \ln(x) + 4.1109$ $X = e^{((y - 4.1109)/0.8549)}$ si $y=0$ -4.111 0.855 $x = 0.008$

$Y = 0.5061 \ln(x) + 1.9153$ $X = e^{((y - 1.9153)/0.5061)}$ si $y=0$ -1.915 0.5061 $x = 0.023$

Valores corregidos para x

x =	0.118	0.218
	0.108	0.208
	0.123	0.223

No. golpes

56
28
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
4.76	6.30	98.9
2.21	2.77	92.8
0.85	1.16	86.0

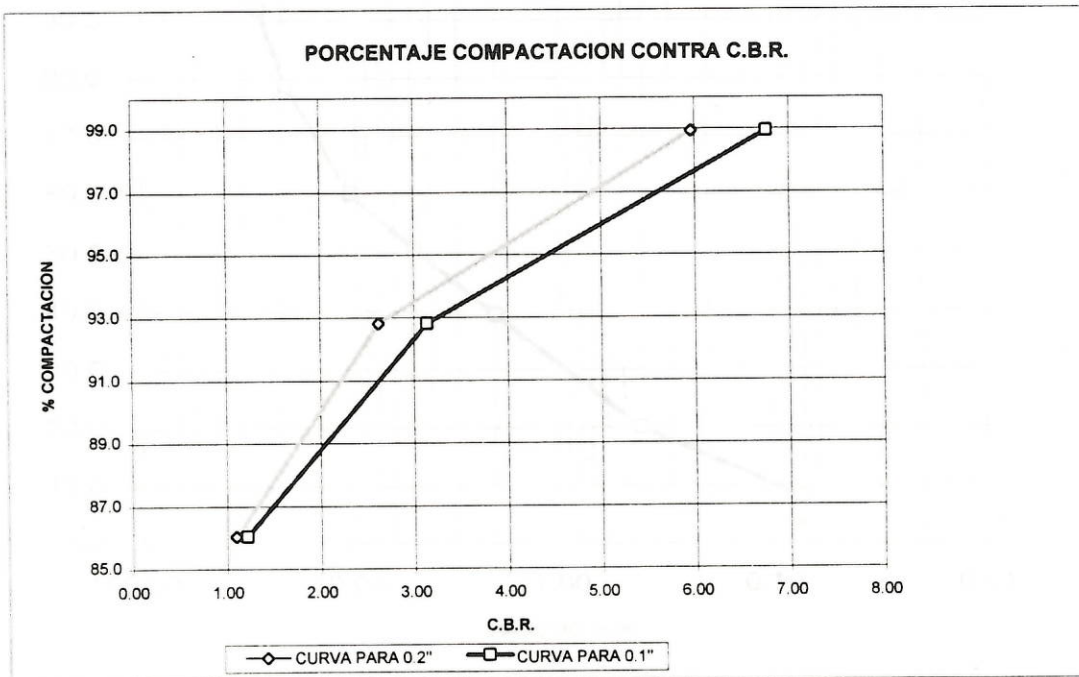
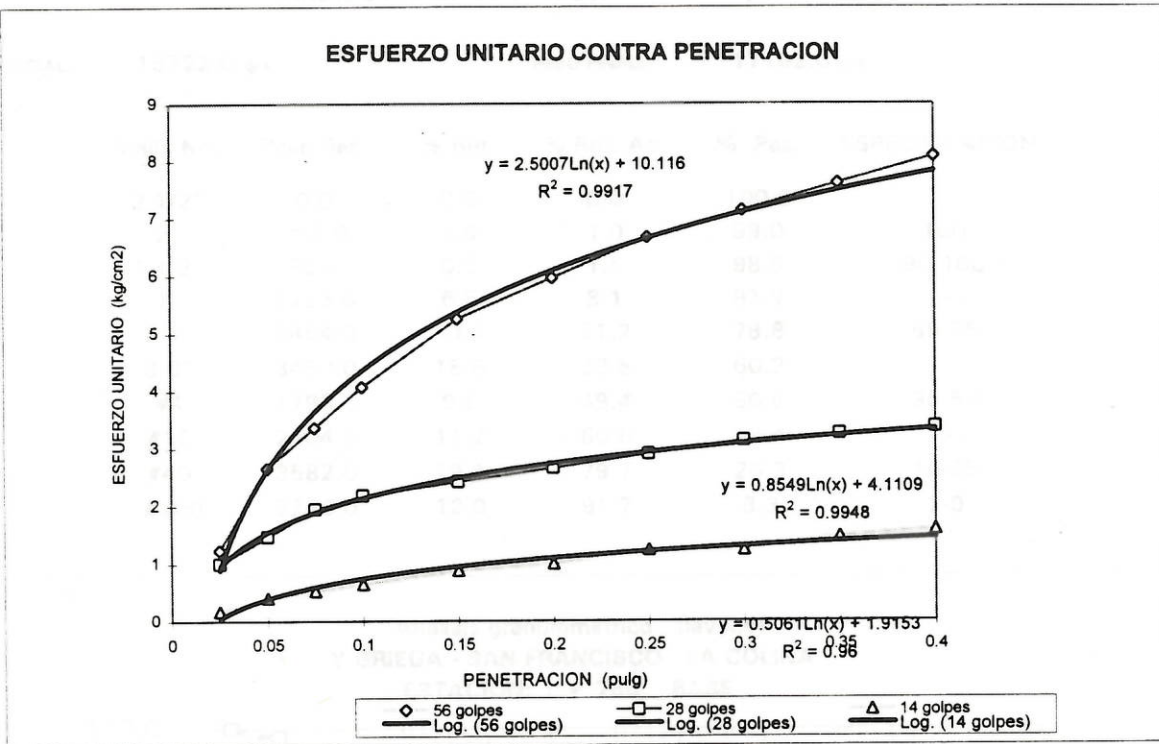
CORREGIDOS

0.1	0.2
6.76	5.97
3.14	2.62
1.21	1.09

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 375
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

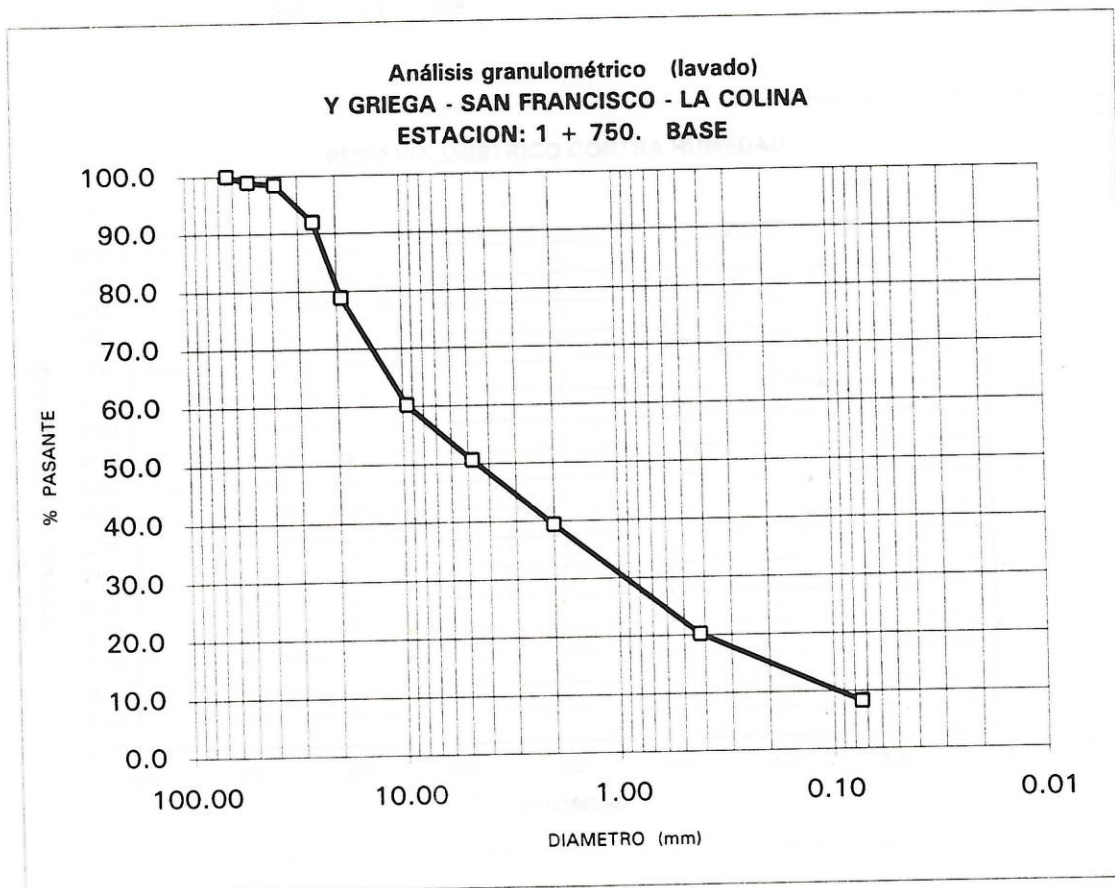
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: BASE
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA ESTACION: 1 + 750

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 18722.0 grs. PESO FINAL: 17192.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	195.0	1.0	1.0	99.0	100
1 1/2"	92.0	0.5	1.5	98.5	90-100
1"	1226.0	6.5	8.1	91.9	---
3/4"	2454.0	13.1	21.2	78.8	55-85
3/8"	3480.0	18.6	39.8	60.2	---
#4	1795.0	9.6	49.4	50.6	30-50
#10	2104.0	11.2	60.6	39.4	---
#40	3582.0	19.1	79.7	20.3	10-25
#200	2249.0	12.0	91.7	8.3	2-9



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995

PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE - COLOR CAFE GRISACEO

LOCALIZACION: ESTACION 1+750 ESPESOR:

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

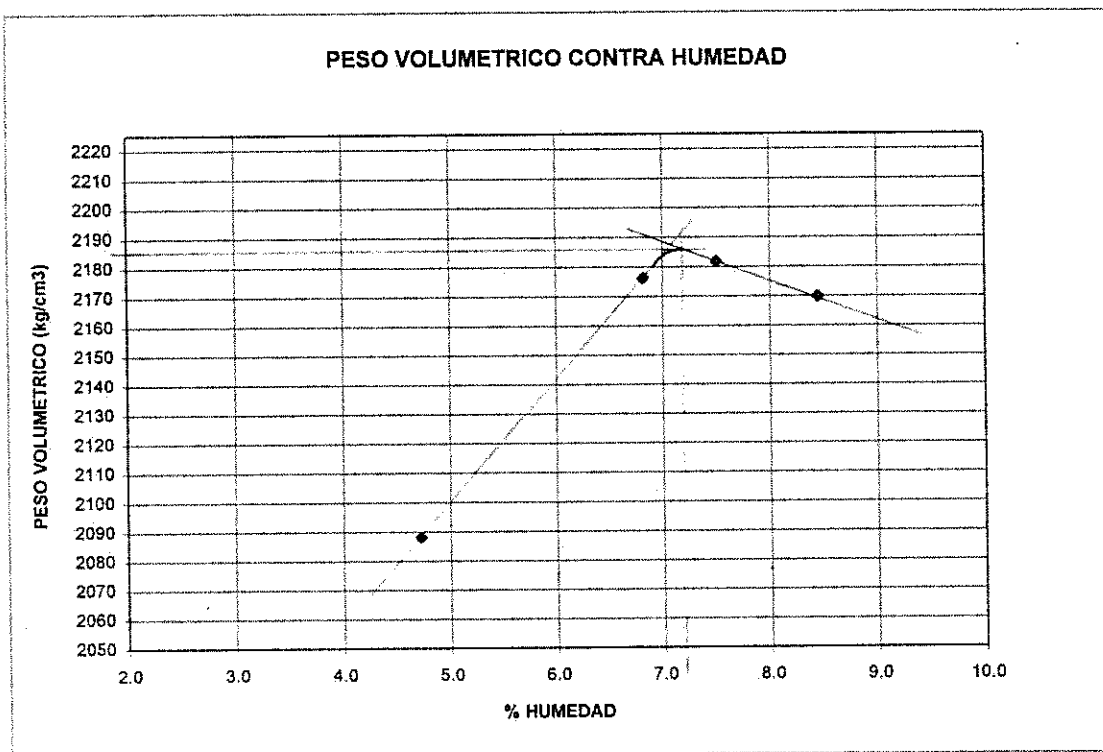
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6250	6380	6407	6400			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	2065	2195	2222	2215			
δ_w	2187	2325	2353	2346			
δ_s	2088	2176	2170	2182			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	4-13	3-1	8-9	5-1
Ww + Wc	573.6	584.9	585.6	518.1
Ws + Wc	553.1	555.6	549.6	490.4
Ww	20.5	29.3	36.0	27.7
Wc	119.2	125.7	123.4	121.3
Ws	433.9	429.9	426.2	369.1
%W	4.7	6.8	8.4	7.5



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRISACEO

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 1 + 750

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE Xm = 2185 Wo: 7.2 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12070												
56	34	7135	4935	2324	2141	98.0	2-1	578.6	546.2	121.8		32.4	424.4	7.6
		13494												
28	10	8670	4824	2279	2100	96.1	2-A	565.8	533.0	127.1		32.8	405.9	8.1
		11998												
14	6	7370	4628	2187	2014	92.2	3-7	558.5	523.0	129.4		35.5	393.6	9.0 8.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
34			322.0	322.0	322.0	322.0	322.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10			245.0	246.0	246.0	246.0	246.0	0.4	0.4	0.4	0.4
6			344.0	345.0	345.0	345.0	345.0	0.3	0.3	0.3	0.3

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	27.0	65.0	110.0	170.0	290.0	413.0	546.0	661.0	800.0	935.0
34	0.06	6.432	15.4	26.02	40.18	68.5	97.528	128.92	156.06	188.86	220.72
	0.0	30.0	70.0	115.0	165.0	270.0	371.0	472.0	580.0	675.0	783.0
10	0.06	7.14	16.58	27.2	39	63.78	87.616	111.45	136.94	159.36	184.85
	0.0	19.0	42.0	72.0	101.0	167.0	230.0	294.0	360.0	427.0	493.0
6	0.06	4.544	9.972	17.052	23.896	39.472	54.34	69.444	85.02	100.83	116.41

$Y = 578.93 * (x) - 15.13$ $X = (Y + 15.136) / 578.93$ si $y=0$ 15.14 578.9 $x = 0.026$

$Y = 478.29 * (x) - 7.482$ $X = (Y + 7.4827) / 478.29$ si $y=0$ 7.483 478.3 $x = 0.016$

$Y = 301.48 * (x) - 5.183$ $X = (Y + 5.1831) / 301.48$ si $y=0$ 5.183 301.5 $x = 0.017$

