

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

PROYECTO DE REHABILITACION
PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

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
PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

INFORME FINAL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

ABRIL - 1995

28 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 PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - BOMBA ZAPOTE.

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 Objetivo	1
1.4 Planos Esquemáticos Lineales	2
1.5 Estudio de Tránsito	2
2. DIAGNOSTICO	5
2.1 Metodología Usada	5
2.2 Observaciones	6
3. ANALISIS 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	10
3.4 Análisis de la Sub-base	11
4. ANALISIS DEFLECTOMETRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL	12
4.1 Generalidades	12
4.2 Análisis de Tránsito y Predicción de Carga por Ejes.	14
4.3 Interpretación "In-Situ" del Ensayo de Deflectometría	16
4.4 Dimensionamiento del Refuerzo Estructural Equivalente	22
4.5 Lineamientos para Reparación de Baches	29
6. ANOTACIONES FINALES RELATIVAS AL DISEÑO Y ESPECIFICACIONES ESPECIALES	32
6. PRESUPUESTO	38
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 215

Sección 19061 - 19062

Longitud del proyecto: 2.6 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 lineales 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 PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - BOMBA ZAPOTE se basa en datos suministrados por el Departamento de Estudios Básicos de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

El tramo en estudio tiene una longitud de aproximadamente 2.6 kilómetros de carretera principal (a cuatro carriles) y es parte de la Ruta 215; entre la sección 19061, con la estación de conteo número 762 entre la Clínica Durán y el Río Ocloro, y la sección 19062 con la estación de conteo número 763 a la entrada de Zapote. Para 1993 la estación 762 reportó 24090 vehículos por día con un 8% de vehículos pesados mientras que la estación 763 reportó 35495 vehículos por día con un 6% de vehículos pesados.

Para realizar las proyecciones del tránsito promedio diario para una vida útil esperada del nuevo pavimento de 12 años, se procedió a estimar primero el tránsito promedio diario para 1995 y luego proyectarlo hasta el año 2007.

El análisis del crecimiento vehicular demuestra 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 (superiores 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, principalmente, 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 presente proyecto se usaría un crecimiento anual del 7% que representa la tasa promedio del crecimiento vehicular de las carreteras del país. Los resultados obtenidos son:

TRANSITO PROMEDIO DIARIO
PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - BOMBA ZAPOTE

Año	Tramo		
	Plaza GV-Circunvalación T.P.D.	Circunvalación-Bomba Zapote T.P.D.	
0	1995	27580	40640
1	1996	29511	43485
2	1997	31576	46529
3	1998	33787	49786
4	1999	36152	53271
5	2000	38682	57000
6	2001	41390	60990
7	2002	44287	65259
8	2003	47388	69827
9	2004	50705	74715
10	2005	54254	79945
11	2006	58052	85541
12	2007	62115	91529

F = 2,252192

2- DIAGNOSTICO

2.1 METODOLOGIA USADA

1- Diagnóstico

Se realizó un recorrido del proyecto, marcando el estacionamiento cada cincuenta metros. Asimismo se determinaron los tipos de falla superficial, estas se analizaron 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 las 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 diagnóstico de la plasticidad y capacidad relativa de soporte.

4- Diseño de Pavimento

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

2.2 OBSERVACIONES

El inicio del estudio está en la PLAZA GONZÁLEZ VÍQUEZ 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°6 se inicia en la Est. 1 + 925 y termina en la 2 +525 donde interseca con la ruta Zapote - San Francisco.

El carril N° 2 tiene daños en un 30 %
El carril N° 3 tiene daños en un 32 %
El carril N° 4 tiene daños en un 51 %
El carril N° 5 tiene daños en un 69 %
El carril N° 6 tiene daños en un 45 %

Promedio 45.4 %

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

TABLA RESUMEN DE INSPECCION VISUAL

PROYECTO : PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

	CARRIL 1		CARRIL 2		CARRIL 3		CARRIL 4		CARRIL 5		CARRIL 6	
	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%	AREA	%
FISURA Y GRIETA	1	0%	71.45	1%	452.3	4%	845.3	9%	1306.1	14%	235.8	10%
BACHEO TAPADO	16.5	2%	1845.6	18%	1364.2	13%	1558	17%	2932	31%	421.9	17%
BACHE	1	0%	66.95	1%	9.85	0%	9.2	0%	29.2	0%	0	0%
CUERO DE LAGARTO	114.4	12%	718.35	7%	678.25	7%	712.9	8%	1164.6	12%	75	3%
OTROS	4.4	0%	322	3%	728.6	7%	1655.5	18%	1014.2	11%	349.8	14%
PAVIMENTO SIN DAÑO	812.7	86%	7205.65	70%	6999.8	68%	4601.9	49%	2936.7	31%	1349.9	55%
AREA TOTAL	950		10230		10233		9382.8		9382.8		2432.4	

TODOS LOS DATOS DE AREA ESTAN DADOS EN m²

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 superficie de rodamiento, principalmente en los carriles # 4, 5 y 6, indican que se requiere un estudio de la estructura del pavimento.

Estación	Asfalto %	Ceniza %	Agua %	Gsmax %
1+200	8.87	0.65	0.10	2.31
1+750	6.95	0.45	0.80	2.36
2+250	6.19	0.38	0.32	2.41

Malla	Porcentaje Pasando		
	1+200	1+750	2+250
3/4"	100	100	100
1/2"	100	100	98
3/8"	98	93	94
4	83	70	68
8	63	50	50
50	30	22	20
200	19	15	13

Obsérvese que solamente a tres muestras se les logró hacer análisis, no se pudo al resto por exceso de oxidación. Hay eviednecia de pérdida total de maltenos y baja susceptibilidad termica. Las granulometrías obtenidas, en las estaciones 1 + 200 y 1 + 750 indican mezclas con Graduación C. La muestra de la 2 + 250 tiene Graduación B.

En las tres muestras analizadas los porcentajes de asfalto van de normal a bajo.

3.2 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

La subrasante tiene, en general, una capacidad relativa de soporte baja, en algunos casos con CBR menores a 3.

La estructura del pavimento muestra gran variedad de espesores que van desde 5.5 cm a 17 cm, dependiendo de los bacheos y sobrecapas. El espesor promedio de la base es de 21 cm. La sub-base tiene un espesor promedio de 30.5 cm.

De acuerdo al diseño para el TPD del año 2007, el espesor existente es insuficiente y hay que reestructurarlo.

3.3 ANALISIS DE LA BASE

Los agregados de la base cumplen con las especificaciones de plasticidad del CR-77 y tienen una graduación continua. En algunas secciones aparece una base estabilizada con cemento, que de acuerdo a los sondeos realizados puede deberse a reparaciones o gavetas para tubería.

3.4 ANALISIS DE LA SUB-BASE

La sub-base está compuesta por un lastre fino, de color café oscuro y no plástico. Su espesor es insuficiente para el tránsito actual y futuro, por lo que debe reestructurarse.

4. ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 GENERALIDADES

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

- a- Esta vía, además de haber sido ampliada en diferentes etapas a lo largo del tiempo, presenta condiciones diferentes a lo largo del proyecto (edad del pavimento, espesor, etc) entre los carriles del lado derecho (LD) y lado izquierdo (LI).
- b- Se presenta 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.
- c- El ensayo de deflexiones con viga Benkelman no se realizó en el periodo crítico del año.
- d- Los bacheos y reparaciones efectuados en la vía cubren grandes áreas y representan un componente más de dispersión de los parámetros estructurales.

- e- Históricamente, el ancho de vía se fue ampliando paulatinamente, lo que implica materiales con diferentes edades, niveles de fatiga y estándares de calidad.
- f- Debe buscarse una solución económica y técnicamente viable, que considere el impacto a los usuarios por cogestionamiento y seguridad durante la etapa constructiva.
- g- 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.
- i- 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, considerando 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 al vez aportan importante información para visualizar cuáles son las opciones más apropiadas para "recuperar" estructuralmente la carretera.

4.2 ANALISIS DE TRANSITO 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 está basada en datos obtenidos en la Sección Clínica Durán - Río Ocloro y se presenta a continuación:

- Encuesta MOPT (1993): TPD= 24090 VPD
- % de pesados: 8 %
- Tasa de crecimiento vehicular (i) = 7 %
- TPD (1995) = 27580
- TPD (12 años) acumulado= 545311

- **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 = 0.05 a 0.6

Camiones tipo C-2: EEq = 0.8 a 0.9

Camión tipo T3-S2: EEq = 2.50

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

50 %: 0.000 EEq

50 %: 0.015 EEq

SN: número estructural

PSI: pérdida del índice de serviciabilidad en el período de 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)

$$FC_2 = 0.50 \times 0.15 = 0.0075$$

Seguidamente se obtienen las solicitaciones de carga para el período de diseño de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} EEq(12 \text{ años}) &= 365 \times (0.4) [545311] \times 0.08 \times 0.684 \\ &+ 365 \times (0.4) [545311] \times 0.92 \times 0.0075 \\ &= 4.36 \times 10^6 + 0.55 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$EEq(12 \text{ años}) = 4.91 \times 10^6$$

Se recomienda diseñar para un $EEq = 5 \times 10^6$

4-3 INTERPRETACION "IN-SITU" DEL ENSAYO DE DEFLECTOMETRIA

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 ("performance") de la estructura del pavimento. Esto permite visualizar las opciones técnicamente viables para rehabilitar o reconstruir la estructura, según sea el caso.

Por tratarse de una vía con flujo vehicular en 2 sentidos (2 carriles por sentido), se realiza primero la interpretación el lado derecho (LD), sentido Plaza González Viquez - Bomba Zapote.

a- LADO DERECHO

Sección: 0 + 000 a 0 + 450

Se aprecia una carpeta asfáltica oxidada, con agrietamiento severo y valores muy altos de deflexión. En este tramo no es recomendable colocar una sobrecapa. El valor promedio de deflexión es de 132×10^{-2} mm, en contraste con el lado izquierdo que fue 76×10^{-2} mm.

Sección: 0 + 450 a 0 + 650 (semáforo)

Entre 0 + 400 y 0 + 550 (LD), aparecen grandes baches que muestran el nivel de deterioro a que ha llegado el pavimento. En el resto de la sección se repite la misma situación del tramo anterior; esto es, agrietamiento severo y oxidación, con un promedio alto de deflexiones (103×10^{-2} mm).

Reparando bien las zonas agrietadas, se podría colocar una sobrecarpeta. Sin embargo, esta no es una solución óptima dado el nivel de oxidación y fatiga que muestra la capa de rodadura.

Sección: 0 + 650 a 1 + 170

Continúa la capa superficial fatigada y envejecida, con grietas "cuero de lagarto" y grandes baches a todo lo ancho.

Si se reparan correctamente las zonas agrietadas se puede colocar una sobrecapa; sin embargo, surge la duda de la "calidad" con que se han hecho las reparaciones de bacheo. Asimismo, es importante considerar, el muy significativo porcentaje de área "bacheada". En este tramo el promedio de deflexiones baja a 90×10^{-2} mm.

Al considerar la opción de colocar una sobrecapa, debe tenerse en cuenta que el área reparada con baches corresponde a una sección que falló de forma prematura (deterioro prematuro). Solo es confiable, por lo tanto, colocar una sobrecapa si se logra establecer que dicha reparación se hizo correctamente.

Sección: 1 + 170 a 1 + 600 (entrada a rotonda)

En esta sección el nivel de deterioro es menor, lo mismo que el promedio de deflexiones (67×10^{-2} mm). Si se sanean correctamente las áreas dañadas (grietas, baches), se puede colocar una sobrecapa.

b- LADO IZQUIERDO

Sección: 0 + 000 a 0 + 450

En este primer tramo hay un bache bastante grande en el carril exterior. En el carril interior hay agrietamiento severo tipo "cuero de lagarto". No se observan deformaciones tipo ahuellamiento.

Observando en conjunto todos los carriles, es evidente que no conviene colocar una sobrecapa, excepto en el carril que se reparó. Lo anterior, bajo el supuesto de que dicha reparación se realizó correctamente. El valor promedio de las deflexiones es de 76×10^{-2} mm (sin corrección invierno - verano).

Sección: 0 + 450 a 0 + 650

Hasta el estacionamiento 0 + 510 se observa el "bombeo" de finos por las grietas del pavimento, situación que hace imperioso remover la capa asfáltica y "sanear" las capas inferiores.

Entre el estacionamiento y el 0 + 525 0 + 425 el carril exterior permite una sobrecapa, pero no así el otro carril que muestra agrietamiento severo ("lagarteo" y desprendimiento de agregados).

Sección: 0 + 650 a 1 + 200

Esta zona fue reparada en distintas ocasiones, por medio de baches de diferentes tamaños. Inclusive ya algunos de estos baches muestran el inicio de reflejo de grietas (e.g.; de 1 + 100 a 1 + 200). Este síntoma recalca el riesgo de colocar una sobrecapa en este tramo.

Sección: 1 + 200 a 1 + 650

El patrón de deterioro es similar al que se presenta en el tramo anterior. Nuevamente surge la duda de la "calidad" de las reparaciones (baches) realizadas.

Sección: 1 + 650 a 1 + 900

Se aprecian grietas longitudinales y deformaciones puntuales. Las deflexiones son bajas (valor promedio 58.2×10^{-2} mm), por lo tanto, una vez reparados los baches se puede colocar una sobrecapa.

Sección: 1 + 900 a 2 + 300

En este tramo se incrementa la magnitud de las deflexiones. El área de bacheo también se incrementa, lo que evidencia problemas estructurales en las capas inferiores. Se incrementa también la magnitud del agrietamiento y las deformaciones tipo ahuellamiento.

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, los del Asphalt Institute, Transportation and Road Research Laboratory y ASSHTO.
- 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, ente 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 11 40 %.

Para este estudio se utilizó como factor de ajuste 1.4. Para compensar el error estadístico asociado por la dispersión de estos datos, se utilizó como deflexión de diseño el promedio más 2 desviaciones estándar. Por las condiciones de plasticidad de los materiales de base y sub-base no conviene disminuir dichos factores de ajuste.

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 periodo, para ese tipo de suelo y para ese nivel de deterioro del pavimento.

4.4.3 DISEÑO DEL REFUERZO

Este es un proyecto que presenta enorme dispersión en términos de capacidad estructural y de calidad y tipo de materiales. Se combinan materiales estabilizados, tobas, gravas, etc; a lo que hay que agregar grandes áreas de reparaciones (baches), realizadas en diferentes años y con niveles de deterioro (los baches o reparaciones) también muy diferentes.

Para tratar de recomendar soluciones aplicables en la mayor longitud posible (tramos homogéneos), se dividió el proyecto en 3 secciones:

Sección 1: de 0 + 000 a 0 + 650

Sección 2: de 0 + 650 a 1 + 900

Sección 3: de 1 + 900 a final del proyecto

Para cada tramo se obtiene la deflexión de diseño de la siguiente forma:

$$D_{rr} = (D_p + 2s) \times k$$

donde:

D_{rr} = deflexión de diseño

D_p = deflexión promedio

s = desviación standard

k = factor de ajuste (1.35)

a- Sección 1: 0 + 000 a 0 + 650

$$D_p = 115 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$s = 20$$

$$k = 1.35$$

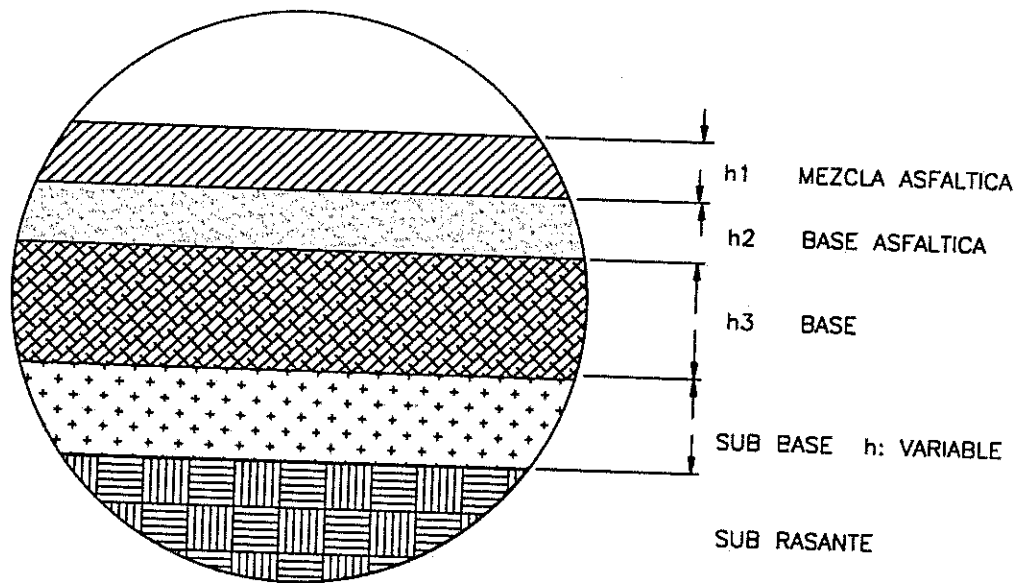
$$D_{rr} = 209 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Para este tramo estructuralmente se requiere una espesor equivalente a con 16.5cm de concreto asfáltico.

Por lo heterogéneo del deterioro que presenta el pavimento se recomienda en este caso remover la carpeta asfáltica y readecuar estructuralmente el pavimento de la siguiente forma (véase Fig. 4.1 en página 26):

- Reconformar y compactar 20 cm de la base granular (compactar al 100% del Próctor Modificado).
- Colocar 14 cm de base asfáltica. Se puede reutilizar el concreto asfáltico existente; siempre y cuando se tenga el soporte de los estudios de laboratorio que respaldan el diseño de ese material a reciclar.
- Colocar una capa de rodadura de 8 cm de concreto asfáltico (Graduación B, CR-77).

Nota: En esta sección se presentan reparaciones realizadas con mezcla asfáltica (bacheo). Sin embargo, por no tenerse certeza de la calidad de dichas reparaciones se recomienda en estos casos remover el concreto asfáltico.



NOTA:
Se debe remover la capa de
mezcla asfáltica existente.

ESPEORES DE CAPAS ESTRUCTURALES

SECCION 1		SECCION 3	
de 0+000 a 0+650		de 1+900 a final proyecto	
h1	8cm		9cm
h2	14cm		14cm
h3	20cm		20cm

FIGURA 4.1
RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO

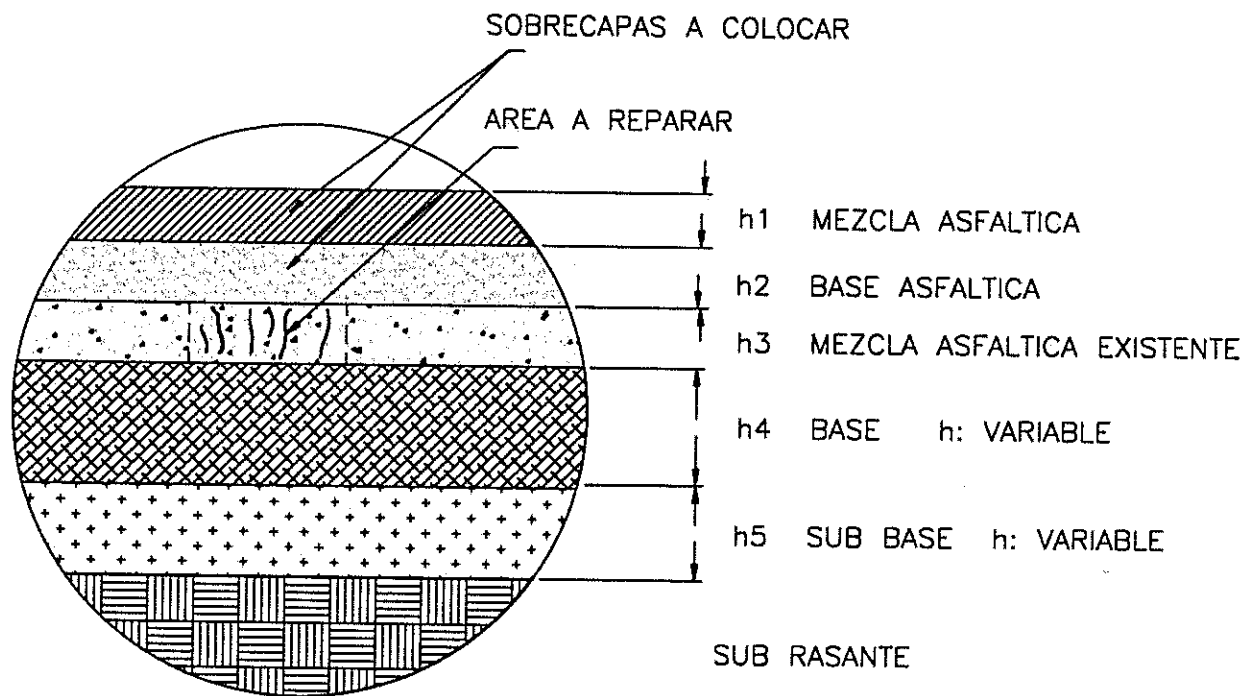
b- Sección 2: 0 + 650 a 1 + 900

En esta sección los grandes baches existentes y la heterogeneidad de espesores y materiales hacen difícil adecuar una solución única para todo el tramo, luego de analizar diferentes opciones se recomienda lo siguiente (véase Fig. 4.2 en pág 28):

- Reparar ("sanear") apropiadamente las grietas y baches existentes, según los lineamientos que adelante se detallan.
- Colocar una primera capa de mezcla asfáltica (Graduación B, CR-77) de 6.5 cm de espesor. Esta capa debe tener un porcentaje de vacíos del orden del 5 %.
- Colocar una segunda sobrecapa de 8 cm de espesor, Graduación B, CR-77 pero con un porcentaje de vacíos del 3%. Debe tenerse presente que en esta sección se recomienda colocar un sub-drenaje.

c- Sección 3: 1 + 900 a final del proyecto

Este es otro tramo sumamente heterogéneo en calidad y tipo de materiales así como en su modelo de deterioro. Se recomienda para este caso lo siguiente (véase Fig. 4.1 en página 26):



ESPESOR DE CAPAS

- h1 : 8 cm.
- h2 : 6.5 cm
- h3. : ESPESOR VARIABLE.

FIGURA 4.2
 REHABILITACION DEL PAVIMENTO
 SECCION 2: DE 0+650 A 1+900

- Remover la capa asfáltica.
- Conformar y compactar 20 cm de base.
- Colocar 14 cm de base asfáltica.
- Colocar 9 cm de mezcla asfáltica, Graduación B (CR-77)

Nota: Se aclara que en las secciones 1 y 3 las condiciones de calidad y heterogeneidad del material de base sólo permiten asimilarlo a la sub-base.

4-5 LINEAMIENTOS PARA REPARACION DE BACHES

Para la reparación de baches se deben seguir los siguientes lineamientos (ver Fig. N°4.3 en página 30):

- a- Se define como bache un área del pavimento que evidencia deficiencias estructurales locales, las cuales se presentan en diferentes formas, por ejemplo:
 - Desprendimiento de agregados: se refiere a un punto localizado donde se manifiesta desprendimiento de agregados (tipo "pot hole"), y que implica un debilitamiento local de la capa de mezcla.
 - Hundimientos o deformaciones manifiestas en la capa de rodadura tipo ahuellamiento, por ejemplo, que reflejan problemas de capacidad estructural.
 - Agrietamiento (local) de la capa de rodadura.



FIGURA 4.3
DETALLE DE REPARACION DE BACHES

- b- En cada bache a reparar debe marcarse el área defectuosa a "sanear", aplicando el criterio de que existe un área específica que manifiesta un comportamiento deficiente respecto al resto del pavimento.
- c- Cortar (idealmente con sierra) el área a reparar y extraer el material asfáltico.
- d- Analizar, en el sitio, la condición de la base en lo relativo a humedad, compactación, contaminación por finos, etc; para definir si se recompacta superficialmente o requiere una reparación mayor (del material de base).
- e- Si la base no requiere una reparación mayor se debe compactar hasta alcanzar una densidad del 100 % del PM (Próctor Modificado).
- f- Si se requiere una reparación mayor se debe sondear a mayor profundidad para analizar, en el sitio, la condición de la sub-base. Con base en esta inspección se decidirá el paso a seguir para reparar estas capas inferiores, según sean los problemas que se presenten.
- g- Como norma general, en un bache no se debe colocar la mezcla asfáltica hasta tanto no se tenga la aprobación para ello de parte de la inspección del proyecto.

**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- En este proyecto se requiere hacer bacheo de reparación. Este trabajo debe hacerse correctamente, incluyendo la identificación de las áreas a "sanear"; caso contrario se corre el riesgo de reflejo prematuro de grietas en estos puntos. Los lineamientos para realizar estos trabajos se indican en el apartado correspondiente del informe.
- c- Los sub-drenajes a construir deben ubicarse correctamente a fin de abatir las aguas freáticas y aguas "colgadas" que ocasionan problemas al pavimento (ver Fig. 4.4 en página 33).

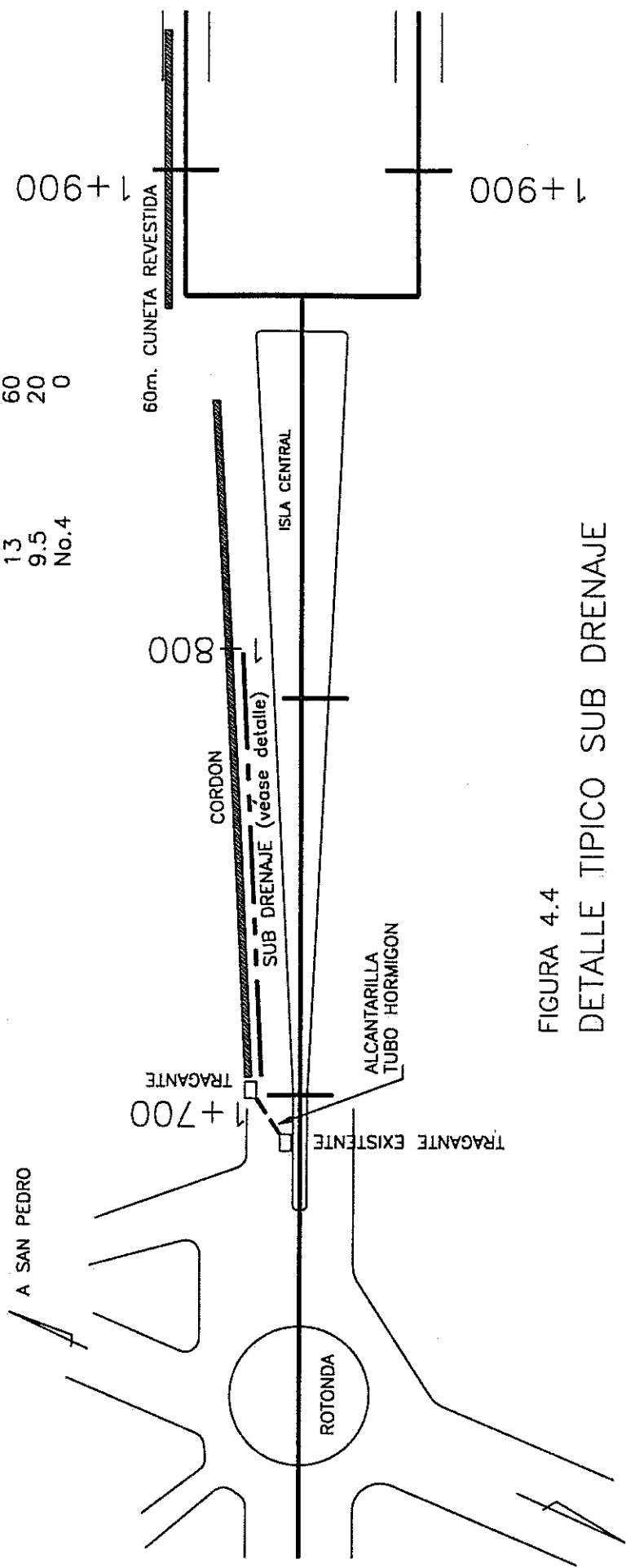
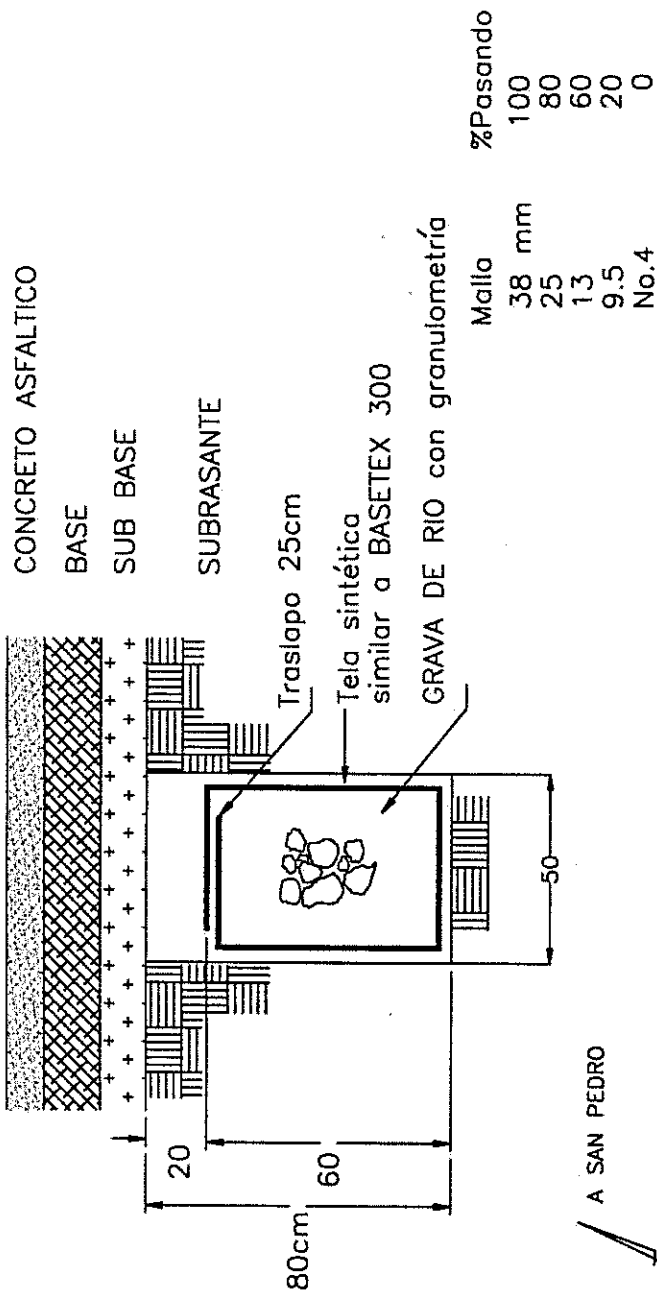


FIGURA 4.4
DETALLE TIPICO SUB DRENAJE

- d- Conviene estudiar la curva densidad vs energía de compactación de la base con el propósito de verificar que al 100 % del Próctor Modificado (PM) se alcance una estabilidad volumétrica satisfactoria.
- e- El material de base debe inspeccionarse cuidadosamente, posterior a la remoción de la carpeta, para verificar que no se presenten problemas exceso de plasticidad o alguna otra particularidad especial (e.g.; exceso de sobre-tamaño).
- f- Otro factor muy importante durante el proceso constructivo es 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.
- g- 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.

- h- En los tramos donde se debe remover la carpeta, la conformación de bombeos se hará a nivel de la base granular. En este caso ni la base asfáltica ni la capa de rodadura se utilizarán para corregir niveles con el objeto de lograr la conformación de la superficie terminada.
- i- En el tramo donde se recomienda colocar sobrecapa asfáltica, se deben conformar los bombeos a nivel de la primera capa. La capa final de rodadura debe ser de espesor constante y no será utilizada para corregir niveles.
- j- El ligante asfáltico debe mantenerse bajo un riguroso proceso de control de calidad, al menos en los siguientes aspectos (además de todos las restantes especificaciones del CR-77):
- Viscosidad-penetración por medio del nomograma de Heukelom.
 - Temperatura de mezclado y de colocación de la mezcla.
 - Envejecimiento en película delgada.
 - Quemado de asfalto en planta.
 - Afinidad agregado - ligante. Debe cumplirse que la asíntota, en la curva resistencia retenida vs intemperismo, sea mayor a 75 %.
- k- 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.
- La base asfáltica debe diseñarse para un módulo resiliente no menor a 15000 kg/cm² y una estabilidad Marshall mayor a 550 kg.
- 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 empozamiento 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 facturadas.
- La variación admisible (con respecto a lo especificado) del espesor de la capa terminada será menor a 6 mm.

- 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 (CCR) que será graduación C (CR-77), esto en el caso de ampliaciones (gavetas).
- La junta entre el CCR y el borde interior y exterior de esta las ampliación (gaveta) debe compactarse y sellarse cuidadosamente, de modo que no se generen fisuras, grietas o deformaciones longitudinales.
- El mantenimiento preventivo y periódico es indispensable 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), debe evaluarse el modelo de deterioro del pavimento y corregir de manera preventiva manifestaciones prematuras 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.

