



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

LM-PI-PV-AT-14-05

14-05

OK

**INFORME ESPECIAL DE AUDITORÍA TÉCNICA**

**EXTERNA**

**PROYECTO DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA**

**RED DE SAN RAMÓN**

**LPCO-19-2001**

**RUTAS 715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo)**

**y 745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael)**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
INFORME DE AUDITORIA TECNICA  
SOLICITADO

Fecha: 20 Mayo 2005  
solo a CGR  
oficio LMIC.D.419-2005



**INFORME ESPECIAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA**  
**PROYECTO DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED DE SAN RAMÓN**  
**LPCO-19-2001, RUTAS 715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) Y 745 (Santa**  
**Rita – Santa Isabel- San Rafael)**

## A. ÍNDICE

	Página
A. Índice .....	01
1. Potestades .....	02
2. Justificación .....	02
3. Objetivo del informe .....	02
4. Equipo auditor .....	03
5. Alcance de los estudios realizados .....	03
6. Resultados de los estudios especiales de la auditoría .....	03
1. Diseño estructural de las rutas 715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) y la ruta 745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael) .....	03
1.1 Caso de la ruta No.715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) .....	03
1.2 Caso de ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael) .....	04
2. Determinación de espesores y características visuales del material colocado .....	06
3. Determinación de la capacidad estructural mediante el deflectómetro de Impacto (FWD) .....	07
4. Análisis del pago en función de calidad para las rutas No.715 y No.745 y resultados de compactación de la mezcla asfáltica .....	10
4.1 Elementos adicionales sobre pago en función de la calidad y control interno en el proyecto de conservación vial de San Ramón .....	13
5. Análisis de los materiales. Resultados de laboratorio .....	17
5.1 Sondeos realizados en la ruta No.715: Rosario – Río Grande .....	17
5.1.1 Sondeo realizado en la estación 0+300 .....	17
5.1.2 Sondeo realizado en la estación 1+000 .....	19
5.2 Sondeos realizados en la ruta No.745: Santa Rita–Santa Isabel–San Rafael .....	23
5.2.1 Sondeo realizado en la estación 1+106 .....	23
5.2.2 Sondeo realizado en la estación 3+440 .....	25
5.2.3 Sondeo realizado en la estación 5+500 .....	27
5.3 Ancho de la calzada pavimentada .....	29
6. Conclusiones .....	31
7. Recomendaciones .....	32

**INFORME ESPECIAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA**  
**PROYECTO DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED DE SAN RAMÓN**  
**LPCO-19-2001, RUTAS 715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) Y 745 (Santa**  
**Rita – Santa Isabel- San Rafael)**

### **Potestades**

La auditoría técnica externa a proyectos en ejecución que se realizan para el sector vial, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

De manera adicional, el proceso de auditoría se respalda en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

*“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”* (El subrayado no es del texto original).

### **2. Justificación**

Los proyectos de conservación vial representan uno de los principales destinos de los recursos que el Estado gira al CONAVI para ser invertidos en la red vial nacional.

En este proyecto de conservación vial de la Red de San Ramón (LPCO-019-01) el papel de la fiscalización que realiza el LANAMME por medio de las auditorías técnicas es un mecanismo idóneo para contribuir con la Contraloría General de la República en la evaluación de los procesos de control interno y de calidad de la gestión vial así como en la identificación de importantes oportunidades de mejora, que eventualmente se reflejen en una mejor inversión de los dineros de la hacienda pública y una mayor durabilidad de las obras viales.

### **3. Objetivo del informe**

Presentar un análisis detallado, con base en estudios de campo y de laboratorio realizados por la auditoría técnica, sobre los procesos de diseño y control de calidad de los trabajos realizados, y contribuir, mediante la identificación de los

hallazgos encontrados, con el mejoramiento continuo de los procesos de control de calidad de las obras y la buena administración de los fondos públicos.

#### **4. Equipo auditor**

Ing. Marcos E. Rodríguez, MSc, Coordinador de Auditorías Técnicas.

Ing. Roy Barrantes Jiménez.

Ing. Mauricio Salas Chaves.

#### **5. Alcance de los estudios realizados**

En este estudio especial de auditoría técnica se evaluaron los siguientes aspectos relacionados con las labores de conservación de la red vial de San Ramón, de acuerdo con la solicitud expresa de la Contraloría General de la República:

1. Análisis del diseño estructural del pavimento realizado en las secciones de la ruta 715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) y la ruta 745 (Santa Rita - Santa Isabel - San Rafael).
2. Determinación de la capacidad estructural o resistencia del pavimento colocado sobre las rutas 715 y 745 luego de su construcción.
3. Medición de los espesores de las capas in situ.
4. Caracterización de los materiales colocados y cumplimiento de especificaciones (Control de calidad).
5. Análisis del pago en función de la calidad y cumplimiento de los controles de calidad (autocontrol y verificación).

#### **6. Resultados de los estudios especiales de la auditoría Técnica**

##### **1. Diseño estructural de las rutas 715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) y la ruta 745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael).**

Se realizó un análisis de los informes de diseño estructural del pavimento para las rutas No.715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) y la ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael). Los diseños corresponden a los informes No.065-2003 para la ruta No.715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) y el informe No.537-2004 para la ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael).

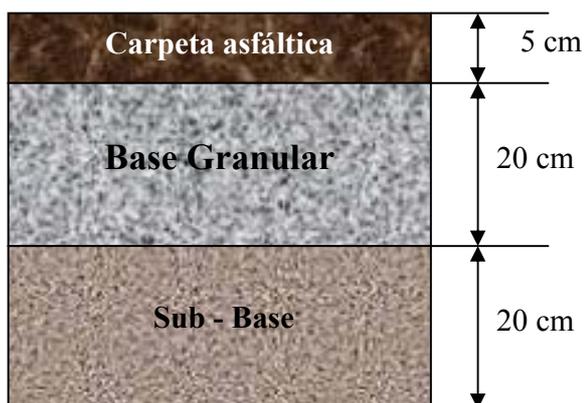
Del análisis realizado se desprende lo siguiente:

##### **1.1 Caso de la ruta No.715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo)**

De acuerdo a la información suministrada en el informe No.065-2003 de la empresa Ingeniería de Pavimentos LGC y a la metodología de diseño presentada en la Guía de Diseño AASHTO 93, este diseño sí cumple con la expectativa de

vida calculada en términos de ejes equivalentes, para un período de diseño de 10 años de vida del pavimento.

Los espesores propuestos por este diseño mencionado corresponden con el siguiente diagrama:



La comparación entre lo diseñado y lo finalmente construido se analizará en la siguiente sección de este informe.

## 1.2 Caso de ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael).

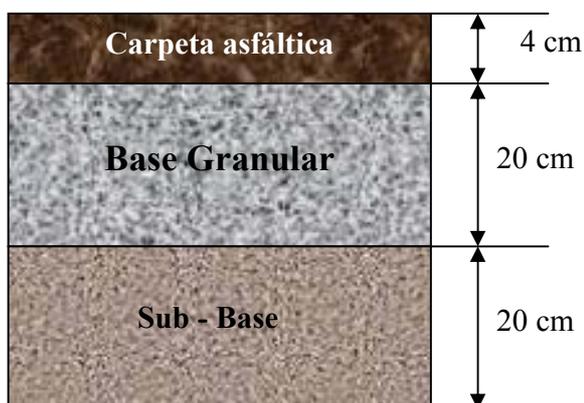
Dadas ciertas inconsistencias encontradas en la memoria de cálculo suministrada en el informe No.537-2004 con fecha del 3 de abril de 2004 realizado por la empresa CACISA, y de acuerdo con la metodología de diseño presentada en la guía de diseño AASHTO 93, no se puede concluir que el diseño está bien realizado y que cumple con la expectativa de vida de la estructura del pavimento, de acuerdo con la información suministrada.

Las inconsistencias encontradas en el documento mencionado son las siguientes:

- Se presenta un valor de TPD (Tránsito Promedio Diario) en una sección del diseño con un valor de 160 y en otra sección se utiliza un valor de 210.
- Se presenta una distribución vehicular en un cuadro y para el cálculo se utiliza otra diferente, lo cual revela que no hay certeza sobre el verdadero tránsito de la ruta.
- Se utilizó un factor de camión para el cálculo de ejes equivalentes a partir de vehículos de carga liviana de 0,039, muy inferior al recomendado para este tipo de vehículo (de 0,2 a 0,4), lo cual conlleva a una subestimación de la exigencia de carga con que contará el pavimento.
- Se presenta en una tabla un índice de servicio terminal de 2,5 y en otra se encuentra un valor de 1,7.

- En un lugar se presenta una desviación estándar  $S_o$  de 0,35 y en otro lugar un valor de 0,45.

Adicionalmente, el informe de este diseño de la estructura del pavimento tiene fecha de 03 de abril de 2004, sin embargo, antes de esta fecha, entre los meses de agosto 2003 y marzo 2004 se estaba construyendo la última capa del pavimento, lo anterior corresponde con mezcla asfáltica pagada en las estimaciones 18T, 19T, 20T, 21T, 22T, 23T Y 24T con colocación de mezcla asfáltica en carpeta sobre esta ruta. Se pagaron obras en la vía antes que el diseño del pavimento se hubiera entregado y aceptado por parte de la Administración contratante, es decir, sin soporte técnico del diseño. Los espesores propuestos por el diseño mencionado corresponden con el siguiente diagrama:



En síntesis, el informe de diseño analizado muestra inconsistencias que no permiten realizar su comprobación o seguimiento y no es posible entender la consistencia de los factores y parámetros utilizados. Por tanto, es criterio de esta auditoría que no debió ser aceptado por CONAVI hasta que fuera corregido.

Sobre el espesor de capa asfáltica en un pavimento, la recomendación internacional dada por instituciones como el US Army Corps of Engineers, el Federal Highway Administrations, entre otras, sugiere que el espesor mínimo de capa no debe ser inferior a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica; es decir, para una mezcla con un tamaño máximo nominal de 19mm el espesor mínimo sugerido es de 5,7 cm, lo cual es recomendado para evitar problemas de compactación y que el peso y vibración de los compactadores no modifique la granulometría de la mezcla asfáltica y sus propiedades físico mecánicas. Se deduce entonces que las capas asfálticas diseñadas para estas dos rutas tienen un espesor inferior a lo recomendable.

## 2. Determinación de espesores del pavimento y características visuales del material colocado

La auditoría técnica realizó una serie de muestreos de núcleos y sondeos sobre ambas rutas, con el fin de determinar los espesores de las capas colocadas y recolectar el material necesario para realizar los ensayos de caracterización de los materiales y cumplimiento de especificaciones.

El detalle de la cantidad de muestreos realizados se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla No.1: Espesores de sobrecapa**

Ruta	Cantidad de núcleos	Cantidad de Sondeos a "cielo abierto"	Promedio de espesores de Carpeta (cm)	Promedio de espesores de Base (cm)
715	15	2	3,5	15,7
745	30	3	4,4	16,7

Como se puede observar en la tabla anterior los espesores de la carpeta y de la base no cumplen con los espesores determinados en los diseños estructurales realizados para ambas rutas. En el caso de la subbase no es posible determinar un espesor único, ya que se encontraron capas de diferentes materiales. Se observa presencia de material con sobretamaños en la subbase hasta de 15 cm en su diámetro.



**Fotografía No1:** Material de subbase encontrado en las rutas evaluadas

### 3. Determinación de deflexiones de los pavimentos mediante el deflectómetro de impacto (FWD)

La auditoría técnica solicitó mediciones en ambas rutas mediante el deflectómetro de impacto (FWD), con el fin de evaluar la capacidad estructural de los pavimentos construidos y su congruencia con los diseños estructurales existentes.