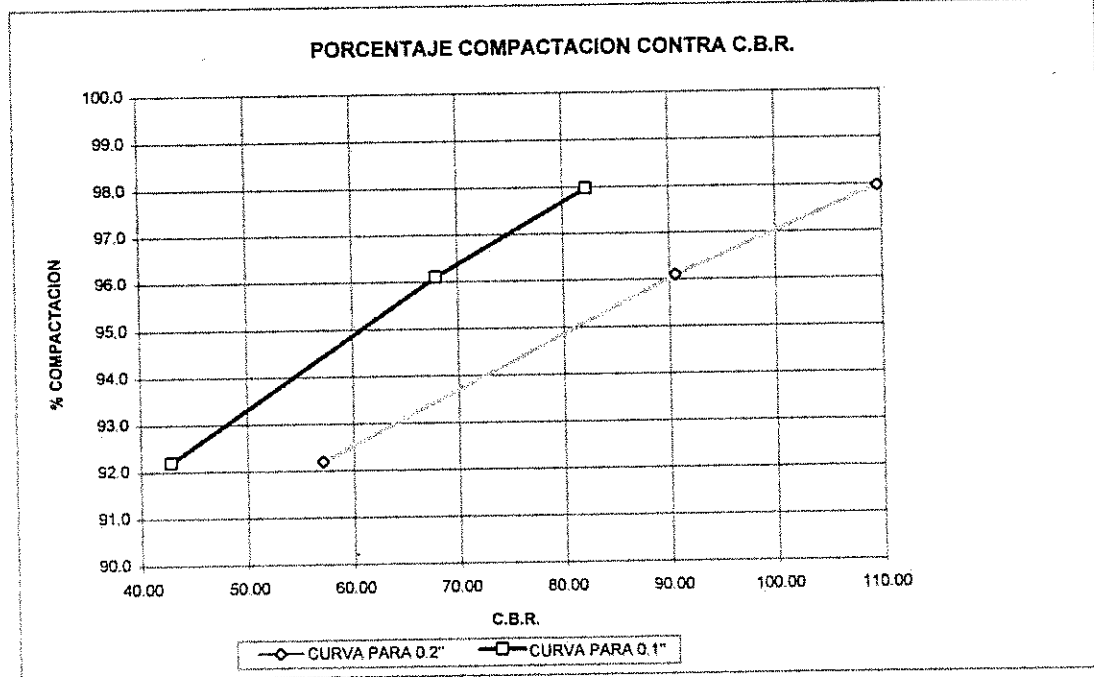
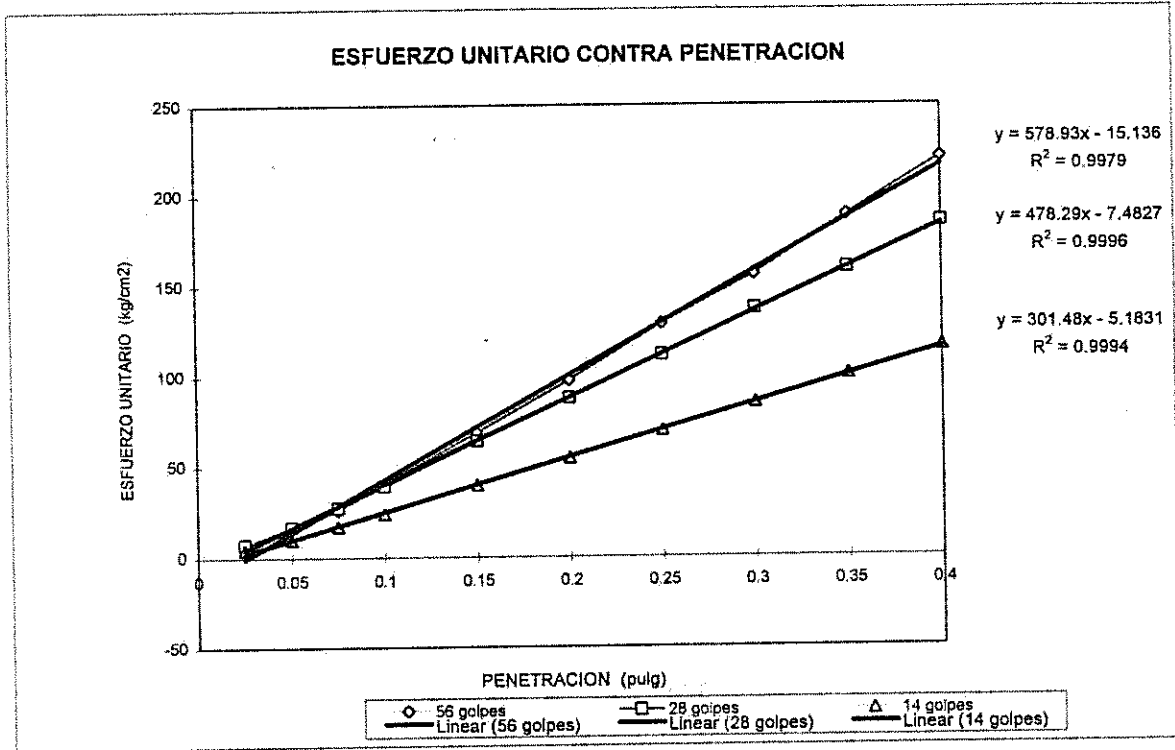
Valores corregidos para x

x =	Valores corregidos para x		No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.126	0.226		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
	0.116	0.216	56	57.89	115.79	98.0	82.23	109.65
	0.117	0.217	28	47.83	95.66	96.1	67.94	90.59
			14	30.15	60.30	92.2	42.82	57.10

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRISACEO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1+750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

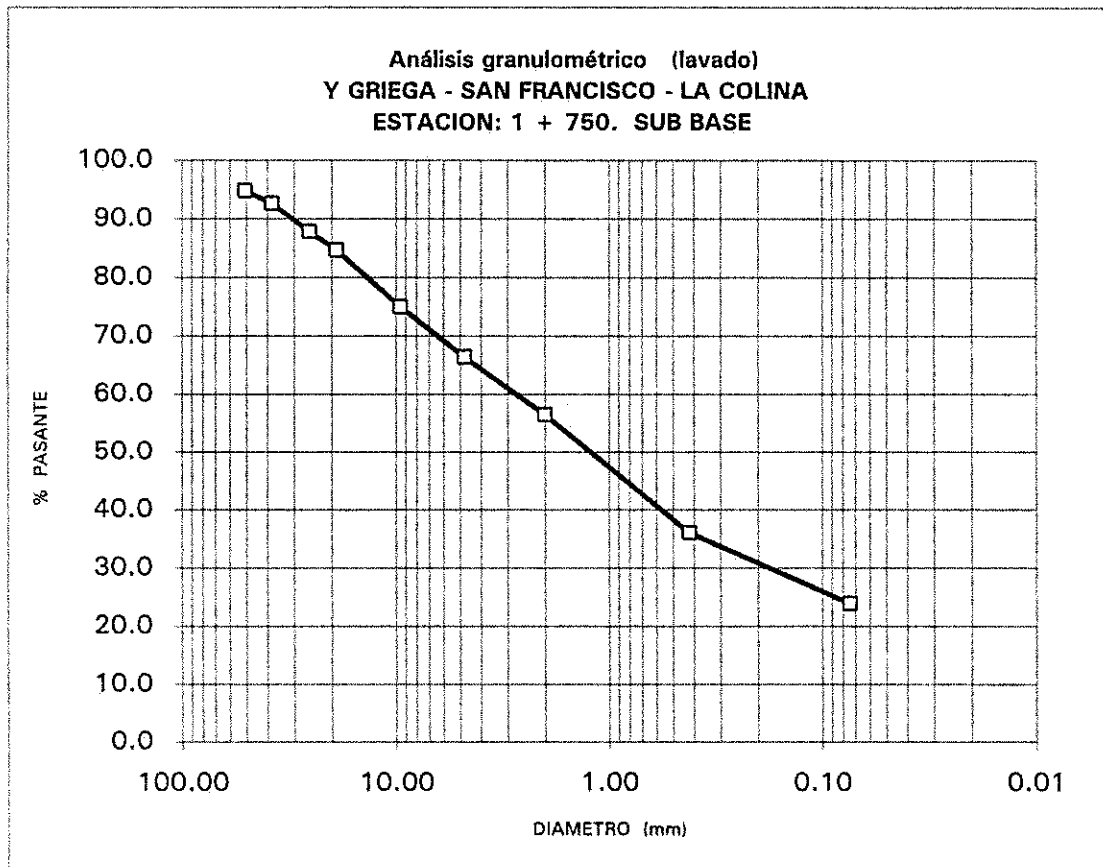
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: SUB BASE
PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA ESTACION: 1 + 750

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 11049.0 grs. PESO FINAL: 8448.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3"	0.0	0.0	0.0	100.0	100
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	---
2"	572.5	5.2	5.2	94.8	---
1 1/2"	237.5	2.1	7.3	92.7	---
1"	529.0	4.8	12.1	87.9	---
3/4"	351.0	3.2	15.3	84.7	---
3/8"	1074.0	9.7	25.0	75.0	---
#4	947.0	8.6	33.6	66.4	40-70
#10	1095.0	9.9	43.5	56.5	---
#40	2262.0	20.5	64.0	36.0	10-50
#200	1340.0	12.1	76.1	23.9	0-15



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 750**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

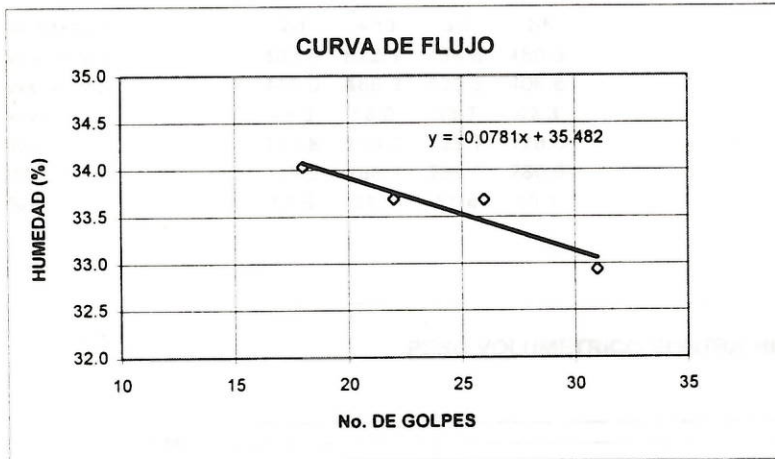
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	26	22	18	
Wc + Ww (gr.)	34.36	38.67	32.33	33.54	
Wc + Ws (gr.)	30.45	34.83	28.89	29.78	
Ww	3.908	3.846	3.444	3.756	
Wc	18.59	23.41	18.67	18.75	
Ws	11.87	11.42	10.22	11.04	
% W	32.9	33.7	33.7	34.0	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	6	11	13
Wc + Ww (gr.)	9.499	9.462	9.046
Wc + Ws (gr.)	9.035	9.009	8.624
Ww	0.464	0.453	0.422
Wc	7.02	7.008	6.796
Ws	2.015	2.001	1.828
% W	23.0	22.6	23.1

PROMEDIO 22.9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	33.5
LIMITE PLASTICO	22.9
INDICE DE PLASTICIDAD	10.6

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995
 PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

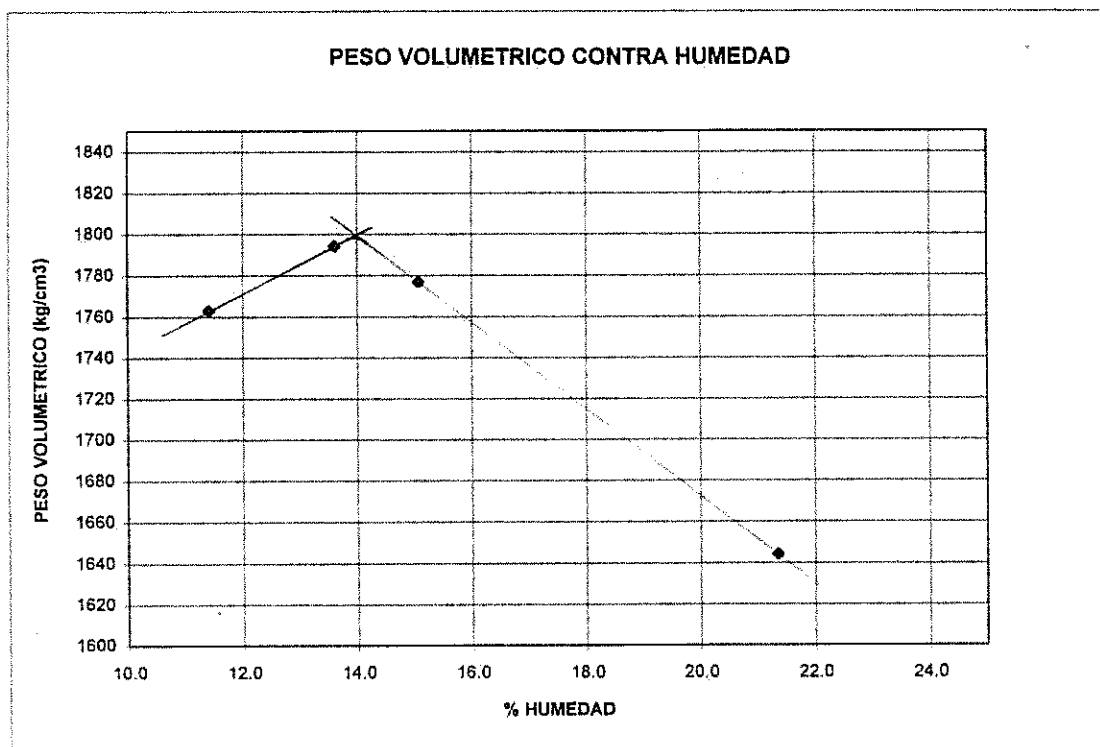
DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE - COLOR GRISACEO
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6110	6069	6040	6116			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1925	1884	1855	1931			
$\delta\omega$	2039	1995	1964	2045			
δ	1794	1644	1763	1777			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	2-1	4-13	3-1	2-5
Ww + Wc	483.3	522.1	454.5	450.9
Ws + Wc	440.0	465.3	420.8	408.6
Ww	43.3	56.8	33.7	42.3
Wc	121.8	199.2	125.7	128.0
Ws	318.2	266.1	295.1	280.6
%W	13.6	21.3	11.4	15.1



$\gamma_{max} = 1800$
 $W_{opt} = 14\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**

PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE - COLOR GRISACEO**

MUESTRA No:

LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 750**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE** Xm = 1800 Wo: 14 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11577												
56	32	7239	4338	2043	1778	98.8	2-A	544.8	491.5	127.1		53.3	364.4	14.6
		11420												
28	14	7148	4272	2019	1757	97.6	16	503.7	453.3	110.4		50.4	342.9	14.7
		11450												
14	3	7393	4057	1917	1669	92.7	22	493.7	443.3	108.5		50.4	334.8	15.1 14.9

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
32			339.0	339.0	346.0	---	346.0	0.0	2.1			2.1
14			235.0	235.0	241.0	---	241.0	0.0	2.6			2.6
3			302.0	302.0	312.0	---	312.0	0.0	32.8			3.3

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	21.0	54.0	99.0	152.0	267.0	372.0	472.0	551.0	629.0	693.0
32	0.06	5.016	12.804	23.424	35.932	63.072	87.852	111.45	130.1	148.5	163.61
	0.0	24.0	65.0	115.0	170.0	256.0	339.0	405.0	470.0	530.0	582.0
14	0.06	5.724	15.4	27.2	40.18	60.476	80.064	95.64	110.98	125.14	137.41
	0.0	30.0	72.0	110.0	145.0	205.0	247.0	283.0	315.0	344.0	373.0
3	0.06	7.14	17.052	26.02	34.28	48.44	58.352	66.848	74.4	81.244	88.088