SUMARIO DE CANTIDADES

RENGLON 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	60	m ³	400	24.000
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS Y BACHEO MAYOR		m ³	750	
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D		m ³	1.600	
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS		m ³	1.500	
210(2)A	ECARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO	46.800	m ²	210	9.828.000
301(1)A	BASE ASFALTICA MEZCLADA EN PLANTA	14.414	Ton.	4.400	63.421.600
301(2)	CEMENTO ASFALTICO 85-100 PARA BASE	576.560	Lts.	45	25.945.200
304(3)	BASE AGREGADO TRITURADO MEDIDO EN SITIO, GRADUACION B.		m ³	2.600	
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA	9266	Ton.	6.000	55.596.000
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	648.620	Lts.	45	29.187.900
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA.	65.520	Lts.	50	3.276.000
408(3)	ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION	56.160	Lts.	50	2.808.000
408(5)	MATERIAL DE SECADO	562	m ³	3.100	928.200
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO		m ³	12.000	1.742.200
602A(2)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE B (280 kg/cm ²)		m ³		
602B(1)	MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREESFORZADO		c/u		
602C(1)	VARILLA DE ACERO PARA REFUERZO		kg		
602C(1)	MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREESFORZADO				
603(21)	TUBO HORMIGON REFORZADO C76 CLASE III 60cm DIA.	15	m	20.000	300.000
604(3)	TRAGANTE	1	c/u	4.500	4.500
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	6	c/u	5.000	30.000
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUB DRENAJE FRANCES	30	m ³	1.600	48.000
605(22)	TELA FIBRA SINTETICA/SUB DRENES	270	m ²	216	58.320
609(1)	CORDON DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	200	m	1.620	324.000
612(2)	BARANDA DE ACERO PARA PUENTE		m		
622A(6)	CAUCES REVESTIDOS CON TOBA-CEMENTO PLASTICA	224	m	1.650	369.600

(Precios suministrados por el MOPT.)

TOTAL 205.003.820

PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

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 máquina 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 vibración compactación con rodillos lisos y neumáticos, además de la posibilidad de apertura inmediata al tránsito.-

o2.-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 $H_{\text{ópt.}}$ y la $D_{\text{máx.}}$ 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.-

o3.-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_{máx.}, 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_{máx.} 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 $T_{\text{máx.}}$ 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.-

07.-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 esta 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 volumenómetro, 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.

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 máquina 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 $H_{\text{ópt}}$ y la $D_{\text{máx}}$ del material; este último valor oscila en nuestras experiencias entre 2,2 y 2,4 gr.cm⁻³.-

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_{máx.}, 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_{máx.} 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 losas 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 enérgica 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.-

07.-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 suelocemento 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 la 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 esta 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 debén 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 volumenómetro, 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 : PLAZA VIQUEZ - ZAPOTE

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	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT		
0 + 0					0			2	0,2	17	83				17	83			8,3		83				83				0			
0 + 25					0			25		26	8	83			41		83			1,7		83			83				0			
0 + 50					0					26		83			4,1		83			17		83			83				0			
0 + 75					0			17		4,1		83			25		4	83			4,1	4,1			83	25			0			
0 + 100					0			58		4,1		83			58			83						83	83				0			
0 + 125					0			8,2		8,2		83			0,8		8	83			4,1			83	83				0			
0 + 150					0			25		0,8		83						83			74			83			83	83	0			
0 + 175					0			4,1		1,6	2	83			4,1		1,7	83			74			83	8,3	12		83	0			
0 + 200					0					83		1	83			4,1		0,8	83			104			104		104		0			
0 + 225					0						1	83				0,8	83	104	6,2			104	93			104			0			
0 + 250					0							83						83			104	104	10		83	104			0			
0 + 275					0						33	83			8,2			83	16			104			83	104			0			
0 + 300					0						4	83				21		83				93	104			31	104		0			
0 + 325					0					8	83	3	4,1		4,1	83			104	104				62	104			0				
0 + 350					0			4,1			4	83			4,1		8,2	83			5,2	104	104			62	104		0			
0 + 375					0			1,7		21		83			4,1		58	83			5,2	83	104			42	104	104	0			
0 + 400					0			1,2		108		120			84	72	120			96			120	12	36			120	0			
0 + 425					0					108		120				84	120	120					120	120			96	120	0			
0 + 450					0					60		120			6	120	120	72	6			120	96				120		0			
0 + 475					0					48		120				12	120	120			120			120	108			120	0			
0 + 500					0					8	100		8	70	28	100			10	80			100		8	40			100	0		
0 + 525					0					1		3	1	100		3	1	20			100	30			40	100			40	100	0	
0 + 550					0					1		20		100		1	20		100	20								100		0		
0 + 575					0					0,5		25		100		1	50		100			5	100	5			5	100		0		
0 + 600					0					1	1			100	1	2	16		100				100	30			100	40	5		100	0
0 + 625					0					100				100		50		100			100			100	15	100			100		0	
0 + 650					0									100			5	100			80			100	40	100			100		0	
0 + 675					0									100				100			60			100			40	100		0		
0 + 700					0									100				100			60			100			40	100		0		

FG : FISURA Y GRIETAS
 BT : BACHE TAPADO
 B : BACHE DESTAPADO

CL : CUERO DE LAGARTO
 ONDULACIONES Y DESPRENDIMIENTO
 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	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL
0 + 725					0	1	30		2	10	100	1	70		10	100	30	5		30	100	50	3	25									0	
0 + 750					0	1	20	1		20	100		95			95	100	10				100	40										0	
0 + 775					0	1	30	1		20	100		85	5		20	100	40	10			100	30										0	
0 + 800					0		10	100			5	100		40			5	100			95			100			100						0	
0 + 825					0		100				5	100		70	2			100			100			100			100						0	
0 + 850					0		100	1			100			10	5	100		100			100			100			100						0	
0 + 875					0						100		10	1	10		100			100			100	40	15			100					0	
0 + 900					0		10		5		100	1	10			5	100				30	100	20			30	100						0	
0 + 925					0		100				100				2	100					15	100				15	100						0	
0 + 950					0		20	30		2		100		100			100	10			30	100	10			30	100						0	
0 + 975					0		25	15			100	20	70				100				10	100				10	100						0	
1 + 0					0		10		5		100	5	40	10		100				10	100	10			10	100						0		
1 + 25					0		5	1			100	10	30			100	5			10	100	5			10	100	0						0	
1 + 50					0		5				100	60	20	5		100	30			10	100	50			10	100							0	
1 + 75					0		5				100	20	20	5		100	5				100	20				100							0	
1 + 100					0		50				100	10	100				100				100	30				100							0	
1 + 125					0		50	1		25	100		100			25	100	25				100	30				100						0	
1 + 150					0		95	1			100	30	25	10		100	15	5			100	80				100							0	
1 + 175					0		50				100	30				100		10		10	100	40	30			10	100						0	
1 + 200					0		20			10	100	50	10	10	10	100				30			100	100			100						0	
1 + 225					0		5			5	100	3	90			5	100			100			100	100			100						0	
1 + 250					0					5	100	5				100				100	100				100	100							0	
1 + 275					0		1	40			100					100	40	30			100	100				100							0	
1 + 300					0		5	30			100	10	40			100	10			100	10	90			100								0	
1 + 325					0		1			1	100	20	40	5		100				80	100				80	100							0	
1 + 350					0		50				100	2	10	2		100				80	100			50		10	100						0	
1 + 375					0		100				100		40			100				50	100			100			100						0	
1 + 400					0		2	60		5	2	100	50		25		100	5			40	100	10	80			100						0	
1 + 425					0		15			20	100	50	10	30		100	30				100	60				100							0	
1 + 450					0				1		10	100	50	1	10		100				60	100	30			100							0	
1 + 475					0		6				5	100	25			5	100				10	100				10	100						0	
1 + 500					0		5		1		100					100	5	15			20	100	5			20	100						0	
1 + 525					0		5		1		100					100				30	100					100							0	

FG : FISURA Y GRIETAS
 BT : BACHE TAPADO
 B : BACHE DESTAPADO

CL : CUFRIO DE LAGARTO
 ONDULACIONES Y DESPRENDIMIENTO
 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	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL
1 + 550					0		1		1	1	100				1	1	100				90	100					100					0		
1 + 575					0	1	70				100						100				90	100					100					0		
1 + 600					0		70		30	60	100				5		100		5		70	100		5			100					0		
1 + 625					0						100						100									0						0		
1 + 650					0						100						100								0							0		
1 + 675					0						100						100								0							0		
1 + 700					0						100						100								0							0		
1 + 725					0					4	85					85	8,5				85	85	17			68	85					0		
1 + 750					0						85					85					60	85	8,5	34			85					0		
1 + 775					0				1,7	4	85	1			2	4,3	85	8,5				85	17	25			85					0		
1 + 800					0	4,25					85	4		1	4	26	85	8,5			8,5	85		43			85					0		
1 + 825					0	0,85			8,5		85	2			2		85	8,5			60	85	8,5	68			85					0		
1 + 850					0			1	4,3	9	85	4	8,5			8,5	85	26	8,5		8,5	85	17	43		8,5	85					0		
1 + 875					0	0,85	4,3	1	4,3	4	85	1			13	8,5	85	8,5			17	85		85		8,5	85					0		
1 + 900					0		4,3				85	1			2		85	8,5	34			85		85			85					0		
1 + 925					0		6,3			3	125	1				125	25	8,3			83	25	58			83	4	21				83		
1 + 950					0						125		13			125	8,3	4,2			83		83			83	13					83		
1 + 975					0						125		13		1	125	8,3				83	17	25			83	83					83		
2 + 0					0		1,3				125		1,3			125					83	8,3	67			83	8	75				83		
2 + 25					0		13	1			125		13		1	125	4,2				83		4,2	17		83	8	4				83		
2 + 50					0		2,5	6	1,3	3	125		2,5	3		2,5	125	4,2			4,2	83	21	13			83	13				83		
2 + 75					0		6,3				125	1	6,3			125					83	17	83			83	4		68			83		
2 + 100					0		25				125	1	25			125					83	8,3	8,3		21	83	8	8		21		83		
2 + 125					0	1,25	6,3	1		5	125	1	6,3		3,8	125	8,3		4		83		83			83	17	58		42		83		
2 + 150					0	1,25	13		1,3		125	1			1	125	8,3			13	83		83			83	33		17			83		
2 + 175					0	1,25	50		1,3		125	1				125					83	83	8,3	34	4		83	33		17		83		
2 + 200					0	2,5	13				125	3		1		125					25	83		33	33		83	8		17		83		
2 + 225					0	2,5	13			6	125	3	13		6,3	125		8,3			83		83	25	83		83			42		83		
2 + 250					0	1,25	2,5		1,3		125	3			3	125	4,2				83	13	25			83	25		25			83		
2 + 275					0	1,25			1,3		125	4			4	125		42		33	83		67			83	25	25				83		
2 + 300					0		1,3	1			125				1	125	25	8,3			83		33			83	33	25				83		
2 + 325			9		63				13		63					63	33				83	25	33	25		83	13	33	25			83		
2 + 350			9	1,3	59				3,1		63		1,3			63				17	83		58	33		63			33			83		

FG : FISURA Y GRIETAS
 BT : BACHE TAPADO
 B : BACHE DESTAPADO

CL : CUERO DE LAGARTO
 ONDULACIONES Y DESPRENDIMIENTO
 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	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	FG	BT	B	CL	AT	
2 + 375		13	38	63				3		63					63	4,2		17		83						83					83	8			17	83
2 + 400				63	6,25			13		63					63				13	83				42	42					83		17		42	63	
2 + 425				88		8,8		13		88	0,9		13		88					83				8,3	75				83	4		8		83		
2 + 450				88		4,4	4,4			88	4	4,4	18		88					83				4,2	83				83	83				17	83	
2 + 475				88				18	4	88			18		88				4,2	83				83	83					83				1	83	
2 + 500				88				35	4	88			4		88				8,3	83				83	83				83	83	4			3	63	
2 + 525				88						88					88				25	83				25	83				83	83	4	4			83	
2 + 550				4	88					3	88					88				8,3	83				42	25				83	17				8	83
2 + 575		1		88						2	88					88					83									83	83					83
2 + 600				88						88					88					83									83	83					83	

FG : FISURA Y GRIETAS
 BT : BACHE TAPADO
 B : BACHE DESTAPADO

CL : CUERQ DE LAGARTO
 ONDULACIONES Y DESPRENDIMIENTO
 AT : AREA TOTAL

ANEXO C

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO:

PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

MUESTRAS:	BASE
-----------	------

ESTACION	GRANULOMETRIA	LIMITES	PROCTOR	CBR
0+250	X	L.L. N.P. L.P. N.P. I.P. N.P.	Gmax. 2225 Wopt. 6.7	100 PARA 95%
0+750	NO SE HACE	NO SE HACE	NO SE HACE	BASE ESTABILIZADA
1+750	NO SE HACE	NO SE HACE	NO SE HACE	BASE ESTABILIZADA
1+200	X	L.L. N.P. L.P. N.P. I.P. N.P.	Gmax. 2225 Wopt. 6.7	100 PARA 95%
2+250 (SUR)	X	NO SE HACE	NO SE HACE	BASE ESTABILIZADA
2+250 (NORTE)	NO SE HACE	NO SE HACE	NO SE HACE	BASE ESTABILIZADA

PROYECTO:

PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

MUESTRAS:	SUB-BASE
-----------	----------

ESTACION	GRANULOMETRIA	LIMITES	PROCTOR	CBR
0+250	X	L.L. N.P. L.P. N.P. I.P. N.P.	Gmax. 1936 Wopt. 10.3	26.0 PARA 95%
0+750	X	L.L. N.P. L.P. N.P. I.P. N.P.	Gmax. 1815 Wopt. 13.8	NO SE PUEDE HACER *
1+200	X	L.L. N.P. L.P. N.P. I.P. N.P.	Gmax. 1818 Wopt. 11.3	72.0 PARA 95%
1+750	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS
2+250	X (SUR)	L.L. N.P. L.P. N.P. I.P. N.P.	Gmax. 1818 Wopt. 11.3	72.0 PARA 95%
2+250	NO EXISTE SUB-BASE	NO EXISTE SUB-BASE	NO EXISTE SUB-BASE	NO EXISTE SUB-BASE

* El porcentaje de agregados gruesos es muy alto.

PROYECTO:

PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

MUESTRAS: SUB-RASANTE

ESTACION	GRANULOMETRIA	LIMITES	PROCTOR	CBR	HUMEDAD
0+250	X	L.L. 31.6 L.P. 18.4 I.P. 13.2	Gmax. 1185 Wopt. 41.5	2.5 PARA 95%	19.70%
0+750	X	L.L. 42.6 L.P. 31.2 I.P. 11.4	Gmax. 1310 Wopt. 28.7	5.1 PARA 95%	36.80%
1+200	X	L.L. 43.6 L.P. 30.9 I.P. 12.8	Gmax. 1304 Wopt. 33.7	2.4 PARA 95%	24.20%
1+750	X	L.L. 33.2 L.P. 21.2 I.P. 11.9	Gmax. 1483 Wopt. 26.4	8.3 PARA 95 %	29.80%
2+250 (SUR)	X	L.L. 42.3 L.P. 29.5 I.P. 12.8	Gmax. 1283 Wopt. 31.9	8.6 PARA 95%	36.10%
2+250 (NORTE)	X	L.L. 44.2 L.P. 27.7 I.P. 16.4	Gmax. 1368 Wopt. 30.5	2.75 PARA 95%	NO HAY DATOS

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

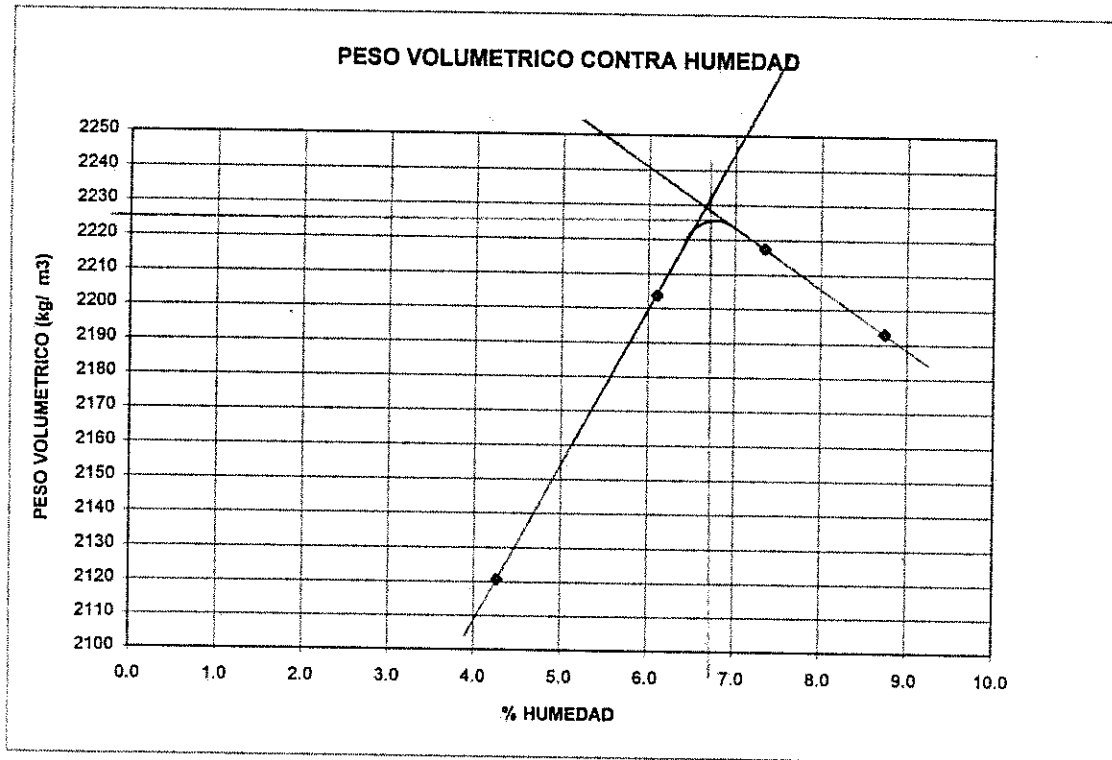
DESCRIPCION DE MATERIAL: **GRANULAR**
LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 250**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **BASE**
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6358	6478	6518	6522			
P molde	4270	4270	4270	4270			
Ww	2088	2208	2248	2252			
$\delta\omega$	2211	2338	2381	2385			
δs	2121	2204	2218	2193			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	64	18	63	98
Ww + Wc	538.4	482.0	708.2	737.8
Ws + Wc	518.0	456.6	662.4	681.6
Ww	20.4	25.4	45.8	56.2
Wc	40.0	40.4	39.4	38.9
Ws	478.0	416.2	623.0	642.7
%W	4.3	6.1	7.4	8.7



δ_{max} : 2225
 W_{opt} : 6.7%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
MUESTRA No:
LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

$X_m = 2225$ $W_o = 6.7 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X _m	X _s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12266												
56	6	7381	4885	2300	2167	97.4	106	416.9	395.2	38.6		21.7	356.6	6.1
		12198												
28	8	7450	4748	2243	2113	95.0	53	429.1	406.6	40.8		22.5	365.8	6.2
		11800												
14	33	7215	4585	2166	2041	91.7	53	429.1	406.6	40.8		22.5	365.8	6.2
														6.2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA				EXTENSOMETRO				% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D
6			327.0		327.0	327.0	327.0					0.0	0.0	0.0
8			439.0		439.0	439.0	439.0					0.0	0.0	0.0
33			354.0		354.0	354.0	354.0					0.0	0.0	0.0

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	34.0	92.0	182.0	267.0	449.0	635.0	840.0	1033.0		
6	0.06	8.084	21.772	43.012	63.072	106.02	149.92	198.3	243.85		
	0.0	44.0	102.0	175.0	243.0	377.0	534.0	674.0	832.0	960.0	
8	0.06	10.444	24.132	41.36	57.408	89.032	126.08	159.12	196.41	226.62	
	0.0	32.0	72.0	119.0	162.0	262.0	345.0	429.0	515.0	598.0	680.0
33	0.06	7.612	17.052	28.144	38.292	61.892	81.48	101.3	121.6	141.19	160.54

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.
69.87 156.41 97.4
57.41 126.08 95.0
42.31 84.60 91.7

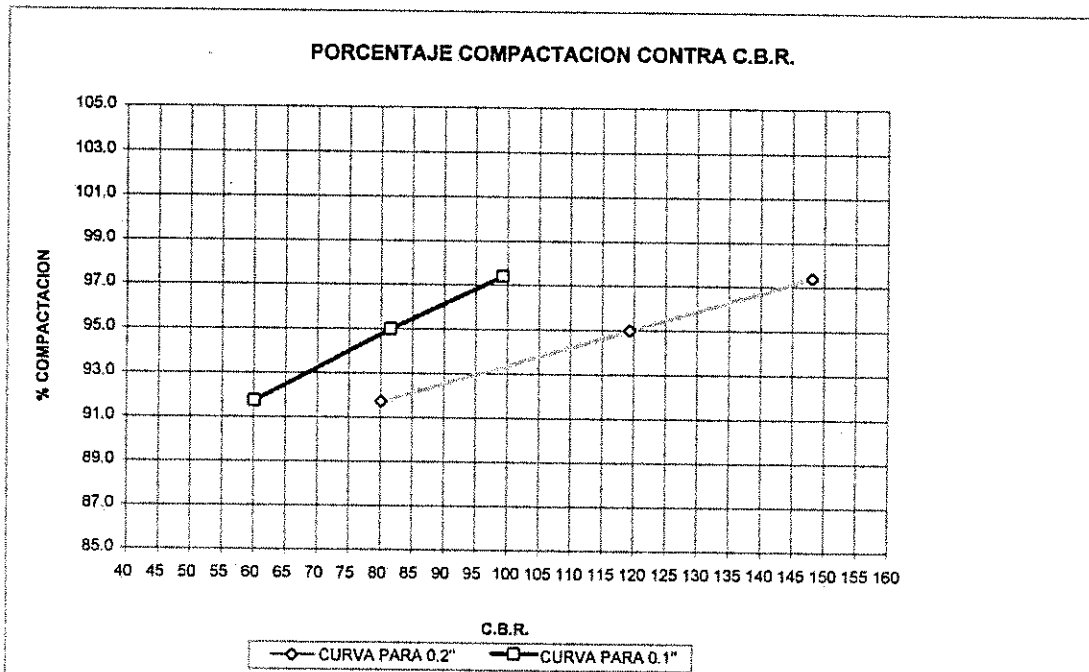
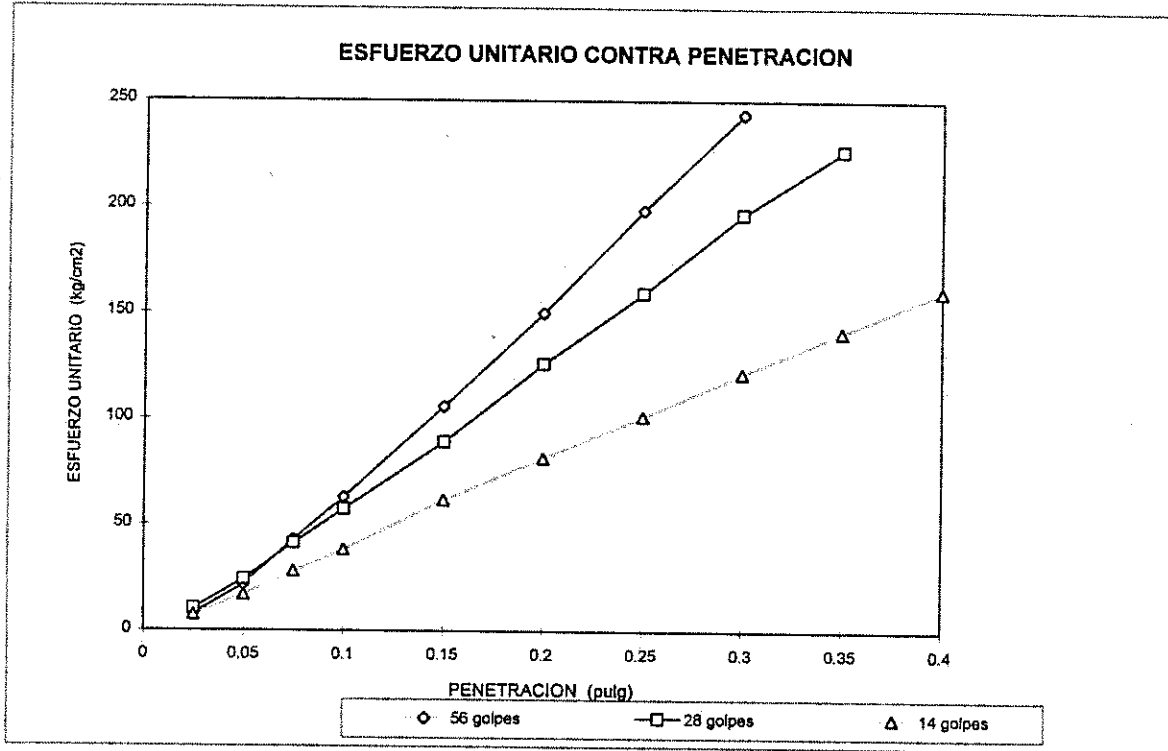
CORREGIDOS

0.1 0.2
99.25 148.12
81.55 119.39
60.10 80.11

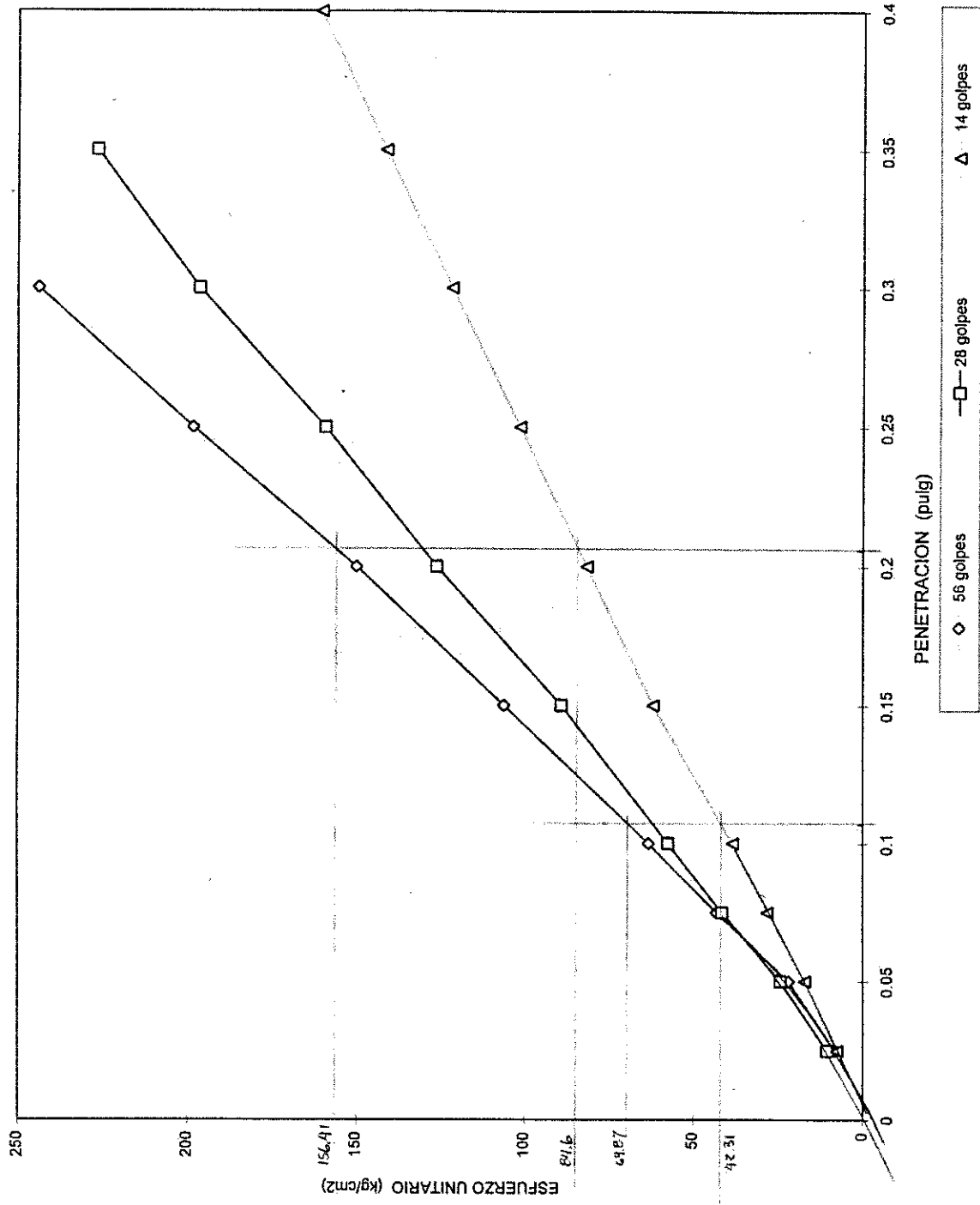
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: CASCAJO COLOR BLANCO
LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250

CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBBASE

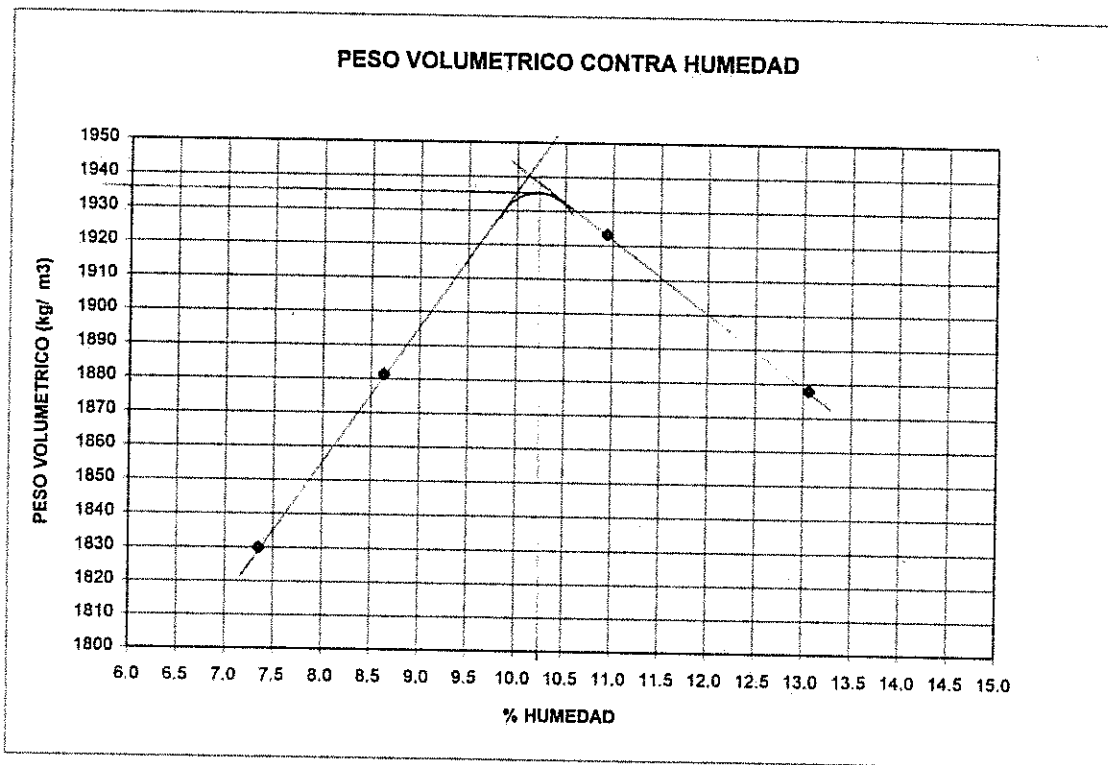
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6115	6190	6200	6040			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1930	2005	2015	1855			
$\delta\omega$	2044	2123	2134	1964			
δs	1881	1878	1923	1830			

CONTENIDO DE HUMEDAD.