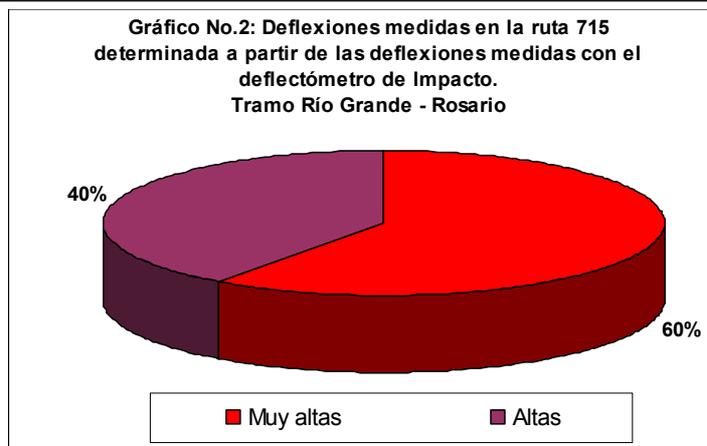
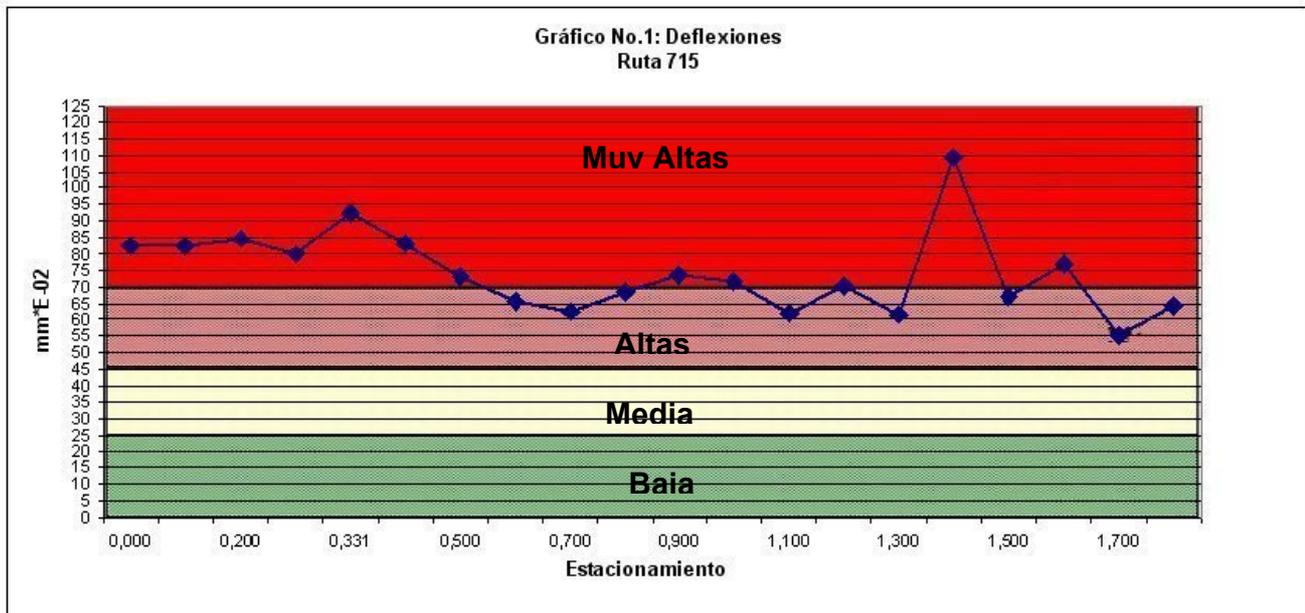
Los resultados obtenidos se interpretan de acuerdo a la siguiente simbología :

<u>Deflexiones</u>	<u>Posible comportamiento en rutas alto volumen</u>
Bajas 	⇒ Buena capacidad para resistir cargas de tránsito (mayor durabilidad).
Medias 	⇒ Menor capacidad para resistir cargas de tránsito (menor durabilidad).
Altas 	⇒ Baja capacidad de resistir cargas de tránsito (muy poca durabilidad, falla por fatiga en el corto plazo).
Muy Altas 	⇒ Muy mala capacidad de resistir cargas de tránsito (La falla por fatiga puede ser inminente).

**Nota:** Esta clasificación aplica especialmente para vías de volumen de tránsito medio y alto. Por falta de información en el MOPT no se puede separar la red en las diferentes categorías de tránsito.

Debido a que estas rutas tienen un nivel de tránsito muy bajo (Posiblemente inferior a 500 vpd), los límites de deflexión aceptables para rutas de tránsito alto y medio son inapropiados para predecir su comportamiento o desempeño. Los gráficos siguientes ilustran dónde se ubican las deflexiones medidas en las rutas construidas.

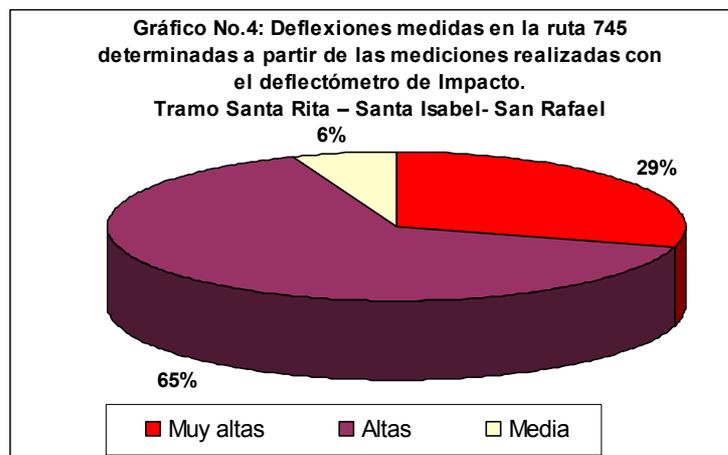
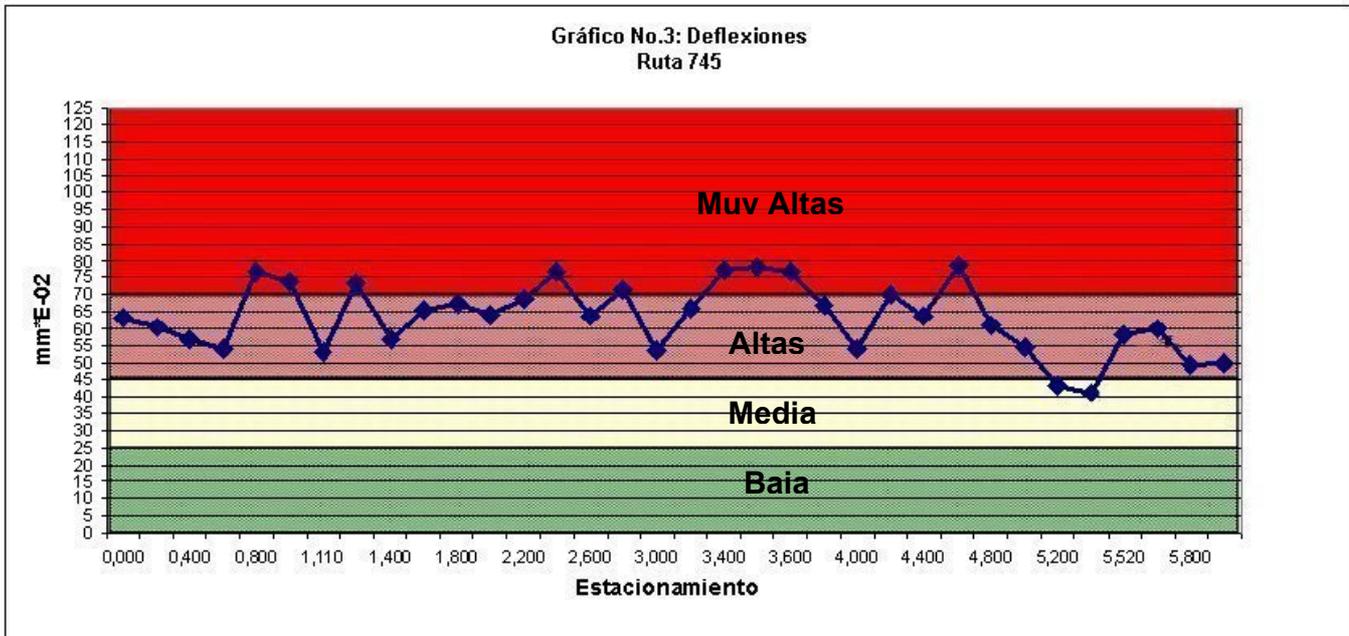
Los resultados se muestran en los siguientes gráficos:



Los gráficos anteriores muestran los resultados de deflexiones medidos en la ruta No.715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo). Los valores mayores de deflexiones son los que están asociados con una menor capacidad estructural. Los gráficos muestran cómo las mayores deflexiones se encuentran dentro del rango de pésimo estado estructural (60%), y un 40% en una condición de mal estado estructural.

Estos valores altos de deflexión auguran corta vida útil del pavimento, especialmente si circulan camiones pesados por esta ruta.

En el caso de la ruta No.745 se obtienen los siguientes resultados:



Los gráficos superiores muestran los resultados de las deflexiones en la ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael). Como se puede apreciar en el gráfico No.1, los valores mayores de deflexiones son los que están asociados con una menor capacidad estructural. Los gráficos muestran cómo las deflexiones se encuentran dentro del rango de pésimo estado estructural en un (29%), un 65% en una condición de mal estado estructural y solo un 6% en regular condición.

Aunque la deflexión del pavimento no es una especificación a cumplir en este contrato, hay otros países que la están investigando para diseñar y aceptar vías construidas porque evalúa en sitio la variabilidad de los materiales usados y también la calidad de su proceso constructivo.

#### 4. Análisis del pago en función de calidad para las rutas No.715 y No.745 y resultados de compactación de la mezcla asfáltica.

La auditoría técnica realizó un estudio documental del proyecto de Conservación Vial de San Ramón que abarcó las estimaciones 12T a la 30T, es decir los meses de abril de 2003 a enero de 2004 y analizó el procedimiento del cálculo del factor de pago en función de la calidad en cada una de ellas, en esta sección se consigna específicamente lo detectado para la mezcla asfáltica colocada en las rutas No.715 (Río Grande – El Rosario de Naranjo) y la ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel- San Rafael). En estas rutas se colocó mezcla asfáltica tanto en actividad de bacheo como en carpeta (renglón de pago M45-A) desglosada de la siguiente forma:

**Tabla No.2: Cantidades de mezcla colocada en las rutas 715 y 745**

RUTA	BACHEO (M41-A) Cantidad en Toneladas Métricas (Tm)	CARPETA (M45-A) Cantidad en Toneladas Métricas
715	2.162,5	1.945,1
745	3.387,7	5.567,9
<b>TOTAL</b>	<b>5550,2 Tm</b>	<b>7513,0 Tm</b>
Precio unitario por tonelada	\$57.5	\$43
<b>Monto Total (\$)</b>	<b>\$ 319.136,5</b>	<b>\$ 323.059,0</b>

De acuerdo con las mediciones realizadas por la Auditoría Técnica en los muestreos de campo, se determinó un espesor promedio de 3.5 cm para la ruta No.715 y 4.4 cm para la ruta No 745.

En el caso de la ruta No.715 las instrucciones emitidas por el CONAVI <sup>1</sup> establecen que para capas con espesores menores a 5cm, la determinación de los poros (vacíos) en sitio no debe realizarse por medio de la extracción de núcleos y su posterior ensayo de laboratorio. El CONAVI definió que para “asegurar” una correcta compactación de este tipo de capas, deberían compactarse siguiendo un patrón de compactación definido por un tramo de prueba o franja de control, cuyas características se encuentran definidas en el cartel de licitación.

El análisis documental realizado por la auditoría técnica, determina que se incumplen para ambas rutas los requisitos técnicos establecidos en el cartel de licitación, Sección VI de las Especificaciones Especiales sub-sección 2.2, “Requisitos de la mezcla asfáltica”, punto 2.3.1.1 y que son necesarios para la correcta ejecución de un tramo de prueba de compactación. Según lo establecido en el cartel, el tramo de prueba debe realizarse cada vez que se den cambios de ruta, cambios en las condiciones de las capas inferiores en una sección homogénea, en el diseño de mezcla o en el equipo de compactación (punto 2.3.1.1 e)).

<sup>1</sup> Oficio DCV-2232-2002 emitido por el ingeniero Juan Ramón Chacón Prendas, Ex-Director del Área de Conservación Vial con fecha del 16 de setiembre de 2002.

En el punto 2.3.1.1 a) se especifica que se debe realizar la franja de control con una longitud mínima de 100 metros....”

Para la ruta No.715, no existe documentación que evidencie la construcción de un tramo de prueba de ningún tipo y para la ruta No.745 en los informes INF.445-2004 y 445A-2004 (estimación 25T) emitidos por la empresa CACISA el 29 de abril de 2004 no se especifica la longitud de la franja de control.

En el punto f) del cartel se especifica: ”Para la construcción de los baches de prueba y franjas de control, el contratista deberá hacer uso de equipo nuclear debidamente calibrado. Una vez concluidas las determinaciones, el contratista deberá sacar al menos 3 núcleos para calibrar adecuadamente sus mediciones, ya sea 1 por cada bache de prueba o 1 cada 10 metros en la franja de control (en diferentes posiciones).”

Los informes INF 445- 2004 y 445A-2004 (ruta No.745) de CACISA, no muestran evidencia de que se usen equipos nucleares debidamente calibrados, ni presenta resultados que puedan atribuirse a la extracción de núcleos en una franja de control de 100 metros como la especificada.