Valores corregidos para x

x =	0.1	0.2
	0.1	0.2
	0.1	0.2

No. golpes

56
28
14

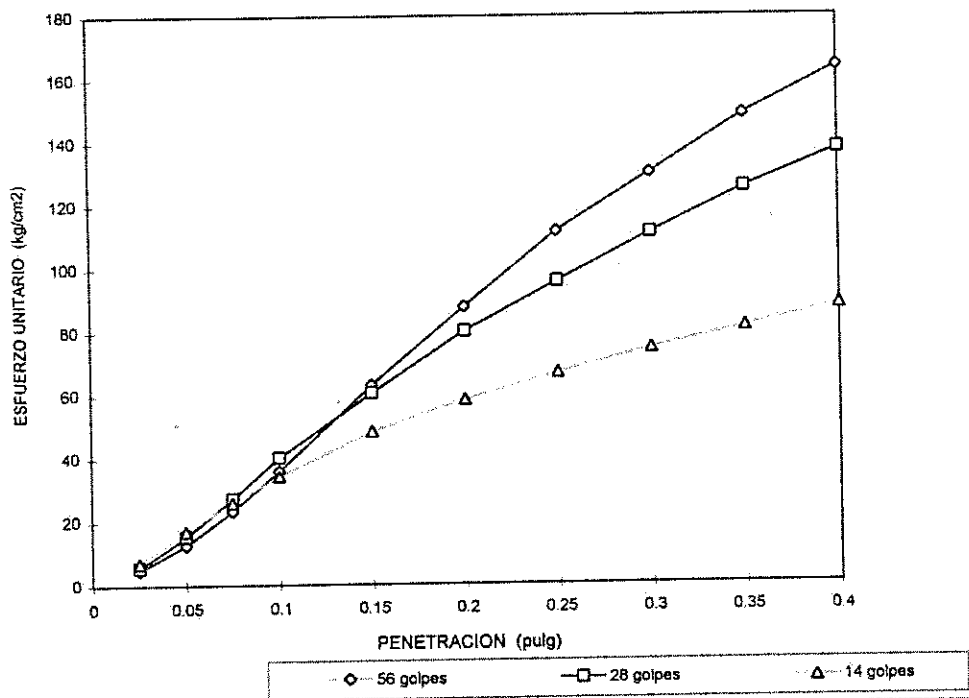
CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
45.00	96.00	98.8
45.00	83.50	97.6
37.70	60.00	92.7

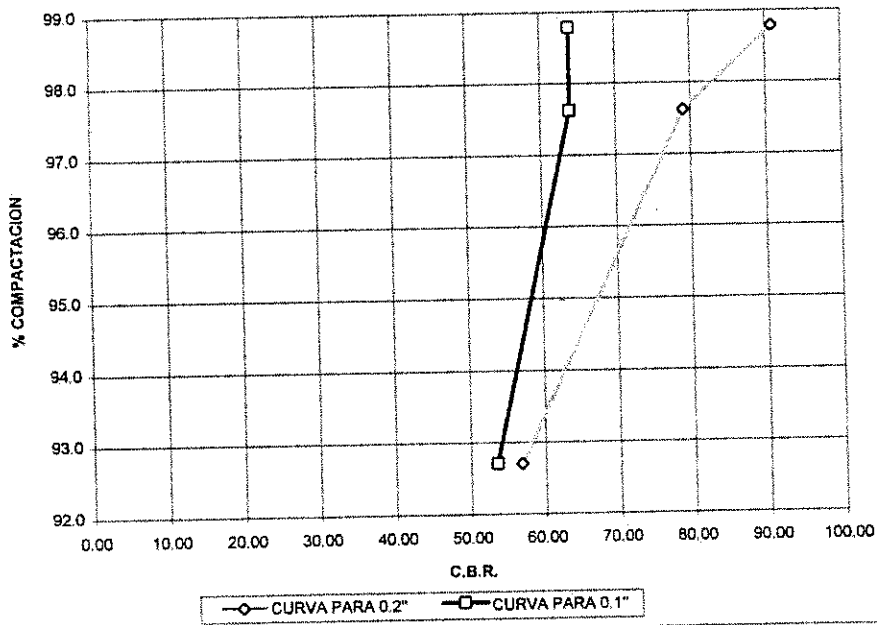
CORREGIDOS

0.1	0.2
63.92	90.91
63.92	79.07
53.55	56.82

ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



PORCENTAJE COMPACTACION CONTRA C.B.R.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

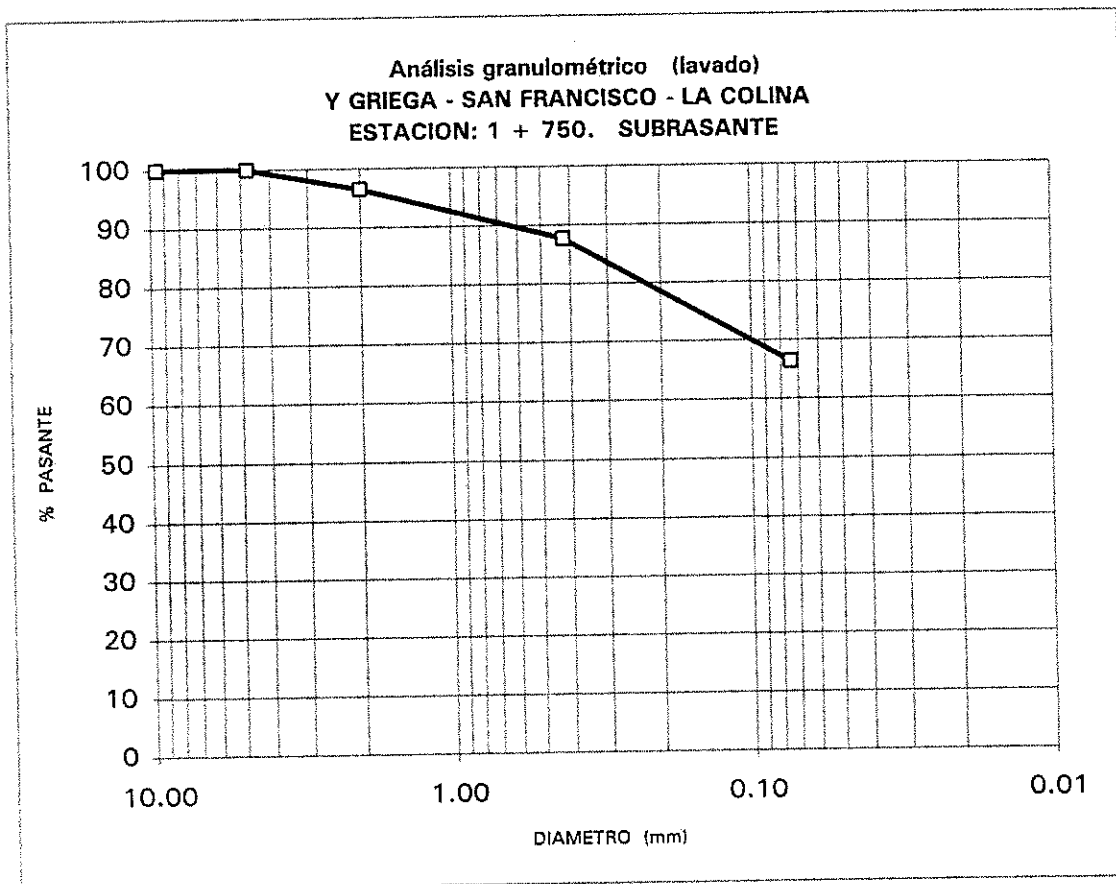
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA: FEBRERO -1995 MUESTRA: SUBRASANTE
PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA ESTACION: 1 + 750

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs. PESO FINAL: 168.5 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3/8"	0	0.0	0.0	100.0	
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	17.5	3.5	3.5	96.5	
#40	44.0	8.8	12.3	87.7	
#200	106.5	21.3	33.6	66.4	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO - COLOR CAFE OSCURO**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 750**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

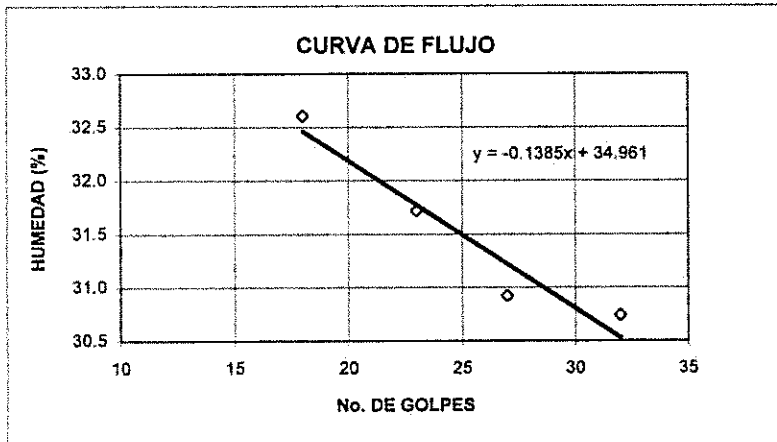
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	27	23	18	
Wc + Ww (gr.)	31.75	31.49	35.67	36.71	
Wc + Ws (gr.)	28.76	28.48	32.69	33.43	
Ww	2.992	3.01	2.979	3.275	
Wc	19.02	18.74	23.3	23.39	
Ws	9.733	9.734	9.391	10.04	
% W	30.7	30.9	31.7	32.6	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	4	3	43
Wc + Ww (gr.)	13.21	13.2	13.26
Wc + Ws (gr.)	12.92	12.87	12.95
Ww	0.288	0.333	0.309
Wc	11.16	10.9	11.11
Ws	1.755	1.975	1.839
% W	16.4	16.9	16.8

PROMEDIO 16.7



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	31.5
LIMITE PLASTICO	16.7
INDICE DE PLASTICIDAD	14.8

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

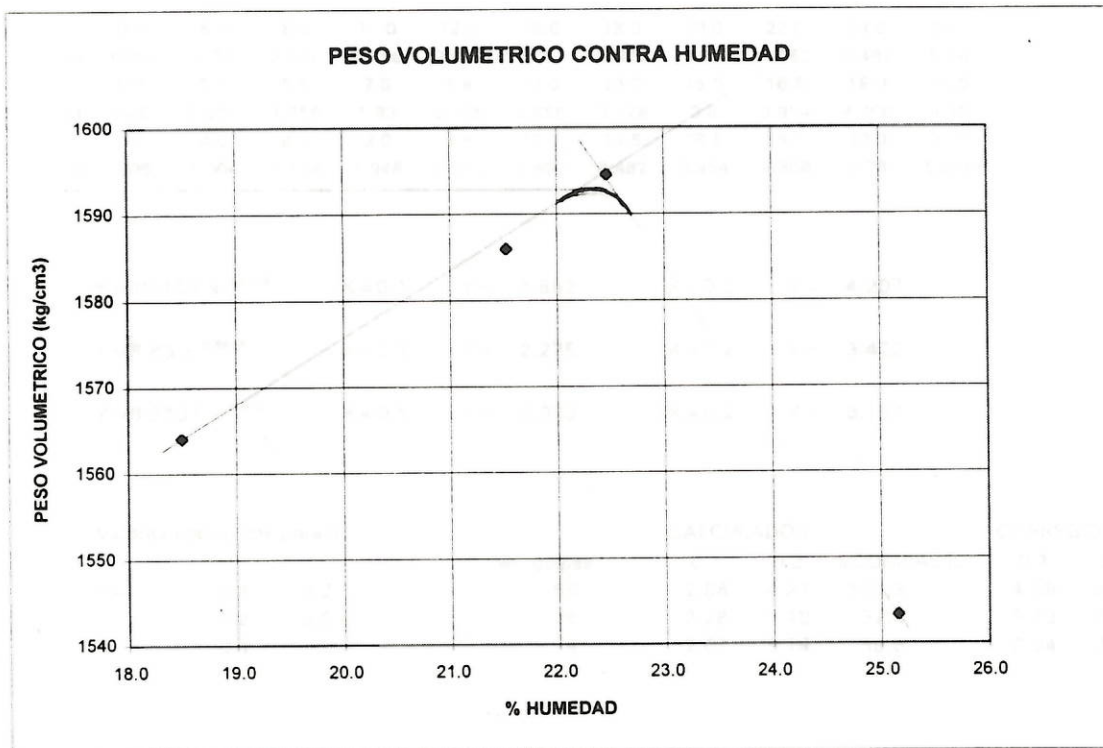
DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5935	6029	6009	6005			
P molde	4185	4185	4185	4185	4185	4185	4185
Ww	1750	1844	1824	1820			
$\delta\omega$	1853	1953	1932	1927			
δ	1564	1595	1543	1586			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	39	70	47	4
Ww + Wc	536.4	504.9	518.3	543.8
Ws + Wc	468.6	431.5	433.8	465.4
Ww	67.8	73.4	84.5	78.4
Wc	102.0	104.8	97.9	101.2
Ws	366.6	326.7	335.9	364.2
%W	18.5	22.5	25.2	21.5



$\sigma_{max} = 1593$
 $W_{opt} = 22.4$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO - COLOR CAFE OSCURO**

MUESTRA No:

LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 750**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE** Xm = 1593 Wo: 22.4 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11357												
56	44	7158	4199	1977	1598	100.3	70	542.4	462.1	104.8		80.3	357.3	22.5
		11236												
28	11	7171	4065	1921	1552	97.4	4	521.5	440.3	101.2		81.2	339.1	23.9
		11120												
14	8	7425	3695	1746	1411	88.6	49	503.3	427.3	105.1		76.0	322.2	23.6
														23.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
44			301.0	304.0	--	--	306.0	1.0				1.7
11			299.0	304.0	--	--	307.0	1.7				2.7
8			291.0	308.0	--	--	310.0	5.8				6.5

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	15.0	18.0	20.0	22.0	23.0	25.0
44	0.06	1.24	2.066	2.656	2.892	3.6	4.308	4.78	5.252	5.488	5.96
	0.0	3.5	5.5	7.5	8.5	11.0	13.0	15.0	16.5	18.0	20.0
11	0.06	0.886	1.358	1.83	2.066	2.656	3.128	3.6	3.954	4.308	4.78
	0.0	4.0	6.0	8.0	9.5	12.0	14.5	16.5	18.0	20.0	21.0
8	0.06	1.004	1.476	1.948	2.302	2.892	3.482	3.954	4.308	4.78	5.016

$Y = 10.123 x^{0.5456}$ $X=0.1$ $Y = 2.882$ $X=0.2$ $Y = 4.207$

$Y = 8.83 x^{0.5889}$ $X=0.1$ $Y = 2.275$ $X=0.2$ $Y = 3.422$

$Y = 8.2137 x^{0.598}$ $X=0.1$ $Y = 2.073$ $X=0.2$ $Y = 3.137$

Valores corregidos para x

x =	0.1	0.2
	0.1	0.2
	0.1	0.2

No. golpes

56
28
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
2.88	4.21	100.3
2.28	3.42	97.4
2.07	3.14	88.6