No. CAPSULA	22	4	47	5
Ww + Wc	484.7	509.8	521.6	528.3
Ws + Wc	454.8	462.6	479.8	498.6
Ww	29.9	47.2	41.8	29.7
Wc	108.5	101.2	97.9	94.5
Ws	346.3	361.4	381.9	404.1
%W	8.6	13.1	10.9	7.3



γ_{max} : 1936
 W_{opt} : 10.3 %

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: CASCAJO COLOR BLANCO
MUESTRA No:
LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

$\delta m =$ 1936 $W_o =$ 10.3 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	ww	δm	δs	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11733												
56	37	7162	4571	2152	1948	100.6	45	585.0	534.6	98.1		50.4	436.5	11.5
		11692												
28	14	7146	4546	2148	1944	100.4	30	505.0	465.4	97.2		39.6	368.2	10.8
		11667												
14	1	7338	4329	2045	1851	95.6	15	492.6	456.2	101.3		36.4	354.9	10.3
														10.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
37			368.0	368.0	368.0	368.0	370.0	0.0	0.0	0.0	0.5
14			286.0	286.0	286.0	286.0	286.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1			364.0	364.0	364.0	369.0	370.0	0.0	0.0	1.4	1.6

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	12.0	36.0	63.0	96.0	175.0	245.0	316.0	380.0	446.0	513.0
37	0.06	2.892	8.556	14.928	22.716	41.36	57.88	74.636	89.74	105.32	121.13
	0.0	21.0	49.0	80.0	123.0	207.0	276.0	348.0	406.0	470.0	528.0
14	0.06	5.016	11.624	18.94	29.088	48.912	65.196	82.188	95.876	110.98	124.67
	0.0	15.0	31.0	47.0	64.0	100.0	140.0	180.0	212.0	238.0	262.0
1	0.06	3.6	7.376	11.152	15.164	23.66	33.1	42.54	50.092	56.228	61.892

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.
25.80	60.80	100.6
29.09	65.20	100.4
16.60	34.60	95.6

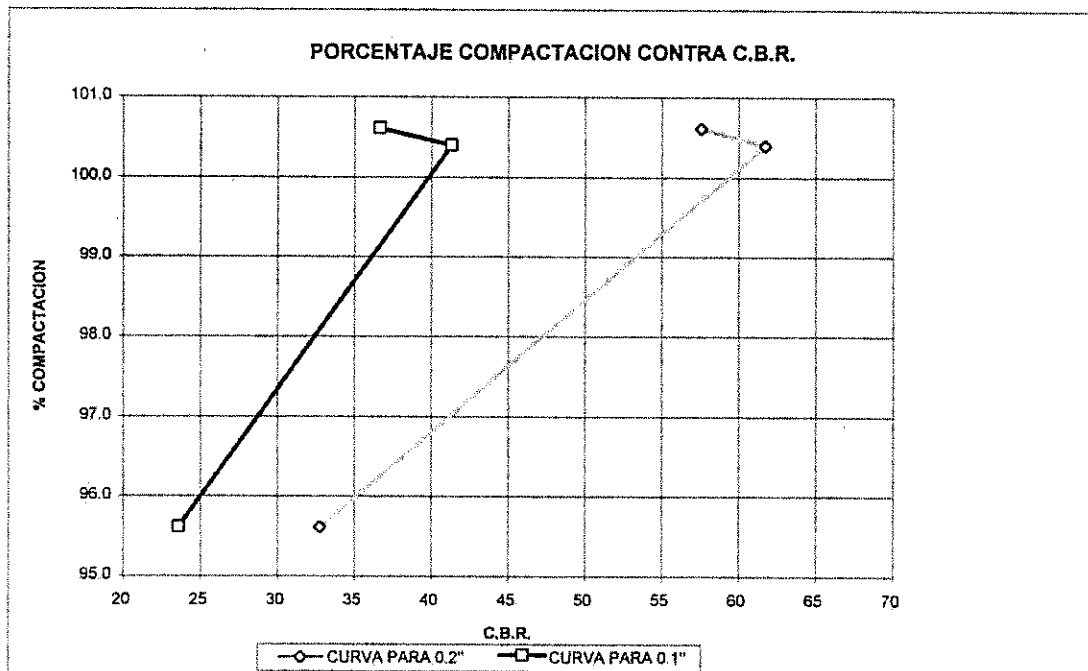
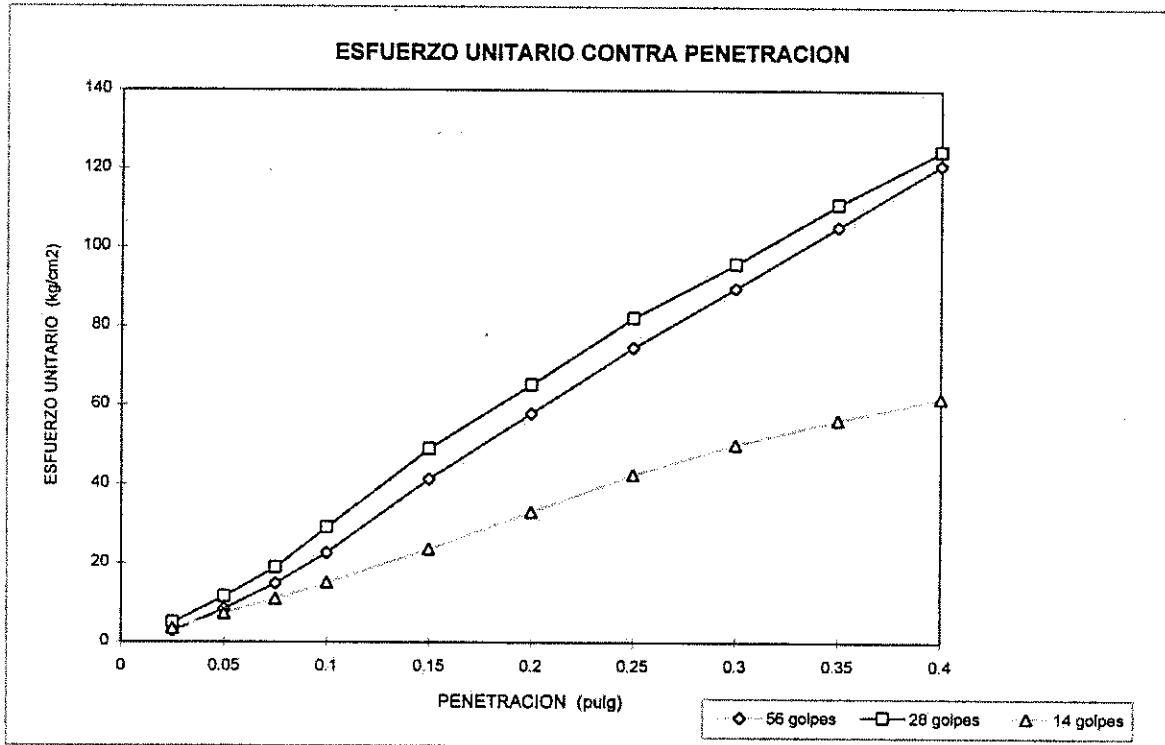
CORREGIDOS

0.1	0.2
36.65	57.58
41.32	61.74
23.58	32.77

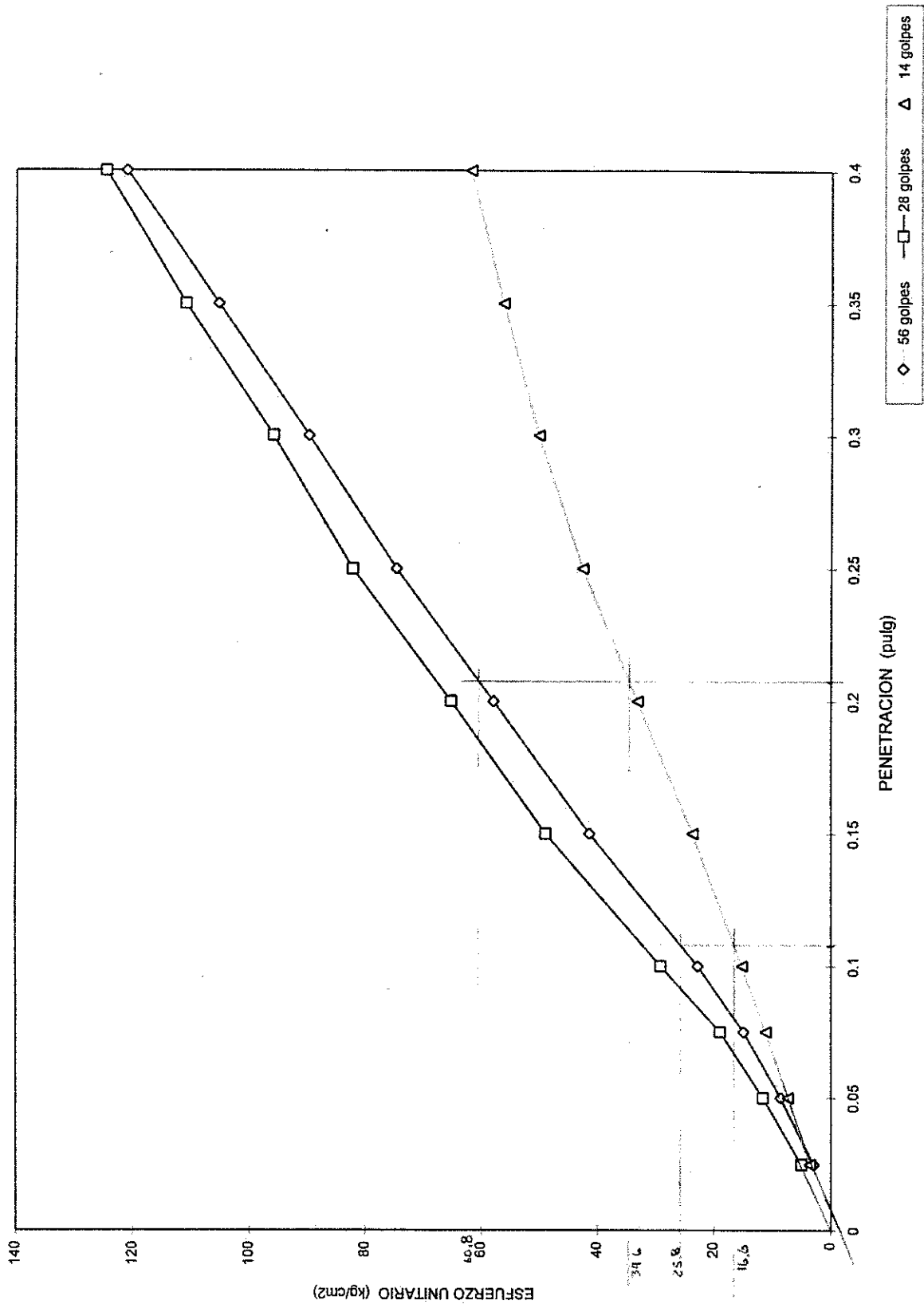
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: CASCAJO COLOR BLANCO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

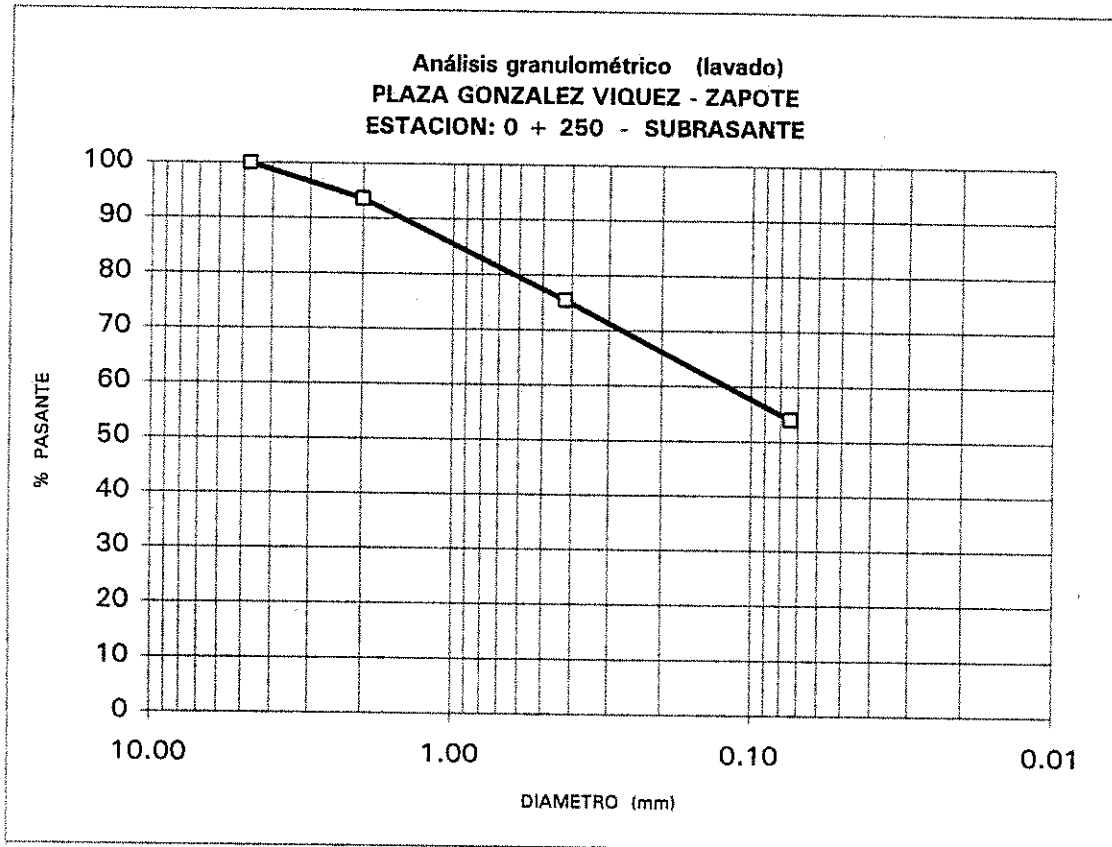
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995 MUESTRA: SUBRASANTE
PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE ESTACION: 0 + 250

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs. PESO FINAL: 231.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	32.0	6.4	6.4	93.6	
#40	91.0	18.2	24.6	75.4	
#200	107.0	21.4	46.0	54.0	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **PLAZA VIQUEZ - ZAPOTE**

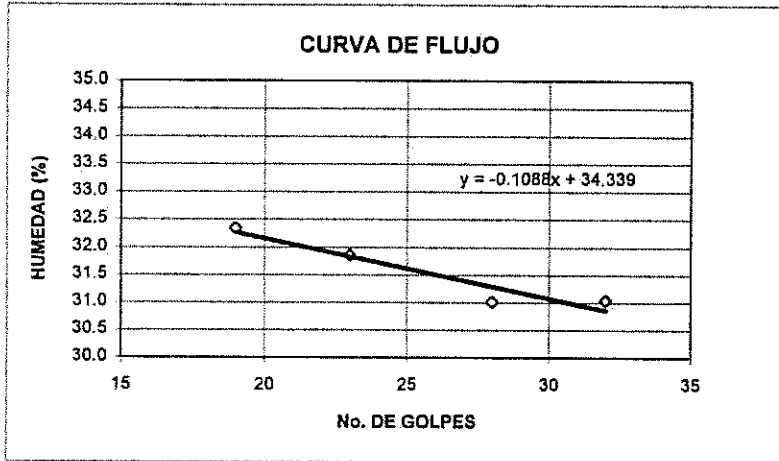
DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 250**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	28	23	19	
Wc + Ww (gr.)	37.79	32.12	32.15	31.76	
Wc + Ws (gr.)	34.38	28.89	28.89	28.61	
Ww	3.413	3.231	3.254	3.148	
Wc	23.39	18.48	18.68	18.88	
Ws	10.99	10.42	10.21	9.733	
% W	31.0	31.0	31.9	32.3	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	3	43	53
Wc + Ww (gr.)	13.85	14.02	14.07
Wc + Ws (gr.)	13.39	13.57	13.63
Ww	0.459	0.454	0.445
Wc	10.9	11.11	11.2
Ws	2.495	2.46	2.429
% W	18.4	18.5	18.3
PROMEDIO			18.4



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	31.6
LIMITE PLASTICO	18.4
INDICE DE PLASTICIDAD	13.2

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

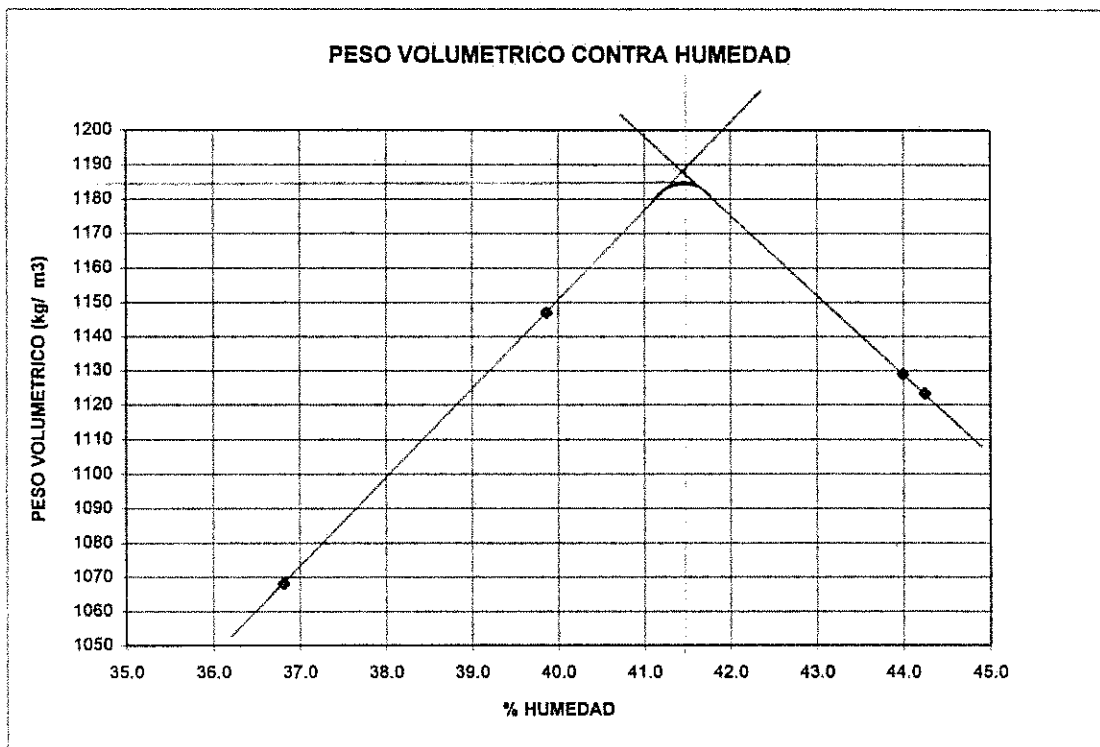
DESCRIPCION DE MATERIAL: ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5565	5715	5700	5720			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1380	1530	1515	1535			
$\delta\omega$	1461	1620	1604	1626			
δs	1068	1123	1147	1129			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	39	21	16	32
Ww + Wc	483.3	489.2	485.7	441.7
Ws + Wc	380.7	370.0	378.9	339.9
Ww	102.6	119.2	106.8	101.8
Wc	102.0	100.6	111.0	108.5
Ws	278.7	269.4	267.9	231.4
%W	36.8	44.2	39.9	44.0



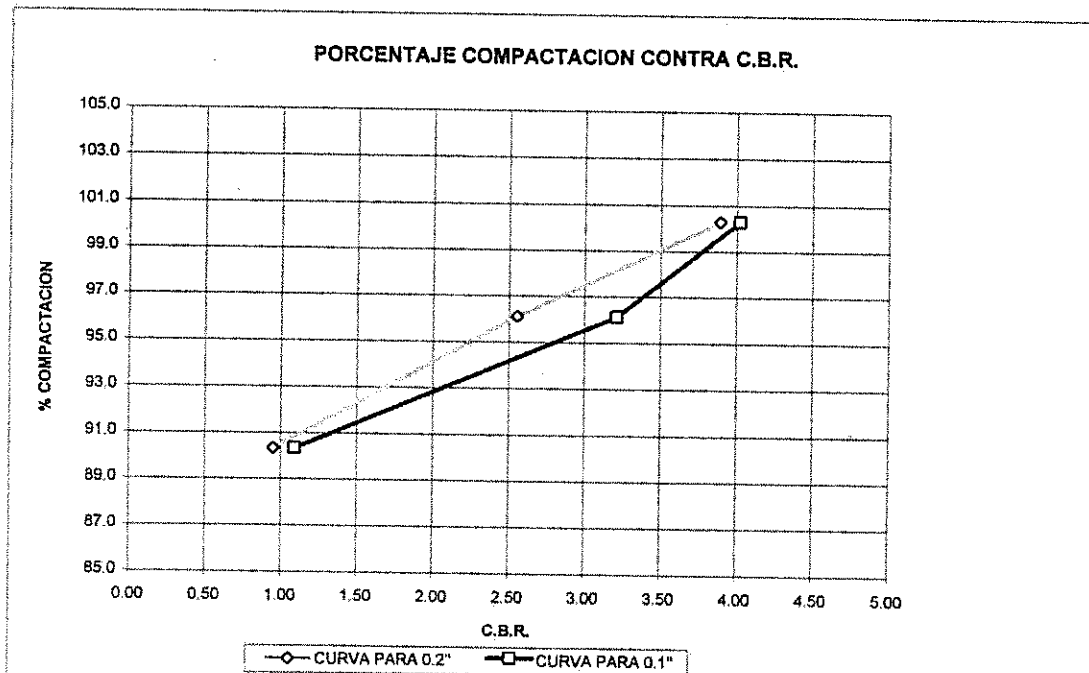
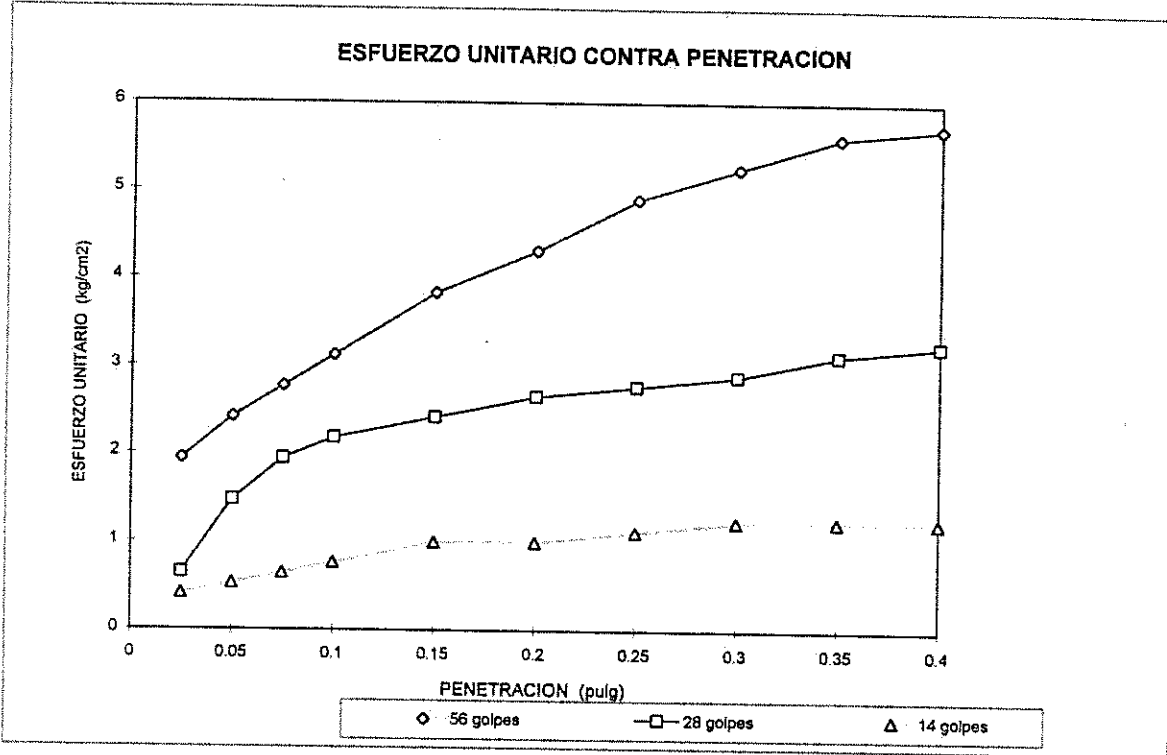
P_{max} : 1185
 W_{opt} : 41.5%

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO LIMOSO - COLOR CAFE CLARO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250
 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 PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO LIMOSO - COLOR CAFE CLARO

MUESTRA No:

LOCALIZACION: ESTACION 0 + 250

CARACTERIZACION DE MUESTRA:

SUBRASANTE

Xm = 1175 Ww: 41.7 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10750												
56	36	7186	3564	1678	1179	100.3	37	415.1	331.7	129.4		83.4	202.3	41.2
		10587												
28	16	7183	3404	1608	1129	96.1	8-9	398.6	316.5	123.4		82.1	193.1	42.5
		10542												
14	7	7342	3200	1512	1062	90.4	39	405.1	315.0	102.0		90.1	213.0	42.3
														42.4

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
36			291.0	320.0	333.0		334.0	10.0	14.4		14.8
16			258.0	265.0	305.0		306.0	2.7	18.2		18.6
7			332.0	397.0	403.0		406.0	19.6	21.4		22.3

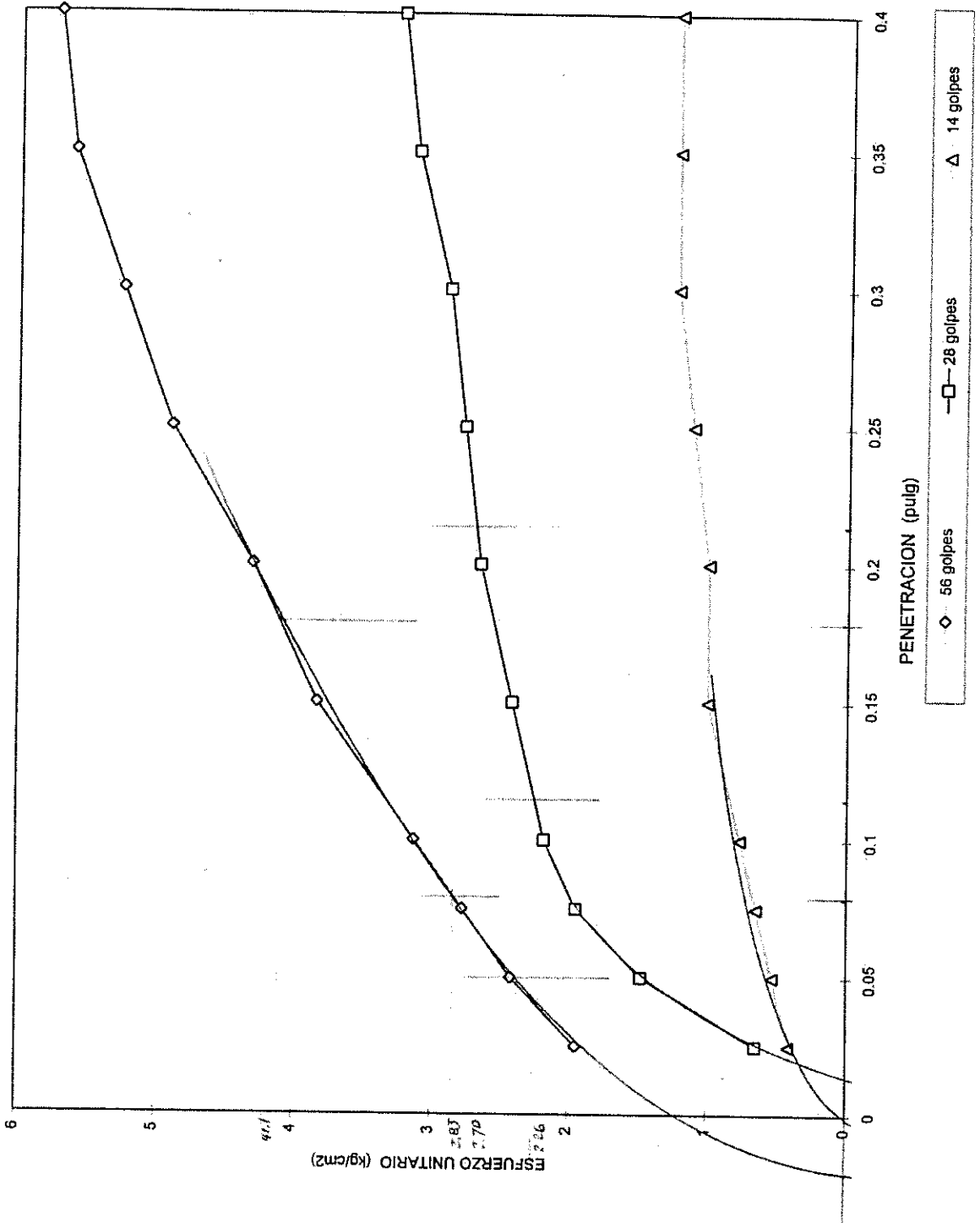
ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	Lo	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	8.0	10.0	11.5	13.0	16.0	18.0	20.5	22.0	23.5	24.0
36	0.06	1.948	2.42	2.774	3.128	3.836	4.308	4.898	5.252	5.606	5.724
	0.0	2.5	6.0	8.0	9.0	10.0	11.0	11.5	12.0	13.0	13.5
16	0.06	0.65	1.476	1.948	2.184	2.42	2.656	2.774	2.892	3.128	3.246
	0.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.0	4.5	5.0	5.0	5.0
7	0.06	0.414	0.532	0.65	0.768	1.004	1.004	1.122	1.24	1.24	1.24

Valores corregidos para x

x =			No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
	0.1	0.2	56	2.83	4.11	100.3	4.02	3.89
	0.1	0.2	28	2.26	2.70	96.1	3.21	2.56
	0.1	0.2	14	0.77	1.00	90.4	1.09	0.95

ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

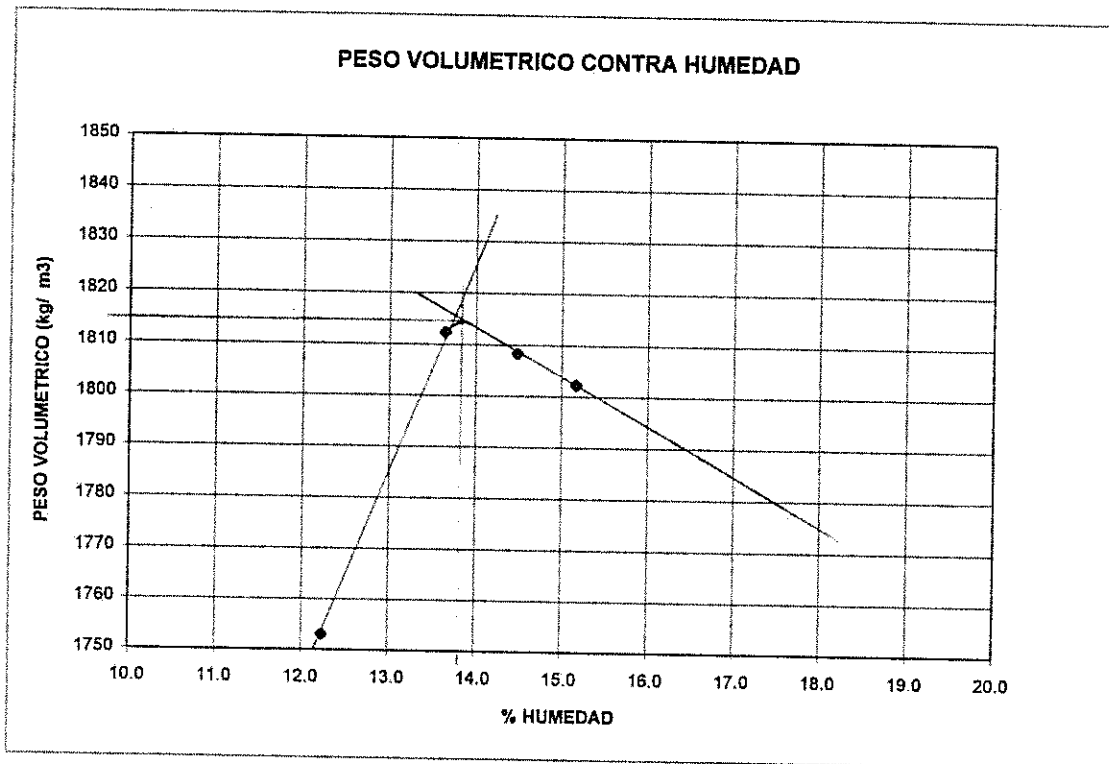
DESCRIPCION DE MATERIAL: LASTRE DE COLOR GRISACEO
LOCALIZACION: ESTACION 0 + 750
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6043	6145	6130	6140			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1858	1960	1945	1955			
δ_w	1968	2076	2060	2070			
δ_s	1753	1802	1812	1808			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	5-1	8-9	3-1	2-A
Ww + Wc	472.6	490.9	534.6	452.3
Ws + Wc	434.3	442.5	485.5	410.9
Ww	38.3	48.4	49.1	41.4
Wc	121.3	123.4	125.7	125.1
Ws	313.0	319.1	359.8	285.8
%W	12.2	15.2	13.6	14.5