En el punto g) Sección VI de las Especificaciones Especiales sub-sección 2.2 se especifica. “El certificado de calidad tanto para franja de control como para baches de prueba debe reportar como mínimo los siguientes parámetros:

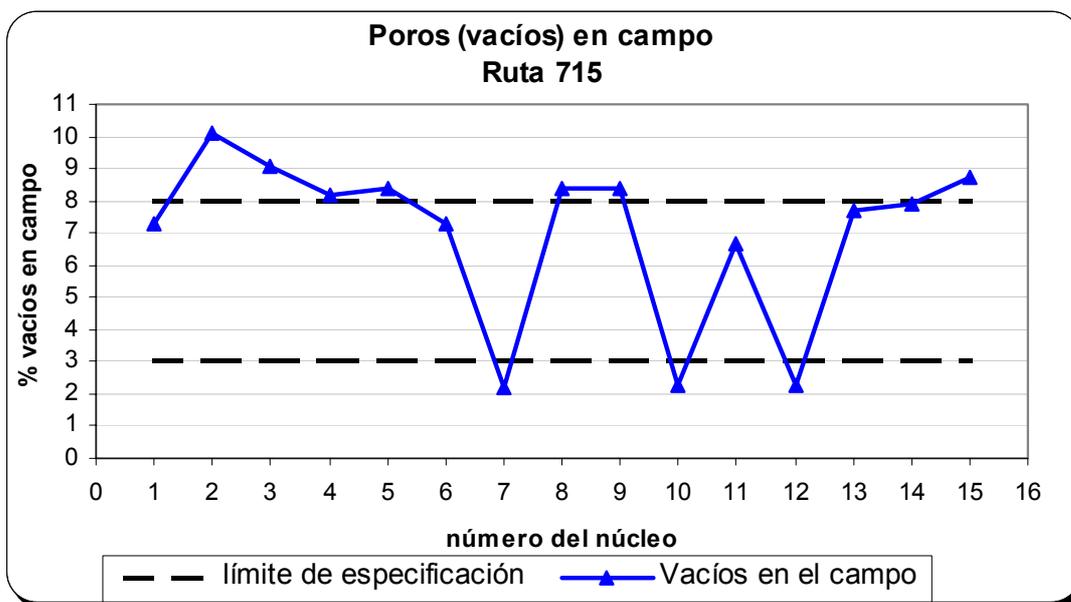
1. Fecha y hora de inicio.
2. Temperatura, así como tipo (plancha y/o vibrada) y número de pasadas.
3. Velocidad y frecuencia de compactación.
4. Secuencia de recorrido.
5. Rango óptimo de temperatura de compactación.

Los informes INF 445- 2004 y 445A-2004 (ruta No.745) de CACISA, incumplen el punto 1 pues no reporta la fecha y hora de inicio del tramo de prueba, y los puntos 3, 4 y 5 en su totalidad.

El sistema de pago en función de la calidad establece que la mezcla asfáltica producida en una estimación mensual de pago, un 80% debe evaluarse mediante el autocontrol realizado directamente en la planta productora del contratista y el otro 20% corresponde al cumplimiento de las especificaciones de poros (vacíos) medidos en sitio. Por lo tanto, en el caso de la ruta No.715, al no asegurarse un adecuado proceso de compactación, ya que el tramo de prueba o franja de control no se realizó, implica que la evaluación de la compactación o poros (vacíos) en

sitio no se realizó. En el cálculo del factor de pago en función de la calidad, en el tramo de la ruta No.715 analizado, se puede consignar un incumplimiento de las especificaciones que repercute directamente en el 20% de la mezcla colocada y pagada.

Los resultados de poros (vacíos) en sitio de los muestreos realizados por la auditoría técnica en la ruta No.715 se presentan en el gráfico siguiente:



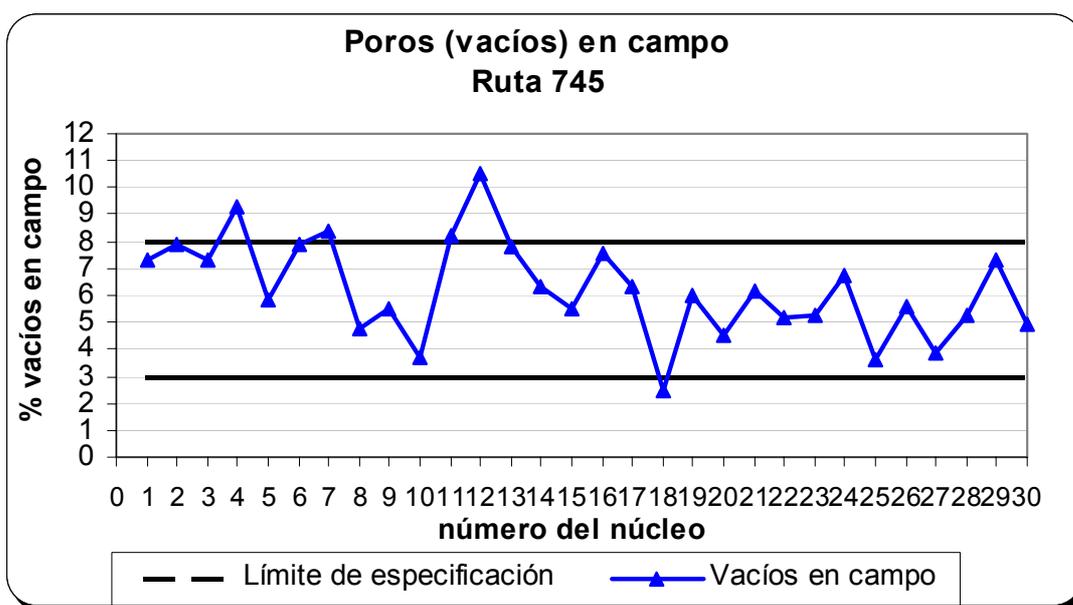
Como se puede observar en el gráfico se presenta una condición de mucha variabilidad en los poros (vacíos) en el campo, con un porcentaje de incumplimiento del 73.3%, lo cual es congruente con el hallazgo de la falta de un tramo de prueba, ya que no se determinó correctamente el procedimiento de compactación para esta ruta.

En el caso de la ruta No.745 (Santa Rita – Santa Isabel – San Rafael), a pesar del espesor de menos de 5 cm obtenido por los muestreos de auditoría técnica, sí se detectó muestreo de autocontrol hecho por el contratista.

En esta ruta también se incumple lo especificado para la construcción del tramo de prueba. El criterio técnico de la auditoría sobre la cantidad de muestreos que son pedidos por el plan mínimo de autocontrol, se basa en un estudio realizado por el LANAMME y entregado al CONAVI como parte del convenio UCR-CONAVI en enero de 2001, que determinó que era necesario aumentar la frecuencia de muestreo entre 52 y 96 puntos para tramos de un kilómetro aproximadamente, según el nivel de dispersión de la población total (carpeta total) y combinar este muestreo con el uso de densímetros calibrados. En términos generales para el

caso de la ruta No.745, los controles de calidad se limitaron al mínimo sugerido por el cartel de licitación y este control se encuentra debilitado por el incumplimiento de otras especificaciones técnicas como la deficiente construcción del tramo de prueba.

Los resultados de poros (vacíos) en sitio de los muestreos realizados por la auditoría técnica en la ruta No.745 se presentan en el gráfico siguiente:



En este caso la variabilidad es menor con un porcentaje de incumplimiento de 17%. El gráfico muestra que hubo un mejor control de la compactación .

#### **4.1 Elementos adicionales sobre pago en función de la calidad y control interno en el proyecto de conservación vial de San Ramón.**

La revisión documental realizada a la información obtenida del proyecto de Conservación vial de San Ramón y que abarcó las estimaciones 12T a la 30T, (meses de abril de 2003 a setiembre de 2004) revela deficiencias de control, relacionadas con los cálculos del factor de pago en función de la calidad que complementan lo detallado en la sección anterior. Estas deficiencias son las siguientes:

1. El procedimiento aplicado por el CONAVI para realizar pagos al contratista a mediados de periodo, es decir, a mediados de mes, presenta los siguientes incumplimientos:

- a) Los pagos quincenales realizados en las estimaciones analizadas responden a una instrucción girada el 11 de febrero de 2003 por parte de la Dirección Ejecutiva de CONAVI mediante el oficio DE 03-0263, el cual no forma parte de ninguno de los documentos de prevalencia u orden de modificación vigentes para este proyecto. El oficio DE 03-0263 no solamente es una directriz que indica cuando pagar, además modifica el sistema de pago en función de la calidad presente en el contrato refrendado por la Contraloría General de la República, ya que permite pagar una mezcla asfáltica antes de que se determine el grado de cumplimiento de las especificaciones.
- b) En el caso específico de este proyecto, el contratista no es evaluado tomando en cuenta ni el rendimiento, ni la calidad de los trabajos, ni ninguna otra razón de índole técnica que quede registrada, por lo tanto, los porcentajes de material pagados en las “estimaciones parciales”, es decir, estimaciones No.9, 11P, 12P, 13P, 14P, 15P, 17P, 18P, 19P, 21P, 22P, 23P, 24P, 26P, 27P y 30P, son decisiones que la ingeniería de proyecto toma sin un sustento adecuado (ver lo definido en el oficio DE 03-0263, punto 2). Los porcentajes de mezcla que fueron pagados en las estimaciones supra citadas se desglosan en la siguiente tabla.

**Tabla No.3: Porcentajes de mezcla asfáltica pagadas en las estimaciones quincenales.**

<b>Número de la Estimación</b>	<b>Periodo</b>	<b>Porcentaje pagado</b>
No.9	Febrero 2003	90%
11P	Marzo 2003	80%
12P	Abril 2003	90%
13P	Mayo 2003	90%
14P	Junio 2003	90%
15P	Julio 2003	70%
17P	Setiembre 2003	75%
18P	Octubre 2003	90%
19P	Noviembre 2003	70%
21P	Diciembre 2003	<b>100%</b>
22P	Enero 2004	90%
23P	Febrero 2004	70%
24P	Marzo 2004	<b>100%</b>
26P	Mayo 2004	90%
27P	Junio 2004	70%
29P	Agosto 2004	90%
30P	Setiembre 2004	90%

La ingeniería de proyecto adjunta, como parte de la documentación de soporte de las estimaciones quincenales, una copia del oficio DE 03-0263. En dicho oficio se establece lo siguiente:

*“3) El reconocimiento de este pago a mitad de periodo está sujeto a que el contratista demuestre un avance razonable en las obras (congruente con el programa de trabajo). Es decir, si para una ocasión se realiza este reconocimiento y para el resto del periodo el contratista baja notablemente su ritmo de avance, entonces para el siguiente mes no se le hace tal reconocimiento.”*

Como se puede observar en la tabla No.1 los porcentajes de reconocimiento de mezcla asfáltica realizados en los meses de Octubre a Diciembre de 2003 y de Enero a Marzo de 2004 variaban de un 90% a un 70% y luego a un 100%, lo cual evidencia que estos reconocimientos no se realizan en función de análisis del desempeño del contratista, generando un incumplimiento al procedimiento definido por la Administración.

Adicionalmente se establece en el oficio DE 03-0263 para los pagos quincenales lo siguiente:

*“5) No será necesario entregar en esta ocasión los resultados del autocontrol de calidad como requisito para tramitar la estimación. Sin embargo, si el proceso de verificación de la calidad arroja resultados inaceptables para alguna proporción de la mezcla que se esté considerando, el ingeniero deberá retener el pago sobre dicha proporción de mezcla hasta que los resultados sean concluyentes.”*

Sobre lo anterior es necesario aclarar que el actual sistema de verificación de la calidad que hace CONAVI en el campo depende totalmente del autocontrol del contratista, ya que únicamente consiste en un seguimiento del proceso de extracción y una posterior supervisión del ensayo realizado a los especímenes del autocontrol del contratista en su propio laboratorio (oficio DCV-2232-2002), esto quiere decir, que si en algún mes la estimación de pago no cuenta con el autocontrol tampoco tiene verificación de la calidad. En este proyecto, la Administración pagó las estimaciones sin contar con los datos de autocontrol de campo para todas las estimaciones quincenales y por lo tanto, no hay la verificación tal y como el CONAVI mismo la ha definido, de esta manera es imposible que esta verificación de las compactaciones arroje información sobre la calidad de la mezcla de forma oportuna.

2. Los muestreos realizados para determinar el cumplimiento de la compactación en sitio (20% del valor de la mezcla asfáltica) no cuentan con un número de Bitácora de Muestreo en Sitio (BMS), por lo que no es posible determinar su trazabilidad, es decir, su lugar de muestreo, fecha y

naturaleza del muestreo. Lo anterior se detecta en las estimaciones 14P, 16T, 18P y 19P.

3. Se detectaron casos cuando el número de bitácora de muestreo en sitio (BMS) es el mismo para todas las muestras analizadas en el cálculo del factor de pago en función de la calidad lo cual evidencia que se extrajeron el mismo día. Las especificaciones vigentes para este proyecto determinan que los núcleos deben extraerse dos días después de colocada la sobrecapa, de lo contrario estos núcleos deben sustituirse con los muestreos de la verificación (que no existe). Un único número de BMS y los datos suministrados por los laboratorios que realizan los muestreos en sitio, muestra incumplimiento de esta especificación y adicionalmente no se realizan por parte de la Administración muestreos de verificación de la compactación que sean paralelos e independientes y que puedan evaluar la calidad del material. Se observa esta situación en las estimaciones 16T, 17P, 18P, 22P, 23T, 24T, 26T y 28T.
4. Se detectó gran cantidad de mezcla asfáltica colocada en sobrecapas que es pagada sin evaluar la compactación en sitio (ver estimaciones 24T, 26T y 29T, entre otras) ya que se argumenta que no se colocó “espesor suficiente”. Sobre la posibilidad de evaluar el cumplimiento de los poros (vacíos) en sitio para sobrecapas menores a 5 cm el LANAMME ya ha emitido su criterio y mediante estudios ha determinado que no existe ninguna razón técnica para no evaluar estas sobrecapas. La decisión del CONAVI de no evaluar la compactación de este tipo de sobrecapas se declara en el oficio DCV-2232-2002.
5. En este proyecto se permitió la colocación de mezcla asfáltica proveniente de cuatro (4) plantas asfálticas (Meco-Barranca, Meco-Santa Ana, Santa Fe-Guápiles y Santa Fe-San Carlos). Lo anterior dificulta un adecuado control de calidad y cantidad del material colocado por el CONAVI y adicionalmente introduce variabilidad en el material limitando considerablemente el uso de las “secciones de control” que se encuentran definidas para los proyectos de conservación vial.
6. En los informes de la Auditoría Técnica de los laboratorios en las plantas de Santa Fe Guápiles y San Carlos (LM-PI-PV-AT-23-03 y LM-PI-PV-AT-76-03, año 2003), se presentaron hallazgos de auditoría técnica que indican problemas de control y gestión de estos laboratorios que, de acuerdo al cartel de licitación, invalidan sus resultados para el pago de la mezcla asfáltica.