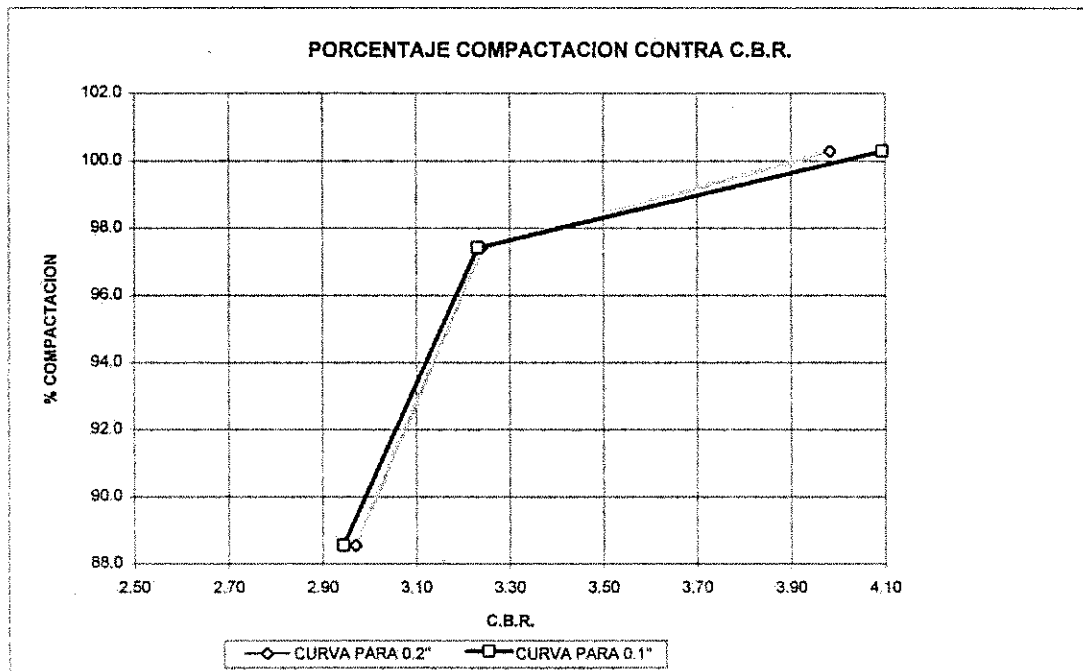
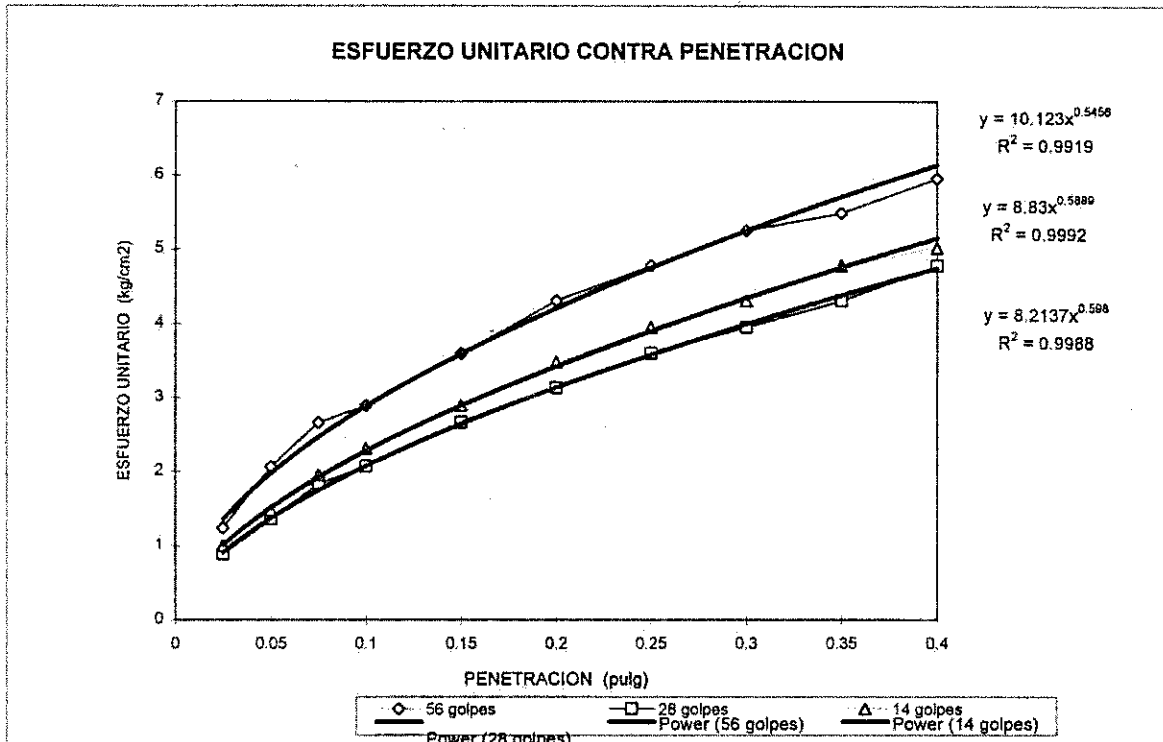
CORREGIDOS

0.1	0.2
4.09	3.98
3.23	3.24
2.94	2.97

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE OSCURO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995

PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRISACEO

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 2 + 350

CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE Xm = 2185 Wo: 7.2 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12070												
56	34	7135	4935	2324	2141	98.0	2-1	578.6	546.2	121.8		32.4	424.4	7.6
		13494												
28	10	8670	4824	2279	2100	96.1	2-A	565.8	533.0	127.1		32.8	405.9	8.1
		11998												
14	6	7370	4628	2187	2014	92.2	3-7	558.5	523.0	129.4		35.5	393.6	9.0
														8.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
34			322.0	322.0	322.0	322.0	322.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10			245.0	246.0	246.0	246.0	246.0	0.4	0.4	0.4	0.4
6			344.0	345.0	345.0	345.0	345.0	0.3	0.3	0.3	0.3

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	27.0	65.0	110.0	170.0	290.0	413.0	546.0	661.0	800.0	935.0
34	0.06	6.432	15.4	26.02	40.18	68.5	97.528	128.92	156.06	188.86	220.72
	0.0	30.0	70.0	115.0	165.0	270.0	371.0	472.0	580.0	675.0	783.0
10	0.06	7.14	16.58	27.2	39	63.78	87.616	111.45	136.94	159.36	184.85
	0.0	19.0	42.0	72.0	101.0	167.0	230.0	294.0	360.0	427.0	493.0
6	0.06	4.544	9.972	17.052	23.896	39.472	54.34	69.444	85.02	100.83	116.41

$Y = 578.93 \cdot (x) - 15.13$ $X = (Y + 15.136)/578.93$ si $y=0$ 15.14 578.9 $x = 0.026$

$Y = 478.29 \cdot (x) - 7.482$ $X = (Y + 7.4827)/478.29$ si $y=0$ 7.483 478.3 $x = 0.016$

$Y = 301.48 \cdot (x) - 5.183$ $X = (Y + 5.1831)/301.48$ si $y=0$ 5.183 301.5 $x = 0.017$

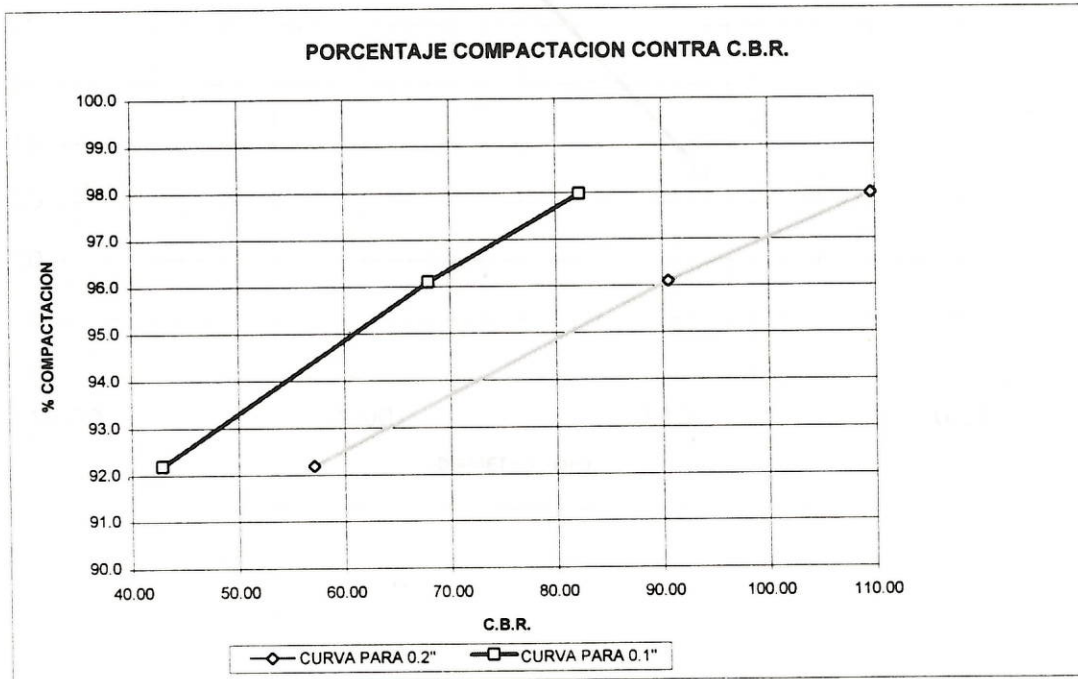
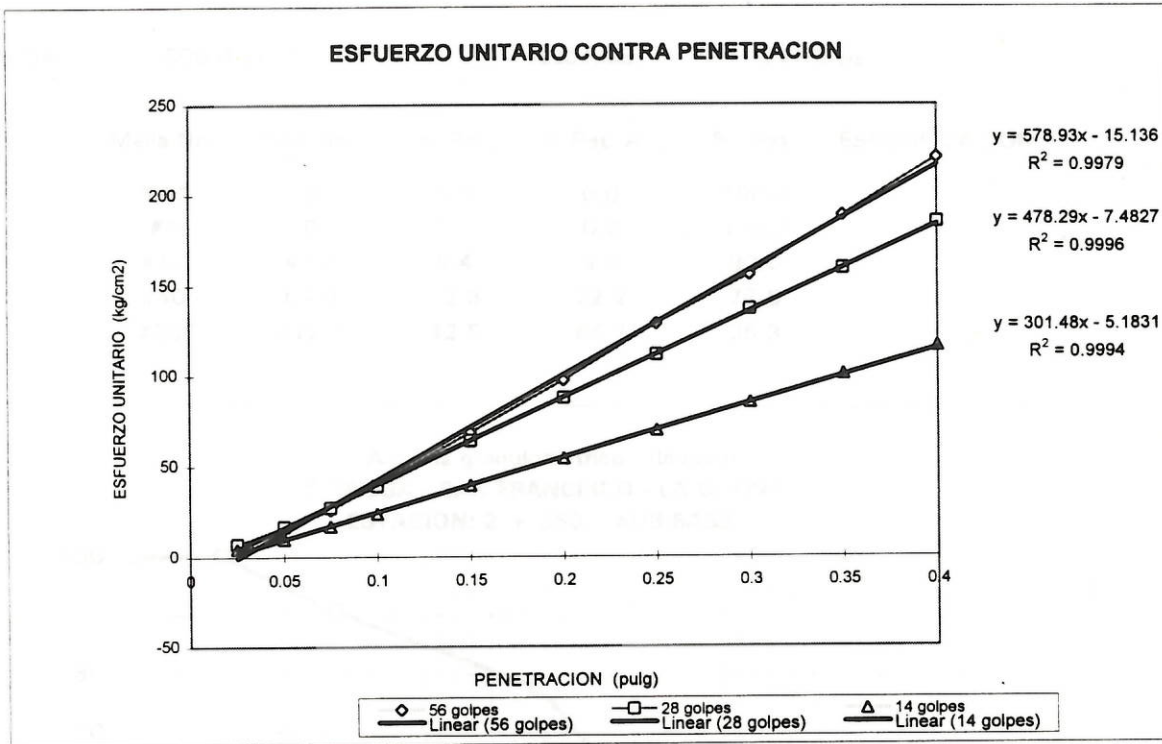
Valores corregidos para x

x =	Valores corregidos para x		No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.126	0.226		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
	0.116	0.216	56	57.89	115.79	98.0	82.23	109.65
	0.117	0.217	28	47.83	95.66	96.1	67.94	90.59
			14	30.15	60.30	92.2	42.82	57.10

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRISACEO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 350
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

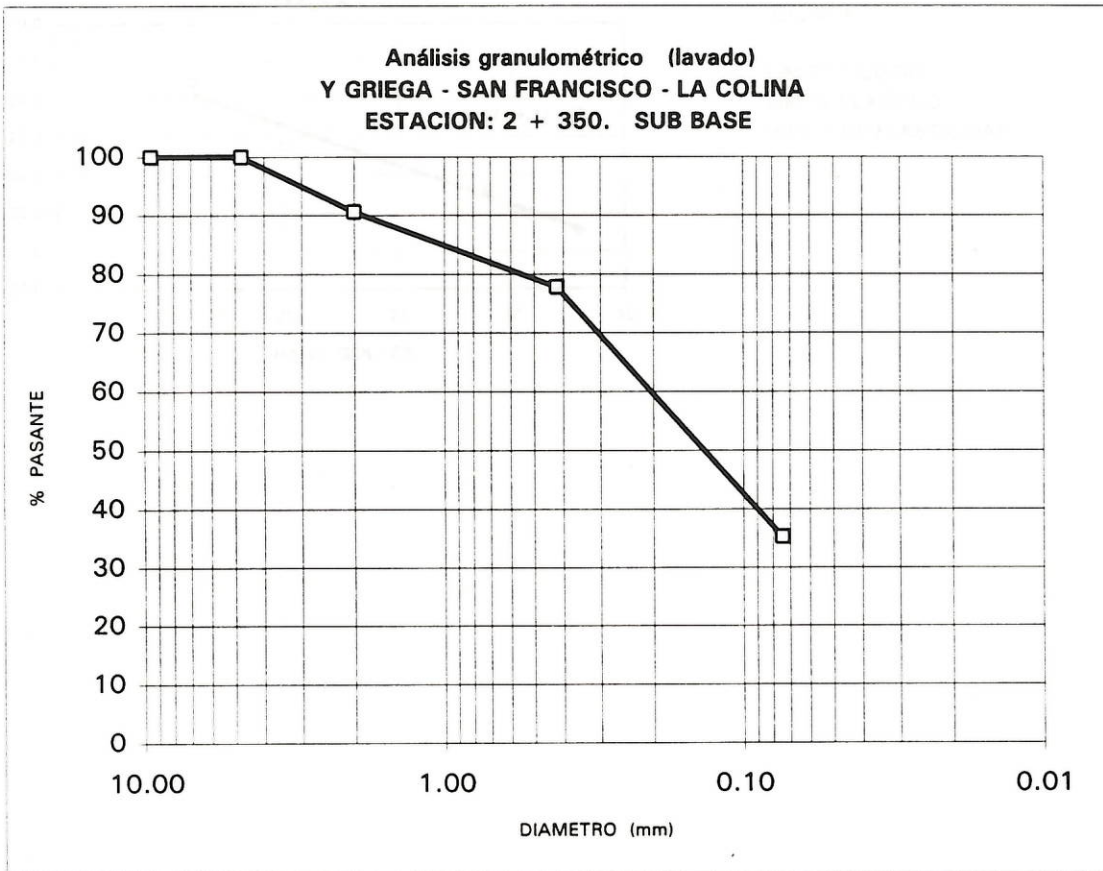
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA	FEBRERO -1995	MUESTRA:	SUB BASE
PROYECTO	Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA	ESTACION:	2 + 350

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL:	500.0 grs.	PESO FINAL:	331.5 grs.
---------------	------------	-------------	------------

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3/8"	0	0.0	0.0	100.0	
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	47.0	9.4	9.4	90.6	
#40	64.0	12.8	22.2	77.8	
#200	212.5	42.5	64.7	35.3	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA MARZO 1995
 PROYECTO Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

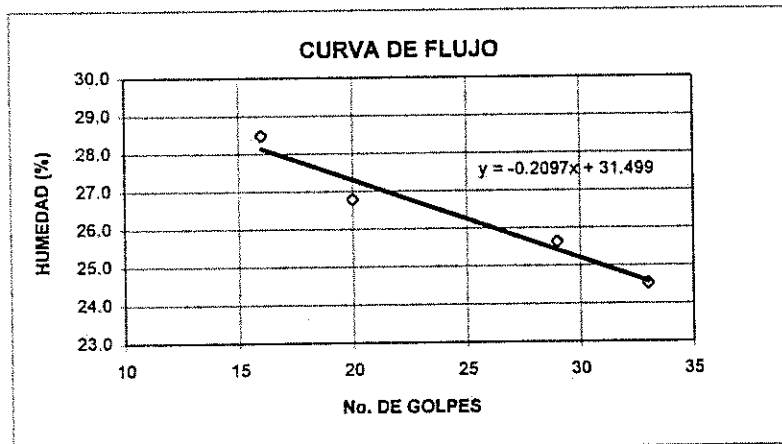
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 350
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	29	20	16	
Wc + Ww (gr.)	31.36	31.45	30.35	32.13	
Wc + Ws (gr.)	28.42	28.82	27.9	29.14	
Ww	2.935	2.625	2.452	2.984	
Wc	16.46	18.58	18.75	18.67	
Ws	11.96	10.24	9.152	10.48	
% W	24.5	25.6	26.8	28.5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	3	4
Wc + Ww (gr.)	13.44	13.15	13.86
Wc + Ws (gr.)	13.01	12.74	13.37
Ww	0.429	0.414	0.492
Wc	11.11	10.9	11.16
Ws	1.902	1.841	2.207
% W	22.6	22.5	22.3
PROMEDIO			22.4