γ_{max} : 1815
 W_{opt} : 13.8%

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

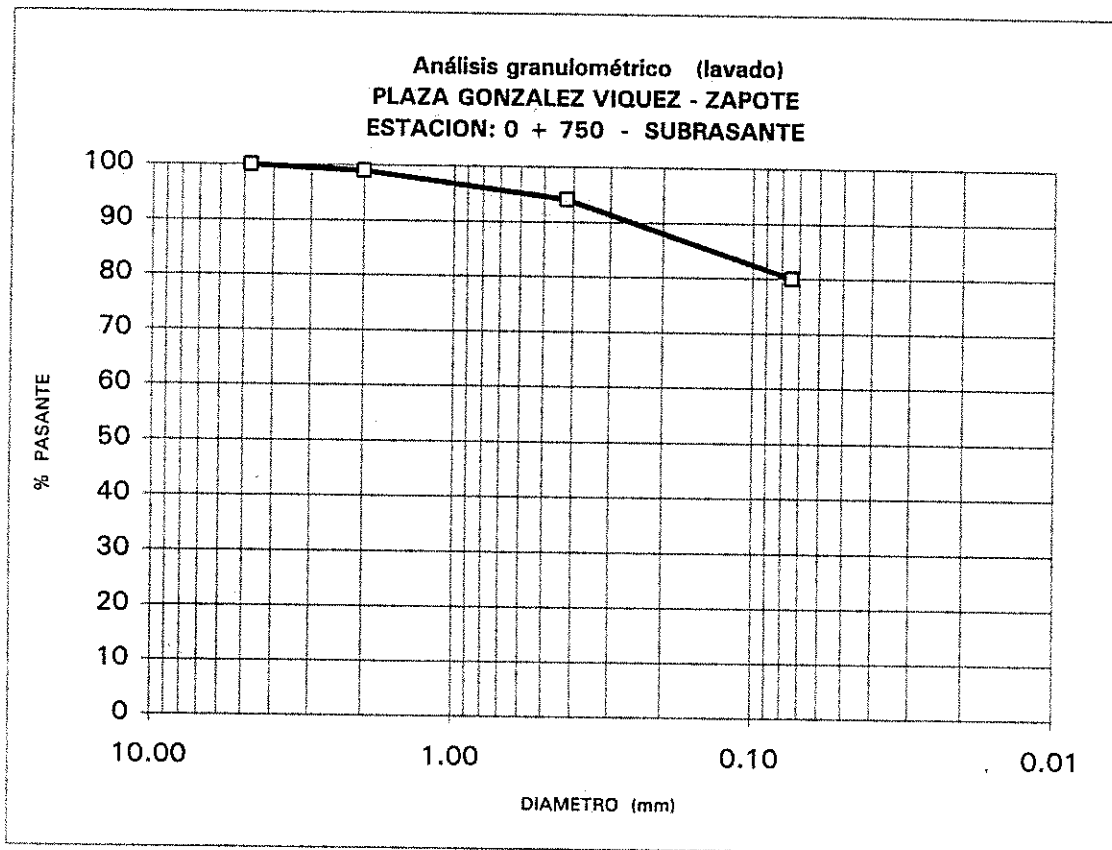
ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA	MARZO -1995	MUESTRA:	SUBRASANTE
PROYECTO	PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE	ESTACION:	0 + 750

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL:	450.0 grs.	PESO FINAL:	91.5 grs.
---------------	------------	-------------	-----------

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	4.5	1.0	1.0	99.0	
#40	22.0	4.9	5.9	94.1	
#200	63.5	14.1	20.0	80.0	



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

LIMITES DE ATTERBERG

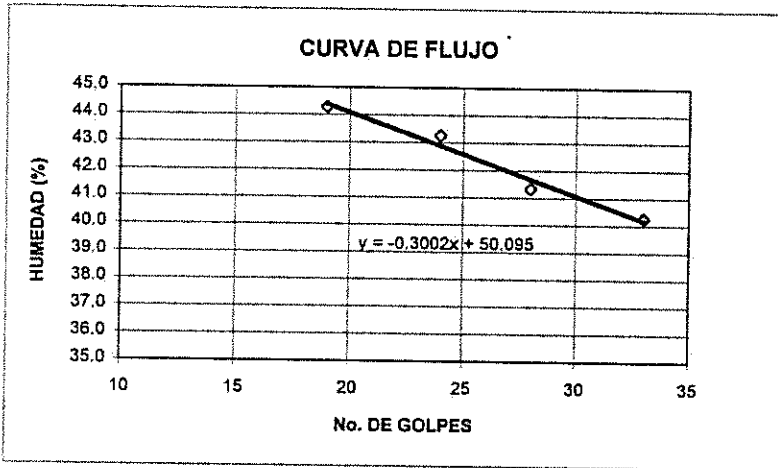
FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO DE COLOR CAFE
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	33	28	24	19	15
Wc + Ww (gr.)	28.04	25.55	27.15	25.52	27.15
Wc + Ws (gr.)	25.36	22.89	24.7	23.4	24.53
Ww	2.675	2.661	2.453	2.129	2.624
Wc	18.72	16.45	19.03	18.59	18.76
Ws	6.641	6.436	5.671	4.808	5.768
% W	40.3	41.3	43.3	44.3	45.5

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	53		3
Wc + Ww (gr.)	14.91		14.1
Wc + Ws (gr.)	14.02		13.33
Ww	0.885		0.764
Wc	11.19		10.88
Ws	2.836		2.451
% W	31.2		31.2
PROMEDIO			31.2



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	42.6
LIMITE PLASTICO	31.2
INDICE DE PLASTICIDAD	11.4

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

PRUEBA DE COMPACTACION

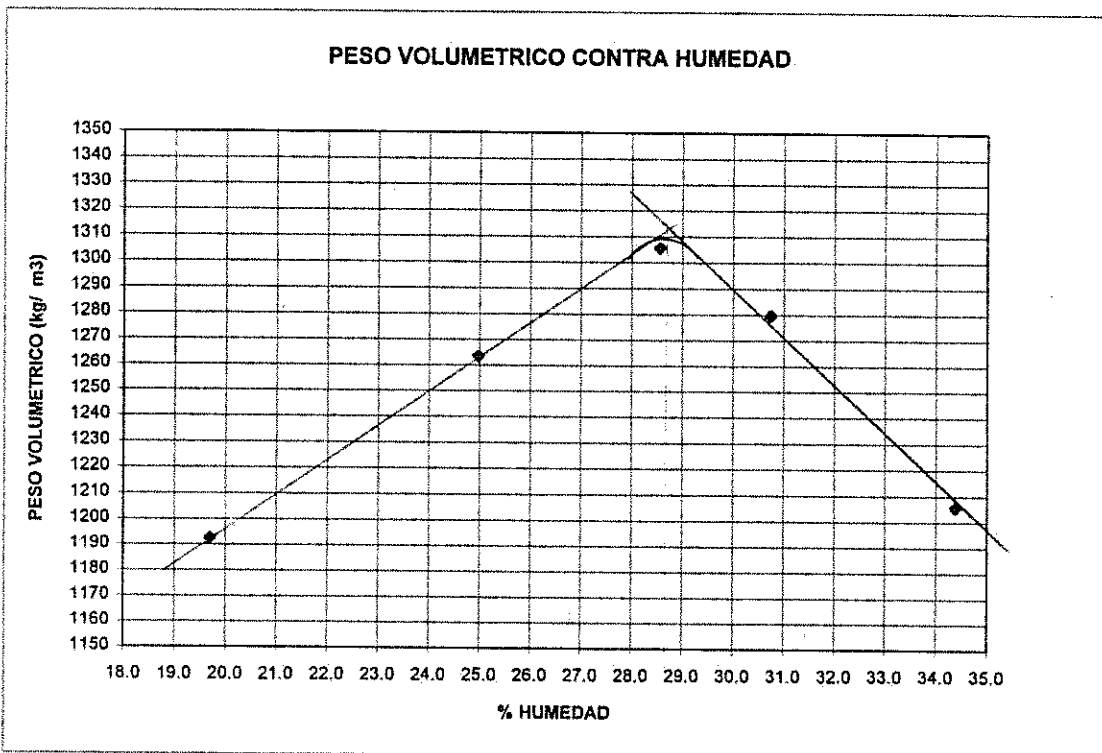
FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO CON NEGRO
 LOCALIZACION: ESTACION 0 +750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5618	5761	5850	5800	5855		
P molde	4270	4270	4270	4270	4270		
Ww	1348	1491	1580	1530	1585		
$\delta\omega$	1428	1579	1673	1620	1679		
δs	1193	1263	1280	1206	1306		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	047	X1	45	71	5-3
Ww + Wc	379.2	389.0	390.5	386.0	384.1
Ws + Wc	332.3	333.6	321.6	315.2	322.1
Ww	46.9	55.4	68.9	70.8	62.0
Wc	94.2	111.8	97.5	109.3	105.0
Ws	238.1	221.8	224.1	205.9	217.1
%W	19.7	25.0	30.7	34.4	28.6



$\gamma_{max} = 1310$
 $W_{opt.} = 28.7\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **SUELO LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO Y NEGRO**

MUESTRA No:

LOCALIZACION: **ESTACION 0 + 750**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE** X_m = 1310 W_a: 28.7 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X _m	X _s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	W _c	e	Ww	Ws	%W
		10700												
56	38	7165	3535	1665	1297	99.0	2	322.8	276.4	117.8		46.4	158.6	29.3
		10516												
28	11	7171	3345	1581	1232	94.0	61	347.4	297.8	127.6		49.6	170.2	29.1
		10485												
14	4	7365	3120	1474	1149	87.7	80	348.1	298.6	118.4		49.5	180.2	27.5
														28.3

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
38			298.0	336.0	338.0	340.0	340.0	12.8	13.4	14.1	14.1
11			214.0	241.0	244.0	245.0	245.0	12.6	14.0	14.5	14.5
4			220.0	243.0	246.0	246.0	246.0	10.5	11.8	11.8	11.8

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	12.0	17.5	21.5	26.0	32.5	37.5	41.0	46.0	50.0	54.0
38	0.06	2.892	4.19	5.134	6.196	7.73	8.91	9.736	10.916	11.86	12.804
	0.0	6.5	10.0	13.0	14.5	17.0	20.0	22.0	23.5	25.0	26.5
11	0.06	1.594	2.42	3.128	3.482	4.072	4.78	5.252	5.606	5.96	6.314
	0.0	3.0	4.5	5.5	6.5	7.5	9.0	10.5	11.5	12.5	13.5
4	0.06	0.768	1.122	1.358	1.594	1.83	2.184	2.538	2.774	3.01	3.246

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.
5.01	8.14	99.0
3.27	4.73	94.0
1.50	2.15	87.7

CORREGIDOS

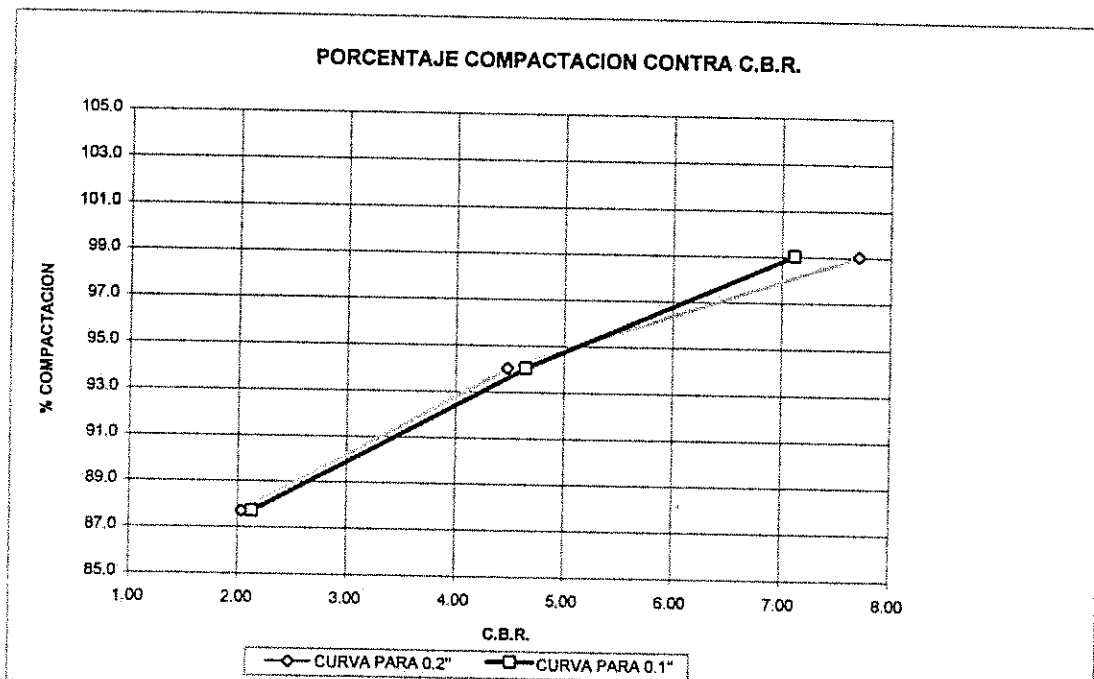
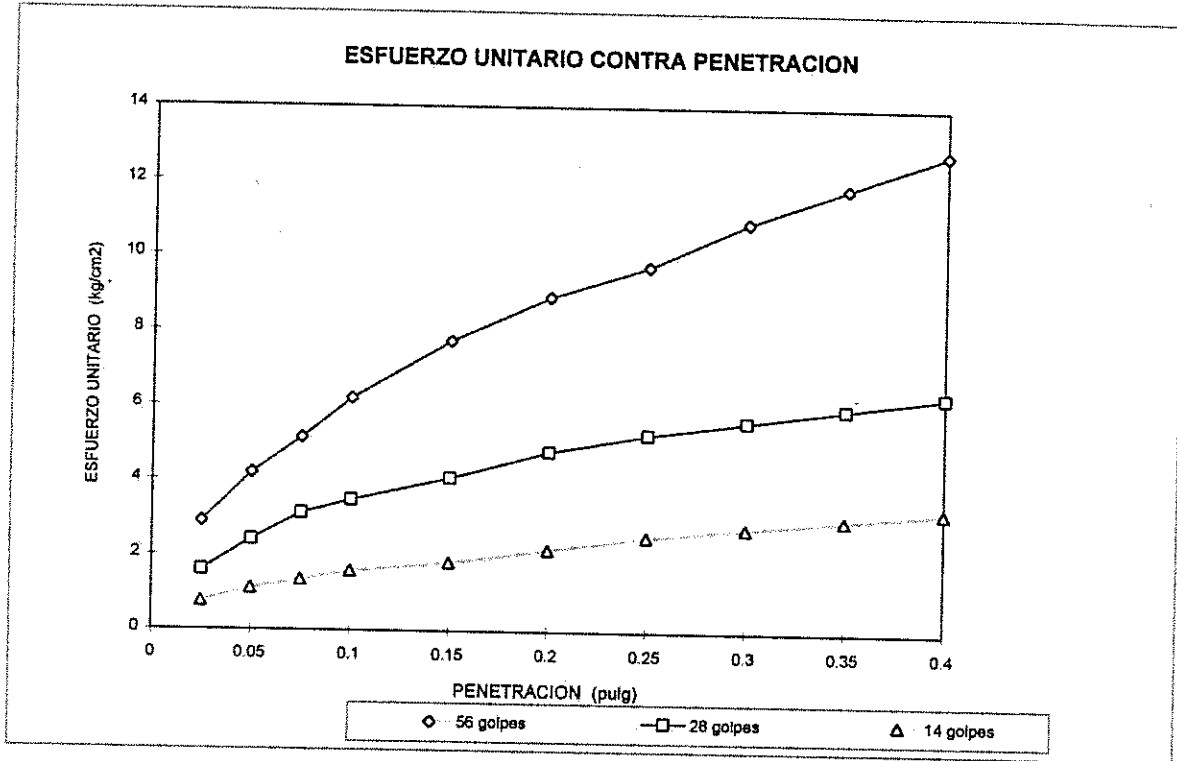
0.1	0.2
7.12	7.71
4.64	4.48
2.13	2.04

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

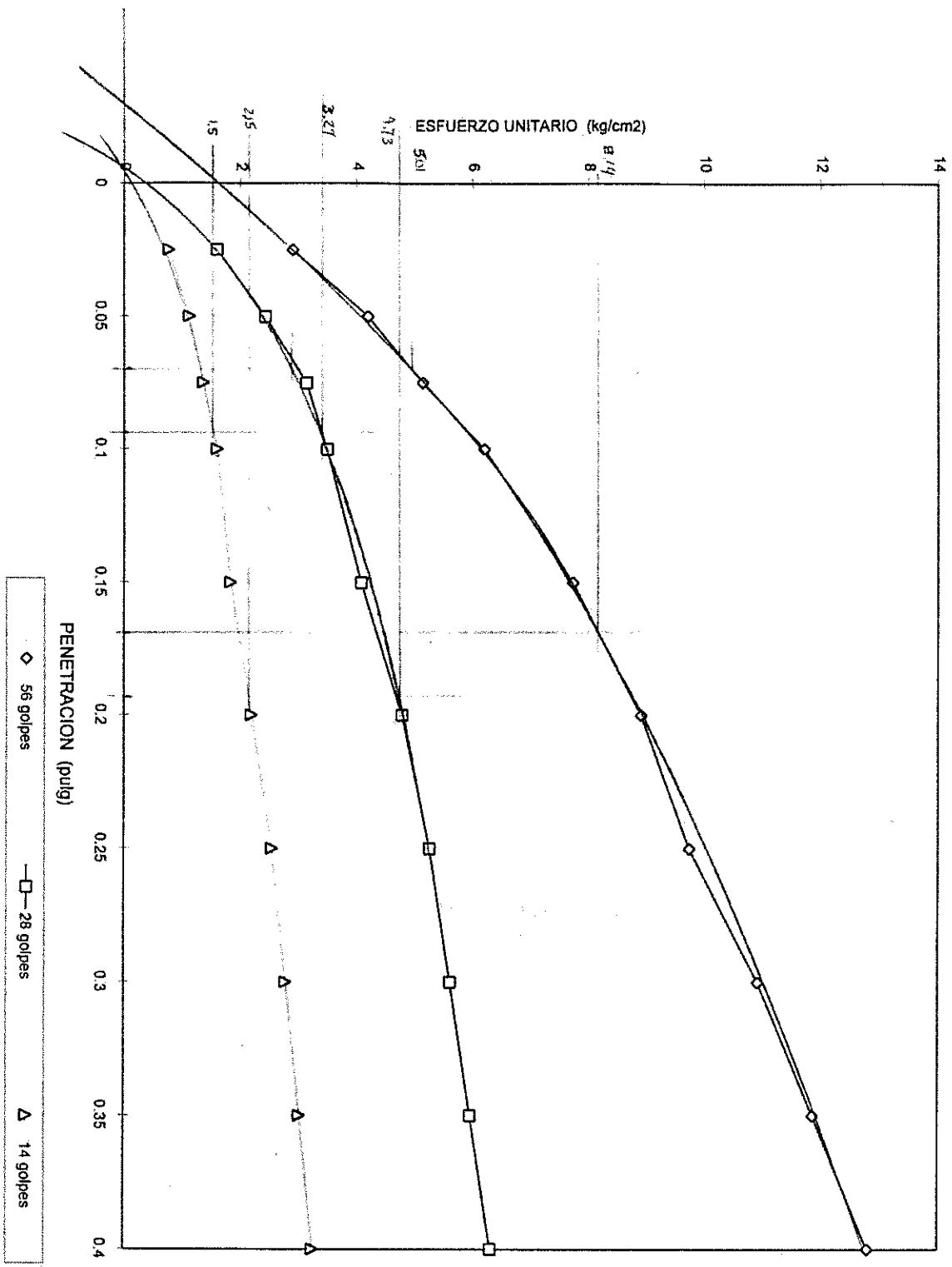
PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO LIMO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO Y NEGRO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 0 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
MUESTRA No:
LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE

Xm = 2225 Wo: 6.7 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		12266												
56	6	7381	4885	2300	2167	97.4	106	416.9	395.2	38.6		21.7	356.6	6.1
		12198												
28	8	7450	4748	2243	2113	95.0	53	429.1	406.6	40.8		22.5	365.8	6.2
		11800												
14	33	7215	4585	2166	2041	91.7	53	429.1	406.6	40.8		22.5	365.8	6.2
														6.2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA				EXTENSOMETRO				% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D
6			327.0		327.0	327.0	327.0				0.0	0.0	0.0	
8			439.0		439.0	439.0	439.0				0.0	0.0	0.0	
33			354.0		354.0	354.0	354.0				0.0	0.0	0.0	

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	34.0	92.0	182.0	267.0	449.0	635.0	840.0	1033.0		
6	0.06	8.084	21.772	43.012	63.072	106.02	149.92	198.3	243.85		
	0.0	44.0	102.0	175.0	243.0	377.0	534.0	674.0	832.0	960.0	
8	0.06	10.444	24.132	41.36	57.408	89.032	126.08	159.12	196.41	226.62	
	0.0	32.0	72.0	119.0	162.0	262.0	345.0	429.0	515.0	598.0	680.0
33	0.06	7.612	17.052	28.144	38.292	61.892	81.48	101.3	121.6	141.19	160.54

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.
69.87	156.41	97.4
57.41	126.08	95.0
42.31	84.60	91.7

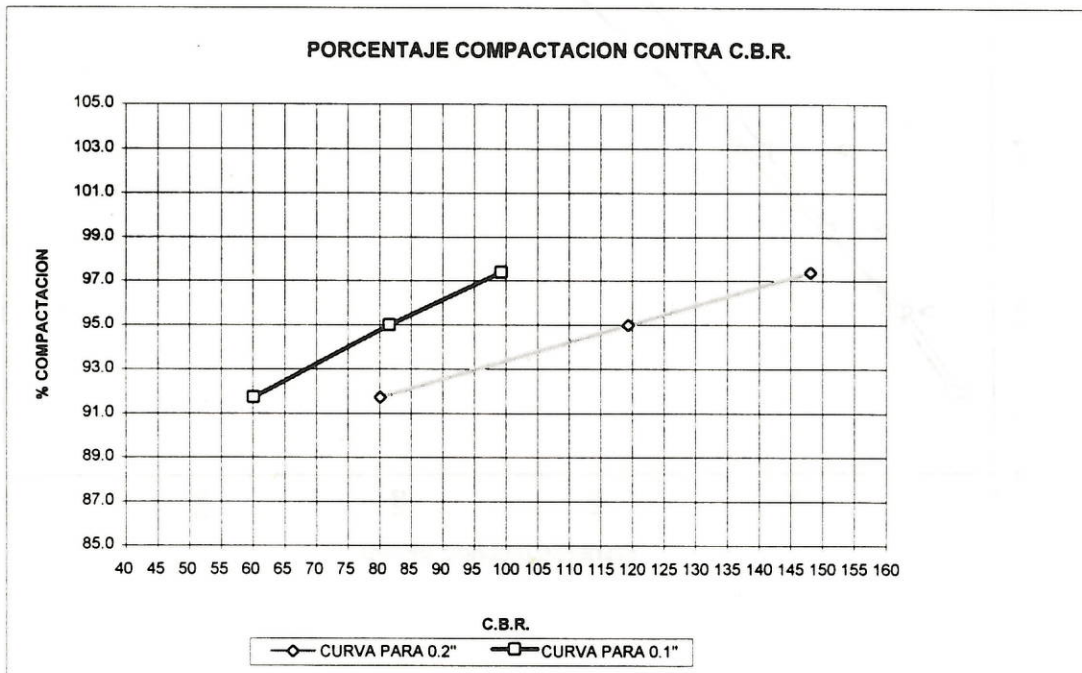
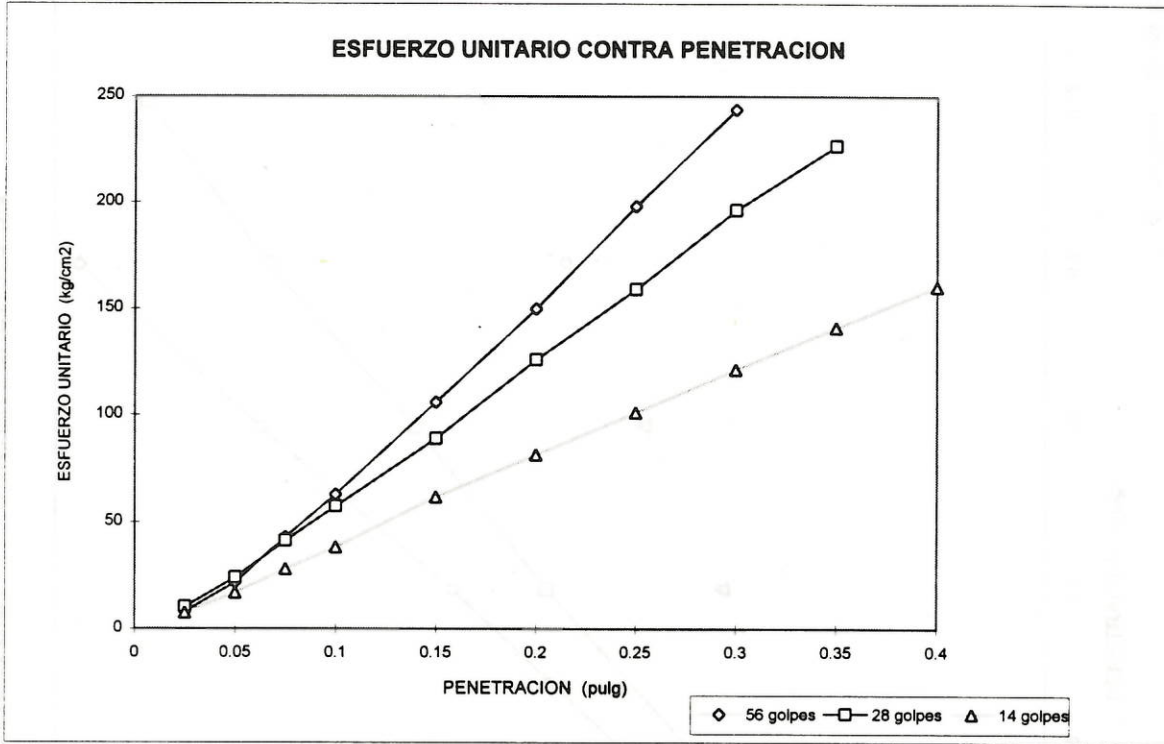
CORREGIDOS

0.1	0.2
99.25	148.12
81.55	119.39
60.10	80.11

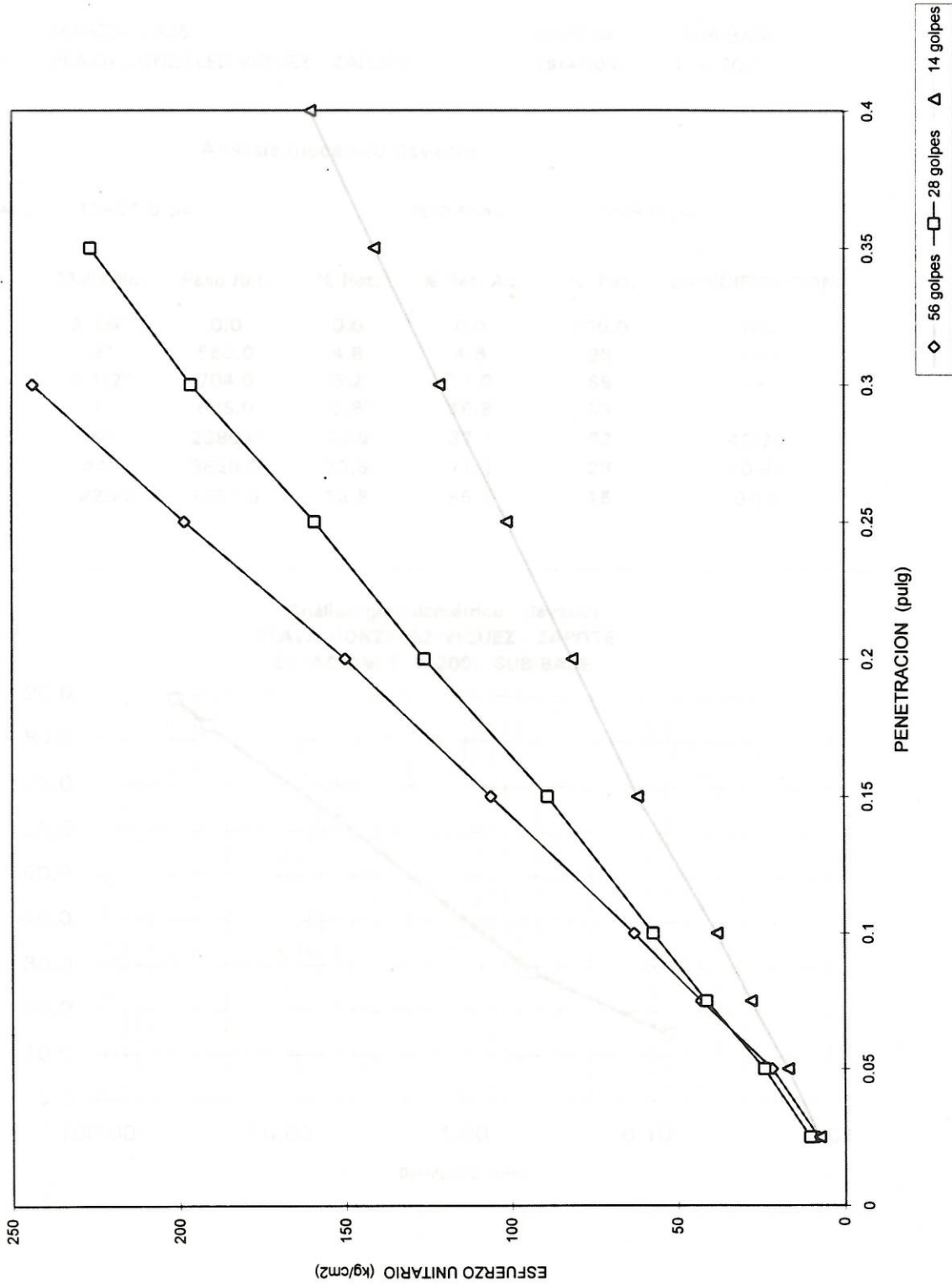
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: BASE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE**

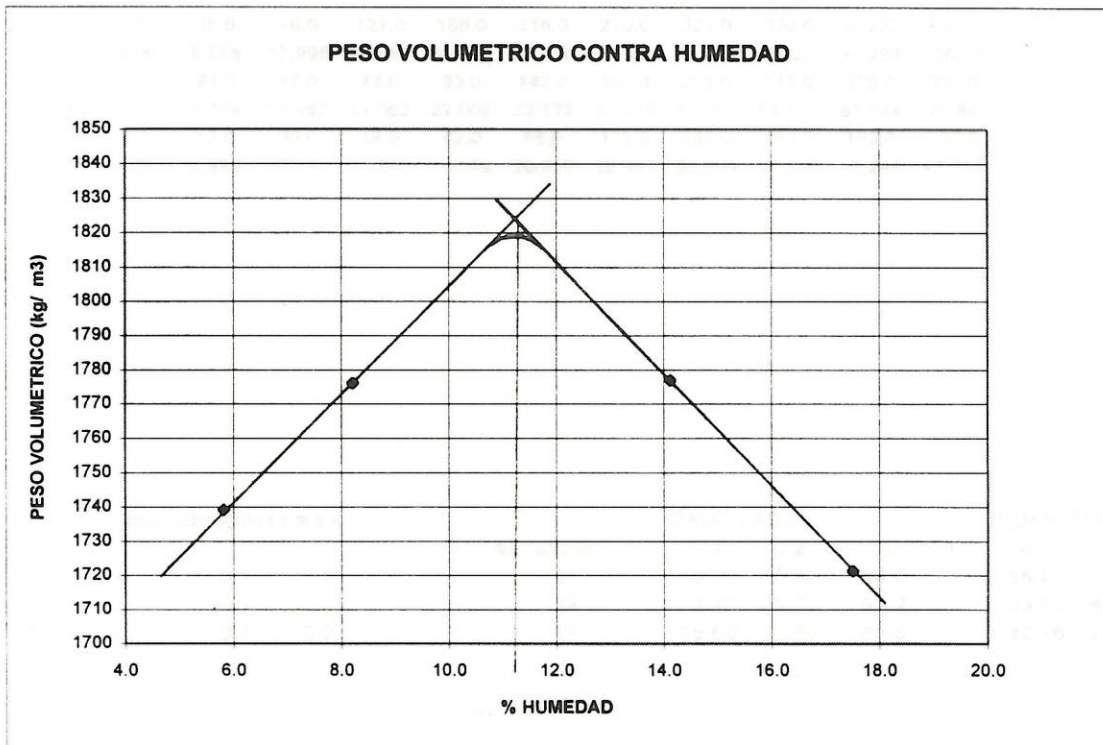
DESCRIPCION DE MATERIAL: **GRANULAR**
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 200**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6008	6085	6185	6180			
P molde	4270	4270	4270	4270			
Ww	1738	1815	1915	1910			
$\delta\omega$	1841	1922	2028	2023			
δs	1739	1776	1777	1721			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	61	80	18A	106
Ww + Wc	497.0	470.8	466.2	406.4
Ws + Wc	471.8	437.8	413.4	351.6
Ww	25.2	33.0	52.8	54.8
Wc	39.0	36.0	39.5	38.6
Ws	432.8	401.8	373.9	313.0
%W	5.8	8.2	14.1	17.5



Max. 1813
 Wp = 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: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
MUESTRA No.:
LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE

Xm = 1818 Wo: 11.3 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10900												
56	31	6896	4004	1885	1709	94.0	63	416.2	382.0	39.4		34.2	342.6	10.0
		12310												
28	15	8397	3913	1849	1676	92.2	69	377.5	345.6	39.4		31.9	306.2	10.4
		10957												
14	11	7202	3755	1774	1608	88.5	58	414.0	379.3	40.0		34.7	339.3	10.2
														10.3

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION					
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	
31			455.0	455.0	456.0	457.0	457.0		0.0	0.2	0.4	0.4
15			298.0	298.0	298.0	299.0	299.0		0.0	0.0	0.3	0.3
11			334.0	336.0	336.0	337.0	337.0		0.6	0.6	0.9	0.9