## 5. Análisis de los materiales. Resultados de laboratorio.

### 5.1 Sondeos realizados en la ruta No.715: Rosario – Río Grande

El tramo analizado es de aproximadamente 1,8Km de longitud.

#### 5.1.1 Sondeo realizado en la estación 0+300

En el sondeo hecho en la estación 0+300 del proyecto (0+000 frente a la pulpería Prisila), se encontró una capa asfáltica de 2,5 cm de espesor, 15,0 cm de base granular, 7,0 cm de un material con presencia de sobre tamaños mayores a 3". En las capas subyacentes se detecta un material de relleno con un espesor de 7,0 cm y luego otro diferente de 30,0 cm que posiblemente es el material antiguo existente antes de los trabajos realizados.

Proyecto: Río Grande - Rosario. Ruta # 715  
Estacionamiento: 0+300. Sentido: Río Grande - Rosario

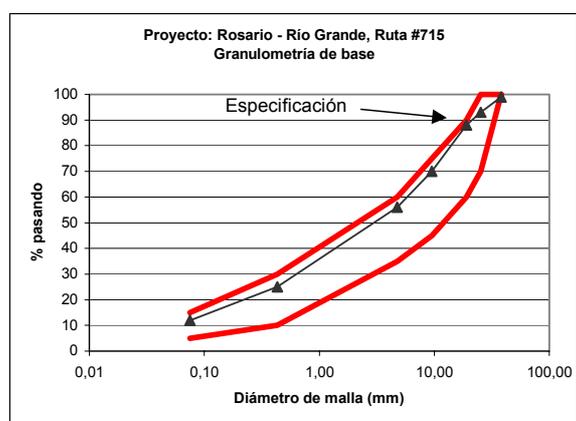
Material		Características
Capa asfáltica	2.5 cm	Bloque de 1x1m. Espesor promedio: 2.5 cm
Base granular	15.0 cm	Se observa medianamente compacta. % de compactación = 99,1% % w sitio = 17.9%
Material transición	7.0 cm	Se observa suelto. % w sitio = 21.5%
Relleno N°1	7.0 cm	Se observa medianamente compacto % w sitio = 13.0%
Relleno N°2	30.0 cm	Se observa muy compacto. % w sitio = 11.0%
Subrasante		Se percibe compacta. CBR sitio = 11.0 % w sitio = 29.0%

**a) Base:** El material de base granular presenta un incumplimiento con la especificación establecida en el CR-77 (graduación B), ya que por el tamiz de 1½" pasa el 99% y no el 100% como se establece. Sin embargo, al ser un porcentaje mínimo, se podría decir que no es significativo ya que se puede deber a el tamaño de algunas pocas partículas. Los demás tamices cumplen satisfactoriamente. En cuanto a otros ensayos realizados, el material no tiene plasticidad y presenta

un porcentaje de caras fracturadas de 100%, mostrando cumplimiento de especificaciones. Además, se realizó el ensayo de equivalente de arena para verificar qué proporción de contaminación por material arcilloso contenía la muestra. Esta prueba determinó que se cumplía con más del 50%, con lo cual se cumple con la recomendación indicada en el Manual Centroamericano de Carreteras para una base granular.

Proyecto: Río Grande - Rosario  
Ruta # 715  
Sentido: Río Grande - Rosario  
Material: Base

Malla	Diámetro	Especificación Grad B	Material	Base
1 1/2"	38,10	100	Estación	0+300
1"	25,40	70		
3/4"	19,00	60		
3/8"	9,50	45		
No.4	4,75	35		
No.40	0,43	10		
No.200	0,075	5		
Caras Fracturadas		> 50%		100%
Equivalente de arena		> 50%		55%
Límite Líquido				NP
Límite plástico				NP
Induce de plasticidad				NP
Densidad Máxima (kg/m <sup>3</sup> )				1583
% húmeda óptimo				15,9
CBR		> 80		50



Sin embargo, la prueba de CBR medida en el laboratorio indica que éste material de base no cumple con la especificación indicada en el CR-77, que señala que debe tener una razón mayor a 80. En este caso la razón de CBR resultó 50, lo cual nos indica que no es un material con suficiente capacidad soportante. A esto se pueden asociar los valores de deflexión bajos medidos en el sitio para este punto. La densidad máxima del material es de 1.583kg/m<sup>3</sup> con una humedad en sitio de 15,9%.

Se realizó un ensayo de compactación en sitio en la base colocada, por medio de la prueba del cono de arena. Este ensayo indica que la compactación medida fue de 99,1% en este punto. La humedad del material extraído en sitio indicó un 17,9%.

**b) Material de transición a la base:** El material de la capa subyacente siguiente es un material que, para su fracción fina (a partir de la malla No.4), tiene una graduación cercana al límite superior de la especificación para base granular que establece el CR-77. Sin embargo, en la malla de 1 1/2" se nota que hay sobretamaños de partículas que incluso llegan a ser mayores a 2". El material cumple

con la granulometría para una subbase de acuerdo al CR-77. El material no tiene plasticidad. Presenta un valor de densidad máxima de  $1.457\text{Kg}/\text{m}^3$  con una humedad óptima de 11,7%.

**c) Relleno #1:** El material de relleno siguiente presenta características granulométricas similares a las del material anterior. Sin embargo, se nota que sí es un material de diferentes fuentes, principalmente por su apariencia. El material tampoco tiene plasticidad. Este material presenta una densidad máxima de  $1.476\text{Kg}/\text{m}^3$  con una humedad óptima de 19,4%.

**d) Relleno #2:** El otro material de relleno (#2) no se analizó, debido a que es muy posible que corresponda a un material antiguo.

**e) Subrasante:** La subrasante encontrada corresponde a un suelo limo-arcilloso de plasticidad media. Presenta un índice de plasticidad de 25,1, un límite plástico de 25,4 y un límite líquido de 50,5. El material se percibió compacto y la humedad en sitio fue de 29%, muy cercana a la humedad óptima del material determinada en el laboratorio, de 31,7%, con la cual alcanza una densidad máxima de  $1.354\text{kg}/\text{m}^3$  (ensayo de densidad próctor estándar). Se hizo una prueba de CBR en sitio con lo que se alcanzó un valor aproximado de CBR de 11,0. Sin embargo, la prueba de CBR realizada en el laboratorio, indica que el valor de CBR del material es aproximadamente de 4,4. Es importante indicar que en sitio y en laboratorio, las condiciones de humedad pueden ser muy diferentes, lo que hace que puedan diferir las mediciones de CBR. Se puede decir que un valor de CBR de 5 para una subrasante, indica que el material tiene una mínima capacidad soportante aceptable. En este caso, el CBR no alcanza ese valor mínimo.

Se debe destacar que los espesores de las capas no cumplen con el diseño propuesto.

### 5.1.2 Sondeo realizado en la estación 1+000

En este punto la capa asfáltica tiene de espesor 3,5 cm, 16,5 cm la base granular, 11,0 cm un material que no cumple con la granulometría para material de base, con presencia de sobre-tamaños. La capa inferior siguiente corresponde a un material de subbase con un espesor de 12,0 cm y debajo de ésta, un material de relleno de 37,0 cm de espesor.

Proyecto: Río Grande - Rosario. Ruta # 715  
Estacionamiento: 1+000. Sentido: Río Grande - Rosario

Material		Características
Capa asfáltica	3.5 cm	Bloque de 1x1m. Espesor promedio: 3.5cm
Base granular	16,5 cm	Se observa medianamente compacta. % de compactación = 91,1% % w sitio = 14.5%
Material para conformación de base	11.0 cm	Se observa medianamente compacto % w sitio = 11.2%
Subbase	12.0 cm	Se observa compacto % w sitio = 19.5%
Relleno	37.0 cm	Se observa compacto % w sitio = 14.4%
Subrasante		Se percibe medianamente compacta. CBR sitio = 10.5 % w sitio = 28.5%

**a) Base:** El material de base granular presenta un incumplimiento con la especificación establecida en el CR-77 (graduación B), ya que en el tamiz de 1½" pasa el 95% del material y no el 100% como se establece. Con este resultado, se confirma la observación de sobretamaños en el material, lo que perjudica el acomodo óptimo de las partículas para lograr una compactación satisfactoria. En cuanto a otros ensayos realizados, el material no tiene plasticidad y presenta un porcentaje de caras fracturadas de 100%. Además, se realizó también el ensayo de equivalente de arena que determinó que incumplía con la especificación (equivalente de arena mayor a 50%), tal y como lo establece el Manual Centroamericano de Carreteras para una base granular, lo que indica que existe contaminación de la base con material arcilloso lo cual es perjudicial para la durabilidad de esta capa estructural.

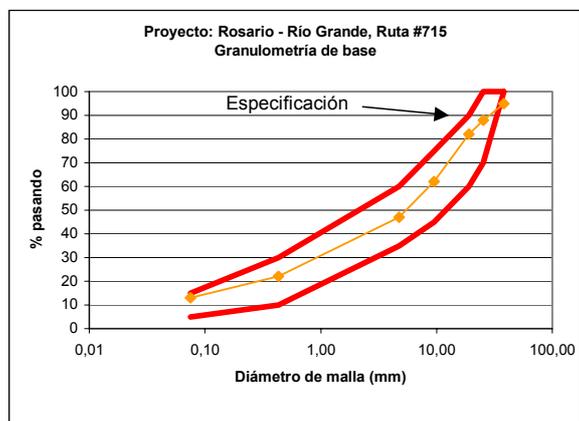
Proyecto: Río Grande - Rosario  
 Ruta # 715  
 Sentido: Río Grande - Rosario  
 Material: Base

Malla	Diámetro	Especificación Grad B	Material	Base	% pasando
1 1/2"	38,10	100	Estación	1+000	95
1"	25,40	70			88
3/4"	19,00	60			82
3/8"	9,50	45			62
No.4	4,75	35			47
No.40	0,43	10			22
No.200	0,075	5			13

Caras Fracturadas	> 50%	100%
Equivalente de arena	> 50%	45%

Límite Líquido		NP
Límite plástico		NP
Induce de plasticidad		NP

Densidad Máxima (kg/m <sup>3</sup> )		1729
% húmeda óptimo		12,35
CBR	> 80	90



El ensayo de cono de arena determinó que la compactación en sitio estaba a 91.1% con una humedad de 14,5%. La densidad máxima del material resultó de 1.729 Kg/m<sup>3</sup> con una humedad óptima de 12,35%.

Se determinó en el laboratorio que el CBR que posee es de 90, por lo que sí cumple con la especificación mayor a 80 que solicita el CR-77.

**b) Material de conformación de base:** El siguiente material, es un material con similar granulometría que los materiales encontrados en el sondeo anterior debajo de la base, con una graduación de partículas cercana al límite superior de la especificación para base granular que establece el CR-77. En otras palabras, es un material que tiende a ser mas fino que una base granular (en su fracción fina), aunque en el retenido en el tamiz de 1 1/2" se nota que hay sobre-tamaños de partículas en un 8%. El material cumple con la granulometría para una subbase. El material no tiene plasticidad. Posee un valor de densidad máxima de 1.778 Kg/m<sup>3</sup> con una humedad óptima de 13,1%. Además, se determinó que tiene un CBR de 80, siendo un valor que se compara con una base granular, aunque no cumple las especificaciones granulométricas.

**c) Subbase:** El material de subbase siguiente cumple con las características granulométricas especificadas en el CR-77. Se determinó que el material no tiene plasticidad. El material posee un valor de densidad máxima de 1.477,5 Kg/m<sup>3</sup> con una humedad óptima de 15,2% para este material. Además, posee un valor de CBR de 76, siendo un valor alto para un material de subbase.

**d) Relleno:** El relleno subyacente siguiente, al igual que el sondeo anterior, parece un material granular antiguo, existente antes de la pavimentación.

**e) Subrasante:** En el sondeo realizado, la subrasante corresponde a un suelo limo-arcilloso de plasticidad entre media y alta. Presenta un índice de plasticidad de 37,1, un límite plástico de 32,3 y un límite líquido de 69,4. El material se encontraba medianamente compacto y la humedad en sitio fue de 28,5%. Este material posee una humedad óptima de 39,5%, (más alta que la subrasante del sondeo anterior), con la cual alcanza una densidad máxima de  $1.270\text{kg/m}^3$  (ensayo de densidad próctor estándar). Se hizo una prueba de CBR en sitio con lo que se alcanzó un valor promedio de CBR de 10,5. En el laboratorio se determinó el CBR y alcanzó un valor de 8,0 (no son tan diferentes, sin embargo esto se da por las condiciones diferentes de humedad en campo y en laboratorio). Se puede mencionar que un valor de CBR de 5 para una subrasante, indica que el material tiene mínima capacidad soportante aceptable.