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	26.3
LIMITE PLASTICO	22.4
INDICE DE PLASTICIDAD	3.8

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

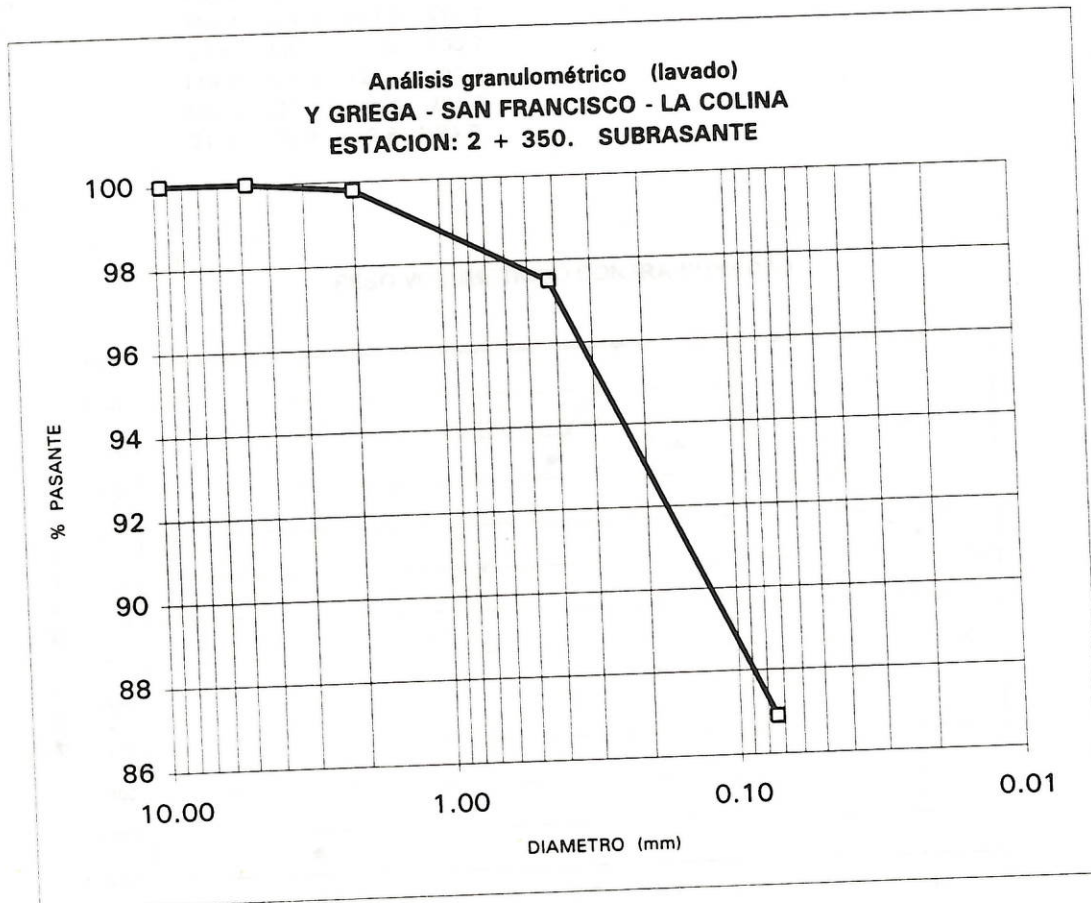
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FECHA: FEBRERO -1995
 MUESTRA: SUBRASANTE
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 ESTACION: 2 + 350

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs. PESO FINAL: 66.5 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
3/8"	0	0.0	0.0	100.0	
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	1.0	0.2	0.2	99.8	
#40	11.5	2.3	2.5	97.5	
#200	53.0	10.6	13.1	86.9	



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

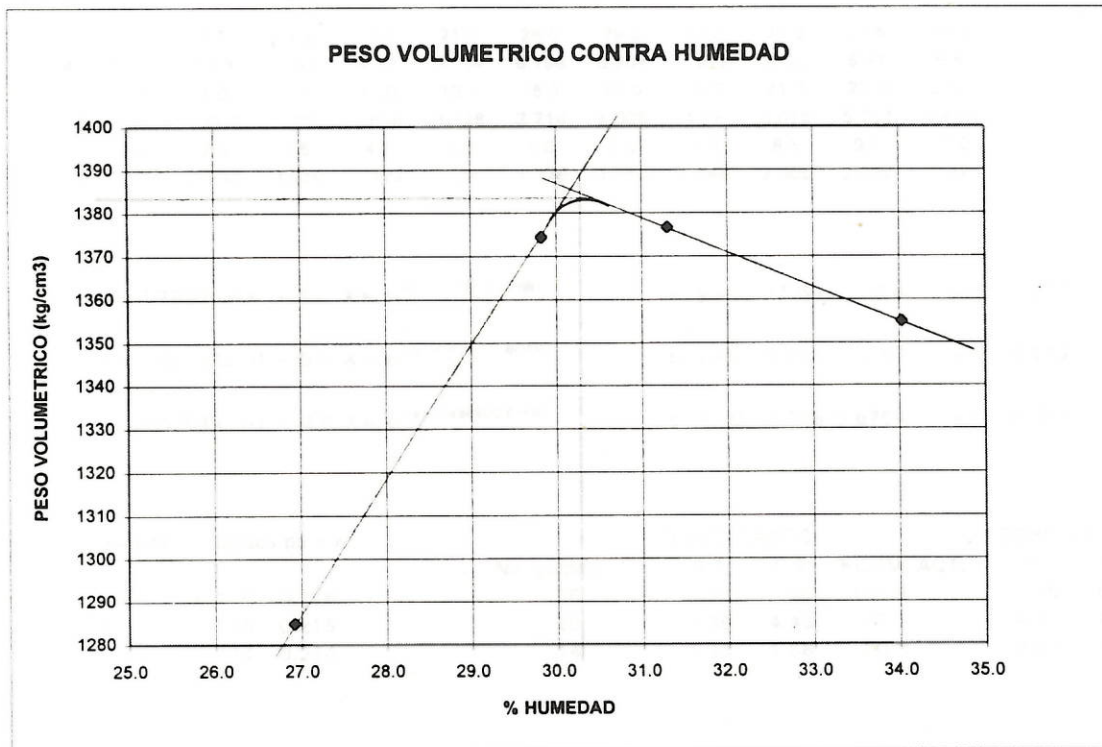
DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO
LOCALIZACION: ESTACION 2 + 350
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5892	5725	5870	5900			
P molde	4185	4185	4185	4185	4185	4185	4185
Ww	1707	1540	1685	1715			
$\delta\omega$	1808	1631	1784	1816			
δ	1377	1285	1374	1355			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	4-13	2-1	2-A	5-1
Ww + Wc	466.5	403.3	465.7	517.9
Ws + Wc	383.7	343.6	387.9	417.2
Ww	82.8	59.7	77.8	100.7
Wc	119.2	121.8	127.1	121.3
Ws	264.5	221.8	260.8	295.9
%W	31.3	26.9	29.8	34.0



$\sigma_{max} = 1383$
 $W_{opt} = 30.3\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**

PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO**

MUESTRA No:

LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 350**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

$X_m = 1383$

$W_o = 30.3 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11110												
56	41	7190	3920	1846	1400	101.3	8-9	448.9	372.3	123.4		76.6	248.9	30.8
		10915												
28	37	7167	3748	1771	1344	97.1	3-1	455.0	377.2	125.7		77.8	251.5	30.9
		10847												
14	4	7365	3482	1645	1248	90.3	2-A	469.7	385.3	127.1		84.4	258.2	32.7
														31.8

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
41			307.0	327.0	342.0	347.0	347.0	6.5	11.4	13.0	13.0
37			240.0	251.0	263.0	266.0	266.0	4.6	9.6	10.8	10.8
4			337.0	348.0	372.0	378.0	378.0	3.3	10.4	12.2	12.2

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	7.5	12.5	17.5	21.5	26.0	29.0	32.0	35.0	37.5	40.0
41	0.06	1.83	3.01	4.19	5.134	6.196	6.904	7.612	8.32	8.91	9.5
	0.0	4.0	7.5	11.0	13.0	15.5	18.0	20.0	21.0	22.0	23.0
37	0.06	1.004	1.83	2.656	3.128	3.718	4.308	4.78	5.016	5.252	5.488
	0.0	2.0	3.5	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	8.5	9.5	10.0
4	0.06	0.532	0.886	1.122	1.24	1.476	1.712	1.948	2.066	2.302	2.42

$$Y = 2.7999 \ln(x) + 11. \quad X = e^{((y - 11.66)/2.7999)}$$

si $y=0$ -11.66 2.8 $x = 0.016$

$$Y = 1.6699 \ln(x) + 6.9 \quad X = e^{((y - 6.9977)/1.6699)}$$

si $y=0$ -6.998 1.67 $x = 0.015$

$$Y = 0.6764 \ln(x) + 2.8 \quad X = e^{((y - 2.8989)/0.6764)}$$

si $y=0$ -2.899 0.6764 $x = 0.014$

Valores corregidos para x

x =	0.116	0.216
	0.115	0.215
	0.114	0.214

No. golpes

56
28
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
5.62	7.36	101.3
3.39	4.43	97.1
1.43	1.86	90.3

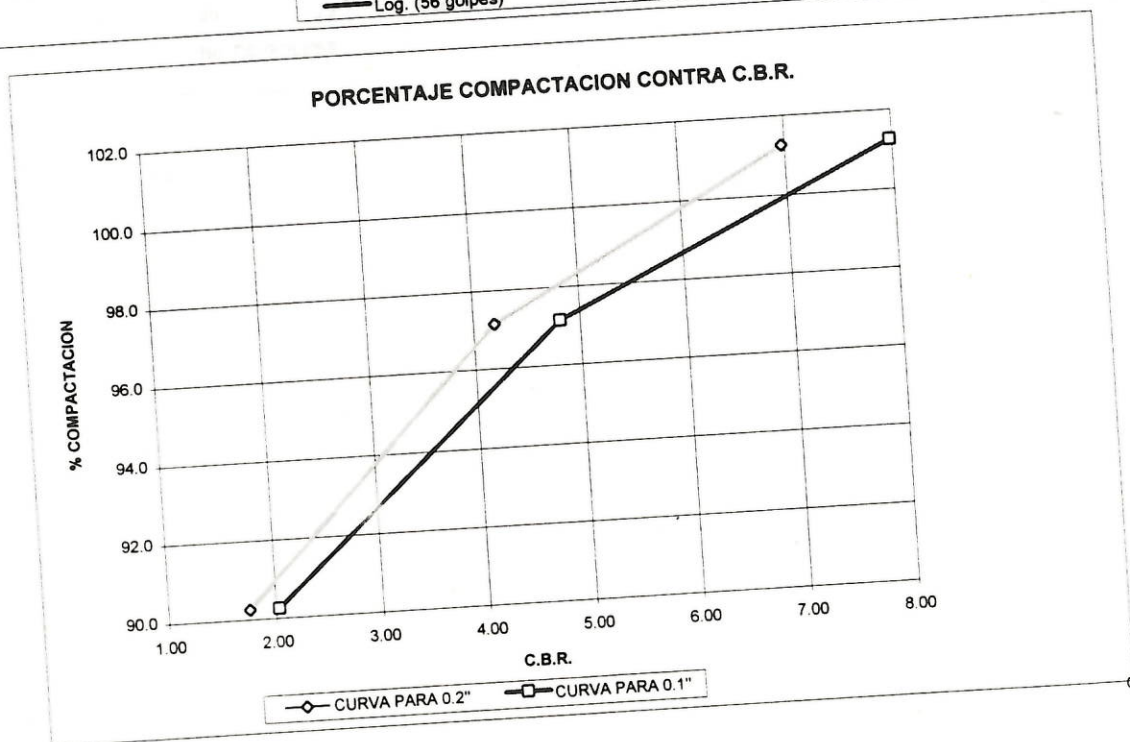
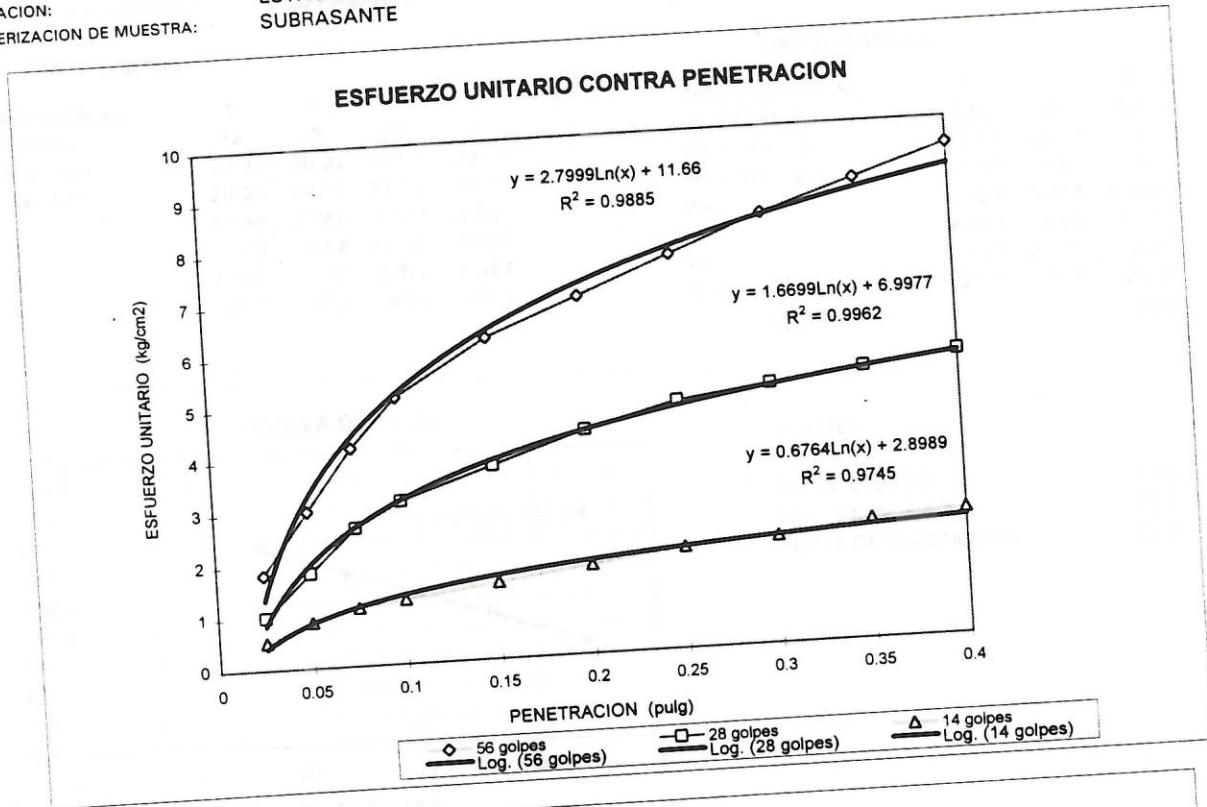
CORREGIDOS

0.1	0.2
7.98	6.97
4.81	4.20
2.03	1.76

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 350
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