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	36.0	76.0	121.0	156.0	216.0	270.0	321.0	370.0	412.0	452.0
31	0.06	8.556	17.996	28.616	36.876	51.036	63.78	75.816	87.38	97.292	106.73
	0.0	24.0	47.0	72.0	93.0	142.0	181.0	212.0	241.0	269.0	300.0
15	0.06	5.724	11.152	17.052	22.008	33.572	42.776	50.092	56.936	63.544	70.86
	0.0	12.0	30.0	48.0	62.0	86.0	112.0	139.0	163.0	183.0	207.0
11	0.06	2.892	7.14	11.388	14.692	20.356	26.492	32.864	38.528	43.248	48.912

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.
40.00	66.30	94.0
23.30	43.70	92.2
15.60	27.80	88.5

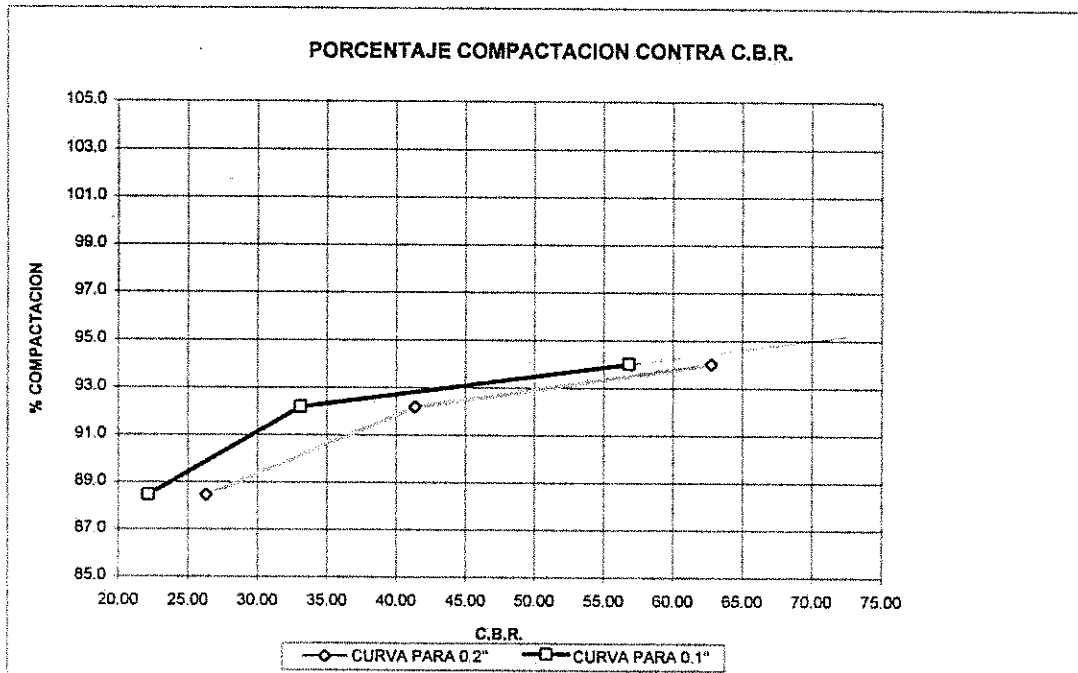
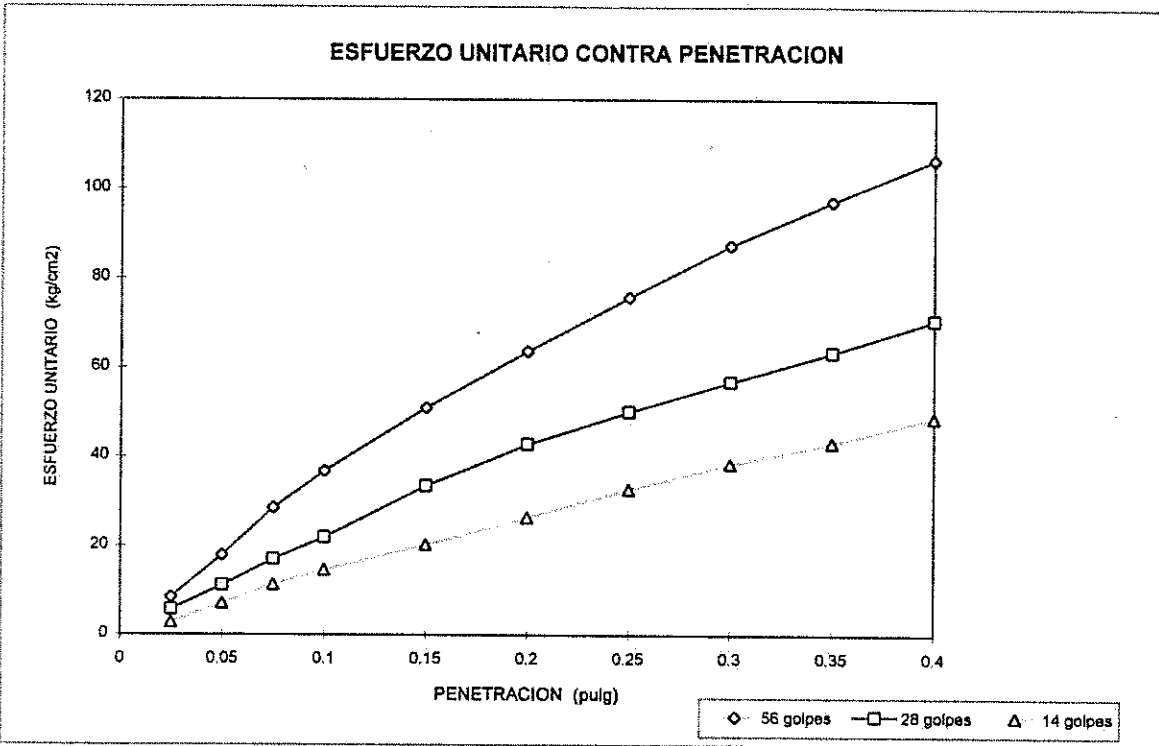
CORREGIDOS

0.1	0.2
56.82	62.78
33.10	41.38
22.16	26.33

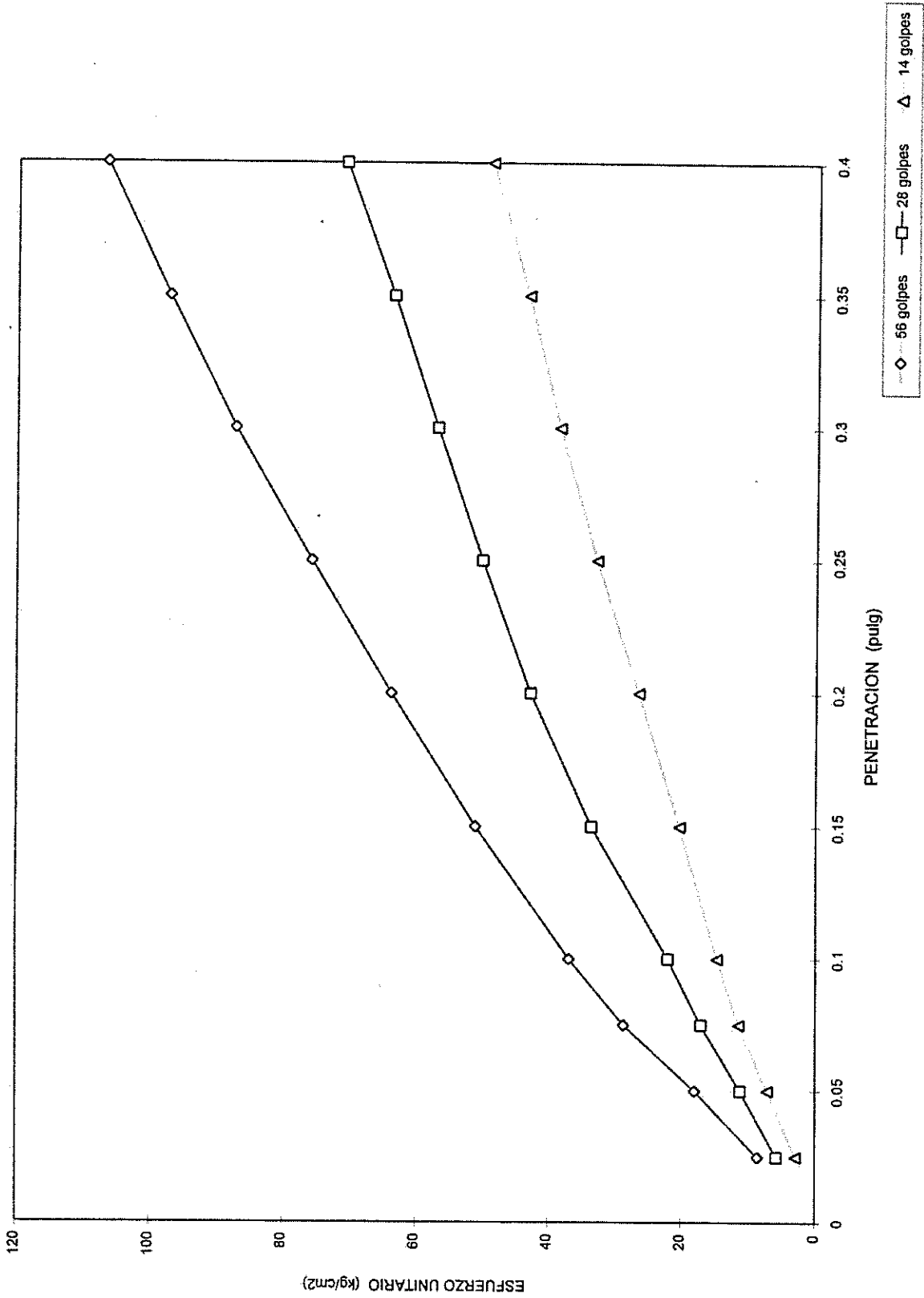
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

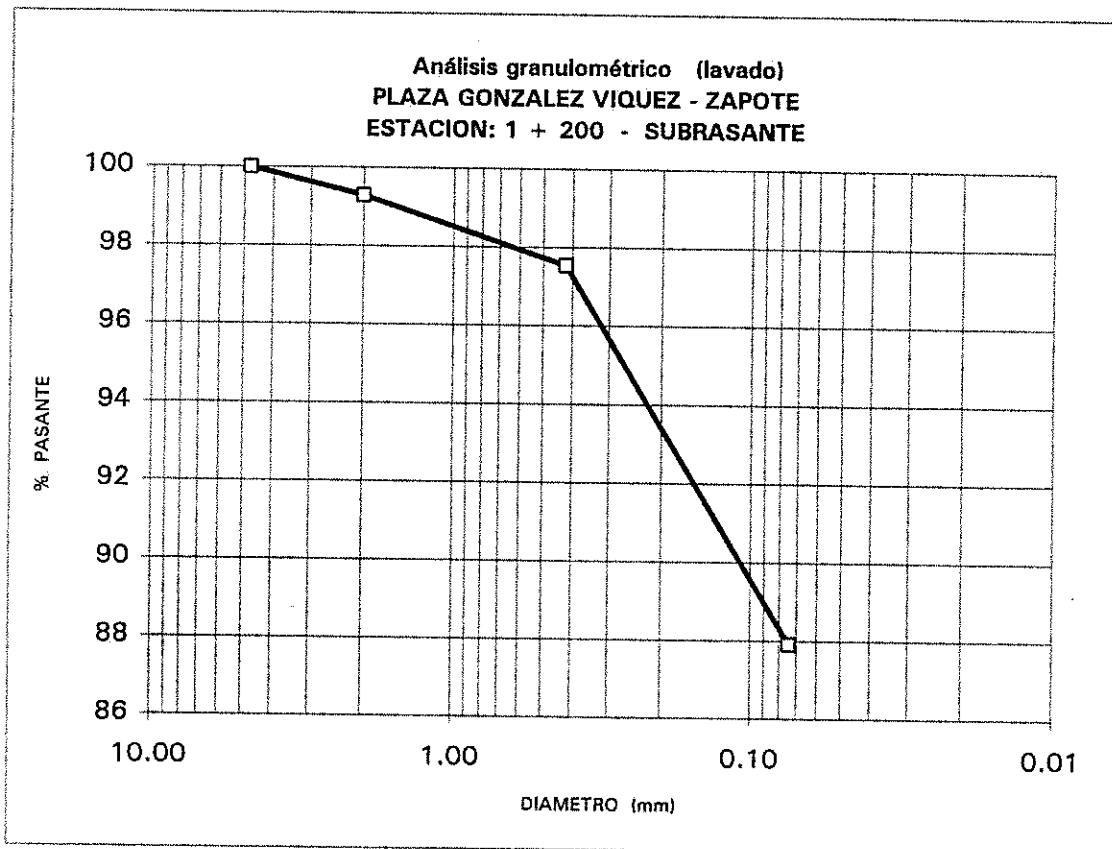
FECHA: MARZO -1995
PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

MUESTRA: SUBRASANTE
ESTACION: 1 + 200

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 570.5 grs. PESO FINAL: 69.5 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	4.0	0.7	0.7	99.3	
#40	10.0	1.8	2.5	97.5	
#200	55.0	9.6	12.1	87.9	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA VIQUEZ - ZAPOTE

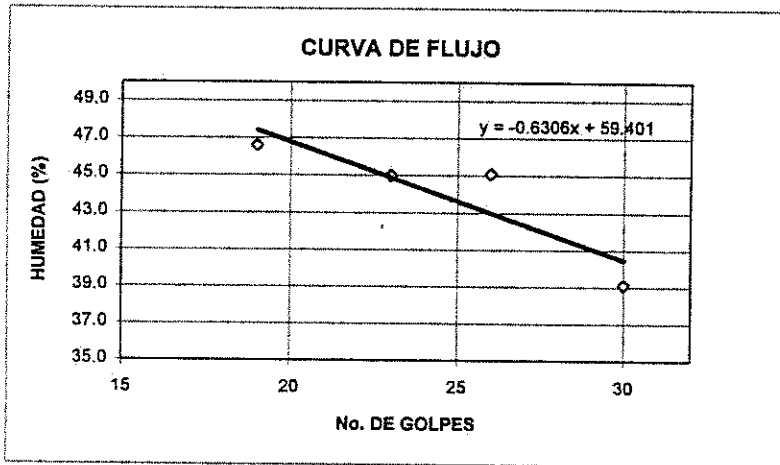
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB RASANTE

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	30	26	23	19	
Wc + Ww (gr.)	30.11	28.21	30.82	31.88	
Wc + Ws (gr.)	26.62	24.56	27.12	27.65	
Ww	3.485	3.652	3.701	4.227	
Wc	17.71	16.46	18.9	18.58	
Ws	8.908	8.1	8.225	9.071	
% W	39.1	45.1	45.0	46.6	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	5	20	21
Wc + Ww (gr.)	9.427	9.442	9.756
Wc + Ws (gr.)	8.878	8.789	9.118
Ww	0.549	0.653	0.638
Wc	7.063	6.699	7.067
Ws	1.815	2.09	2.051
% W	30.2	31.2	31.1
PROMEDIO			30.9



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	43.6
LIMITE PLASTICO	30.9
INDICE DE PLASTICIDAD	12.8

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

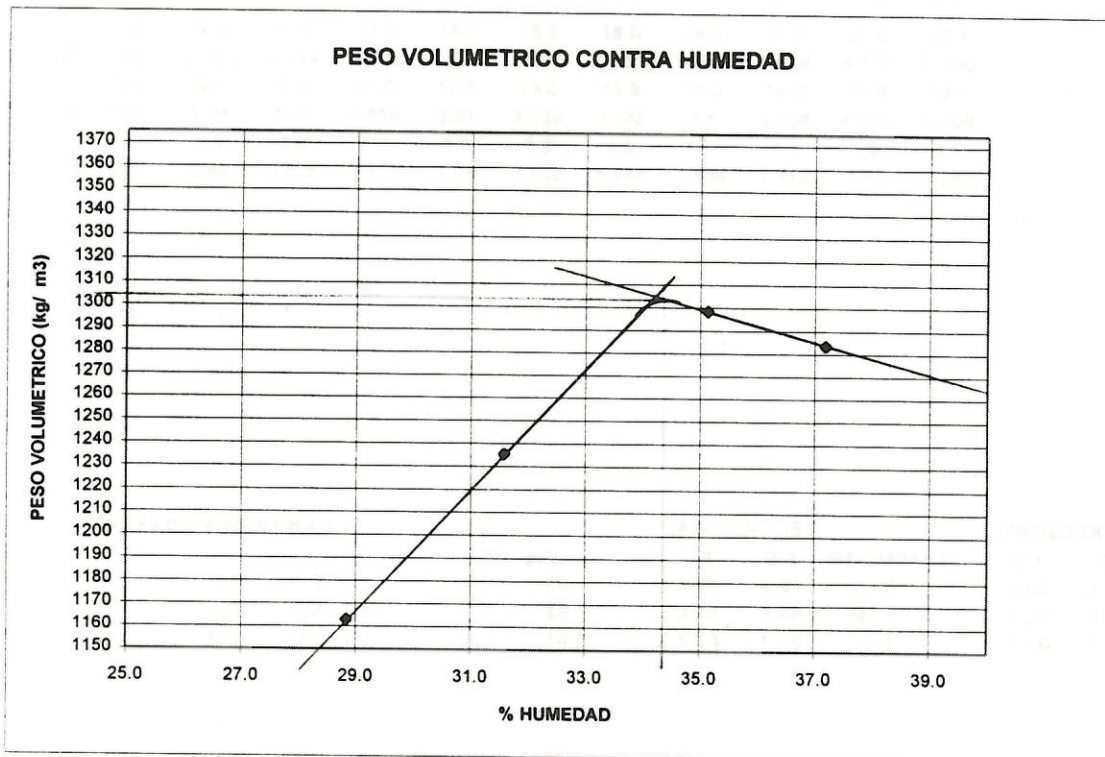
DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO
LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5720	5848	5842	5600			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1535	1663	1657	1415			
δw	1626	1761	1755	1498			
δs	1235	1284	1299	1163			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	8-9	2-1	70	4
Ww + Wc	472.5	456.0	480.2	479.2
Ws + Wc	388.7	365.4	382.6	394.6
Ww	83.8	90.6	97.6	84.6
Wc	123.4	121.8	104.8	101.2
Ws	265.3	243.6	277.8	293.4
%W	31.6	37.2	35.1	28.8

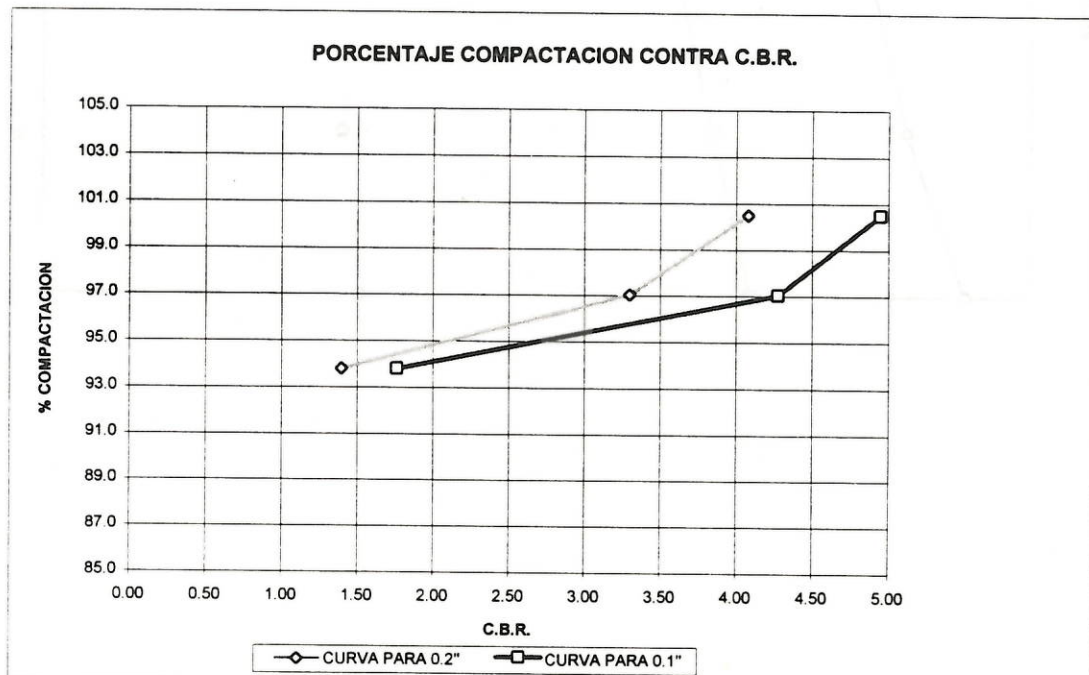
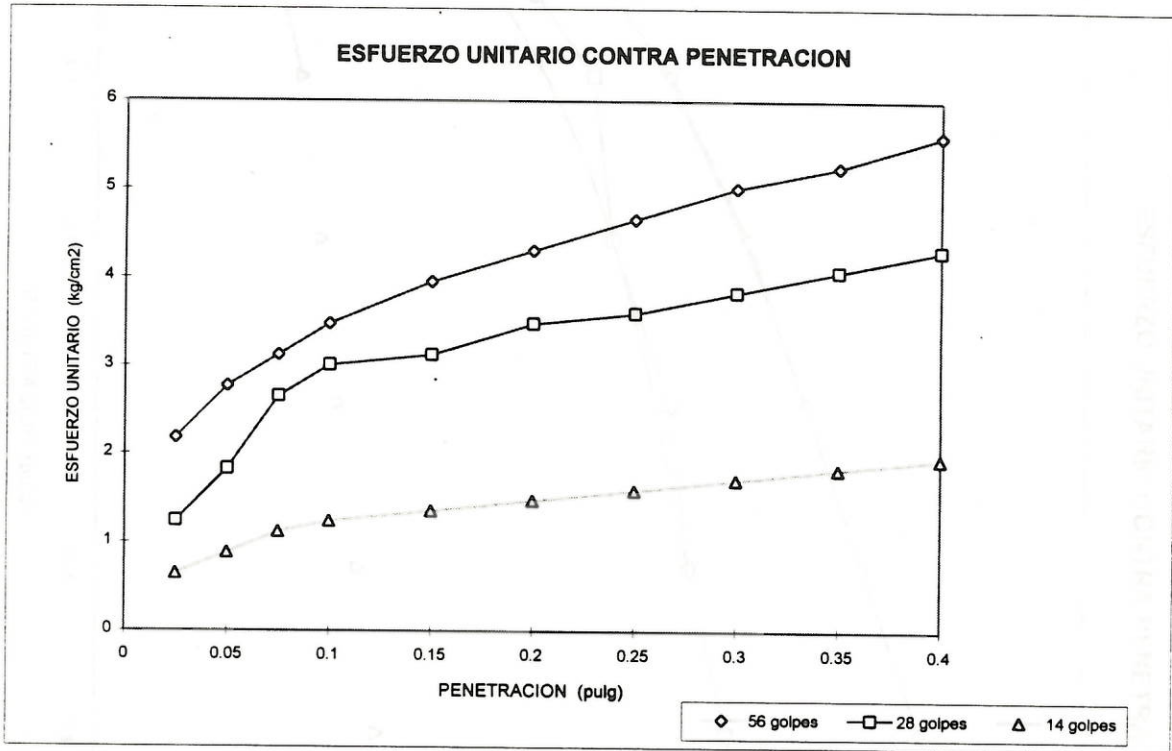


γ_{max}: 1304
W_{ópt}: 33.7%

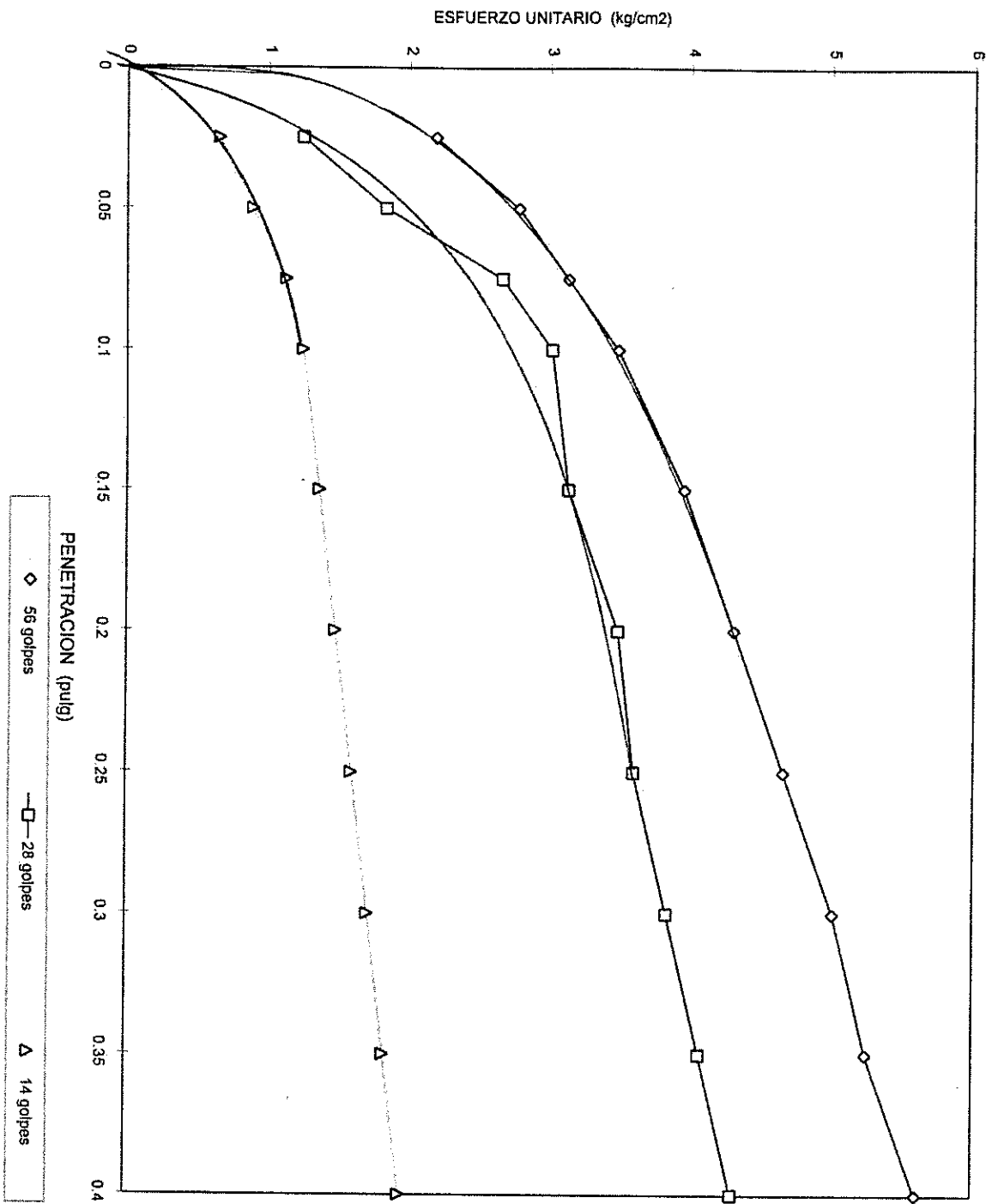
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO ARCILLOSO - COLOR CAFE CLARO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 200
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995
PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

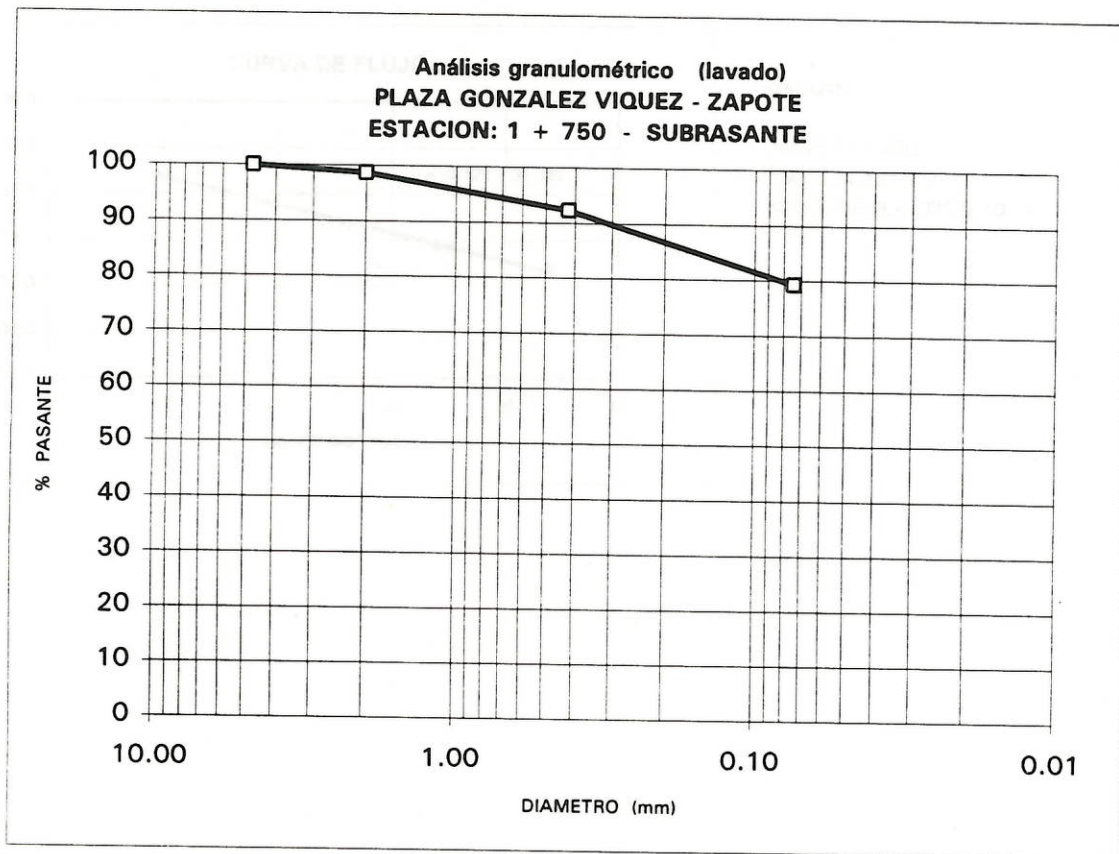
MUESTRA: SUBRASANTE
ESTACION: 1 + 750

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs.