Nótese que los espesores de las capas no cumplen con el diseño propuesto.

## 5.2 Sondeos realizados en la ruta No.745: Santa Rita–Santa Isabel–San Rafael

A continuación se presentan los resultados de la información recopilada y las pruebas realizadas en tres puntos diferentes del tramo en cuestión de 6.2Km de longitud. El estacionamiento 0+000 inicia donde empieza la capa asfáltica en el sentido San Rafael – Santa Rita.

### 5.2.1 Sondeo realizado en la estación 1+106

En este punto se encontró con un espesor de capa asfáltica de 3,5 cm, 10cm de base granular, 55cm de un material de relleno con sobre tamaños y que posiblemente se trate de un material antiguo de la carretera.

Proyecto: San Rafael -Santa Isabel - Santa Rita. Ruta # 745  
Estacionamiento: 1+106. Sentido: San Rafael - Santa Rita

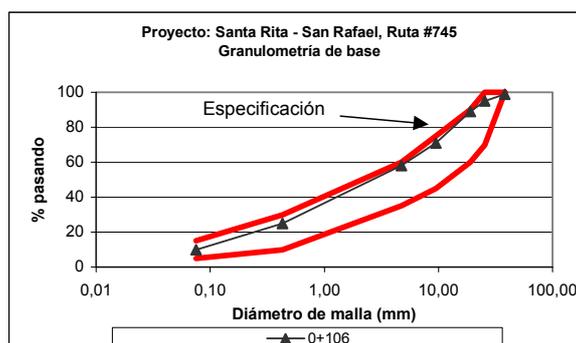
Material		Características
Capa asfáltica	3.5 cm	Bloque de 1x1m. Espesor promedio: 3.5 cm
Base granular	10.0 cm	Se observa medianamente compacta. % compactación = 95% % w sitio = 7.5%
Relleno N°1	55.0 cm	Se observa compacto. % w sitio = 10.7%
Subrasante		Se percibe suave. CBR sitio = 2.8 % w sitio = 36.3%

**a) Base:** El material de base granular incumple con la granulometría especificada en el CR-77 (graduación B), en el tamiz de abertura de 1½” ya que no pasa el 100% del material. Sin embargo, al ser solo un 1%, se podría decir que se debe a algunas pocas partículas. Este material no presenta plasticidad. Tiene un porcentaje de caras fracturadas de 87,6% por lo que cumple con la especificación

del CR-77 de que debe ser mayor a 50%. Del ensayo realizado de equivalente de arena, resultó con un 53% lo que cumple la especificación mayor a 50% indicada en el Manual Centroamericano de Carreteras. Este material posee una densidad máxima de  $2.164 \text{ Kg/m}^3$  con una humedad óptima de 8,2%.

Proyecto: Santa Rita - Santa Isabel - San Rafael  
Ruta # 745  
Sentido: San Rafael - Santa Rita  
Material: Base

		Material	Base
		Estación	0+106
Malla	Diámetro	Especificación Grad B	% pasando
1 1/2"	38,10	100	100
1"	25,40	70	100
3/4"	19,00	60	90
3/8"	9,50	45	75
No.4	4,75	35	60
No.40	0,43	10	30
No.200	0,075	5	15
Caras Fracturadas		> 50%	87,6%
Equivalente de arena		> 50%	53%
Límite Líquido			NP
Límite plástico			NP
Induce de plasticidad			NP
Densidad Máxima ( $\text{kg/m}^3$ )			2164
% humedad óptimo			8,2
CBR		>80	85



Se realizó una prueba de compactación en sitio por medio del cono de arena, la cual indica que el porcentaje de compactación en ese punto es de 95%. El valor de CBR obtenido en el laboratorio para este material es de 85, valor que cumple con la especificación fijada en el CR-77.

**b) Relleno:** El relleno encontrado es un material con sobre-tamaños y se encontró en una condición compacta.

**c) Subrasante:** Respecto a la subrasante encontrada en este punto, podemos mencionar que tiene una graduación con partículas finas en su mayoría. Es un suelo limo-arcilloso con grumos y bloques compactos y contiene partículas de roca compacta. Posee una densidad máxima de  $1.348 \text{ Kg/m}^3$  con una humedad óptima de 33,8%. En la prueba de CBR, no se logró compactar el material a más del 94% por lo que el CBR se midió al 91%, como es usual medir en algunos suelos, y resultó un CBR bastante alto para estos materiales, con un valor de 18, aproximadamente. Tiene una plasticidad media y del ensayo de plasticidad se extrae que posee un valor de límite líquido de 63, límite plástico de 39,6 y un índice de plasticidad de 23,4.

En este caso los espesores no cumplen con el diseño propuesto.

### 5.2.2 Sondeo realizado en la estación 3+440

En este punto existe una capa asfáltica de 3.5cm de espesor colocada sobre un material de base granular de 20cm de espesor. Posteriormente se encuentra un material de relleno (#1) con un espesor de 25cm y luego otro material de relleno (#2) con un espesor de 30cm.

Proyecto: San Rafael -Santa Isabel - Santa Rita. Ruta # 745  
Estacionamiento: 3+440. Sentido: San Rafael - Santa Rita

Material		Características
Capa asfáltica	3.5 cm	Bloque de 1x1m. Espesor promedio: 3.5cm
Base granular	20 cm	Se observa medianamente compacta. % compactación = 100% % w sitio = 6.4%
Relleno N°1	25 cm	Se observa compacto. % w sitio = 11.4%
Relleno N°2	30 cm	Se observa compacto. % w sitio = 13.9%
Subrasante		Se percibe suave. CBR sitio < 2 % w sitio = 46.8%

**a) Base:** La graduación de este material de base granular es adecuado respecto a lo especificado en el CR-77 (graduación B). Además, cumple con el porcentaje de caras fracturadas solicitado y el porcentaje de equivalente de arena. Sin embargo, esto se contrapone a que presenta un valor de CBR de 29, siendo un valor muy bajo para un material que vaya a cumplir las funciones de una base granular en un pavimento. Presenta una densidad máxima de  $2.065\text{Kg/m}^3$  con una humedad óptima de 5,27%. El material no presenta plasticidad.

Proyecto: Santa Rita - Santa Isabel - San Rafael

Ruta # 745

Sentido: San Rafael - Santa Rita

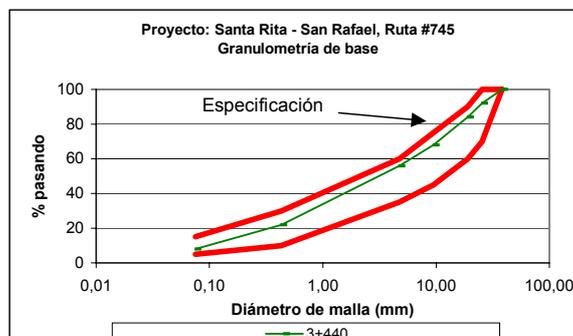
Material: Base

Malla	Diámetro	Especificación Grad B	Material	Base
			Estación	3+440
1 1/2"	38,10	100	100	100
1"	25,40	70	100	92
3/4"	19,00	60	90	84
3/8"	9,50	45	75	68
No.4	4,75	35	60	56
No.40	0,43	10	30	22
No.200	0,075	5	15	8,0

Caras Fracturadas	> 50%	75,0%
Equivalente de arena	> 50%	65%

Límite Líquido		NP
Límite plástico		NP
Induce de plasticidad		NP

Densidad Máxima (kg/m <sup>3</sup> )		2065
% húmeda óptimo		5,27
CBR	>80	29



En cuanto al grado de compactación medido en sitio, la prueba nos indica que el material está al 100% de compactación respecto a su densidad máxima.

**b) Relleno #1:** El material subyacente a esta base granular, es un relleno que difiere mucho en su graduación a la de una subbase. Este material posee partículas con sobre-tamaños que no pasan por el tamiz de 3". El material se encontró compacto en sitio.

**c) Relleno #2:** El otro material de relleno #2 no se analizó, debido a que es muy posible que corresponda a un material antiguo como ha sucedido en otros sondeos realizados para este informe. También su condición es compacta.

**d) Subrasante:** El suelo encontrado en este punto es un material limo-arcilloso café claro con grumos y bloques muy compactos y algunas partículas de roca semi-compacta. Presenta una plasticidad media. El ensayo de plasticidad en el laboratorio arroja valores de límite líquido de 63,1, límite plástico de 40 e índice de plasticidad de 23,1. Tiene una densidad máxima de 1.362 Kg/m<sup>3</sup> con una humedad óptima de 35,3%. Presenta un valor de CBR medido en laboratorio de 14,7, por lo que se deduce que tiene una buena capacidad soportante, aunque el CBR en sitio que se midió resultó menor a dos, por el exceso de humedad existente.

En este caso, los espesores cumplen con lo especificado en el diseño, aunque el material de relleno no cumple como material de subbase, tal como se requería.

### 5.2.3 Sondeo realizado en la estación 5+500

Aquí se encontró una capa asfáltica de 6,5cm colocada sobre una base granular de 20cm. Al igual que el punto anterior se encontraron dos rellenos debajo de la base. El #1 con un espesor de 35cm y el siguiente (#2) con 32cm.

Proyecto: San Rafael -Santa Isabel - Santa Rita. Ruta # 745  
Estacionamiento: 5+550. Sentido: San Rafael - Santa Rita

Material		Características
Capa asfáltica	6.5 cm	Bloque de 1x1m. Espesor promedio: 6.5cm
Base granular	20.0 cm	Se observa compacta % compactación = 100% % w sitio = 6.5%
Relleno N°1	35.0 cm	Se observa compacto % w sitio = 9.3%
Relleno N°2	32.0 cm	Se observa compacto % w sitio = 18.5%
Subrasante		Se percibe suave. CBR sitio < 2 % w sitio = 49.2%

**a) Base:** El material de base granular encontrado en este punto presenta un incumplimiento en el porcentaje pasando el tamiz de 1 ½ " ya que no pasa el 100% del material, tal y como lo especifica el CR-77 para una graduación B. Esta situación indica que existen partículas con sobre-tamaños en un 3%, lo que es perjudicial para el acomodo óptimo de partículas para lograr una satisfactoria compactación. El material no presenta plasticidad de acuerdo al ensayo realizado en laboratorio. Presenta un porcentaje de caras fracturadas de 69,5% y un porcentaje de equivalente de arena de 61% cumpliendo con las especificaciones

mencionadas. El material tiene una densidad máxima de  $2.065\text{Kg/m}^3$  con una humedad óptima de 4,8%.

Al igual que el material de base granular del sondeo en la estación 3+440, el CBR obtenido en el laboratorio es de 26, el cual es muy bajo para un material de base granular.

Proyecto: Santa Rita - Santa Isabel - San Rafael

Ruta # 745

Sentido: San Rafael - Santa Rita

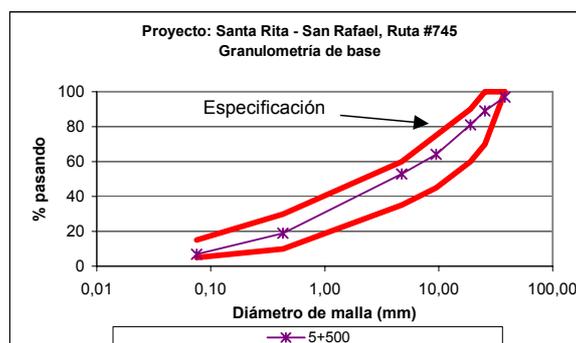
Material: Base

Malla	Diámetro	Especificación Grad B	Material	Base
			Estación	5+500
1 1/2"	38,10	100	100	97
1"	25,40	70	100	89
3/4"	19,00	60	90	81
3/8"	9,50	45	75	64
No.4	4,75	35	60	53
No.40	0,43	10	30	19
No.200	0,075	5	15	6,9

Caras Fracturadas	> 50%	69,5
Equivalente de arena	> 50%	61%

Límite Líquido		NP
Límite plástico		NP
Induce de plasticidad		NP

Densidad Máxima ( $\text{kg/m}^3$ )		2065
% húmeda óptimo		4,8
CBR	>80	26



**b) Rellenos #1 y #2:** Los rellenos encontrados en este punto son similares a los extraídos en los otros dos puntos. Las dos capas de 35cm y 32cm se encontraban compactas con humedades de 9,3% y 18,5% respectivamente.

**c) Subrasante:** El suelo encontrado presenta una graduación similar a las del sondeo anterior con la diferencia de algunas partículas más gruesas. Su plasticidad es catalogada como media con un índice de plasticidad de 17,8, un límite plástico de 38,7 y un límite líquido de 56,5. La densidad máxima del material es de  $1.308\text{Kg/m}^3$  con una humedad óptima de 35,85%. El CBR obtenido en el laboratorio es de 16,5, lo que nos dice que es un suelo con una capacidad de soporte buena. El exceso de humedad en sitio fue el factor por el cual el CBR medido en el lugar resultó menor a 2.

### 5.3 Ancho de la calzada pavimentada

Se detecta una gran variabilidad en el ancho medido de la calzada en cada ruta. Esta variabilidad ocurre cuando no hay conformación con topografía durante su construcción. En algunos casos la vía construida tiene anchos de 4,50 metros, lo cual implica que cada carril es de aproximadamente 2,25 metros de ancho (insuficiente para permitir el paso simultáneo de dos vehículos, uno por sentido). Esta situación se ilustra en los siguientes gráficos.