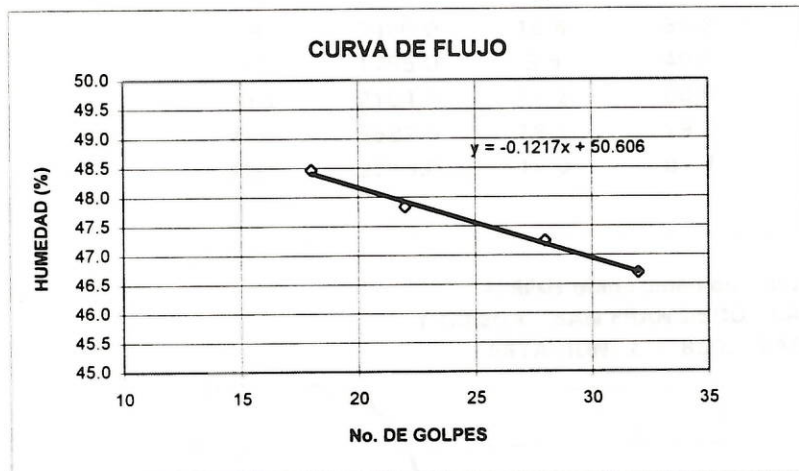
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 350**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	22	18	
Wc + Ww (gr.)	29.72	30.32	33.63	29.86	
Wc + Ws (gr.)	26.27	26.55	30.32	26.27	
Ww	3.444	3.766	3.314	3.585	
Wc	18.9	18.58	23.39	18.88	
Ws	7.375	7.97	6.928	7.397	
% W	46.7	47.3	47.8	48.5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	55	57
Wc + Ww (gr.)	12.14	13.59	13.45
Wc + Ws (gr.)	11.59	13.08	12.97
Ww	0.551	0.515	0.486
Wc	9.443	11.06	11.07
Ws	2.147	2.015	1.899
% W	25.7	25.6	25.6
PROMEDIO			25.6



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	47.6
LIMITE PLASTICO	25.6
INDICE DE PLASTICIDAD	22.0

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

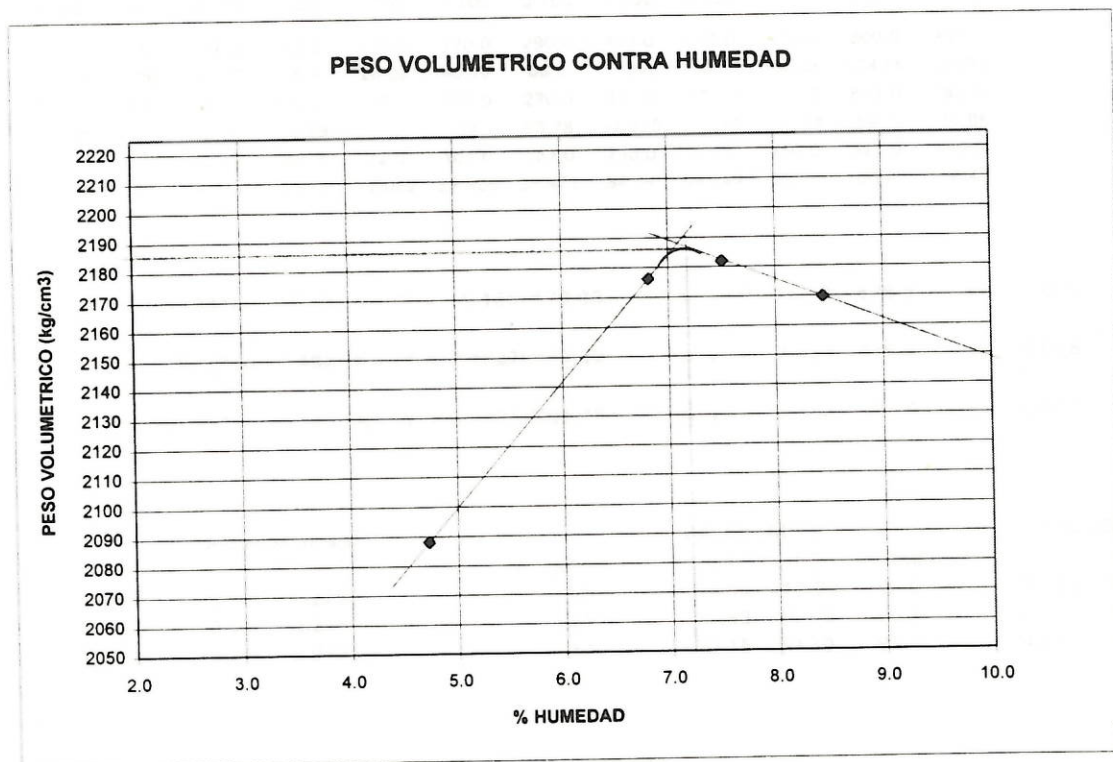
DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE - COLOR CAFE GRISACEO**
LOCALIZACION: **ESTACION 2+850** ESPESOR:
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6250	6380	6407	6400			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	2065	2195	2222	2215			
$\delta\omega$	2187	2325	2353	2346			
δs	2088	2176	2170	2182			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	4-13	3-1	8-9	5-1
Ww + Wc	573.6	584.9	585.6	518.1
Ws + Wc	553.1	555.6	549.6	490.4
Ww	20.5	29.3	36.0	27.7
Wc	119.2	125.7	123.4	121.3
Ws	433.9	429.9	426.2	369.1
%W	4.7	6.8	8.4	7.5



$P_{max} = 2185$
 $W_{opt} = 7.2\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **LASTRE COLOR GRISACEO**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 2+850**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**

$X_m = 2185$ $W_o = 7.2 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12070												
56	34	7135	4935	2324	2141	98.0	2-1	578.6	546.2	121.8		32.4	424.4	7.6
		13494												
28	10	8670	4824	2279	2100	96.1	2-A	565.8	533.0	127.1		32.8	405.9	8.1
		11998												
14	6	7370	4628	2187	2014	92.2	3-7	558.5	523.0	129.4		35.5	393.6	9.0
														8.6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
34			322.0	322.0	322.0	322.0	322.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10			245.0	246.0	246.0	246.0	246.0	0.4	0.4	0.4	0.4
6			344.0	345.0	345.0	345.0	345.0	0.3	0.3	0.3	0.3

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	27.0	65.0	110.0	170.0	290.0	413.0	546.0	661.0	800.0	935.0
34	0.06	6.432	15.4	26.02	40.18	68.5	97.528	128.92	156.06	188.86	220.72
	0.0	30.0	70.0	115.0	165.0	270.0	371.0	472.0	580.0	675.0	783.0
10	0.06	7.14	16.58	27.2	39	63.78	87.616	111.45	136.94	159.36	184.85
	0.0	19.0	42.0	72.0	101.0	167.0	230.0	294.0	360.0	427.0	493.0
6	0.06	4.544	9.972	17.052	23.896	39.472	54.34	69.444	85.02	100.83	116.41

$Y = 578.93 * (x) - 15.13$ $X = (Y + 15.136) / 578.93$ si $y=0$ 15.14 578.9 $x = 0.026$

$Y = 478.29 * (x) - 7.482$ $X = (Y + 7.4827) / 478.29$ si $y=0$ 7.483 478.3 $x = 0.016$

$Y = 301.48 * (x) - 5.183$ $X = (Y + 5.1831) / 301.48$ si $y=0$ 5.183 301.5 $x = 0.017$

Valores corregidos para x

x =	0.126	0.226
	0.116	0.216
	0.117	0.217

No. golpes

56
28
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
57.89	115.79	98.0
47.83	95.66	96.1
30.15	60.30	92.2

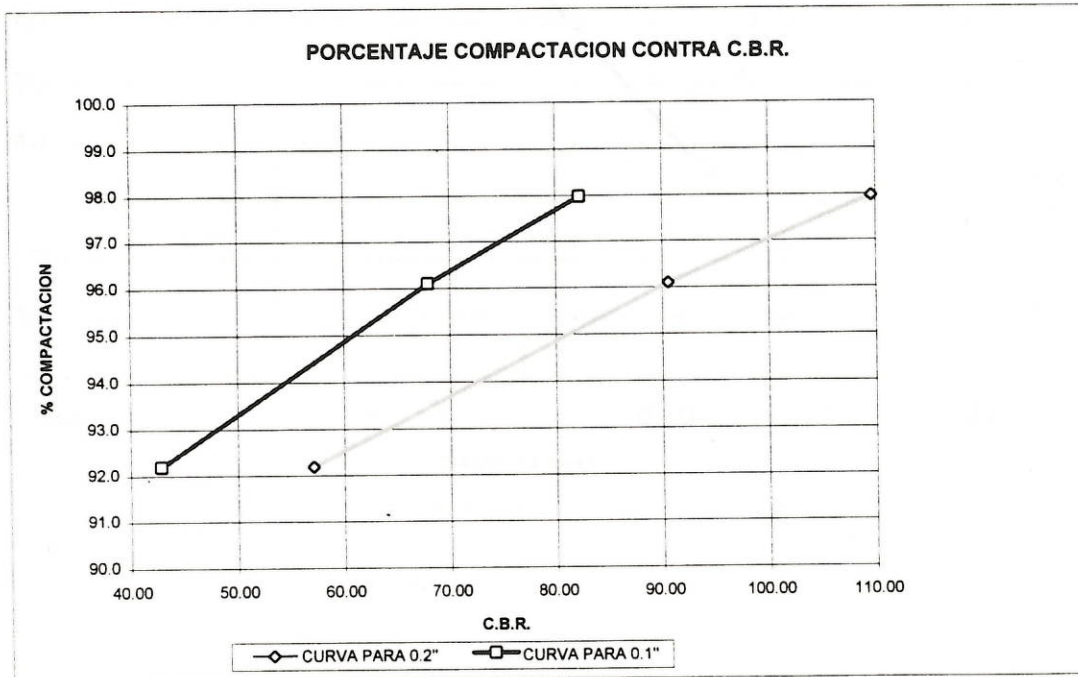
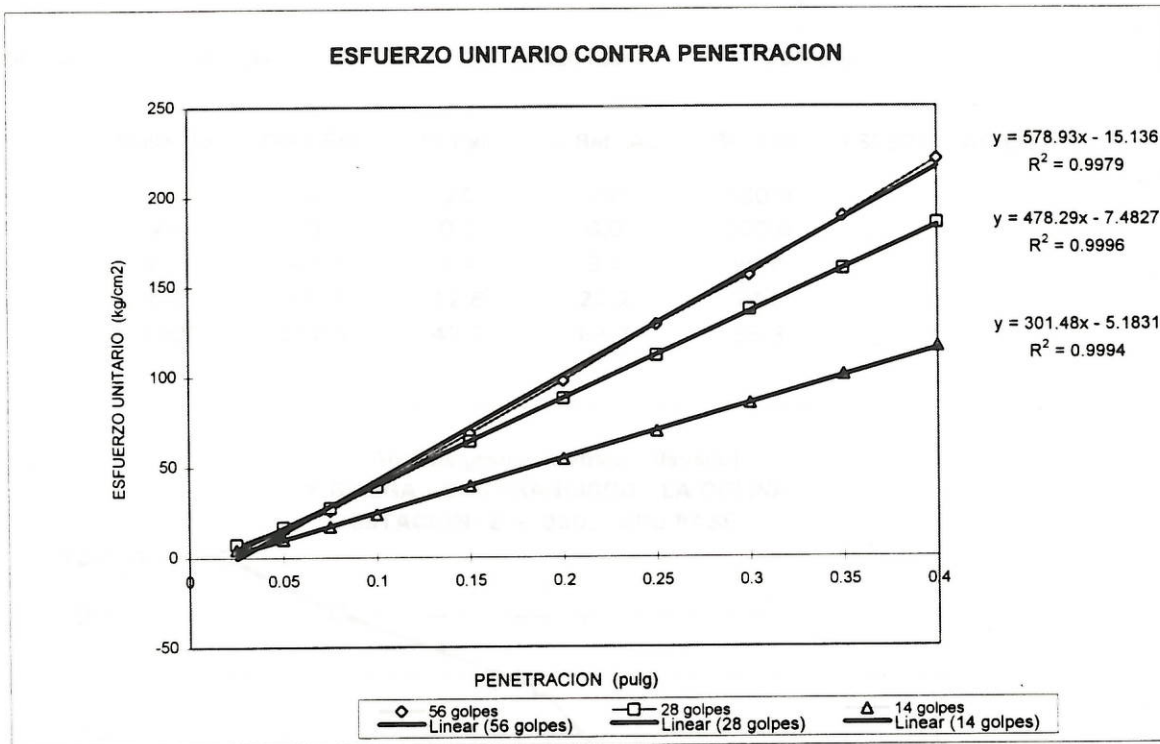
CORREGIDOS

0.1	0.2
82.23	109.65
67.94	90.59
42.82	57.10

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE COLOR GRISACEO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 850
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

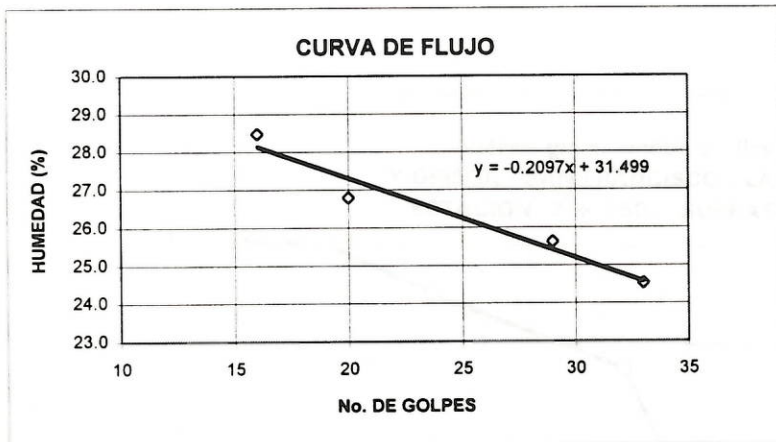
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 850**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	29	20	16	
Wc + Ww (gr.)	31.36	31.45	30.35	32.13	
Wc + Ws (gr.)	28.42	28.82	27.9	29.14	
Ww	2.935	2.625	2.452	2.984	
Wc	16.46	18.58	18.75	18.67	
Ws	11.96	10.24	9.152	10.48	
% W	24.5	25.6	26.8	28.5	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	43	3	4
Wc + Ww (gr.)	13.44	13.15	13.86
Wc + Ws (gr.)	13.01	12.74	13.37
Ww	0.429	0.414	0.492
Wc	11.11	10.9	11.16
Ws	1.902	1.841	2.207
% W	22.6	22.5	22.3
PROMEDIO			22.4



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	26.3
LIMITE PLASTICO	22.4
INDICE DE PLASTICIDAD	3.8