PESO FINAL: 104.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	6.5	1.3	1.3	98.7	
#40	32.0	6.4	7.7	92.3	
#200	65.0	13.0	20.7	79.3	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **PLAZA VIQUEZ - ZAPOTE**

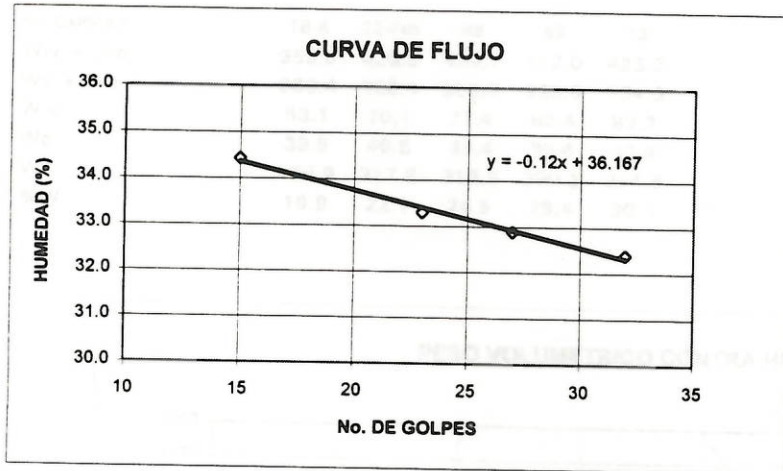
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 750**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	32	27	23	15	
Wc + Ww (gr.)	37.87	34.44	32.5	32.76	
Wc + Ws (gr.)	34.33	30.56	29.09	29.17	
Ww	3.539	3.885	3.402	3.59	
Wc	23.41	18.74	18.88	18.75	
Ws	10.92	11.81	10.22	10.43	
% W	32.4	32.9	33.3	34.4	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	4	3	43
Wc + Ww (gr.)	14.02	13.93	13.75
Wc + Ws (gr.)	13.52	13.4	13.29
Ww	0.498	0.535	0.461
Wc	11.16	10.9	11.11
Ws	2.355	2.503	2.178
% W	21.1	21.4	21.2
PROMEDIO			21.2



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	33.2
LIMITE PLASTICO	21.2
INDICE DE PLASTICIDAD	11.9

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO COLOR CAFE
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

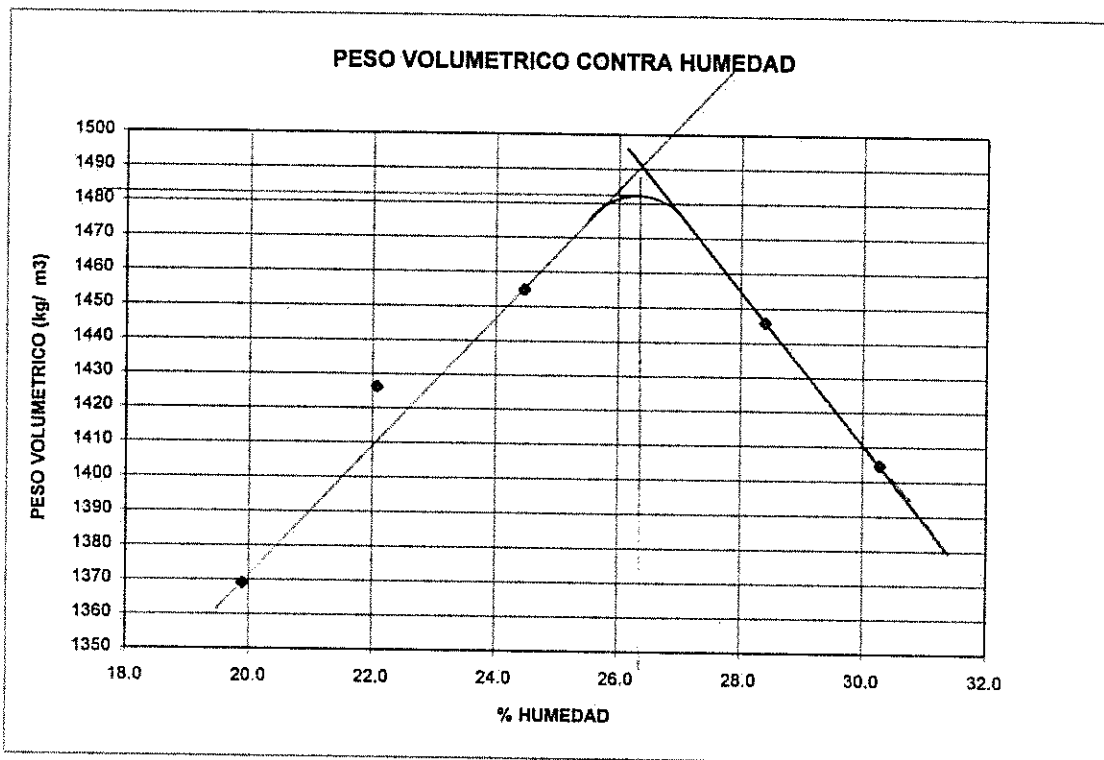
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5822	5916	5982	6025	6000		
P molde	4272	4272	4272	4272	4272		
Ww	1550	1644	1710	1753	1728		
$\delta\omega$	1641	1741	1811	1856	1830		
δs	1369	1426	1455	1446	1405		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	18-A	22-Feb	69	63	73
Ww + Wc	359.5	428.5	433.1	412.0	423.2
Ws + Wc	306.4	358.4	355.7	329.6	334.0
Ww	53.1	70.1	77.4	82.4	89.2
Wc	39.5	40.8	39.4	39.4	39.4
Ws	266.9	317.6	316.3	290.2	294.6
%W	19.9	22.1	24.5	28.4	30.3



γ_{max} : 1483
 W_{opt} : 26.4 %

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
 PROYECTO **PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **SUELO COLOR CAFE**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 1 + 750**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

$X_m = 1483$ $W_o = 26.4 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		11360												
56	28	7357	4003	1885	1494	100.7	64	337.3	274.6	40.0		62.7	234.6	26.7
		10980												
28	33	7207	3773	1783	1413	95.2	46	419.2	340.0	39.6		79.2	300.4	26.4
		10812												
14	35	7200	3612	1707	1352	91.2	35	411.4	334.6	39.8		76.8	294.8	26.1
														26.2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA				EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
28	6-Mar	15:30	306.0	308.0	312.0	312.0	312.0	0.7	2.0	2.0	2.0				
33	6-Mar	15:30	314.0	319.0	327.0	327.0	327.0	1.6	4.1	4.1	4.1				
35	6-Mar	15:30	200.0	209.0	216.0	216.0	216.0	4.5	8.0	8.0	8.0				

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	8.0	15.5	22.0	28.0	38.5	48.5	57.5	65.0	74.0	80.0
28	0.06	1.948	3.718	5.252	6.668	9.146	11.506	13.63	15.4	17.524	18.94
	0.0	10.0	18.0	23.0	26.0	31.5	36.0	39.5	43.0	46.5	50.0
33	0.06	2.42	4.308	5.488	6.196	7.494	8.556	9.382	10.208	11.034	11.86
	0.0	6.5	10.0	13.0	15.0	18.0	21.5	24.5	26.5	30.0	32.5
35	0.06	1.594	2.42	3.128	3.6	4.308	5.134	5.842	6.314	7.14	7.73

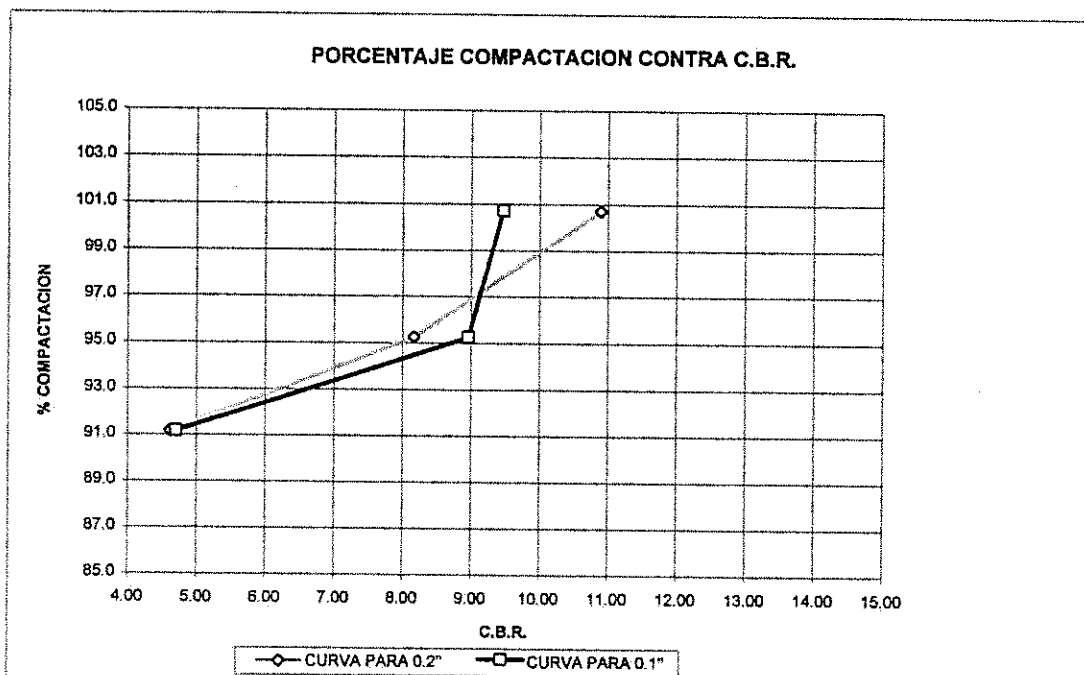
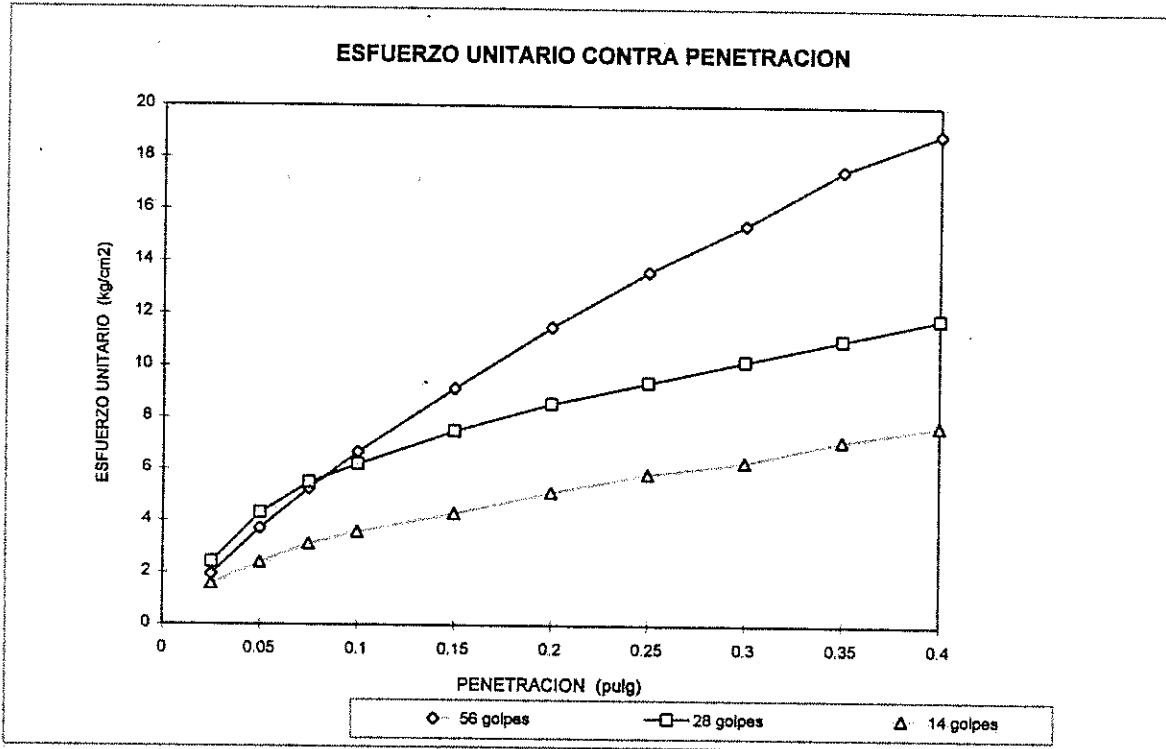
Valores corregidos para x

x =			No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
	0.1	0.2	56	6.67	11.51	100.7	9.47	10.90
	0.1	0.2	28	6.31	8.63	95.2	8.96	8.17
	0.1	0.2	14	3.31	4.88	91.2	4.70	4.62

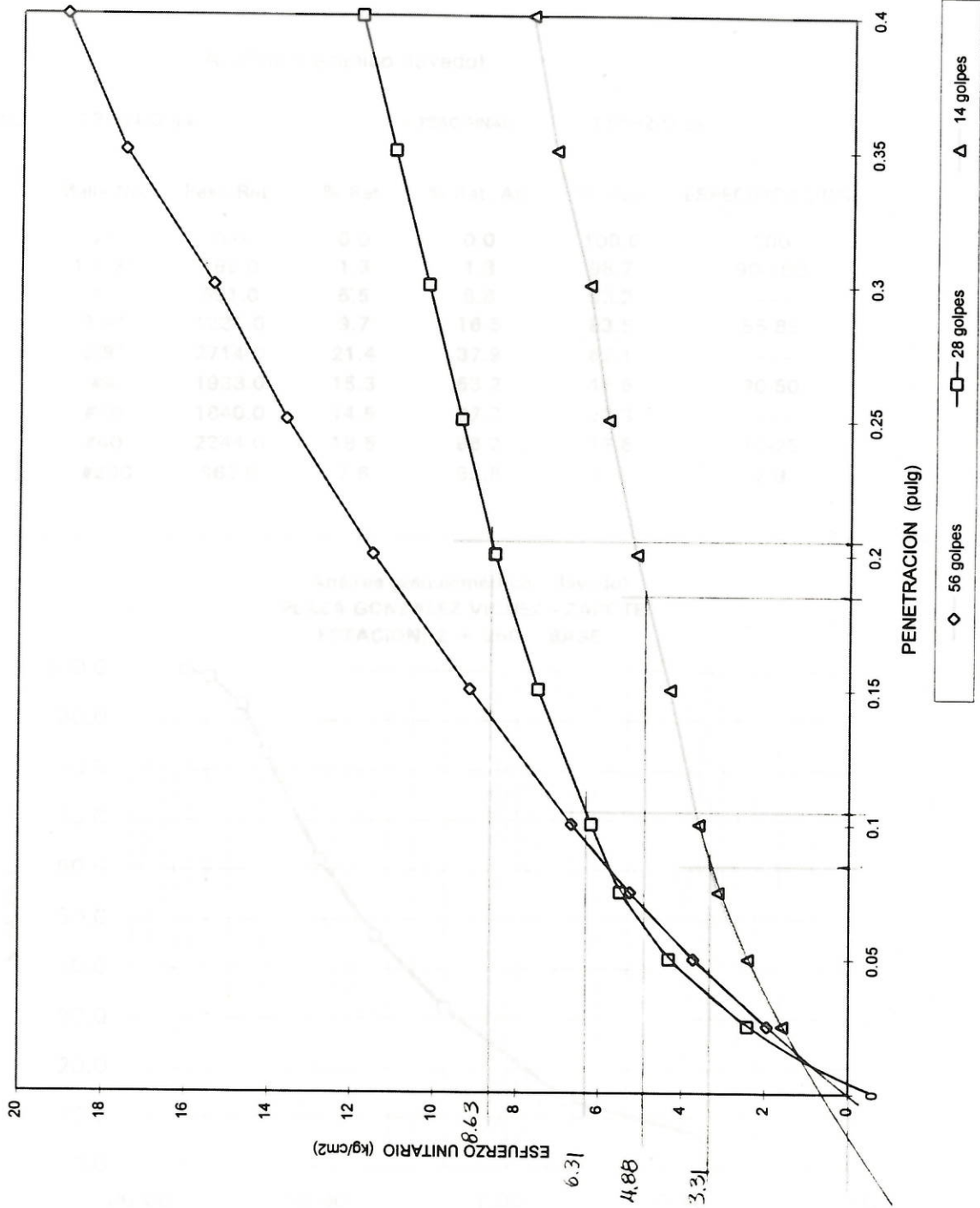
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO COLOR CAFE
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 1 + 750
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995
 PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

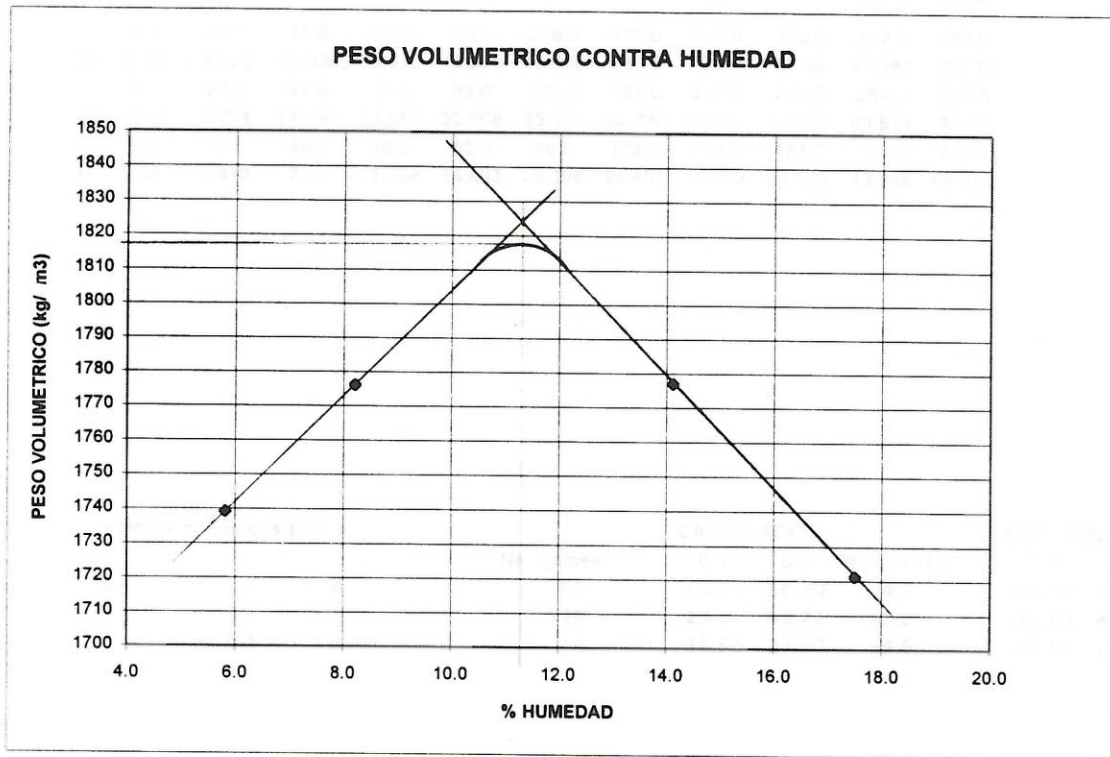
DESCRIPCION DE MATERIAL: **GRANULAR**
 LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 250**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**
 MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	6008	6085	6185	6180			
P molde	4270	4270	4270	4270			
Ww	1738	1815	1915	1910			
$\delta\omega$	1841	1922	2028	2023			
δs	1739	1776	1777	1721			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	61	80	18A	106
Ww + Wc	497.0	470.8	466.2	406.4
Ws + Wc	471.8	437.8	413.4	351.6
Ww	25.2	33.0	52.8	54.8
Wc	39.0	36.0	39.5	38.6
Ws	432.8	401.8	373.9	313.0
%W	5.8	8.2	14.1	17.5



H_{max}: 1818
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 **PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE**
 DESCRIPCION DE MATERIAL: **GRANULAR**
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 250**
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB BASE**

Xm = 1818 Wo: 11.3 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	X m	X s	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	e	Ww	Ws	%W
		10900												
56	31	6896	4004	1885	1709	94.0	63	416.2	382.0	39.4		34.2	342.6	10.0
		12310												
28	15	8397	3913	1849	1676	92.2	69	377.5	345.6	39.4		31.9	306.2	10.4
		10957												
14	11	7202	3755	1774	1608	88.5	58	414.0	379.3	40.0		34.7	339.3	10.2
														10.3

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA				EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
31			455.0	455.0	456.0	457.0	457.0	0.0	0.2	0.4	0.4				
15			298.0	298.0	298.0	299.0	299.0	0.0	0.0	0.3	0.3				
11			334.0	336.0	336.0	337.0	337.0	0.6	0.6	0.9	0.9				

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	36.0	76.0	121.0	156.0	216.0	270.0	321.0	370.0	412.0	452.0
31	0.06	8.556	17.996	28.616	36.876	51.036	63.78	75.816	87.38	97.292	106.73
	0.0	24.0	47.0	72.0	93.0	142.0	181.0	212.0	241.0	269.0	300.0
15	0.06	5.724	11.152	17.052	22.008	33.572	42.776	50.092	56.936	63.544	70.86
	0.0	12.0	30.0	48.0	62.0	86.0	112.0	139.0	163.0	183.0	207.0
11	0.06	2.892	7.14	11.388	14.692	20.356	26.492	32.864	38.528	43.248	48.912

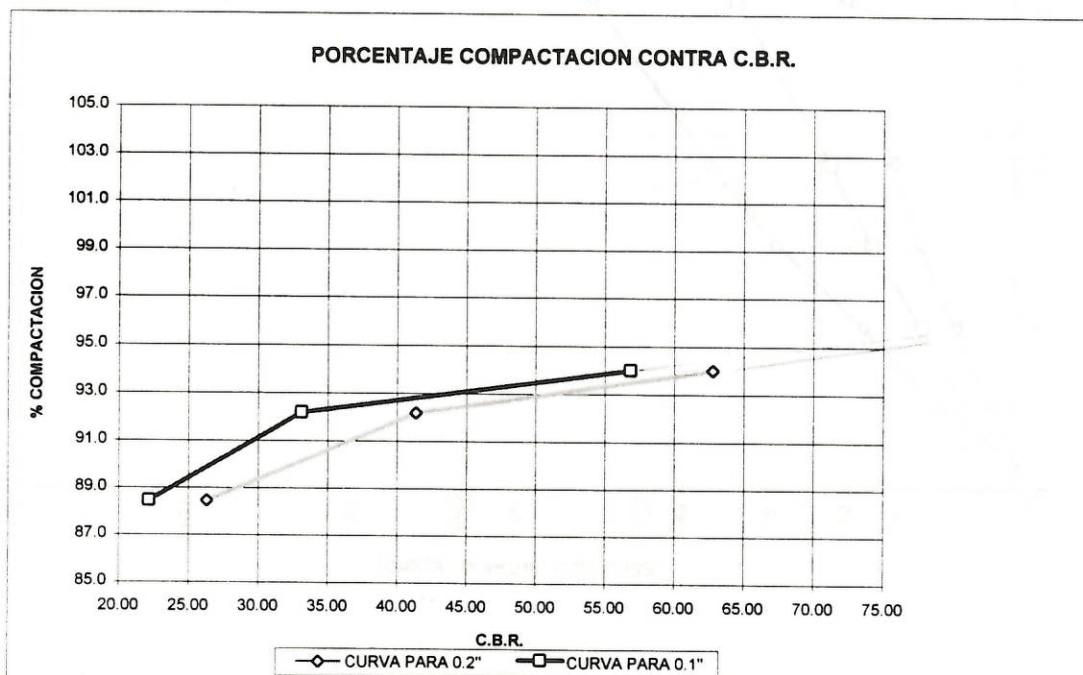
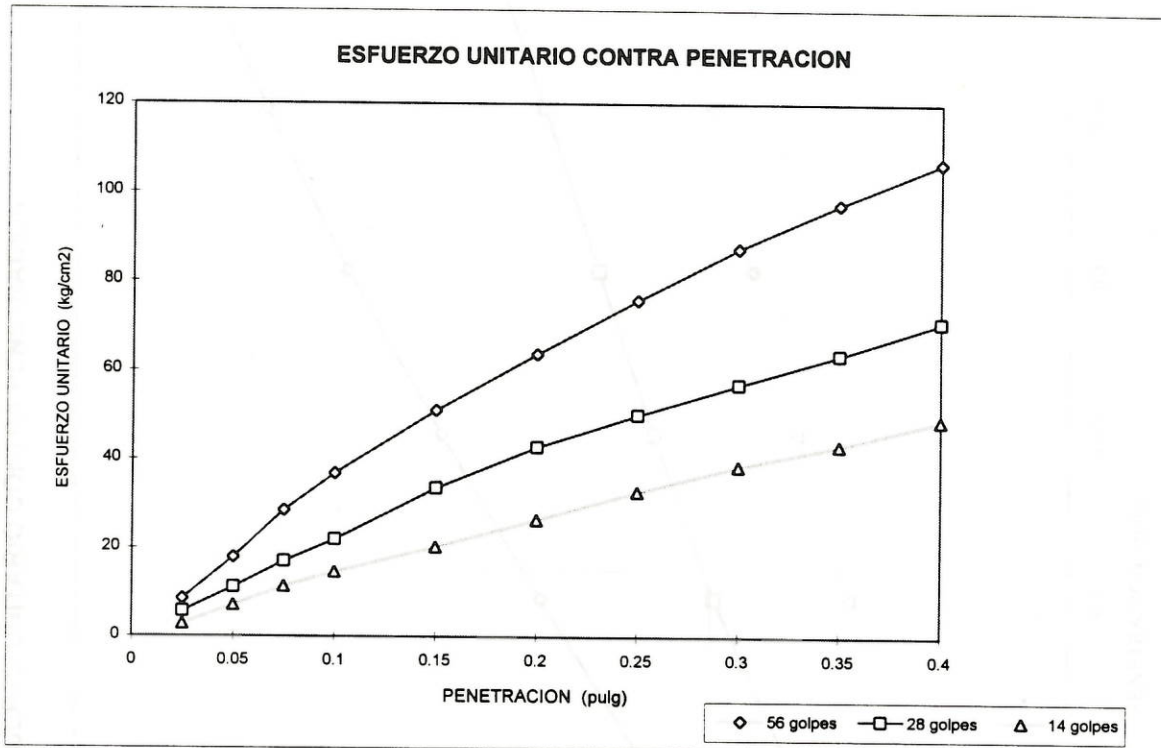
Valores corregidos para x

x =			No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
	0.1	0.2	56	40.00	66.30	94.0	56.82	62.78
	0.1	0.2	28	23.30	43.70	92.2	33.10	41.38
	0.1	0.2	14	15.60	27.80	88.5	22.16	26.33

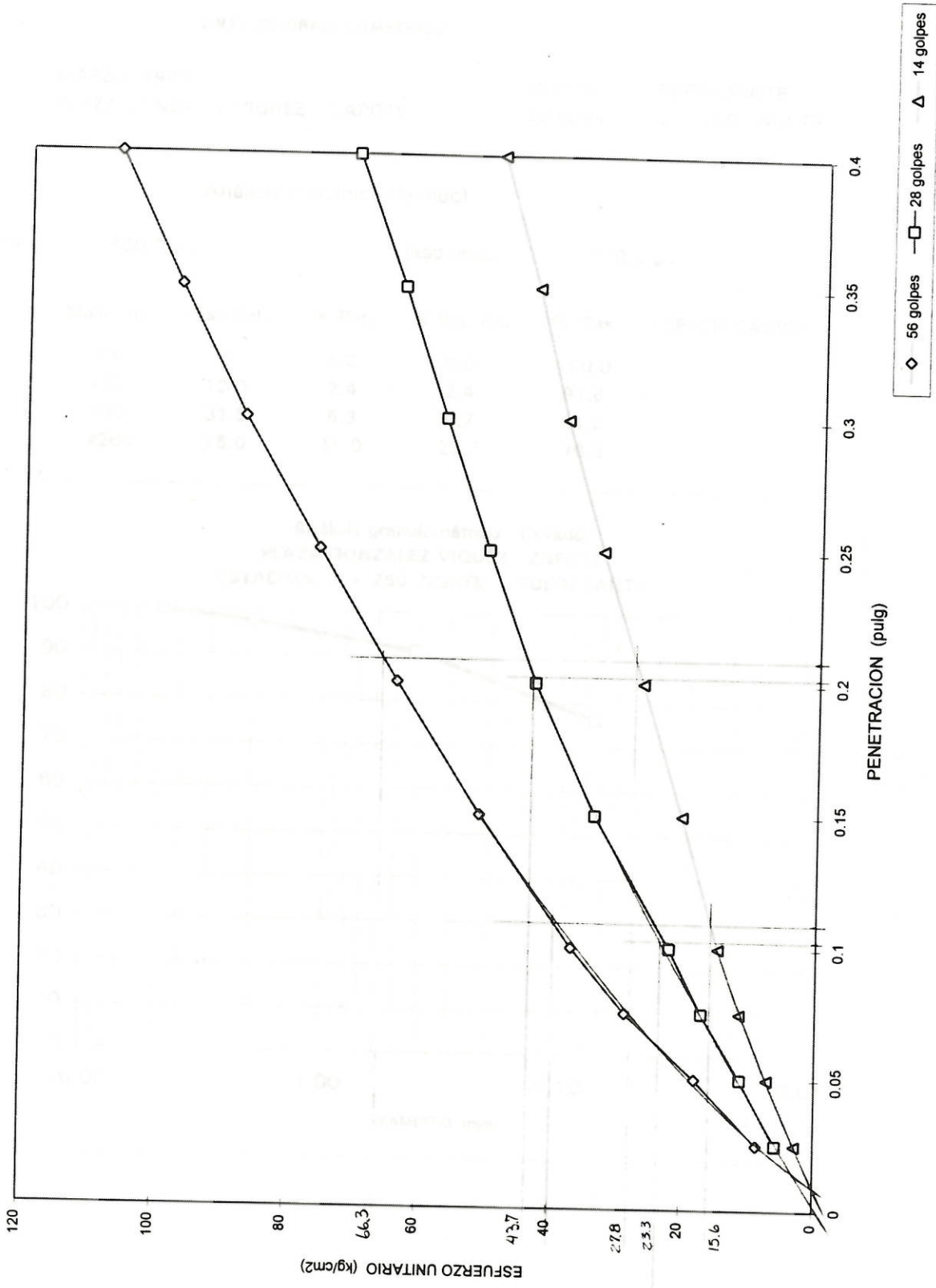
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: GRANULAR
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 250
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUB BASE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA MARZO -1995

PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

MUESTRA: SUBRASANTE

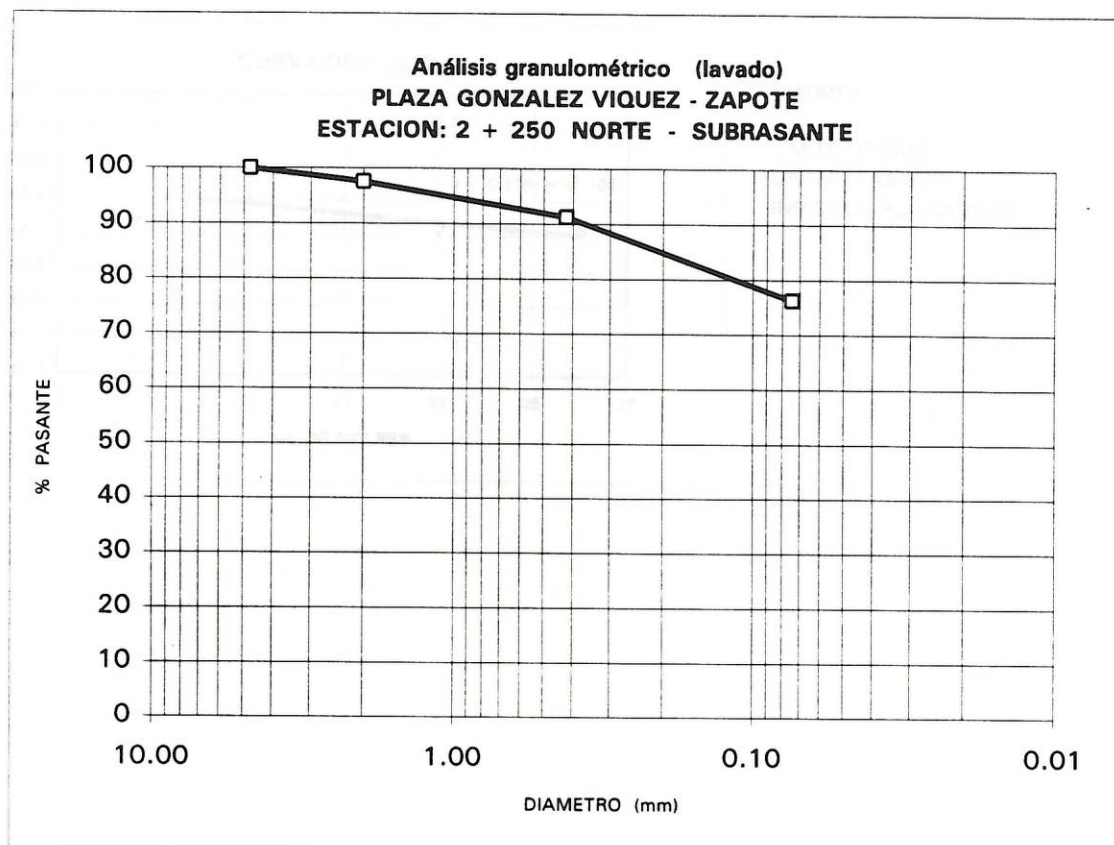
ESTACION: 2 + 250 NORTE

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500.0 grs.