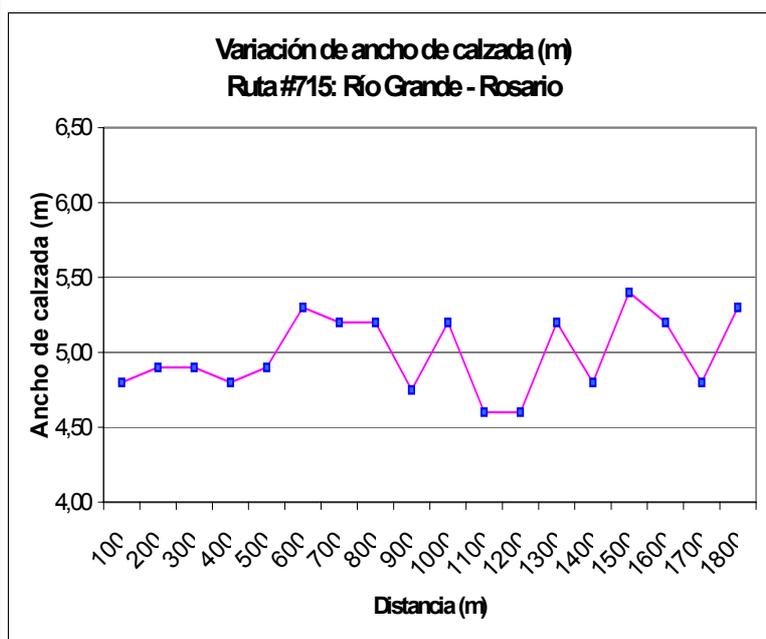
#### Ruta #715: Rosario - Río Grande

Sentido: Río Grande - Rosario

0+000: Pulpería Prisila

Estacionamiento	Referencia	Distancia (m)	Ancho (m)
0 + 100	inicio 0+026	100	4,80
0 + 200		200	4,90
0 + 300	sondeo#1	300	4,90
0 + 400		400	4,80
0 + 500		500	4,90
0 + 600		600	5,30
0 + 700		700	5,20
0 + 800		800	5,20
0 + 900		900	4,75
1 + 000	sondeo#2	1000	5,20
1 + 100		1100	4,60
1 + 200		1200	4,60
1 + 300		1300	5,20
1 + 400		1400	4,80
1 + 500		1500	5,40
1 + 600		1600	5,20
1 + 700		1700	4,80
1 + 800	final 1+832	1800	5,30

Promedio	4,99
Desv. Est.	0,26

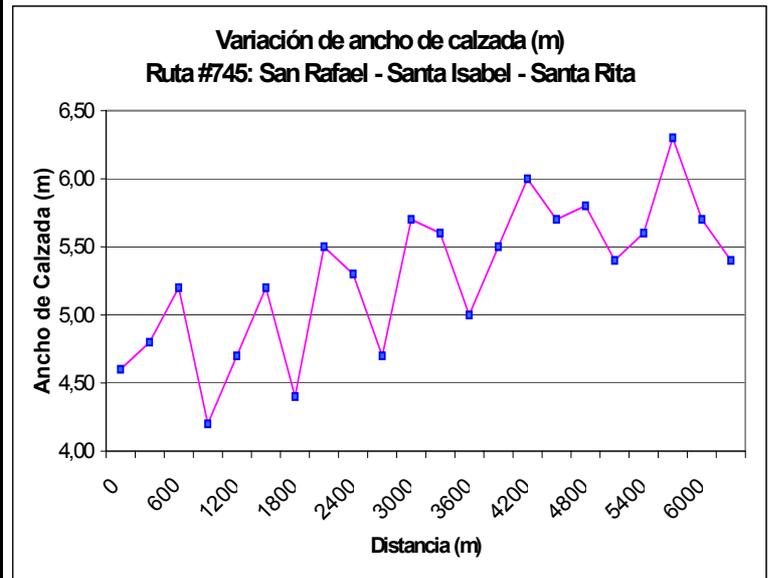


**Ruta #745: San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita**

Sentido: San Rafael - Santa Rita

Estacionamiento	Referencia	Distancia (m)	Ancho (m)
0 + 000	Inicia carpeta	0	4,60
0 + 300		300	4,80
0 + 600		600	5,20
0 + 900		900	4,20
1 + 200	sondeo #1: 1+106	1200	4,70
1 + 500		1500	5,20
1 + 800		1800	4,40
2 + 100	Santa Isabel	2100	5,50
2 + 400		2400	5,30
2 + 700		2700	4,70
3 + 000		3000	5,70
3 + 300	sondeo #2: 3+440	3300	5,60
3 + 600		3600	5,00
3 + 900		3900	5,50
4 + 200		4200	6,00
4 + 500		4500	5,70
4 + 800		4800	5,80
5 + 100		5100	5,40
5 + 400	sondeo #3: 5+500	5400	5,60
5 + 700		5700	6,30
6 + 000	a 2Km de Santa Rita	6000	5,70
6 + 200	Final de carpeta	6200	5,40

Promedio	5,29
Desv. Est.	0,54



## 6. Conclusiones

1. Los dos diseños del pavimento realizado para estas vías no se fundamentan en datos actualizados de tránsito y conteo de camiones pesados en las rutas. En el caso de la ruta 745, el diseño analizado es de fecha muy posterior a la colocación de mezcla asfáltica sobre la ruta, por lo que los espesores de mezcla colocados antes de la realización del diseño no tienen sustento técnico. De forma adicional, este diseño presenta inconsistencias en sus datos y debió ser rechazado por el ingeniero.
2. Los muestreos realizados por la auditoría técnica, determinaron que los espesores construidos en la ruta, no cumplen fielmente con el diseño propuesto, lo cual indica que durante su construcción no se realizaron controles topográficos de espesores de capas ni del ancho de calzada pavimentada. La capa asfáltica colocada muestra espesores variables, algunos menores que 3 cm, lo cual augura la formación rápida de baches.
3. No se pudo corroborar que la mezcla asfáltica se haya colocado con pavimentadora en estas rutas. El análisis visual de esta auditoría técnica, determina un acabado superficial que corresponde a una colocación de mezcla con motoniveladora.
4. Algunas muestras de los materiales usados en la capa base, presentan partículas con sobre-tamaño, bajo nivel CBR y contaminación con material arcilloso, lo cual incumple con las especificaciones del CR-77 para las construcción vial. Adicionalmente, se encontraron incumplimientos en la compactación de la capa asfáltica que también inciden en menor durabilidad del pavimento. El contratista no evaluó la calidad de la base ni la subbase que construyó siguiendo las recomendaciones del MC-83.
5. La aplicación del pago en función de la calidad, revela una serie de deficiencias que permite asegurar que no cumple con el propósito de evaluar objetivamente el cumplimiento de las especificaciones, tanto del material producido en la planta como de la compactación en el campo. El análisis de pago en función de la calidad, no contó con un adecuado proceso de verificación de la compactación en sitio ni evaluó de forma oportuna la mezcla, por lo tanto, no pudo ser útil para detectar a tiempo incumplimientos y tomar acciones correctivas.
6. Las deflexiones del pavimento medidas por FWD indican magnitudes altas y muy altas, lo que predice una corta vida de servicio, sobretodo si el tránsito de camiones pesados aumenta en estas rutas.

## 7. Recomendaciones

1. El CONAVI debe realizar un análisis independiente y objetivo de las deficiencias consignadas en este informe de auditoría técnica, para determinar sus causas y proceder a eliminarlas, de manera que se evite la recurrencia de estos incumplimientos en otros proyectos de conservación vial del país.
2. Una vez detectadas las causas de los incumplimientos, informar a los entes correspondientes la naturaleza de los cambios en el control de obras públicas, de manera que se puedan planificar auditorías técnicas de seguimiento para evaluar la efectiva eliminación de los problemas detectados.
3. De acuerdo con los hallazgos de este informe, se considera pertinente evaluar técnicamente la actuación de la empresa contratista y determinar si cabe la aplicación del artículo 100, inciso d), de la Ley de Contratación Administrativa, por los incumplimientos en el suministro de materiales y en la calidad de la construcción de estas rutas.
4. Paralelamente, en este proceso administrativo de evaluación, se recomienda analizar las responsabilidades del ingeniero de proyecto y del director de conservación vial con el desarrollo de esta obra pública para determinar si corresponde la aplicación de los artículos 96, 96bis y 96ter y sucesivos de la Ley de Contratación Administrativa, a los funcionarios públicos que inspeccionaron y debieron evitar el pago de las obras que no cumplieran las especificaciones.

**Ing. Marcos E. Rodríguez Mora**  
Coordinador de Auditorías Técnicas

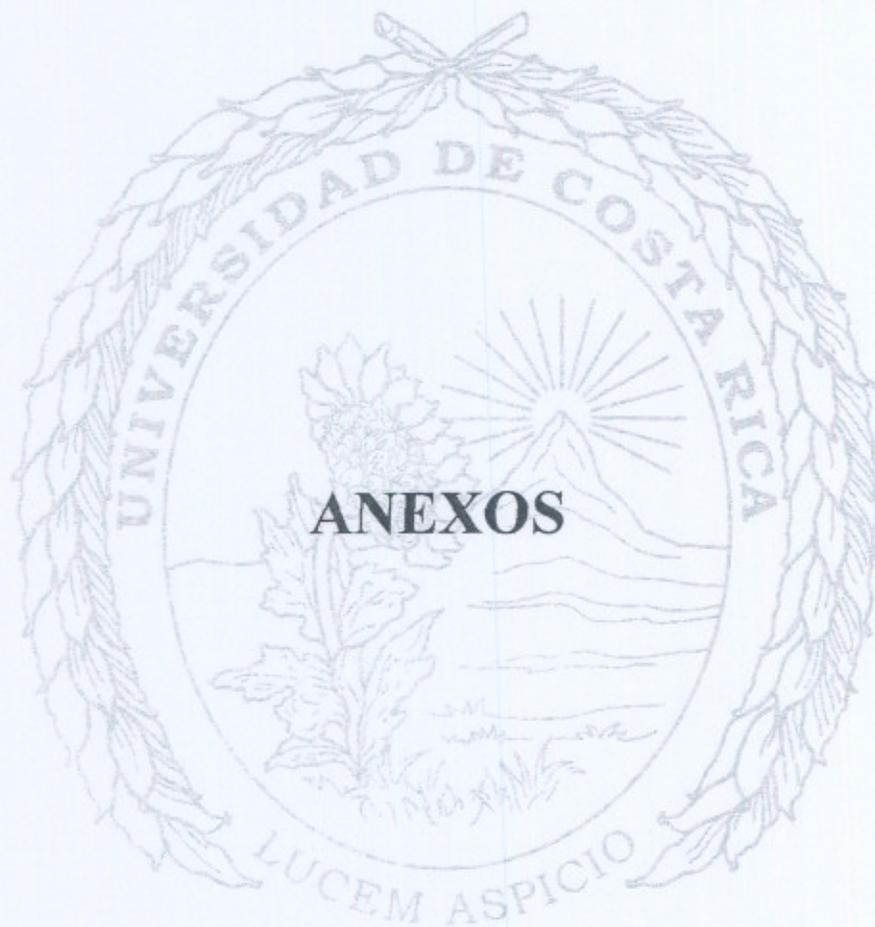
**Ing. Mauricio Salas Chaves.**  
Auditor LANAMME

**Ing. Roy Barrantes Jiménez.**  
Auditor LANAMME



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LM-PI-PV-AT-14-05





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

RC-80 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME. Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Pavimento Asfáltico

No. de informe: IE-13-2005

**Nombre del cliente:**

Sub-Programa de Auditoría Técnica, PITRA

**Domicilio:**

Oficina N° 219, LANAMME, Finca N° 2,  
Universidad de Costa Rica

**Descripción del análisis realizado:**

Ensayos de auscultación del pavimento de la Ruta  
715 Tramo Río Grande – Rosario y Ruta 745  
Tramo San Rafael – Santa Isabel – Santa Rita,  
ensayos de Deflectometría de Impacto

**Método de ensayo:**

(\*) Ensayo no acreditado

Deflectometría de impacto (\*)

Procedimiento de ensayo según ASTM D 4694

**No. de muestra:**

No aplica para este caso

**Descripción de la muestra:**

No aplica para este caso.

**Fecha de recepción de la muestra:**

No aplica para este caso

**Fecha de realización del ensayo:**

No aplica para este caso

**Técnica de muestreo:**

Inciso 3 de página 3 de 6

**Resultado del ensayo:**

Inciso 1 de la página 2 de 6

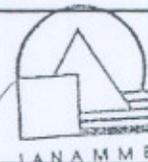
**Incertidumbre:**

Inciso 2.2 de la página 3 de 6

(1) Las aclaraciones indicadas en la página 2 de 6 forman parte de este informe de ensayo.

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial



Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005

500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica  
Código Postal 2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, Tel. (506) 207-5423, Fax (506) 207-4440  
e-mail: direccion@lanamme.ucr.ac.cr

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

UCR

Página 1 de 6



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

RC-80 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME, Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Pavimento Asfáltico

No. de informe: IE-13-2005

#### Aclaraciones:

El presente informe de ensayo solo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba.