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

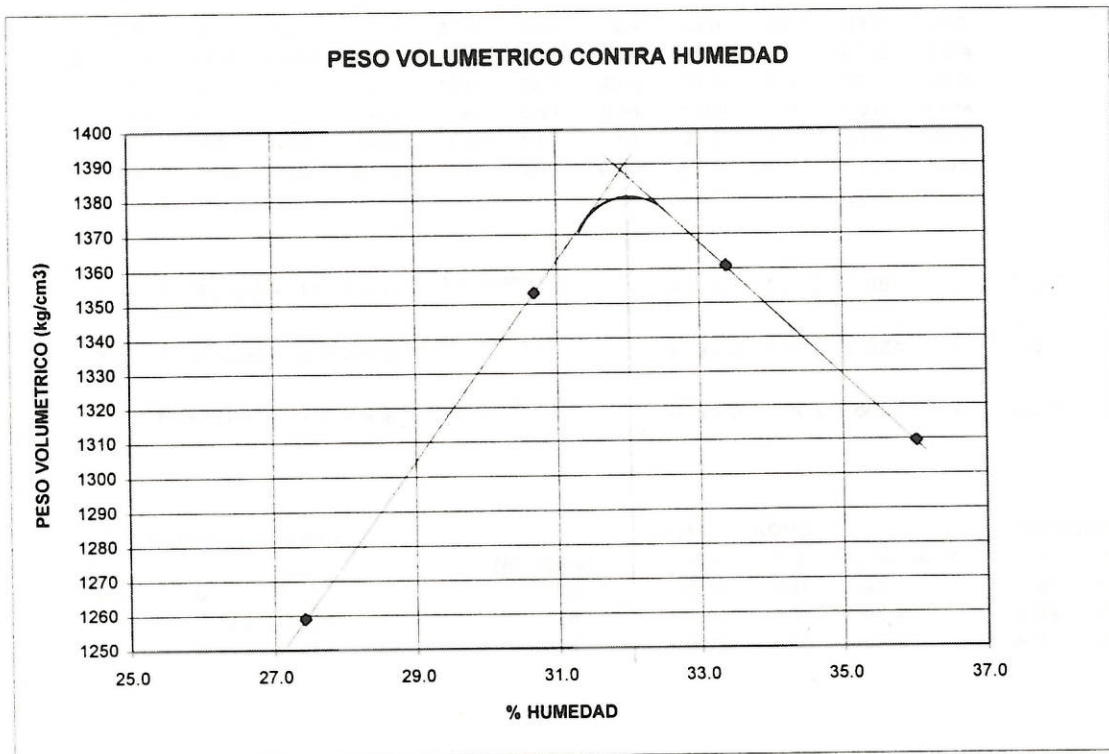
DESCRIPCION DE MATERIAL: **LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE**
 LOCALIZACION: **ESTACION 2+850**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5855	5867	5700	5899			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1670	1682	1515	1714			
$\delta\omega$	1769	1781	1604	1815			
δs	1353	1310	1259	1361			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	3-1	3-7	2-5	8-9
Ww + Wc	477.5	482.1	504.8	494.6
Ws + Wc	394.9	388.7	423.7	401.7
Ww	82.6	93.4	81.1	92.9
Wc	125.7	129.4	128.0	123.4
Ws	269.2	259.3	295.7	278.3
%W	30.7	36.0	27.4	33.4



$\sigma_{max} = 1380$
 $W_{opt} = 33\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **ARCILLOSO - COLOR CAFE**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 2+850**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

$X_m = 1380$ $W_o = 32 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11050												
56	16	7186	3864	1820	1367	99.1	8-9	487.9	396.8	123.4		91.1	273.4	33.3
		11064												
28	7	7340	3724	1760	1322	95.8	2-5	440.2	362.6	128.0		77.6	234.6	33.1
		10968												
14	3	7380	3588	1695	1274	92.3	3-7	478.7	391.8	129.4		86.9	262.4	33.1

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
16			276.0	285.0	---	---	294.0	3.3				6.5
7			309.0	323.0	---	---	327.0	4.5				5.8
3			296.0	316.0	---	---	325.0	6.8				9.8

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	6.0	12.0	17.0	21.0	26.0	29.5	33.0	35.0	37.0	39.0
16	0.06	1.476	2.892	4.072	5.016	6.196	7.022	7.848	8.32	8.792	9.264
	0.0	7.0	12.0	16.0	19.0	22.5	25.0	28.0	31.0	32.0	34.0
7	0.06	1.712	2.892	3.836	4.544	5.37	5.96	6.668	7.376	7.612	8.084
	0.0	6.0	10.0	13.0	15.0	17.5	19.0	21.5	22.0	24.0	25.0
3	0.06	1.476	2.42	3.128	3.6	4.19	4.544	5.134	5.252	5.724	5.96

$$Y = 2.8889 \ln(x) + 11. \quad X = e^{((y - 11.764)/2.8889)}$$

si $y=0$ -11.76 2.889 $x = 0.017$

$$Y = 2.3244 \ln(x) + 9.9 \quad X = e^{((y - 9.9707)/2.3244)}$$

si $y=0$ -9.971 2.324 $x = 0.014$

$$Y = 1.6097 \ln(x) + 7.3 \quad X = e^{((y - 7.3043)/1.6097)}$$

si $y=0$ -7.304 1.6097 $x = 0.011$

Valores corregidos para x

x =	0.117	0.217
	0.114	0.214
	0.111	0.211

No. golpes

56
28
14

CALCULADOS

0.1	0.2	%COMPACT.
5.57	7.35	99.1
4.92	6.38	95.8
3.76	4.80	92.3

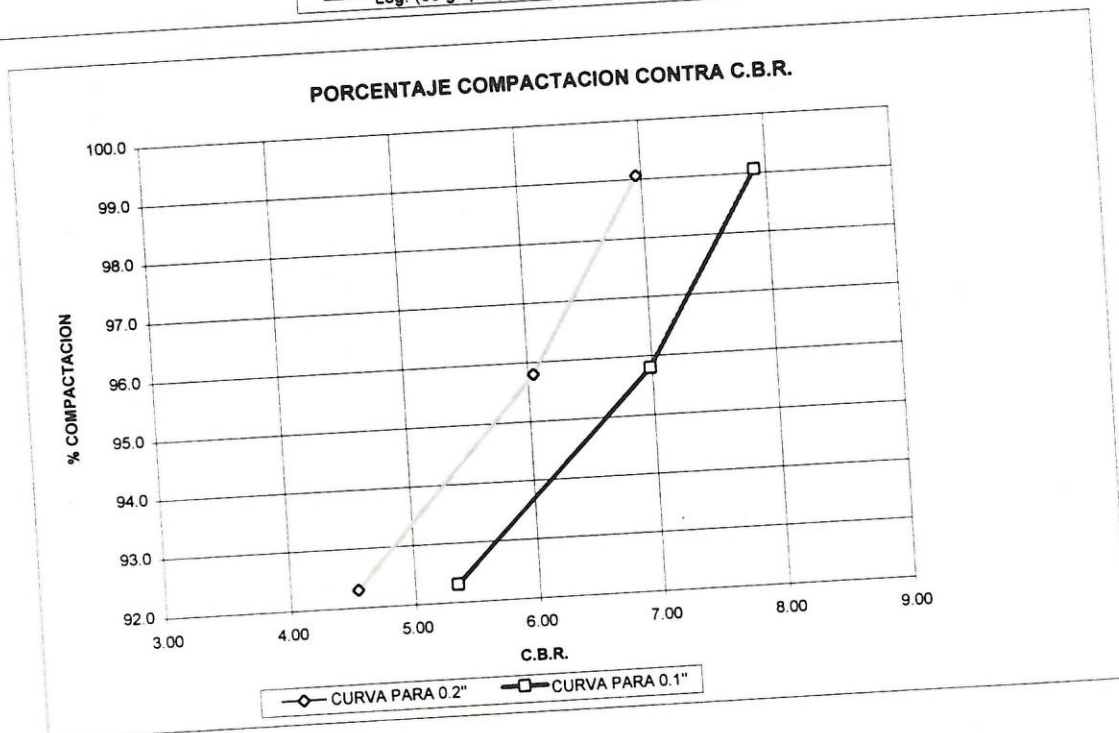
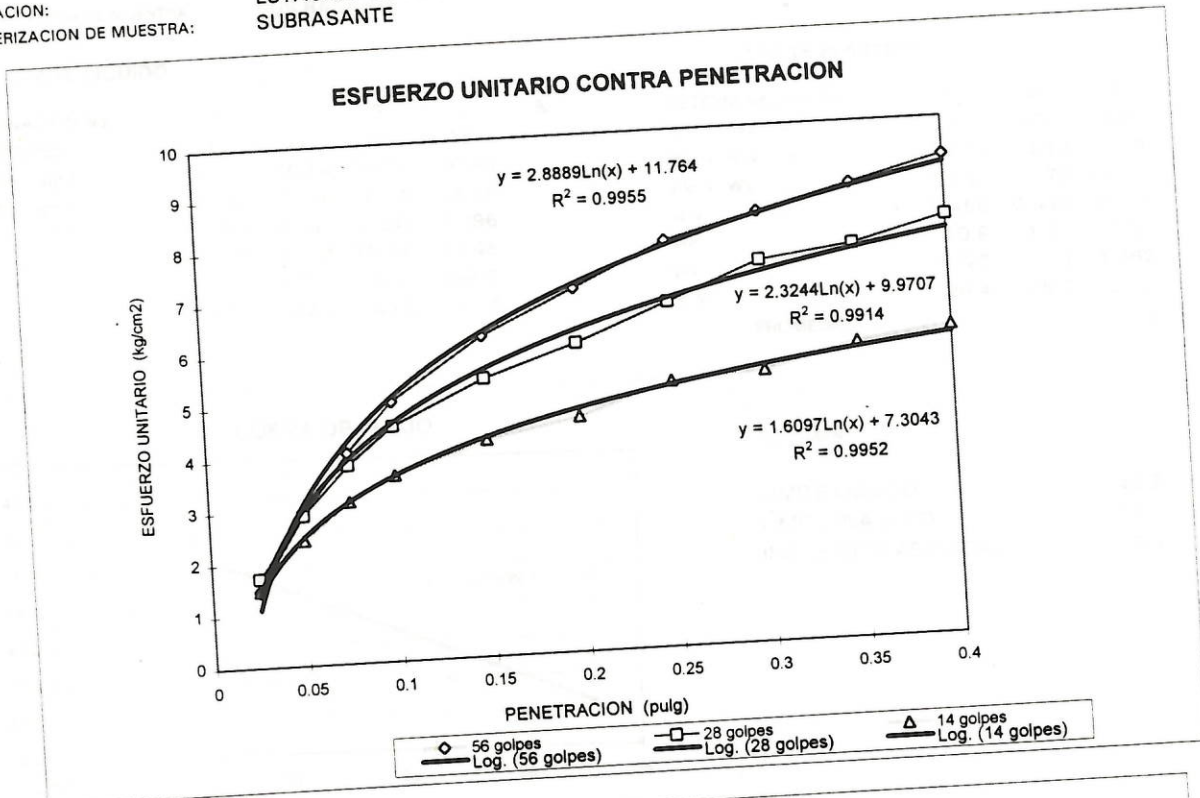
CORREGIDOS

0.1	0.2
7.91	6.96
6.98	6.05
5.34	4.54

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA
 DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE
 MUESTRA No: ESTACION 2+850
 LOCALIZACION: SUBRASANTE
 CARACTERIZACION DE MUESTRA:



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA**

DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 850**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

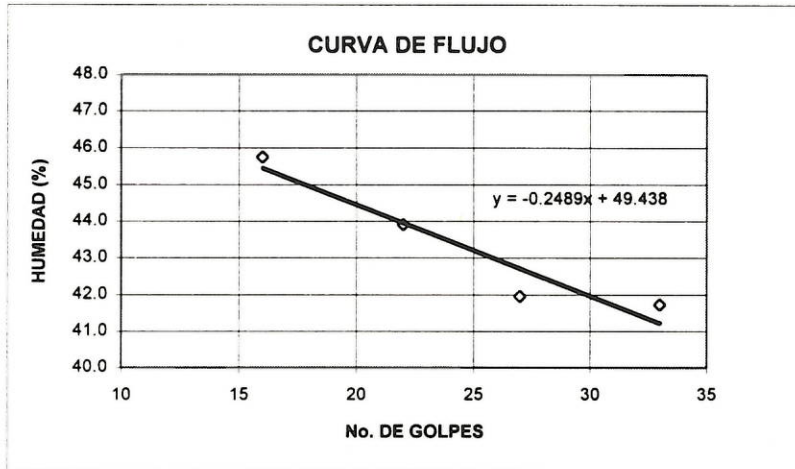
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	27	22	16	
Wc + Ww (gr.)	31.75	30.84	30.28	30.46	
Wc + Ws (gr.)	27.91	27.35	26.74	26.06	
Ww	3.838	3.493	3.544	4.396	
Wc	18.71	19.02	18.67	16.46	
Ws	9.197	8.324	8.07	9.608	
% W	41.7	42.0	43.9	45.8	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	43	53
Wc + Ww (gr.)	13.09	13.19	13.29
Wc + Ws (gr.)	12.63	12.75	12.86
Ww	0.458	0.432	0.435
Wc	10.9	11.11	11.2
Ws	1.735	1.643	1.662
% W	26.4	26.3	26.2

PROMEDIO 26.3



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	43.2
LIMITE PLASTICO	26.3
INDICE DE PLASTICIDAD	16.9

ANEXO D

PLANOS CONSTRUCTIVOS

REPUBLICA DE COSTA RICA
 MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
 DIVISION DE OBRAS PUBLICAS

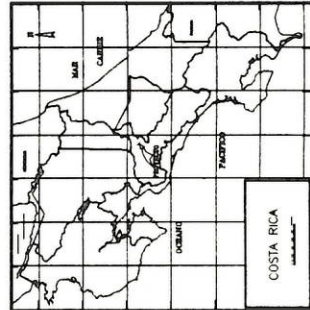
CONVENIO CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL - FUNDEVI
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

PROYECTO: Y GRIEGA - SAN FRANCISCO - LA COLINA

LONGITUD : 3.1 km



CARACTERISTICAS
TERRENO PLANO
VELOCIDAD DE DISEÑO 80 kph
DERECHO DE VIA EXISTENTE



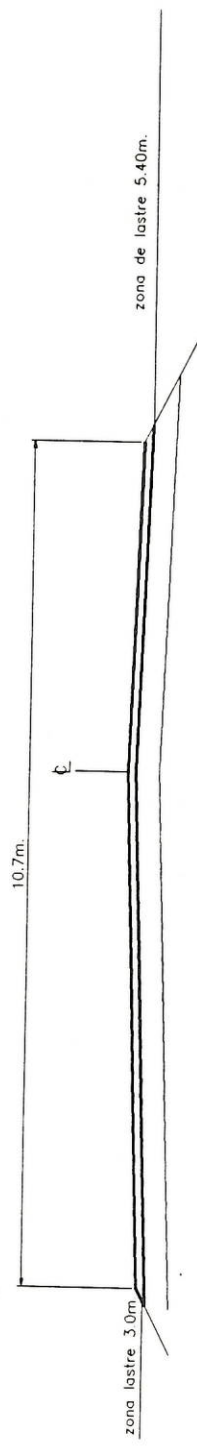
INDICE	
No. LAMINA	DESCRIPCION
1	PORTADA Y UBICACION
2	NOTAS GENERALES
3	SUMARIO DE CANTIDADES
4	SECCIONES EXISTENTES
5	SECCION TIPICA A CONSTRUIR
6	PUENTE RIO TIRIBI
7-8	INSPECCION VISUAL
9	RESULTADOS DE LABORATORIO
10-13	PLANTA ESQUEMATICA

NOTAS GENERALES

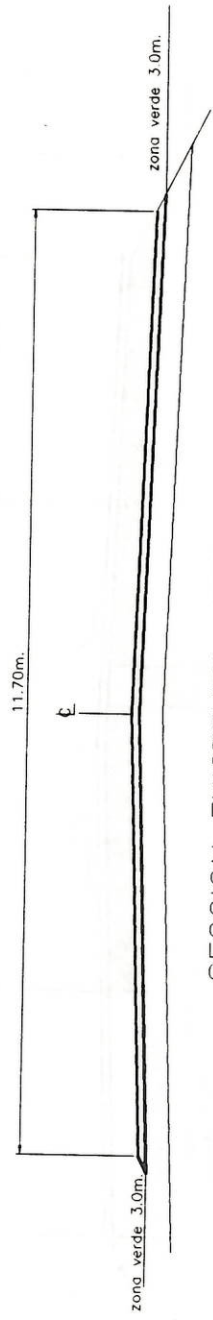
- 1 Los trabajos se realizarán de conformidad con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), las Especificaciones Especiales, Disposiciones Generales y Normas de Diseño para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).
- 2 El Derecho de Vía será existente, salvo aquellos casos de excepción indicados, los cuales serán adquiridos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- 3 Los postes de líneas eléctricas, telefónicas o telegráficas que estén dentro de la carretera serán removidos por las Compañías Eléctricas, I.C.E. o M.O.P.T.
- 4 Las ampliaciones de la carretera podrán hacerse en ambos o en un solo lado de la misma, según lo indique el ingeniero de proyecto. Se debe conservarlas cunetas revestidas existentes que se ajusten a la ampliación de la carretera y Normas del M.O.P.T., según lo indique el ingeniero de proyecto.
- 5 En aquellas secciones donde fuera necesario efectuar banqueo, este se hará según lo determine el Ingeniero. El pago se hará por medio del Renglón 203(3).
- 6 Es recomendable que la reinstalación de las tuberías sean hechas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero en el campo o en su defecto el M.O.P.T. se reservará el derecho de autorizar este trabajo con cargo al renglón de pago 109.04.
- 7 Los espesores, tipos de superficies y las rasantes de los accesos públicos a la carretera serán determinados por el Ingeniero en el campo de acuerdo a las Normas del M.O.P.T.. Su pago se hará de acuerdo a los diferentes Renglones incluidos en el Proyecto.
- 8 Las señales de seguridad vial necesarias serán colocadas en sitios apropiados del proyecto y deberán cumplir con especificaciones del Consejo de Seguridad Vial.
- 9 En las secciones confinadas por cordón y caño, el concreto asfáltico se colocará de caño a caño y de acuerdo a indicaciones del Ingeniero Inspector.
- 10 Las entradas a casas, garajes y o fincas serán construidas por indicación del Ingeniero en el campo, su pago se hará mediante el Renglón de pago 109.04.
- 11 En los tramos donde aparezca base estabilizada, se debe remover y sustituir por una base de piedra quebrada graduación B.