PESO FINAL: 120.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	12.0	2.4	2.4	97.6	
#40	31.5	6.3	8.7	91.3	
#200	75.0	15.0	23.7	76.3	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **PLAZA VIQUEZ - ZAPOTE**

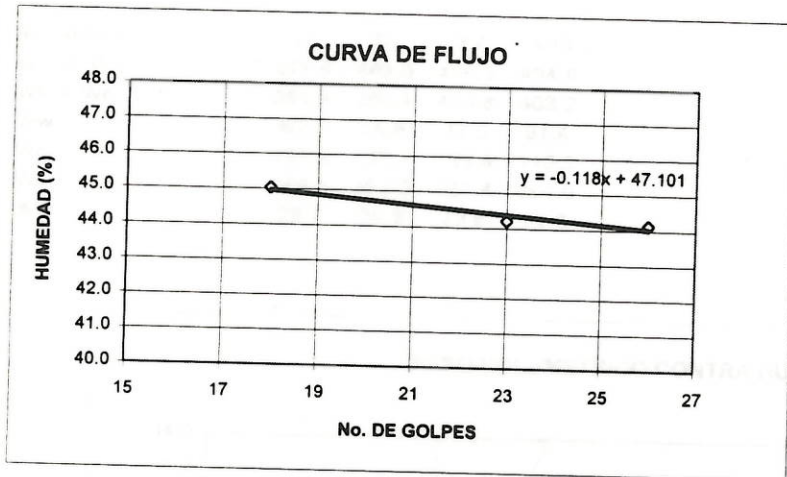
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 250 NORTE**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES		26	23	18	
Wc + Ww (gr.)		41.48	41.62	42.25	
Wc + Ws (gr.)		37.28	37.48	38.19	
Ww		4.195	4.137	4.067	
Wc		27.78	28.13	29.16	
Ws		9.503	9.357	9.029	
% W		44.1	44.2	45.0	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	6	22	27
Wc + Ww (gr.)	8.816	9.425	9.24
Wc + Ws (gr.)	8.383	8.934	8.728
Ww	0.433	0.491	0.512
Wc	6.854	7.149	6.852
Ws	1.529	1.785	1.876
% W	28.3	27.5	27.3
PROMEDIO			27.7



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	44.2
LIMITE PLASTICO	27.7
INDICE DE PLASTICIDAD	16.4

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA MARZO 1995
PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

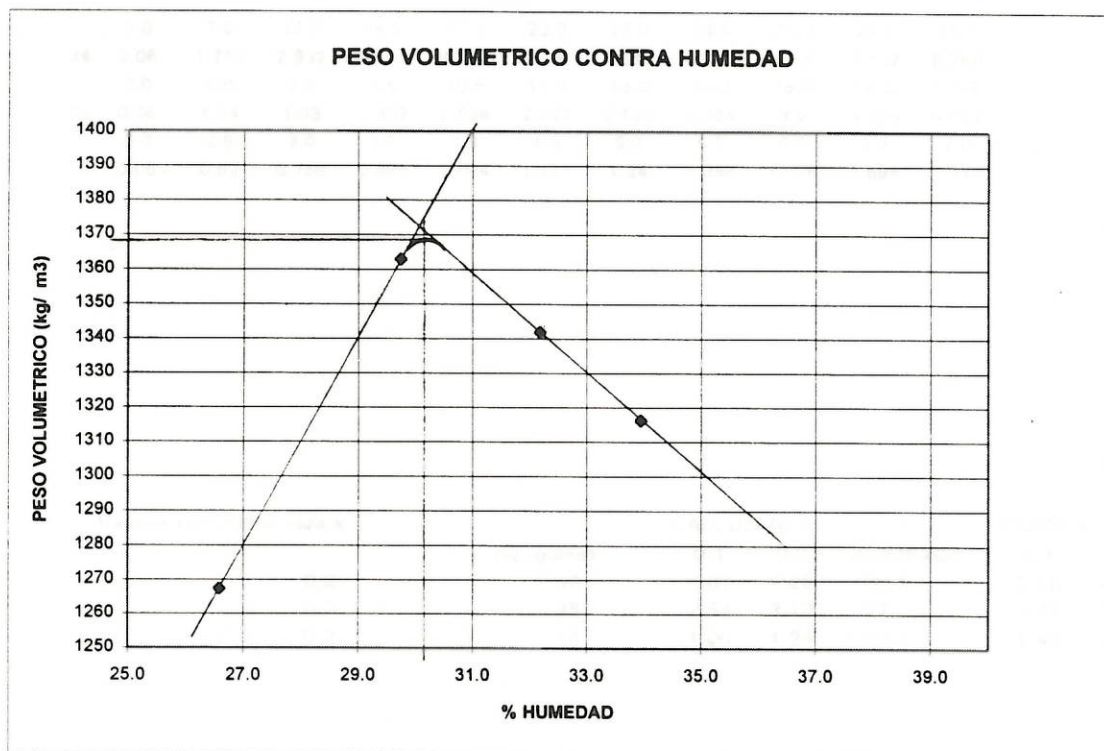
DESCRIPCION DE MATERIAL: SUELO LIMOSO - COLOR CAFE CLARO
LOCALIZACION: ESTACION 2 + 250 NORTE
CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5855	5850	5700	5860			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1670	1665	1515	1675			
$\delta\omega$	1769	1763	1604	1774			
δs	1363	1316	1267	1342			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	2-1	2A	3-7	4-13
Ww + Wc	471.6	466.0	498.3	494.6
Ws + Wc	391.4	380.1	420.8	403.2
Ww	80.2	85.9	77.5	91.4
Wc	121.8	127.1	129.4	119.2
Ws	269.6	253.0	291.4	284.0
%W	29.7	34.0	26.6	32.2



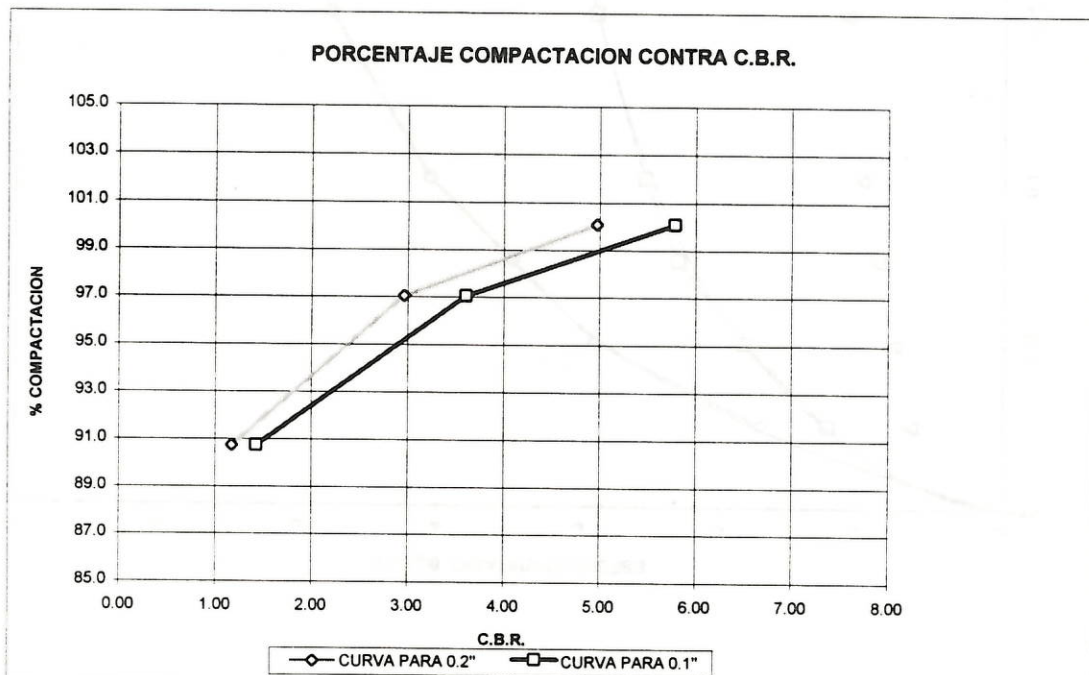
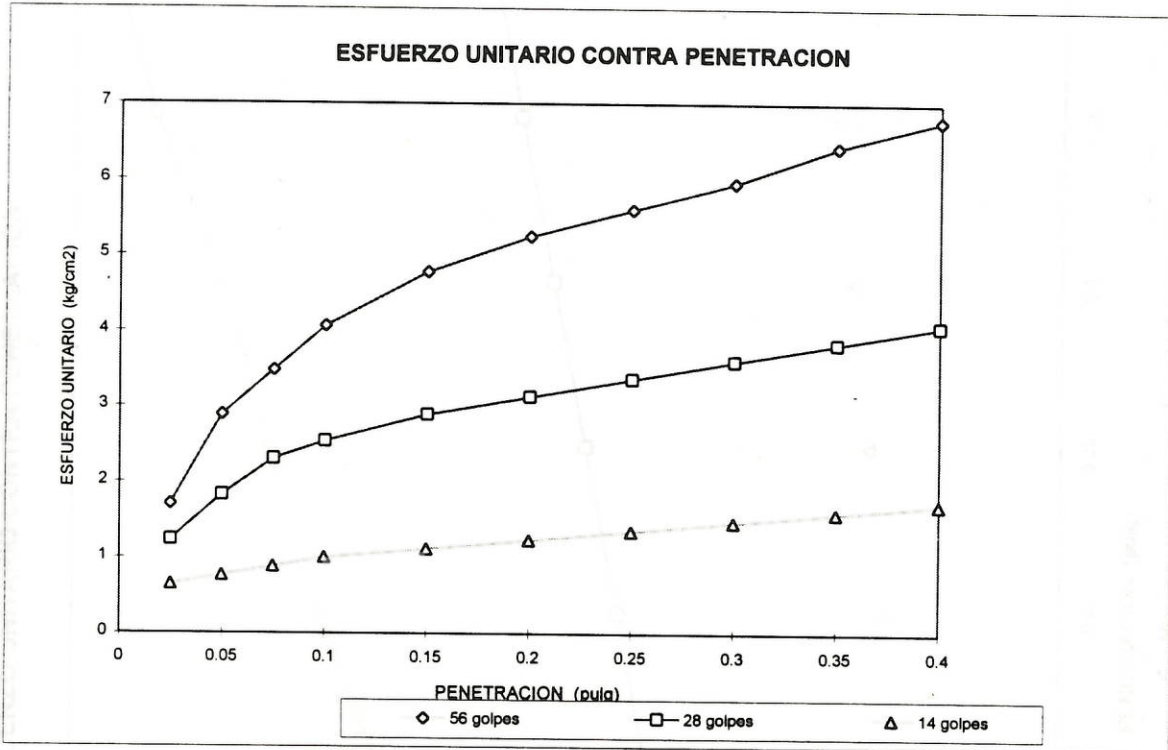
ρ_{max} : 1368
 w_{opt} : 30.5%

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

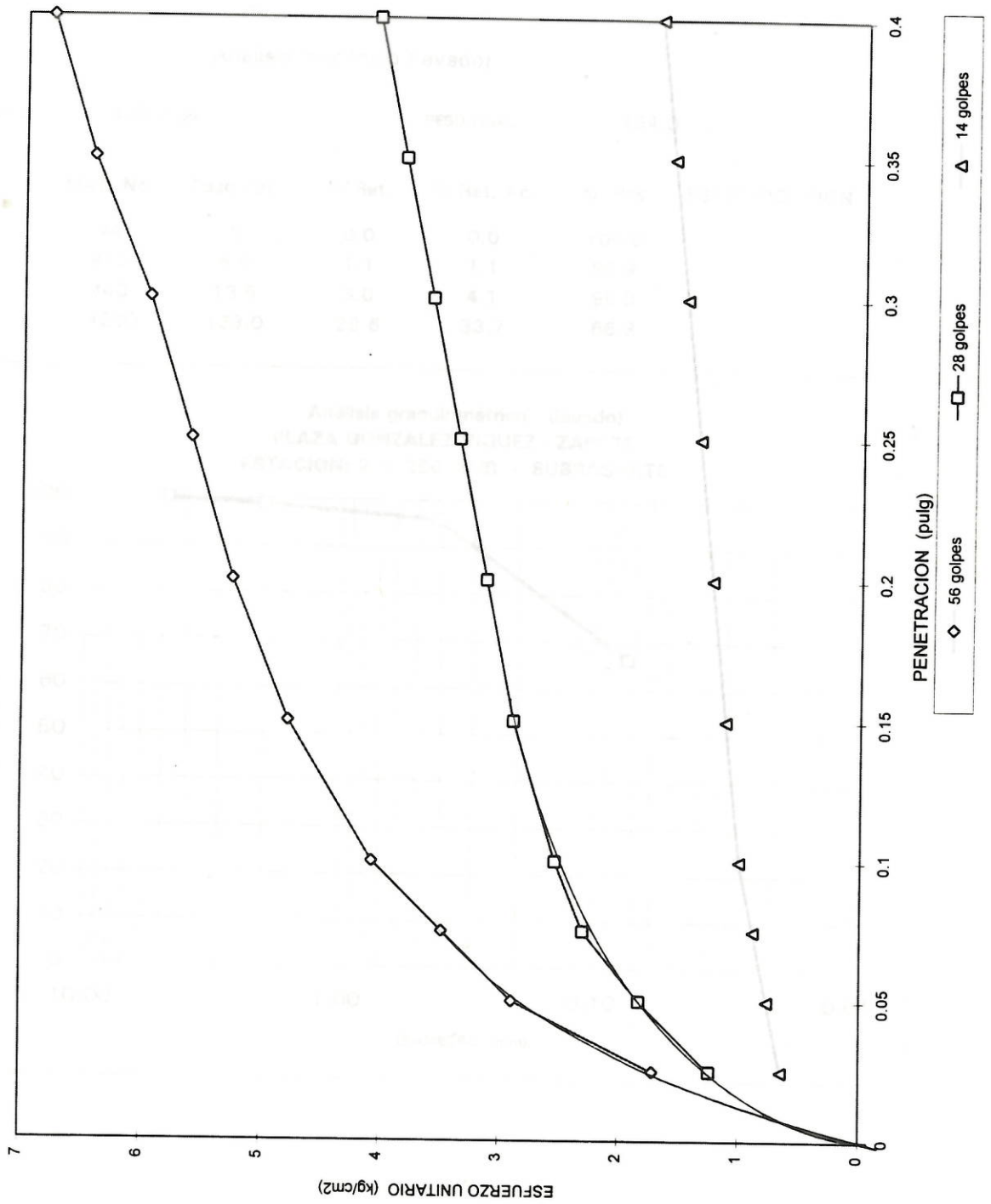
PRUEBA DE C.B.R.

FECHA MARZO 1995
 PROYECTO PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL:
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 250 (ZAPOTE)
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA: MARZO -1995
PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

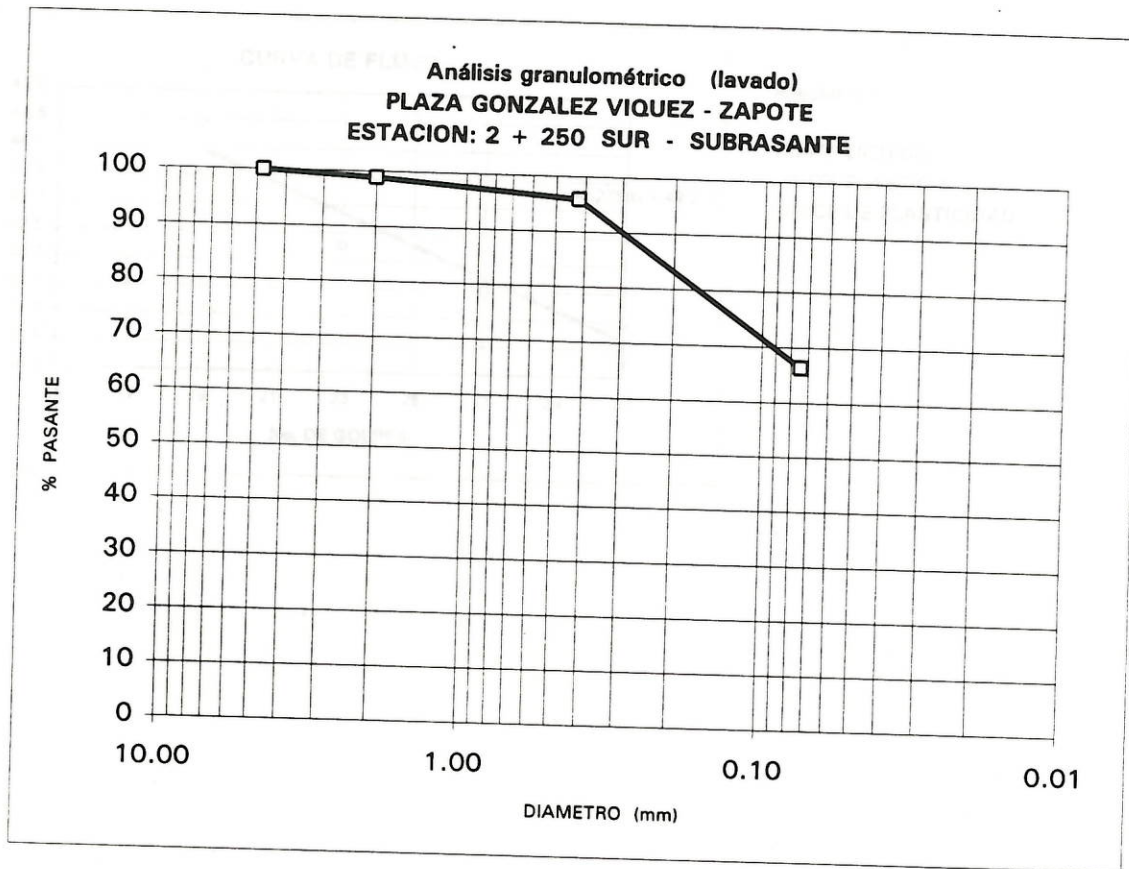
MUESTRA: SUBRASANTE
ESTACION: 2 + 250 SUR

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 450.0 grs.

PESO FINAL: 154.0 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.	ESPECIFICACION
#4	0	0.0	0.0	100.0	
#10	5.0	1.1	1.1	98.9	
#40	13.5	3.0	4.1	95.9	
#200	133.0	29.6	33.7	66.3	



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

LIMITES DE ATTERBERG

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **PLAZA VIQUEZ - ZAPOTE**

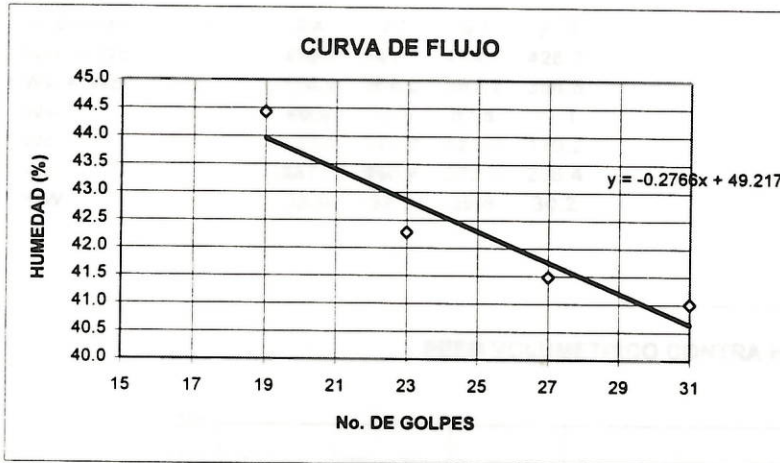
DESCRIPCION DE MATERIAL:
MUESTRA No:
LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 250 SUR**
CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUB RASANTE**

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4	5
No. DE GOLPES	31	27	23	19	
Wc + Ww (gr.)	32.26	32.71	31.88	36.39	
Wc + Ws (gr.)	28.31	28.7	28.01	32.36	
Ww	3.954	4.014	3.868	4.029	
Wc	18.67	19.02	18.86	23.3	
Ws	9.642	9.675	9.148	9.068	
% W	41.0	41.5	42.3	44.4	

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	57	53
Wc + Ww (gr.)	12.42	13.22	13.39
Wc + Ws (gr.)	11.73	12.74	12.89
Ww	0.687	0.48	0.501
Wc	9.443	11.07	11.2
Ws	2.29	1.672	1.689
% W	30.0	28.7	29.7
PROMEDIO			29.5



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	42.3
LIMITE PLASTICO	29.5
INDICE DE PLASTICIDAD	12.8

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE

DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO - COLOR CAFE OSCURO
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 250 SUR
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE

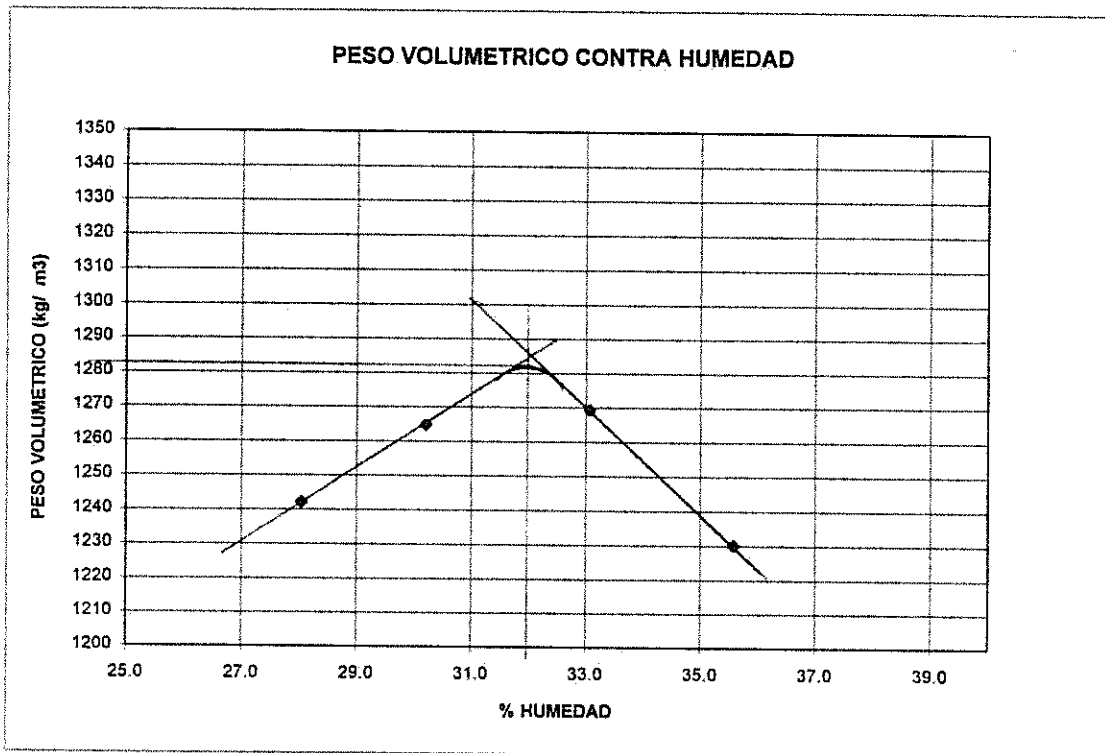
MUESTRA No: PROFUNDIDAD: HUECO: No. DE IDENT.:

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
Ww + Pmolde	5687	5780	5760	5740			
P molde	4185	4185	4185	4185			
Ww	1502	1595	1575	1555			
δ_w	1591	1689	1668	1647			
δ_s	1242	1269	1230	1265			

CONTENIDO DE HUMEDAD

No. CAPSULA	2-A	2-1	5-1	4-13
Ww + Wc	430.7	441.7	454.7	425.7
Ws + Wc	364.2	362.2	367.2	354.6
Ww	66.5	79.5	87.5	71.1
Wc	127.1	121.8	121.3	119.2
Ws	237.1	240.4	245.9	235.4
%W	28.0	33.1	35.6	30.2



$\gamma_{max}: 1283$
 $w_{opt}: 31.9\%$

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA **MARZO 1995**
PROYECTO **PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE**

DESCRIPCION DE MATERIAL: **LIMO COLOR CAFE OSCURO**

MUESTRA No:

LOCALIZACION: **ESTACION 2 + 250 SUR**

CARACTERIZACION DE MUESTRA: **SUBRASANTE**

$X_m = 1283$ $W_o = 31.9 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	$W_w + M$	W_w	X_m	X_s	% C	CAP.	$W_w + C$	$W_s + C$	W_c	e	W_w	W_s	%W
		10800												
56	38	7165	3635	1712	1254	97.8	2-5	471.2	379.4	128.0		91.8	251.4	36.5
		10681												
28	14	7144	3537	1671	1225	95.5	2-A	465.8	375.5	127.1		90.3	248.4	36.4
		10725												
14	9	7415	3310	1564	1146	89.3	2-1	444.0	357.7	121.8		86.3	235.9	36.6
														36.5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA				EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			L_o	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
38			319.0	---	---	331.0	---								3.8
14			416.0	---	---	431.0	---								3.6
9			301.0	---	---	311.0	---								3.3

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	L_o	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
	0.0	2.5	5.5	9.0	12.0	18.5	24.5	29.0	34.0	36.0	38.0
38	0.06	0.65	1.358	2.184	2.892	4.426	5.842	6.904	8.084	8.556	9.028
	0.0	9.0	17.0	23.0	27.0	33.0	38.5	43.0	46.0	50.0	54.0
14	0.06	2.184	4.072	5.488	6.432	7.848	9.146	10.208	10.916	11.86	12.804
	0.0	6.0	11.0	13.0	15.5	19.0	21.0	24.0	25.5	28.0	29.0
9	0.06	1.476	2.656	3.128	3.718	4.544	5.016	5.724	6.078	6.668	6.904

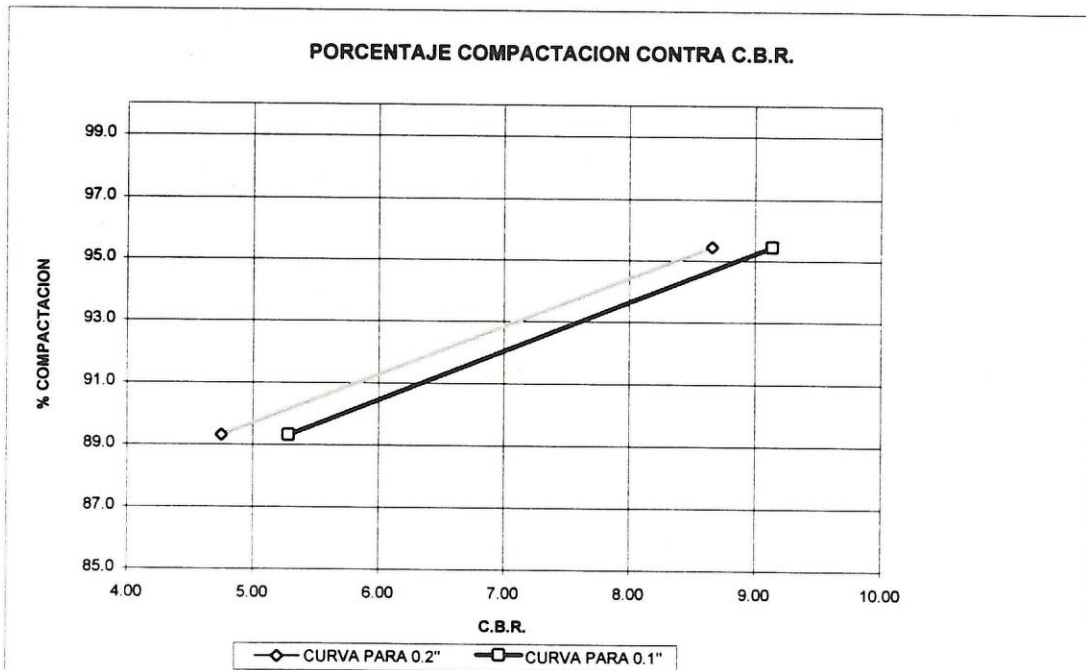
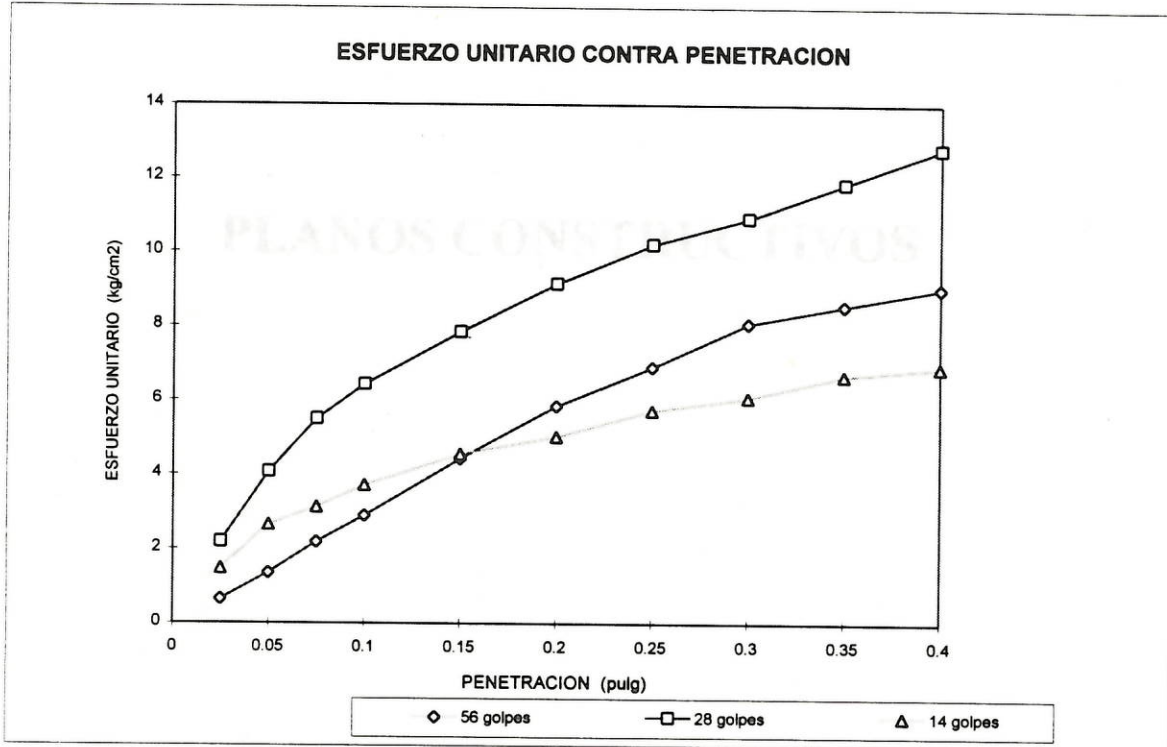
Valores corregidos para x

x =			No. golpes	CALCULADOS			CORREGIDOS	
	0.1	0.2		0.1	0.2	%COMPACT.	0.1	0.2
	0.1	0.2	56	0.00	0.00	97.8	0.00	0.00
	0.1	0.2	28	6.43	9.15	95.5	9.14	8.66
	0.1	0.2	14	3.72	5.02	89.3	5.28	4.75

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

PRUEBA DE C.B.R.

FECHA: MARZO 1995
 PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 DESCRIPCION DE MATERIAL: LIMO COLOR CAFE OSCURO
 MUESTRA No:
 LOCALIZACION: ESTACION 2 + 250 SUR
 CARACTERIZACION DE MUESTRA: SUBRASANTE



ANEXO D

PLANOS CONSTRUCTIVOS

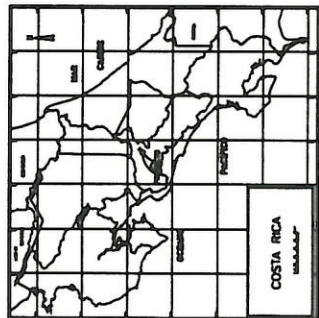
REPUBLICA DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS
 CONVENIO CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL - FUNDEVI
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

PROYECTO: PLAZA GONZALEZ VIQUEZ - ZAPOTE
 LONGITUD : 2.6 km.