Este certificado tiene validez únicamente en su forma íntegra y original

No se permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización del Director del LANAMME.

#### 1. Resumen de resultados de ensayo para caracterización de pavimento asfáltico

Los resultados de ensayo se presentan en el anexo, de la siguiente forma:

ANEXO A: Resultados del ensayo de deflectometría de impacto

#### 2. Aspectos adicionales para la interpretación de los resultados de ensayo

##### 2.1 Cumplimiento con procedimiento de ensayo.

Si

No

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial

500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica  
Código Postal 2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tel (506) 207-5423, Fax (506) 207-4440  
e-mail: direccion@lanamme.ucr.ac.cr



LANAMME

UCR

Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

RC-80 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME. Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Pavimento Asfáltico

No. de informe: IE-13-2005

#### 2.2 Incertidumbres del ensayo

Los ensayos realizados no están acreditados, sin embargo, se aclara que las incertidumbres de los ensayos acreditados se calcularon por el procedimiento IT-AG-16 del Sistema de Gestión de Calidad del LANAMME.

#### 2.3 Cumplimiento del ensayo con las especificaciones de la normativa vigente.

No aplica para este informe.

### 3. Información del muestreo

**3.1 Fecha del muestreo:** Se indica en cada una de las tablas de resultados de ensayo.

**3.2 Ubicación del muestreo:** Tramo Río Grande – Rosario en Ruta 715 y Tramo San Rafael – Santa Isabel - Santa Rita en Ruta 745.

**3.3 Descripción de la muestra:** No aplica para este caso.

**3.4 Procedimiento de muestreo:** En este caso, los ensayos realizados no están acreditados, sin embargo se aclara que en el LANAMME el muestreo se realiza según lo estipulado en el procedimiento IT-LC-01 de nuestro Sistema de Gestión de Calidad. Se debe especificar que el muestreo aún no está acreditado.

**3.5 Condiciones ambientales durante la toma de la muestra:** No aplica para este caso.

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial



Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G  
Director LANAMME

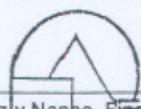
Fecha de emisión:

21 de marzo 2005

No. de informe: IE-13-2005

## ANEXO A:

### Resultados del ensayo de deflectometría de impacto



LANAMME

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

No. de informe: IE-13-2005



LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ENSAYO DE DEFLECTOMETRIA  
Deflectómetro de impacto



PROYECTO: "Auditoria Tecnica"  
RUTA No: 715  
TRAMO: 0.100 - 1.800  
MEDICIONES CADA 177.778 METROS

DESCRIPCIÓN: "Rio Grande - Rosario"  
SENTIDO: "Igual a la Descripción"  
CARRIL: DERECHO HUELLA DERECHA  
FECHA: 09/03/2005

Equipo utilizado: DYNATEST 8081 FWD TEST SYSTEMS  
Diámetro del plato de carga: 300 mm  
Magnitud de la carga: simulación de eje estándar de 4.1 toneladas

Tabla Nº.1 Configuración de los geófonos (distancia en mm)

No	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
X:	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
Y:	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla Nº.2 Deflexiones medidas

Estacionamiento	Ref. Proyecto	Localización		Temp. Aire (°C)	DEFLEXION mm * E -02								
		Latitud	Longitud		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
		°Norte	°Oeste	(°C)	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
0,100		10,04151	-84,39600	25,10	82,12	52,87	33,49	19,21	13,28	7,81	5,30	3,52	3,08
0,200		10,04327	-84,39394	21,70	82,38	53,87	37,40	25,38	19,05	12,86	9,55	7,33	4,92
0,300		10,04152	-84,39599	23,60	84,58	54,01	34,86	22,13	15,90	10,13	7,29	4,76	2,98
0,331		10,04282	-84,39467	24,30	79,90	53,08	34,36	20,89	15,50	10,39	7,87	5,93	4,03
0,400		10,04338	-84,39241	21,60	92,27	59,34	37,01	23,07	17,01	10,69	7,32	5,09	3,35
0,500		10,04293	-84,39442	23,70	83,01	55,28	36,63	24,19	18,99	12,69	9,37	6,76	5,52
0,600		10,04468	-84,39194	22,60	73,28	50,36	32,81	21,10	15,74	10,72	7,58	5,39	4,40
0,700		10,04250	-84,39263	24,10	65,49	44,53	29,72	16,92	11,45	7,23	5,26	4,20	3,20
0,800		10,04337	-84,39090	23,00	62,56	42,03	27,94	16,57	12,03	8,08	5,78	4,46	4,15
0,900		10,04416	-84,39225	25,90	68,31	50,61	32,33	18,72	13,26	8,75	6,48	4,80	3,66
1,000		10,04362	-84,39074	23,40	73,68	45,72	26,96	14,99	10,53	7,45	6,13	4,91	3,75
1,032	cielo1	10,04475	-84,38976	22,00	71,49	51,59	31,13	16,39	10,88	7,65	6,19	4,99	3,86
1,100		10,04389	-84,39151	25,10	62,19	41,43	29,07	16,82	10,74	7,28	6,14	4,72	3,46
1,200		10,04472	-84,38815	23,60	70,45	52,06	31,39	18,06	12,73	8,65	6,37	4,91	3,93
1,300		10,04412	-84,39044	25,00	61,47	45,79	29,98	17,02	11,63	7,56	5,72	4,43	3,48
1,400		10,04313	-84,38707	23,50	109,58	79,51	58,80	42,85	33,79	23,60	17,56	13,56	10,07
1,500		10,04471	-84,38892	25,20	67,07	49,78	38,54	28,98	23,71	17,24	13,21	10,18	8,35
1,600		10,04383	-84,38622	23,40	76,62	44,88	26,60	15,73	11,22	8,37	6,89	5,70	4,78
1,700		10,04362	-84,38755	24,60	55,27	29,11	15,10	9,14	6,91	4,43	3,26	2,34	1,83
1,800		10,04383	-84,38622	23,00	64,37	43,64	26,94	15,80	11,05	7,68	6,04	4,98	3,20
Total de estaciones: 20													



LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA  
Deflectómetro de impacto



PROYECTO: "Auditoria Técnica"  
RUTA No: 745  
TRAMO: 0.000 - 6.000  
MEDICIONES CADA 400 METROS

DESCRIPCIÓN: "San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita"  
SENTIDO: "Igual a la descripción"  
CARRIL: DERECHO HUELLA DERECHA  
FECHA: 22/02/2005

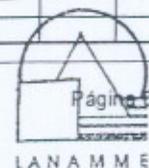
Equipo utilizado: DYNATEST 8081 FWD TEST SYSTEMS  
Diámetro del plato de carga: 300 mm  
Magnitud de la carga: simulación de eje estándar de 4.1 toneladas

Tabla N°.1 Configuración de los geófonos (distancia en mm)

No	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
X:	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
Y:	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla N°.2 Deflexiones medidas

Estacionamiento	Ref. Proyecto	Localización		Temp. Aire (°C)	DEFLEXION mm * E -02								
		Latitud	Longitud		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
		°Norte	°Oeste										
0,000		10,47436	-84,19593	28,60	63,37	44,80	33,07	22,21	16,02	10,92	8,29	6,54	5,29
0,200		10,47278	-84,19675	27,70	60,53	45,16	29,27	18,15	13,58	9,24	6,91	5,38	4,34
0,400		10,47127	-84,19745	29,60	56,88	33,98	21,10	13,07	10,30	7,75	6,27	5,12	4,22
0,600		10,47275	-84,19677	26,60	53,90	37,70	25,64	17,07	13,60	10,61	8,68	6,74	5,41
0,800		10,46832	-84,19899	29,40	76,61	52,12	36,77	25,66	20,04	12,72	9,19	6,80	5,76
1,000		10,47005	-84,19848	27,10	73,82	46,92	29,79	18,44	13,84	8,80	6,64	5,40	4,50
1,110		10,46659	-84,19944	27,20	52,86	35,24	22,68	15,21	12,08	8,39	6,74	5,28	4,13
1,200		10,46499	-84,20020	28,10	73,26	47,34	30,62	20,29	15,80	11,38	8,62	6,80	5,73
1,400		10,46574	-84,19981	27,40	56,54	37,10	22,49	14,68	12,60	10,24	7,93	6,68	5,80
1,600		10,46159	-84,20089	28,20	65,51	45,81	33,47	24,59	19,92	14,49	10,88	8,39	6,78
1,800		10,46317	-84,20018	27,00	67,46	45,59	29,66	19,38	15,55	12,00	9,56	7,53	6,17
2,000		10,45808	-84,20114	29,10	64,23	46,69	30,97	20,50	15,74	11,50	8,79	6,98	5,76
2,200		10,45985	-84,20114	25,80	68,81	53,99	35,34	21,99	15,86	10,48	8,29	6,54	5,41
2,400		10,45450	-84,20092	29,80	76,43	57,35	39,46	24,29	17,54	11,94	9,03	7,27	5,91
2,600		10,45632	-84,20104	26,20	63,80	40,08	26,75	19,34	16,02	11,68	9,22	7,24	5,71
2,800		10,45096	-84,20083	27,50	71,32	42,68	26,27	16,05	12,60	9,23	7,60	6,00	5,16
3,010		10,45270	-84,20104	26,00	53,38	31,21	17,27	9,66	7,71	5,95	5,11	4,04	3,53
3,200		10,44755	-84,20042	29,00	65,76	48,71	36,49	25,32	19,64	13,55	10,10	7,59	6,07
3,400		10,44907	-84,20106	25,00	76,87	54,90	39,58	26,17	20,40	13,25	9,85	7,16	5,80
3,455		10,44596	-84,20135	25,70	78,17	55,57	38,73	25,93	20,19	14,27	10,66	8,15	6,69
3,600		10,44476	-84,20243	28,50	76,41	53,53	34,29	21,81	16,84	11,74	8,82	6,86	5,75
3,800		10,44550	-84,20142	26,80	66,86	46,66	30,70	19,77	14,74	10,73	8,55	7,08	6,12
4,000		10,44164	-84,20358	27,40	54,13	35,83	22,70	13,82	10,36	7,52	6,27	5,16	4,45
4,200		10,44329	-84,20356	25,60	70,13	50,98	37,64	25,53	19,56	13,86	10,39	8,19	6,71
4,395		10,43991	-84,20419	27,10	63,72	39,84	26,41	16,99	13,46	10,41	8,29	6,63	5,55
4,600		10,44007	-84,20429	26,50	78,39	56,11	40,83	27,27	20,35	13,97	10,54	8,23	6,77
4,800		10,43481	-84,20417	25,60	60,93	41,38	29,09	20,25	16,32	11,83	9,00	6,88	5,64
5,000		10,43646	-84,20486	25,60	54,48	39,73	29,10	19,74	15,14	10,90	8,40	6,72	5,64
5,200		10,43177	-84,20600	26,80	43,41	28,53	19,61	13,71	11,51	9,06	7,38	6,08	5,14
5,410		10,43305	-84,20486	25,10	41,26	27,90	19,71	12,77	9,86	7,59	6,53	5,36	4,68
5,520		10,43018	-84,20692	25,30	58,06	39,94	27,78	17,79	13,20	10,22	8,51	6,80	5,83
5,600		10,42849	-84,20716	27,00	59,85	41,16	29,90	20,61	16,48	12,62	10,02	7,91	6,47
5,800		10,42924	-84,20697	25,90	49,13	35,45	26,18	17,58	12,92	8,96	7,23	5,96	5,01
6,000		10,42489	-84,20758	27,00	49,87	34,84	23,30	14,72	10,91	7,73	5,99	4,79	4,10
Total de estaciones:	34												





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

RC-80 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME, Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Mezcla Asfáltica

No. de informe: IE-11-2005

**Nombre del cliente:** Sub-Programa de Auditoría Técnica, PITRA

**Domicilio:** Oficina N° 219, LANAMME, Finca N° 2, Universidad de Costa Rica

**Descripción del análisis realizado:** Ensayos de caracterización de núcleos de mezcla asfáltica extraídos de sitio

**Método de ensayo:**

(\*) Ensayo no acreditado

Gravedad específica bruta para pastillas Marshall	<u>Procedimiento de ensayo IT-MB-01</u>
Gravedad específica bruta para núcleos de campo mediante el método de la parafina (*)	<u>Procedimiento de ensayo basado en AASHTO T 275 y ASTM D 1188</u>
Gravedad específica máxima teórica para pastillas Marshall	<u>Procedimiento de ensayo IT-MB-02</u>
Medición de espesores de núcleos	<u>Procedimiento de ensayo IT-MB-01</u>

**No. de muestra:** Se indica en los resultados de ensayo

**Descripción de la muestra:** Núcleos de mezcla asfáltica en caliente extraídos de sitio y mezcla asfáltica suelta

**Fecha de recepción de la muestra:** Se indica en el inciso 3.1

**Fecha de realización del ensayo:** Se indica en el inciso 3.1

**Técnica de muestreo:** Inciso 3 de página 3 de 6

**Resultado del ensayo:** Inciso 1 de la página 2 de 6

**Incertidumbre:** Inciso 2.2 de la página 3 de 6

(1) Las aclaraciones indicadas en la página 2 de 6 forman parte de este informe de ensayo.