SUMARIO DE CANTIDADES

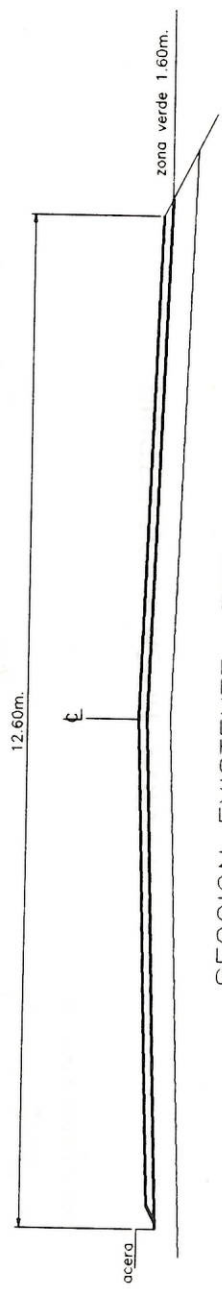
RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	3,000.000	\$
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	3,000.000	\$
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	540	m ³
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS Y BACHEO MAYOR	3580	m ³
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D	995	m ³
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	28.850	m ²
210(2)A	ECARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO A RECICLAR	28.850	Ton.
301(1)A	BASE ASFALTICA RECICLADA EN PLANTA	254.000	Lts.
301(2)	CEMENTO ASFALTICO 85-100 PARA BASE RECICLADA	720	m ³
304(3)	BASE AGREGADO TRITURADO MEDIDO EN SITIO, GRADUACION B.	9000	Ton.
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA	720.000	Lts.
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	41.400	Lts.
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA.	58.080	Lts.
408(3)	ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION	372	m ³
408(5)	MATERIAL DE SECADO	2.600	m ³
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO		m ³
602A(2)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE B (280 kg/cm ²)		c/u
602B(1)	MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREFEFORZADO		kg
602C(1)	VARILLA DE ACERO PARA REFUERZO	16	c/u
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL		m
612(2)	BARANDA DE ACERO PARA PUENTE		m
622A(6)	CAUCES REVESTIDOS CON TOBA-CEMENTO PLASTICA	850	m



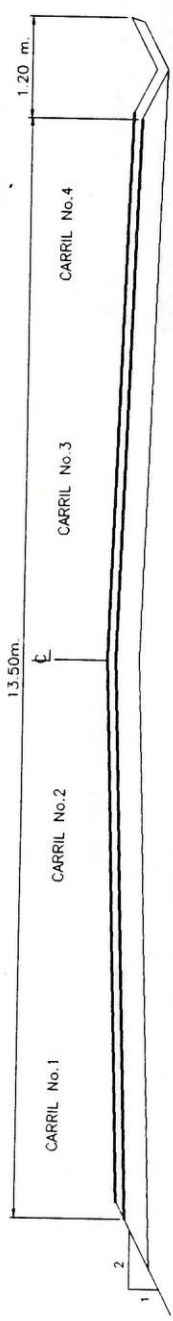
SECCION EXISTENTE EST. 2+850



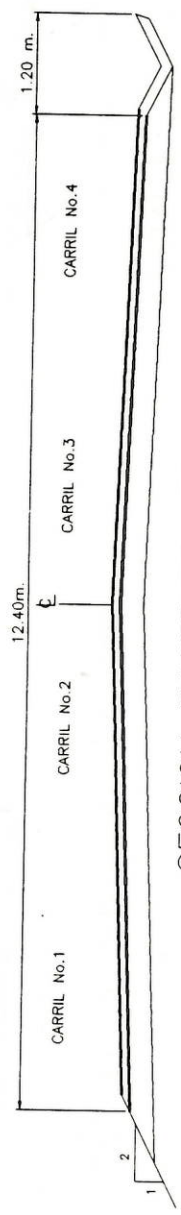
SECCION EXISTENTE EST. 2+350



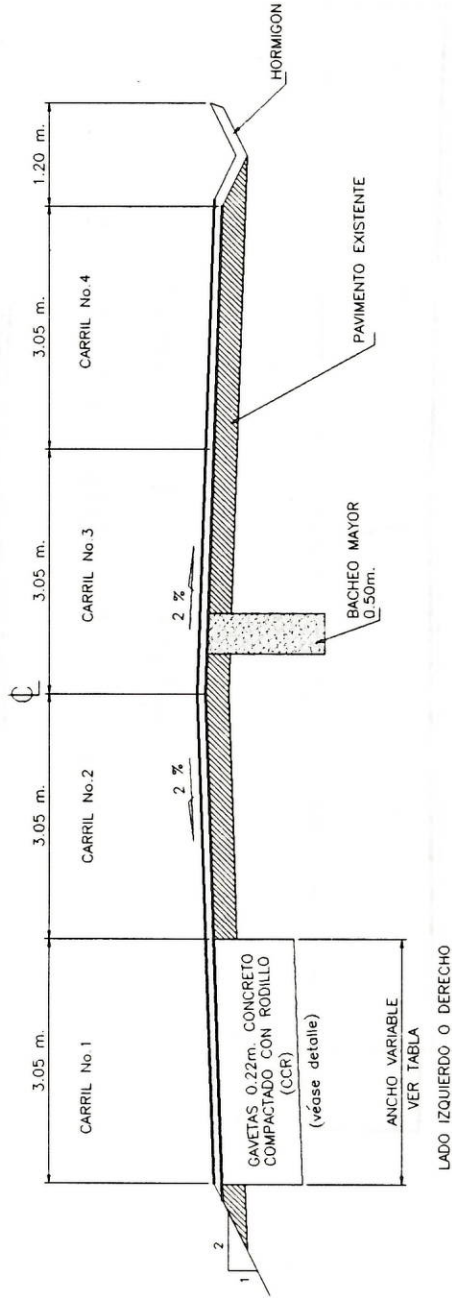
SECCION EXISTENTE EST. 1+750



SECCION EXISTENTE EST. 1+100

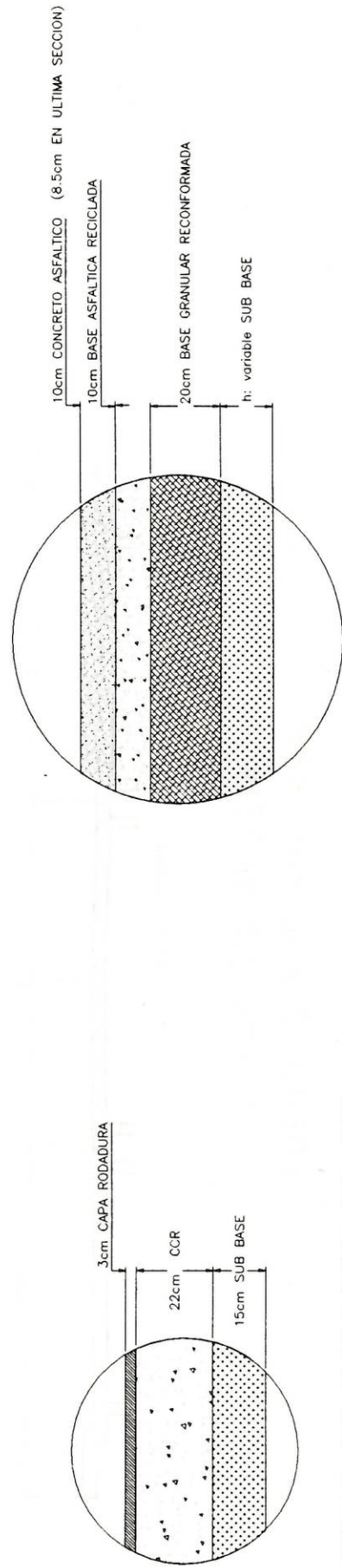


SECCION EXISTENTE EST. 0+440



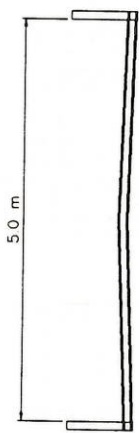
NOTA:
 SE REALIZARA UN BACHEO MAYOR Y CONSISTIRA EN SUSTITUIR PAVIMENTO EXISTENTE Y ACONDICIONARLO, REMOVIENDO LOS MATERIALES HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 55 cm. COLOCAR UN ESPESOR DE PAVIMENTO CONSISTIDO POR 30 cm. DE SUB BASE, 25 cm. DE BASE GRANULAR.
 SE DEBE REALIZAR UN BACHEO MENOR, ASI COMO UN SELLO DE GRIETAS PARA PREPARAR LA SUPERFICIE SOBRE LA QUE SE COLOCARA LA ESTRUCTURA INDICADA EN LA SECCION.

SECCION TIPICA A CONSTRUIR

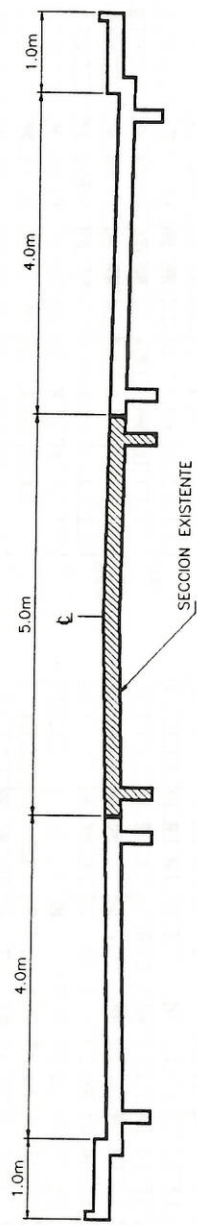
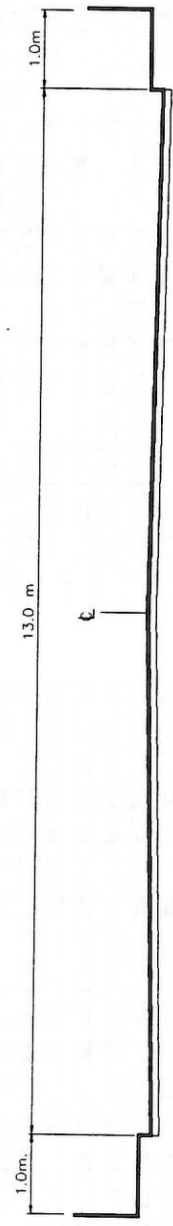


DETALLE DE AMPLIACION EN CCR

DETALLE DE RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO



SECCION EXISTENTE EST. 2+800
PUENTE SOBRE RIO TIRIBI



SECCION PROPUESTA
PUENTE SOBRE RIO TIRIBI

MUESTRAS: SUB BASE

ESTACION	LIMITES	PROCTOR	CBR
0 + 450	L. L. = 25.9 L. P. = 21.2 I. P. = 4.7		
1 + 375	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 1842 W opt. = 11.3	27.5 PARA 95%
1 + 750	L. L. = 33.5 L. P. = 22.9 I. P. = 10.6	G max. = 1800 W opt. = 14.0	62.0 PARA 95%
2 + 350	L. L. = 26.3 L. P. = 22.4 I. P. = 3.8	NO SE PROCESA	NO SE PROCESA
2 + 850	L. L. = 26.3 L. P. = 22.4 I. P. = 3.8	NO SE PROCESA	NO SE PROCESA

MUESTRAS: BASE

ESTACION	LIMITES	PROCTOR	CBR
0 + 450	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P		
1 + 375	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 1856 W opt. = 12.5	70.0 para 95%
1 + 750	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 2185 W opt. = 7.2	70.0 para 95%
2 + 350	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 2185 W opt. = 7.2	70.0 para 95%
2 + 850	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 2185 W opt. = 7.2	70.0 para 95%

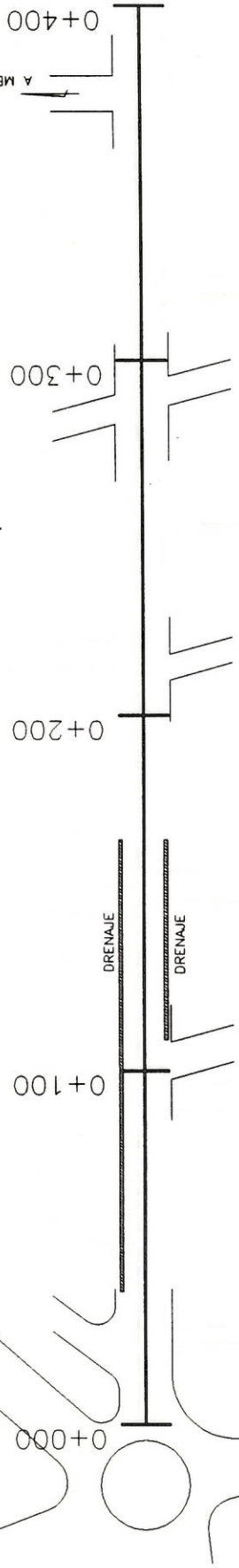
MUESTRAS: SUB RASANTE

ESTACION	LIMITES	PROCTOR	CBR	HUMEDAD
0 + 450	L. L. = 50.5 L. P. = 30.9 I. P. = 19.6	G max. = 1193 W opt. = 34.8	2.0 PARA 95%	42.7%
1 + 375	L. L. = 38.3 L. P. = 20.7 I. P. = 17.6	G max. = 1420 W opt. = 24.4	4.2 PARA 95%	33.3%
1 + 750	L. L. = 31.5 L. P. = 16.7 I. P. = 14.8	G max. = 1593 W opt. = 22.4	3.15 PARA 95%	22.8%
2 + 350	L. L. = 47.6 L. P. = 26.3 I. P. = 16.9	G max. = 1383 W opt. = 30.3	3.75 PARA 95%	33.6%
2 + 850	L. L. = 47.6 L. P. = 26.3 I. P. = 16.9	G max. = 1380 W opt. = 32.0	6.2 PARA 95%	8.3%

RESULTADOS DE LABORATORIO

A ZAPOTE

INICIO DE PROYECTO



A DESAMPARADOS