INDICE	
No. LAMINA	DESCRIPCION
1	PORTADA Y UBICACION
2	NOTAS GENERALES
3	SUMARIO DE CANTIDADES
4.5 y 6	SECCIONES EXISTENTES
7	SECCION TIPICA A CONSTRUIR
8 y 9	INSPECCION VISUAL
10	RESULTADOS DE LABORATORIO
11-14	PLANTA ESQUEMATICA

CARACTERISTICAS
TERRENO PLANO
VELOCIDAD DE DISEÑO 60 km/h
DERECHO DE VIA EXISTENTE

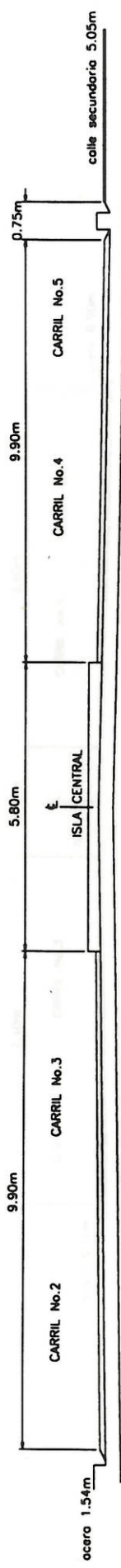


NOTAS GENERALES

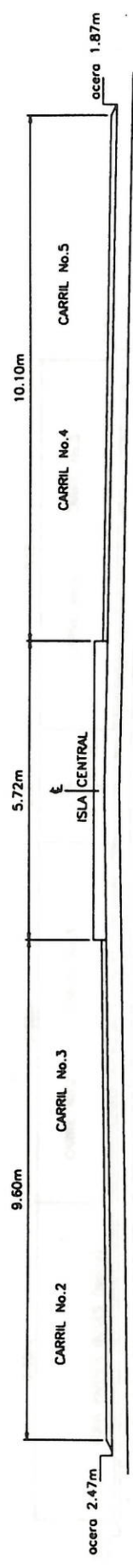
- 1 Los trabajos se realizarán de conformidad con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), las Especificaciones Especiales, Disposiciones Generales y Normas de Diseño para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (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 conservar las 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 necesarios 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 a 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

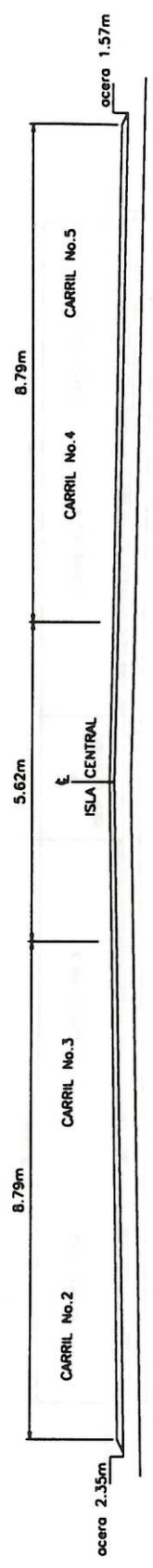
RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	6.000.000	€
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	6.000.000	€
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	60	m ³
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS Y BACHEO MAYOR		m ³
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D		m ³
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS		m ³
210(2A)	ECARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO	48.800	m ²
301(1A)	BASE ASFALTICA MEZCLADA EN PLANTA	14.414	Ton.
301(2)	CEMENTO ASFALTICO 85-100 PARA BASE	576.560	Lit.
304(3)	BASE AGREGADO TRIPLICADO MEDIDO EN SITIO, GRADUACION B.		m ³
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA	9266	Ton.
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	648.620	Lit.
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA	85.520	Lit.
408(3)	ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION	56.160	Lit.
408(5)	MATERIAL DE SECADO	582	m ³
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO		m ³
602A(2)	HORMIGON ESTRUCTURAL CLASE B (280 kg/cm ²)		m ³
602B(1)	MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREESFORZADO		c/u
602C(1)	VARILLA DE ACERO PARA REFUERZO		kg
602C(1)	MIEMBROS ESTRUCTURALES DE HORMIGON PREESFORZADO		
603(21)	TUBO HORMIGON REFORZADO C76 CLASE III 60cm DIA.	15	m
604(3)	TRABANTE	1	c/u
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	6	c/u
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUBDRENAJE FRANCES	30	m ³
605(22)	TELA FIBRA SINTETICA / SUBDRENAJES	270	m ²
609(1)	CORDON DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	200	m
612(2)	BARANDA DE ACERO PARA PUENTE		m
622A(6)	CAJONES REVESTIDOS CON TOBA-CEMENTO PLASTICA	224	m



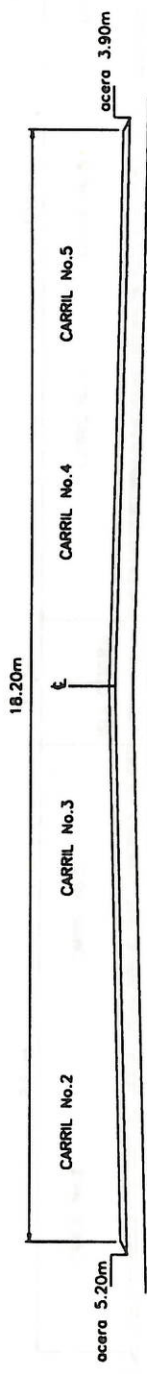
SECCION EXISTENTE EST. 0+500



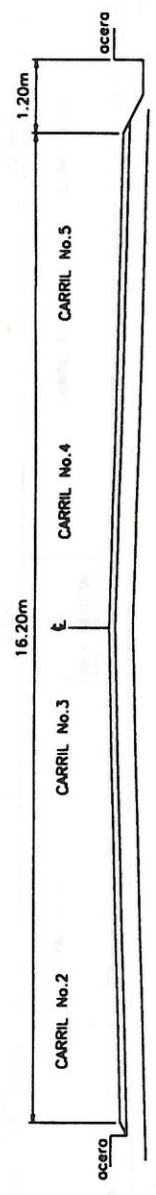
SECCION EXISTENTE EST. 0+425



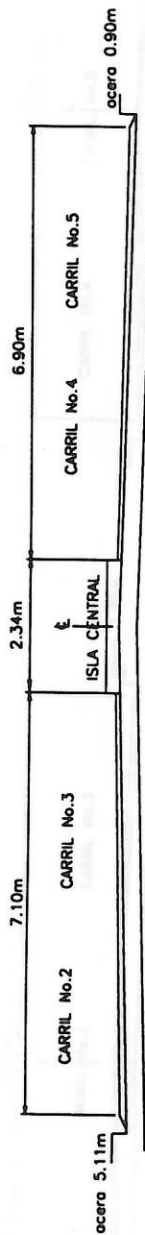
SECCION EXISTENTE EST. 0+400



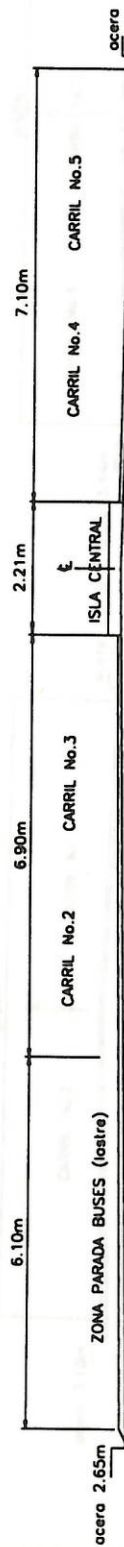
SECCION EXISTENTE EST. 0+250



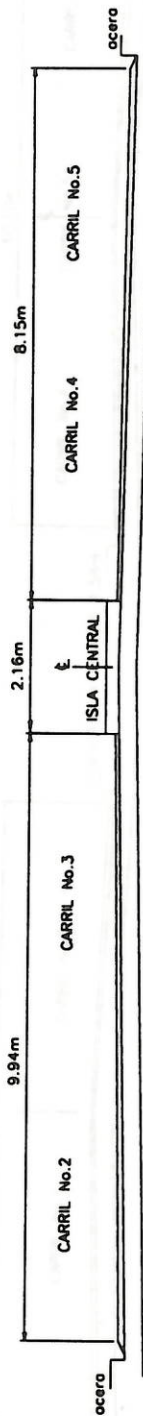
SECCION EXISTENTE EST. 0+000



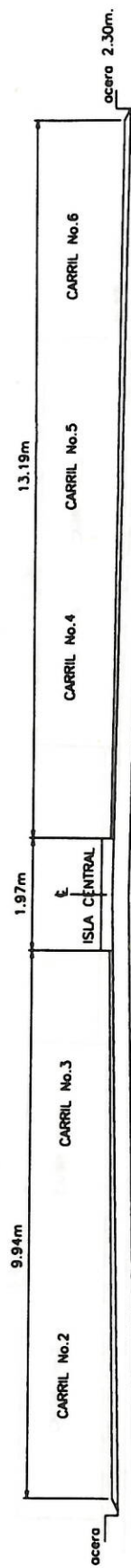
SECCION EXISTENTE EST. 1+450



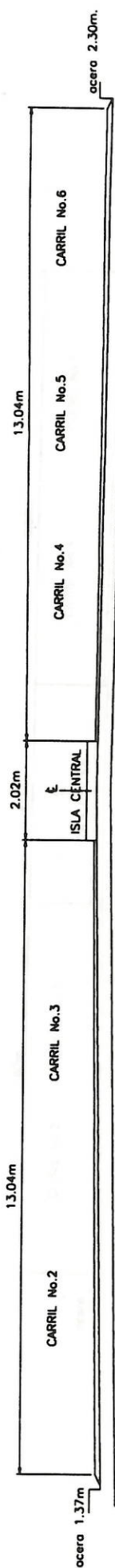
SECCION EXISTENTE EST. 1+050



SECCION EXISTENTE EST. 0+700

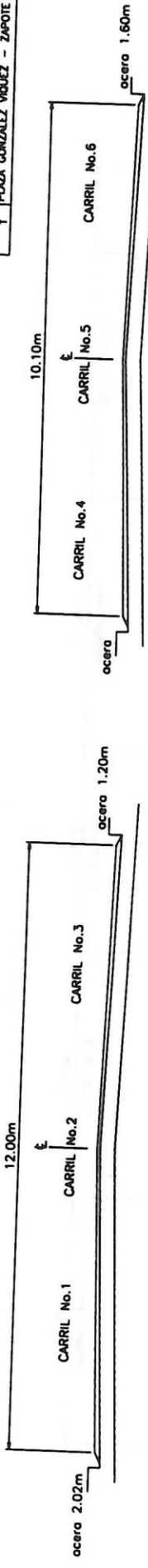


SECCION EXISTENTE EST. 0+650

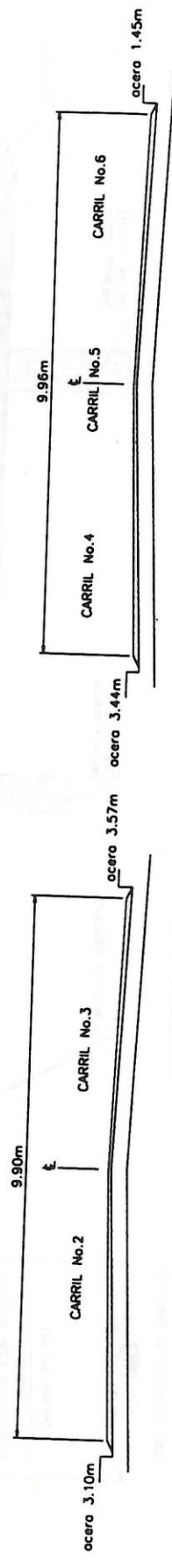


SECCION EXISTENTE EST. 0+600

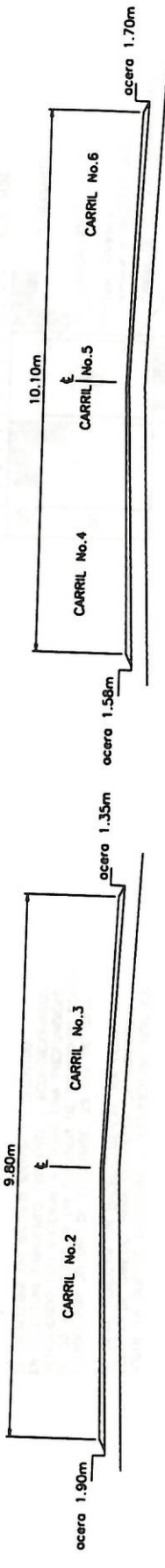
M	PROYECTO:	6
O		
P	PLAZA GONZALEZ VQUEZ - ZAPOTE	14



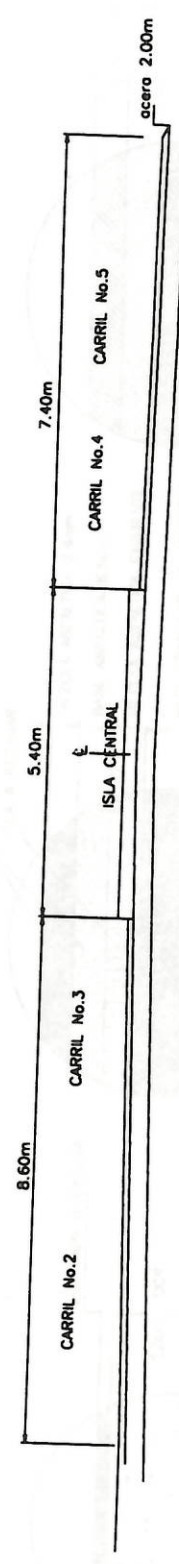
SECCION EXISTENTE EST. 2+500



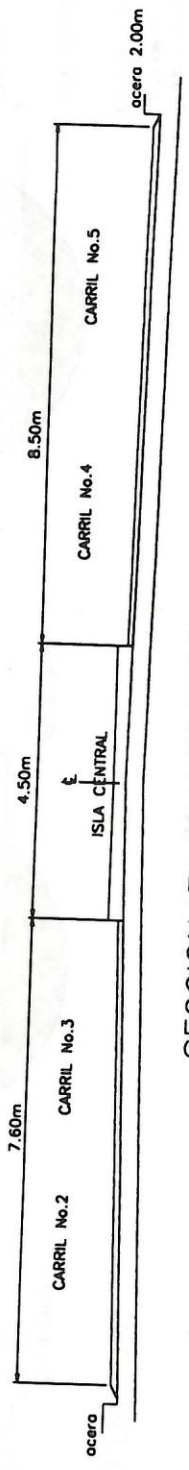
SECCION EXISTENTE EST. 2+300



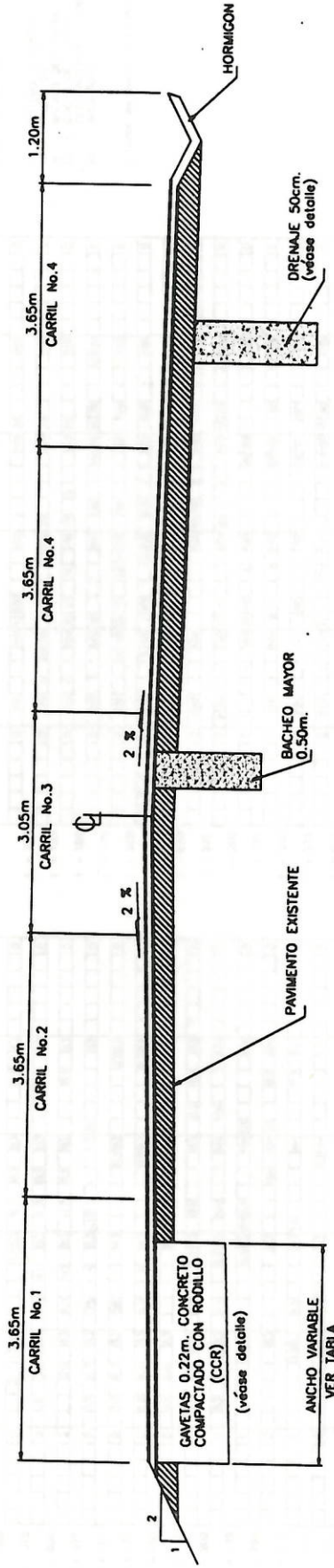
SECCION EXISTENTE EST. 2+000



SECCION EXISTENTE EST. 1+800

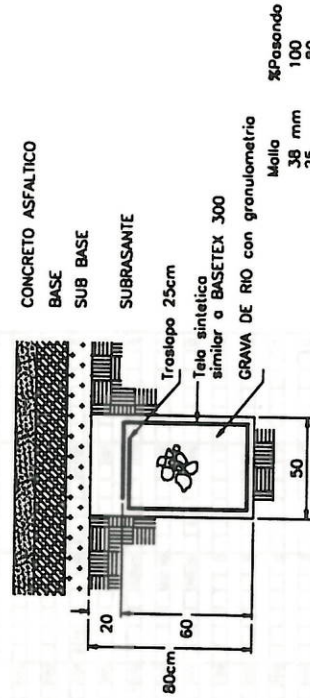


SECCION EXISTENTE EST. 1+700

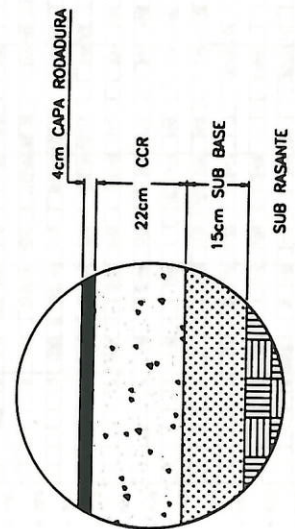
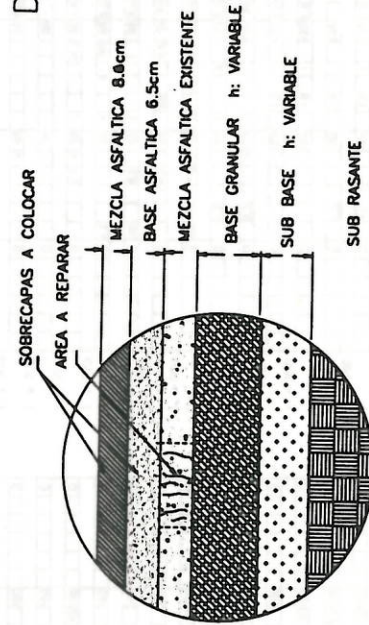
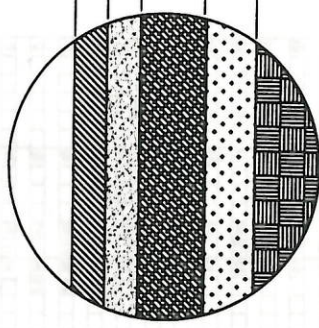


SECCION TIPICA A CONSTRUIR

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 CONSISTITUIDO POR 30 cm. DE SUB BASE, 25 cm. DE BASE
 SE DEBE REALIZAR UN BACHEO MENOR, ASI COMO UN SELLADO DE GRIETAS PARA PREPARAR LA SUPERFICIE SOBRE LA QUE SE COLOCARA LA ESTRUCTURA INDICADA



DETALLE DE DRENAJE



DETALLE DE AMPLIACION EN CCR.

DE ESTACION 0+650 A 1+900

ESPEORES DE CAPAS ESTRUCTURALES
 SECCION 1 de 0+000 a 0+650
 SECCION 3 de 1+900 a final proy.
 h1 8cm
 h2 14cm
 h3 20cm

DETALLE DE RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO

MUESTRAS: SUB RASANTE

ESTACION	LIMITES	PROCTOR	CBR	HUMEDAD
0 + 250	L. L. = 31.6 L. P. = 18.4 I. P. = 13.2	G max. = 1185 W opt. = 41.5	2.5 PARA 95%	19.7%
0 + 750	L. L. = 42.6 L. P. = 31.2 I. P. = 11.4	G max. = 1310 W opt. = 28.7	5.1 PARA 95%	36.8%
1 + 200	L. L. = 43.6 L. P. = 30.9 I. P. = 12.8	G max. = 1304 W opt. = 33.7	2.4 PARA 95%	24.2%
1 + 750	L. L. = 33.2 L. P. = 21.2 I. P. = 11.9	G max. = 1483 W opt. = 26.4	8.3 PARA 95%	29.8%
2 + 250 (SUR)	L. L. = 42.3 L. P. = 29.5 I. P. = 12.8	G max. = 1283 W opt. = 31.9	8.6 PARA 95%	36.2%
2 + 250 (NORTE)	L. L. = 44.2 L. P. = 27.7 I. P. = 16.4	G max. = 1369 W opt. = 30.5	2.75 PARA 95%	NO HAY DATOS

(*) NO SE PROCESA POR EXCESO EN PARTICULAS DE TAMAÑO GRUESO

RESULTADOS DE LABORATORIO

MUESTRAS: BASE

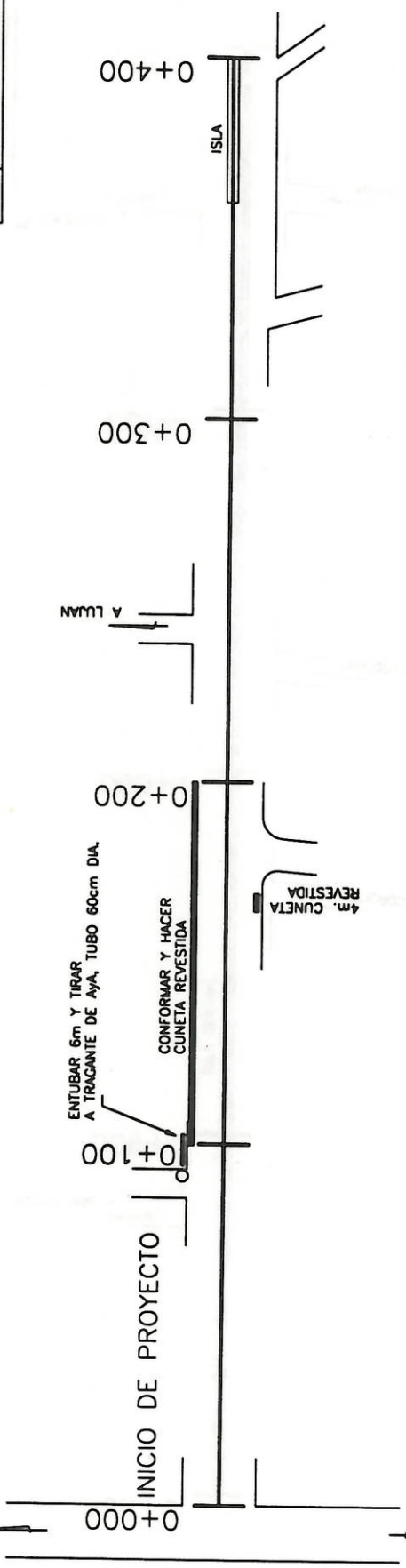
ESTACION	LIMITES	PROCTOR	CBR
0 + 250	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 2225 W opt. = 6.7	100 poro 95%
0 + 750	NO SE PROCESA	NO SE PROCESA	BASE ESTABILIZADA
1 + 750	NO SE PROCESA	NO SE PROCESA	BASE ESTABILIZADA
1 + 200	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 2225 W opt. = 6.7	62.5 poro 95%
2 + 250 (SUR)	NO SE PROCESA	NO SE PROCESA	BASE ESTABILIZADA
2 + 250 (NORTE)	NO SE PROCESA	NO SE PROCESA	BASE ESTABILIZADA

MUESTRAS: SUB BASE

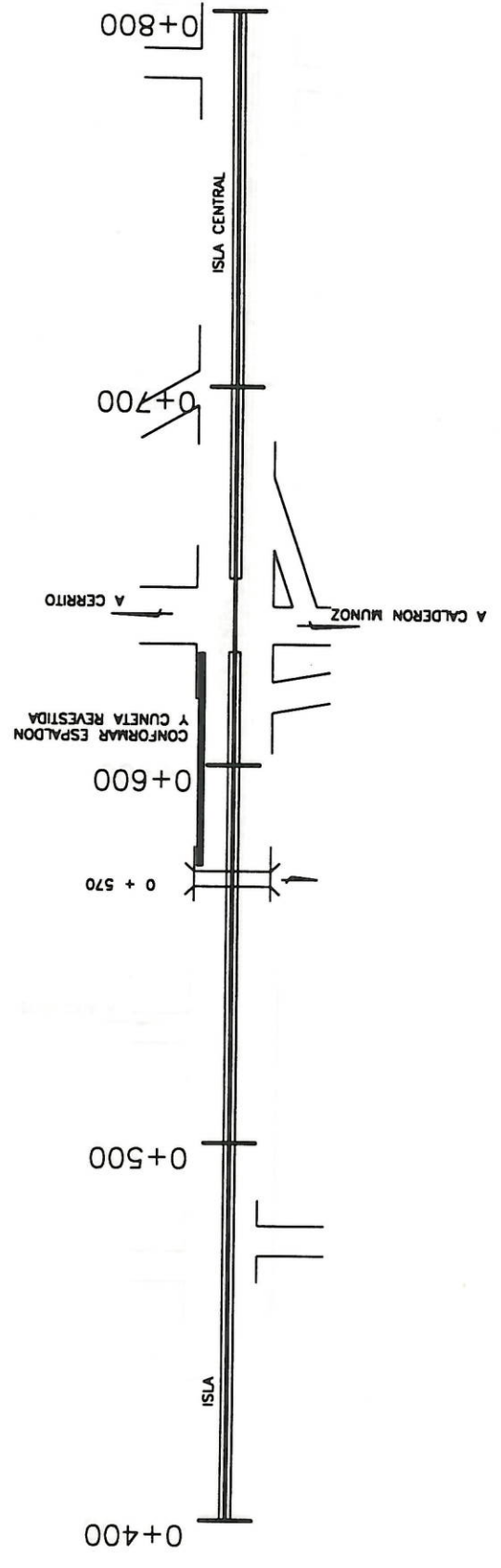
ESTACION	LIMITES	PROCTOR	CBR
0 + 250	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 1936 W opt. = 10.3	26.0 PARA 95%
0 + 750	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 1815 W opt. = 13.8	(*)
1 + 200	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 1818 W opt. = 11.3	72.0 PARA 95%
2 + 250 (SUR)	L. L. = N P L. P. = N P I. P. = N P	G max. = 1818 W opt. = 11.3	72.0 PARA 95%
2 + 250 (NORTE)	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE

M	PROYECTO:	11
O		
P		
T	PLAZA GONZALEZ VQUEZ - ZAPOTE	14

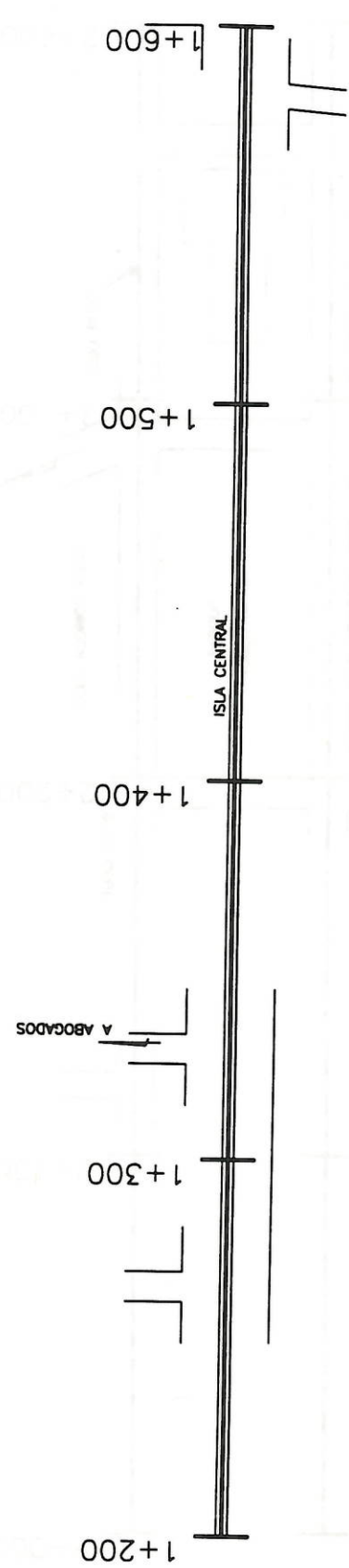
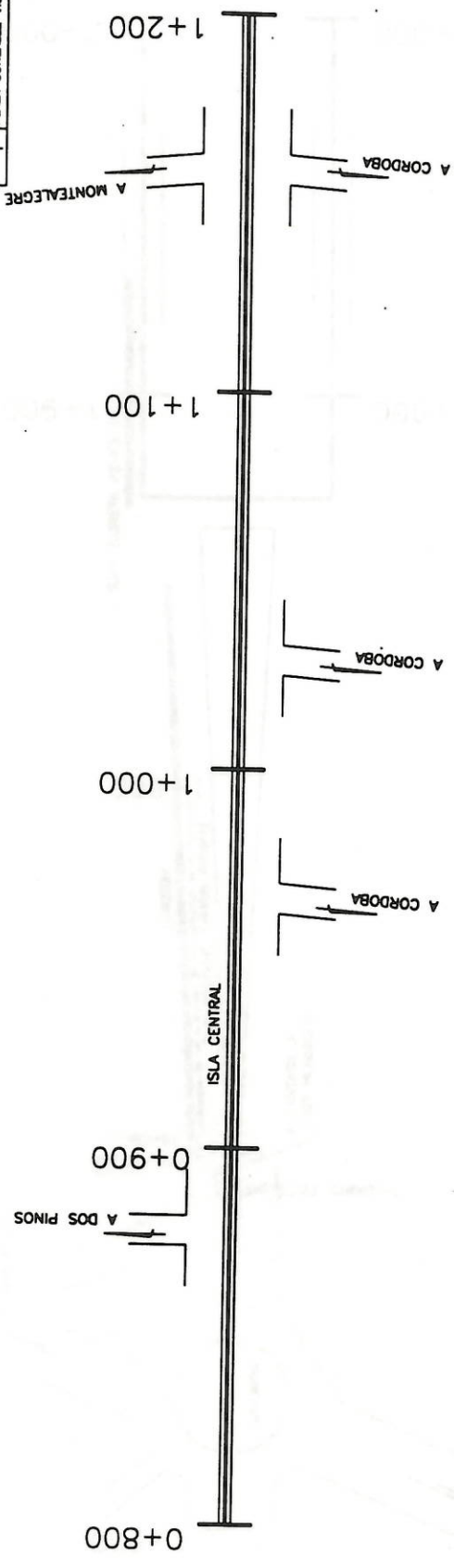
A. B. LUUAN



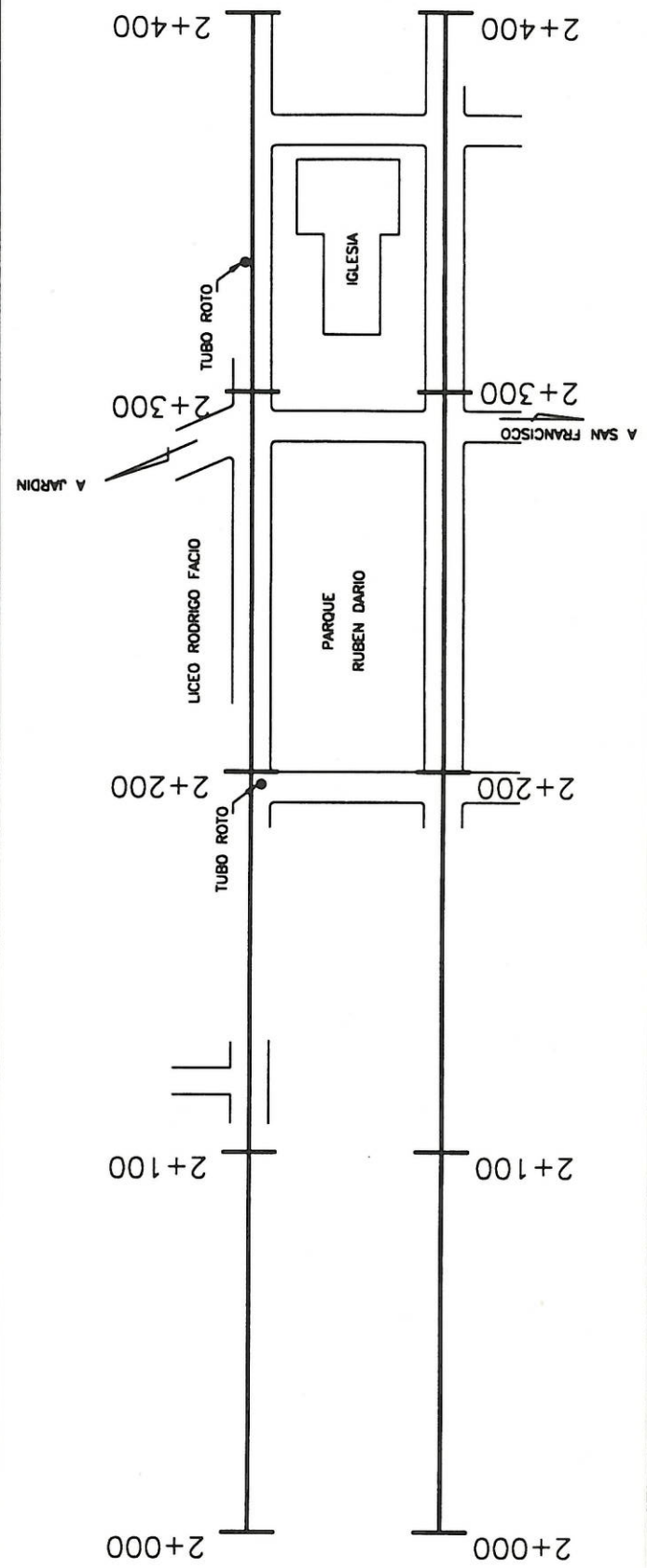
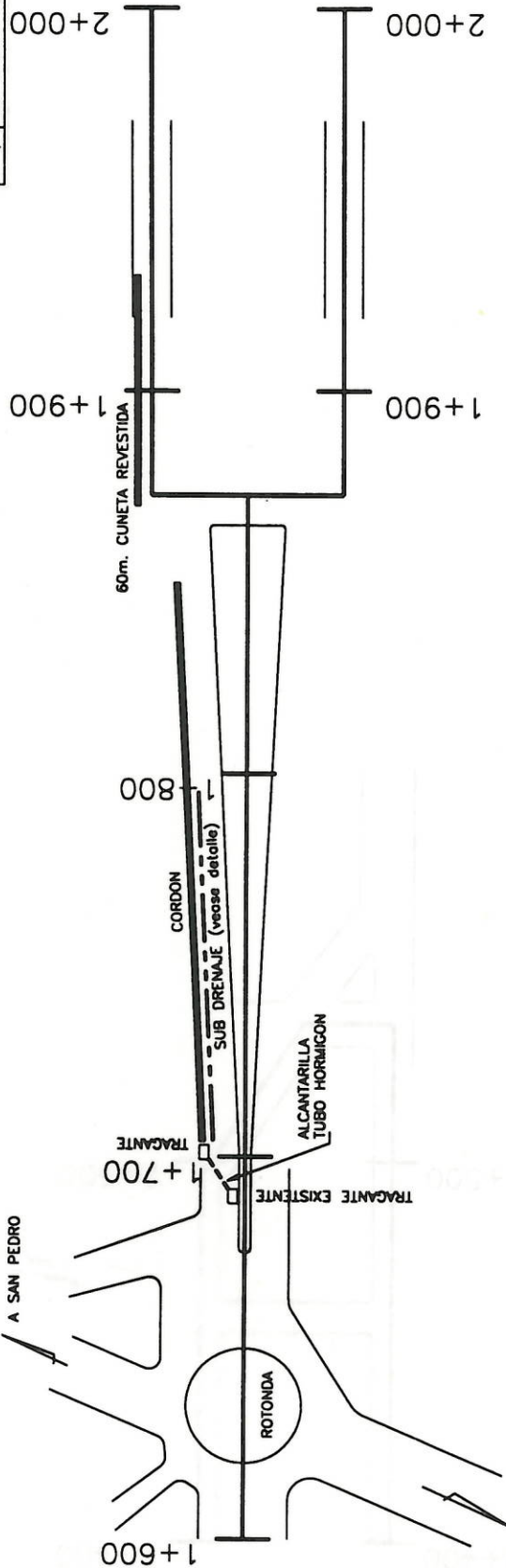
A. DESAMPARADOS



12	PROYECTO:
14	PLAZA GONZALEZ VQUEZ - ZAPOTE
	FORMA



13	PROYECTO:
14	PLAZA GONZALEZ VQUEZ - ZAPOTE



PROYECTO:	14
PLAZA GONZALEZ VQUEZ - ZAPOTE	14

N
O
P
T