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial



Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G.  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

RC-80 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME, Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Mezcla Asfáltica

No. de informe: IE-11-2005

#### Aclaraciones:

El presente informe de ensayo solo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba.

Este certificado tiene validez únicamente en su forma íntegra y original

No se permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización del Director del LANAMME.

#### 1. Resumen de resultados de ensayo para caracterización de pavimento asfáltico

Los resultados de ensayo se presentan en el anexo, de la siguiente forma:

ANEXO A: Resultados de ensayo

#### 2. Aspectos adicionales para la interpretación de los resultados de ensayo

##### 2.1 Cumplimiento con procedimiento de ensayo.

Si

No

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial



Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G.  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

RC-30 (Sistema de Gestión de Calidad; LANAMME. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2000)

### Mezcla Asfáltica

No. de informe: IE-11-2005

#### 2.2 Incertidumbres del ensayo

Los ensayos realizados no están acreditados, sin embargo, se aclara que las incertidumbres de los ensayos acreditados se calcularon por el procedimiento IT-AG-16 del Sistema de Gestión de Calidad del LANAMME.

#### 2.3 Cumplimiento del ensayo con las especificaciones de la normativa vigente.

No aplica para este informe al no ser solicitada por el cliente.

### 3. Información del muestreo

#### 3.1 Fecha del muestreo:

Número de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo
107-05	4/02/05	25/2/05
108-05	7/02/05	25/2/05
109-05	4/02/05	25/2/05
131-05	9/02/05	2/03/05
132-05	10/02/05	2/03/05
133-05	14/02/05	2/03/05
134-05	8/02/05	2/03/05

3.2 Ubicación del muestreo: Muestreo realizado en las rutas nacionales 715 y 745, de acuerdo con lo indicado en los oficios LM-IC-LC-020-05 y LM-IC-LC-021-05.

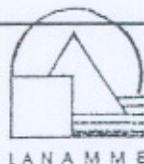
3.3 Descripción de la muestra: Núcleos de mezcla asfáltica en caliente y mezcla asfáltica en caliente suelta.

3.4 Procedimiento de muestreo: En el LANAMME el muestreo se realiza según lo estipulado en el procedimiento IT-LC-01 de nuestro Sistema de Gestión de Calidad. **Se debe especificar que el muestreo aún no está acreditado.**

3.5 Condiciones ambientales durante la toma de la muestra: Se indica en la bitácora de muestreo en sitio.

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial



Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G.  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Informe de Ensayo

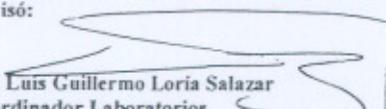
RC-30 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME. Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Mezcla Asfáltica

No. de informe: IE-11-2005

# ANEXO: Resultados de ensayo

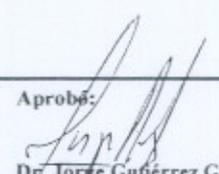
Revisó:

  
Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial

500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca 72, Universidad de Costa Rica  
Código Postal 2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, Tel. (506) 207-5423, Fax (506) 207-4440  
e-mail: direccion@lanamme.ucr.ac.cr



Aprobó:

  
Dr. Jorge Gutiérrez G.  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005

Página 4 de 6

## Informe de Ensayo

RC-80 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME. Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Mezcla Asfáltica

No. de informe: IE-11-2005

Tabla N° 1:

RUTA 745

Resultados de ensayo de contenido de vacíos, diámetro y altura promedio de especímenes de ensayo  
Muestras 131-05, 132-05, 133-05 y 134-05 (\*)

Número de objeto de ensayo	Temperatura (°C)	Gravedad específica bruta	Gravedad específica máxima teórica	Porcentaje de vacíos (%)	Porcentaje de absorción de agua (%)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	
1	25,1	2,268	2,446	7,3	4,3	101,12	94,3	
2		2,253		7,9	1,0	101,44	35,17	
3	25,1	2,267		7,3	1,8	101,32	53,18	
4		2,217		9,3	1,5	101,21	24,72	
5	25,1	2,304		5,8	0,5	101,19	13,8	
6		2,251		7,9	1,8	102,27	18,86	
7	25,1	2,239	2,446	8,4	1,8	101,22	26,4	
8		2,329		4,8	0,6	101,48	42,35	
9	25,1	2,312		5,5	0,8	101,56	18,88	
10		2,354		3,7	0,4	101,37	33,78	
11	25,1	2,263		2,465	8,2	0,7	101,66	53,71
12		2,207			10,5	2,0	101,18	55,53
13	25,1	2,274	7,8		1,6	101,27	40,6	
14		2,309	6,3		4,8	101,47	30,83	
15	25,1	2,329	5,5		0,9	101,66	13,47	
16		2,278	7,6		4,1	101,31	25,68	
17	25,1	2,309	2,465	6,3	1,4	101,77	46,2	
18		2,402		2,5	0,3	101,47	30,87	
19	25,1	2,318		6,0	0,6	101,32	44,69	
20		2,353		4,5	0,3	101,49	46,36	
21	25,1	2,312		6,2	1,5	101,55	51,98	
22		25,1		2,332	5,2	0,4	101,32	53,29
23	2,331		5,3	0,6	101,21	46,6		
24	25,1	2,296	2,461	6,7	1,0	101,29	49,35	
25		2,373		3,6	0,3	101,48	43,73	
26	25,1	2,323		5,6	0,6	101,33	61,89	
27		2,366		3,9	0,2	101,28	55,09	
28	25,1	2,330		2,461	5,3	0,4	101,28	49,26
29		2,282			7,3	0,6	101,47	35,07
30	25,1	2,339	4,9		0,3	101,36	53,05	
Promedios		2,304	6,2		1,2	101,41	41,62	
Desv. Est.	0,046		1,8		1,2	0,23	16,78	

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial



Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G.  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005



## Informe de Ensayo

RC-30 (Sistema de Gestión de Calidad, LANAMME. Norma INTE ISO/IEC 17025:2000)

### Mezcla Asfáltica

No. de informe: IE-11-2005

Tabla N° 2:  
RUTA 715

Resultados de ensayo de contenido de vacíos, diámetro y altura promedio de especímenes de ensayo  
Muestras 107-05, 108-05 y 109-05 (\*)

Número de objeto de ensayo	Temperatura (°C)	Gravedad específica bruta	Gravedad específica máxima teórica	Porcentaje de vacíos (%)	Porcentaje de absorción de agua (%)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)
1	25,2	2,310	2,492	7,3	2,5	101,02	28,71
2		2,239		10,1	1,6	101,17	30,99
3	25,2	2,265		9,1	4,0	101,16	23,66
4		2,287		8,2	4,9	100,97	32,77
5	25,2	2,283		8,4	5,9	101,71	26,71
6		2,310		7,3	2,0	101,15	53,79
7	25,2	2,237	2,477	2,2	5,8	101,19	45,45
8		2,270		8,4	1,1	101,28	30,31
9	25,1	2,269		8,4	1,8	101,38	29,64
10		2,290		2,3	3,2	101,25	48,89
11	25,1	2,310		6,7	1,2	101,29	32,13
12		2,251		2,3	4,7	101,06	35,14
13	25,1	2,287	2,477	7,7	0,8	101,25	31,64
14		2,280		7,9	0,8	101,21	23,71
15	25,1	2,261		8,7	2,2	100,82	28,14
Promedios		2,277		6,999	2,808	101,19	33,445
Desv. Est.		0,024		2,580	1,896	0,201	8,951

(\*) El ensayo de gravedad específica bruta de los especímenes 1,3,4,5,7,10,12,15 fue realizado por el método de la parafina.

Revisó:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar  
Coordinador Laboratorios  
de Infraestructura Vial

Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez G.  
Director LANAMME

Fecha de emisión:

21 de marzo 2005



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 11 de marzo del 2005  
PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0136-05 A

DESCRIPCION: Agregado de río color gris oscuro, material de forma mayormente semiredondeada, bien graduado. Presenta rastros de materia orgánica.

MUESTRA: Base  
ESTACIÓN: 3+440  
TRAMO: Sentido Sta Rita-S.Rafael  
ZONA: San Carlos

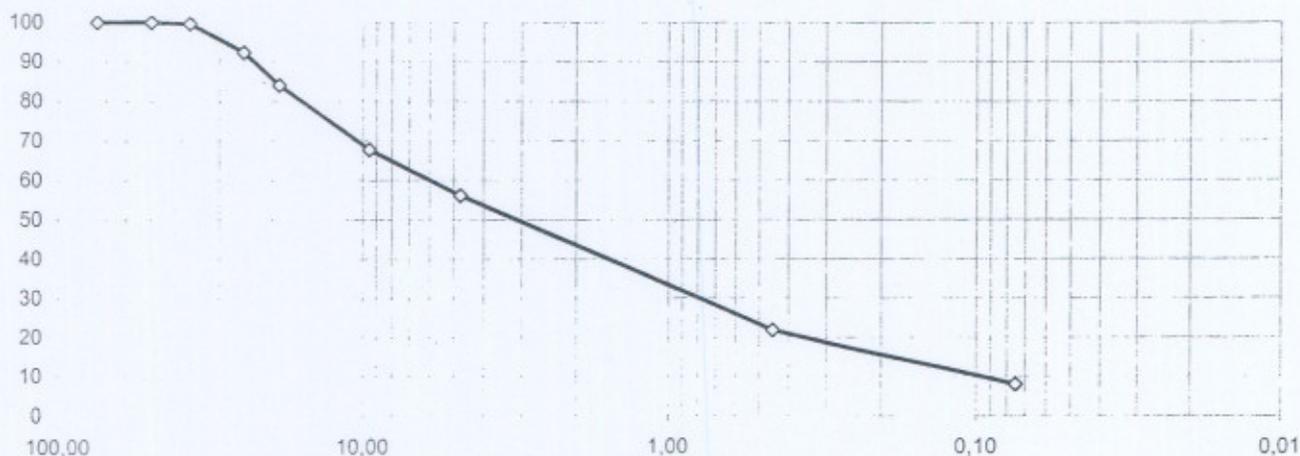
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 22306,4 g

MASA FINAL: 20527,1 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	0,0	0,0	0,0	100
1 1/2"	37,50	67,7	0,3	0,3	100
1"	25,00	1648,1	7,4	7,7	92
3/4"	19,00	1842,1	8,3	16,0	84
3/8"	9,50	3621,0	16,2	32,2	68
N° 4	4,75	2602,9	11,7	43,9	56
N°40	0,45	7658,5	34,3	78,2	22
N°200	0,075	3086,8	13,8	92,0	8,0

Análisis granulométrico lavado  
Auditoría Técnica Ruta 745  
No.LANAMME: 0136-05 A MUESTRA: Base.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 22 de abril del 2005  
PROYECTO Ruta # 745  
San Rafael- Santa Isabel - Santa Rita

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0136-05 A  
MUESTRA: Base Granular  
UBICACIÓN: (3+440)  
MUESTREO: 10/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado de río color gris oscuro, material muy fino compacto de forma mayormente semi-redondeada, bien graduado, presenta rastros de material orgánico.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
Base Granular	NP	NP	NP

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

FECHA: 11 de marzo del 2005  
 PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

INFORME No:  
 No. LANAMME: 0136-05 A

DESCRIPCION: Agregado de río color gris oscuro, material de forma mayormente semiredondeada, bien graduado. Presenta rastros de materia orgánica.

MUESTRA: Base  
 ESTACIÓN: 3+440  
 TRAMO: Sentido Sta Rita-S.Rafa  
 ZONA: San Carlos

**PORCENTAJE DE AGREGADOS CON CARAS FRACTURADAS**  
 MOP: E109

Malla Nº	Abertura (mm)	Peso Partículas ensayadas (g)	% Agregados redondeados	% Agregados con cara fracturada	
				1 cara	2 o más caras
1 1/2"	37,50	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,00	1678,5	9,7	3,0	22,6
3/4"	19,50	1842,8	5,9	2,4	30,5
3/8"	9,50	931,8	2,9	0,7	15,9
Nº4	4,75	312,3	0,4	0,1	6,0
TOTAL:		4765,4	18,9	6,2	75,0



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

FECHA: 10 de marzo del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

No. LANAMME: 0136-05 A

MUESTRA: Base

ESTACIÓN: 3+440

TRAMO: Sentido Sta Rita-S.Rafael

ZONA: San Carlos

DESCRIPCIÓN: Agregado de río color gris oscuro, material de forma mayormente semiredondeada, bien graduado. Presenta rastros de materia orgánica.

#### EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T-176

Identificación Muestra	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Base	131	86	66
	132	84	64
	132	86	65
		PROMEDIO:	65
		DESV.EST:	1,0

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 18 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #745  
 San Rafael-Santa Isabel-Santa Rita

MUESTRA No: **0136-05 A**

Base Granular ( 3 + 440 )

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, material muy compacto de forma mayormente semiredondeada, bien graduado, presenta rastros de material orgánico.

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6	7
W + Pmolde	6246,1	6278,4	6222,6	6296	6290,5	6230,1	6209,9
P molde	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8
Ww	2013,3	2045,6	1989,8	2063,2	2057,7	1997,3	1977,1
δ w	2132,1	2166,3	2107,2	2184,9	2179,1	2115,1	2093,7
δ s	2046,0	2062,9	2034,7	2058,5	2063,3	2017,4	2036,9

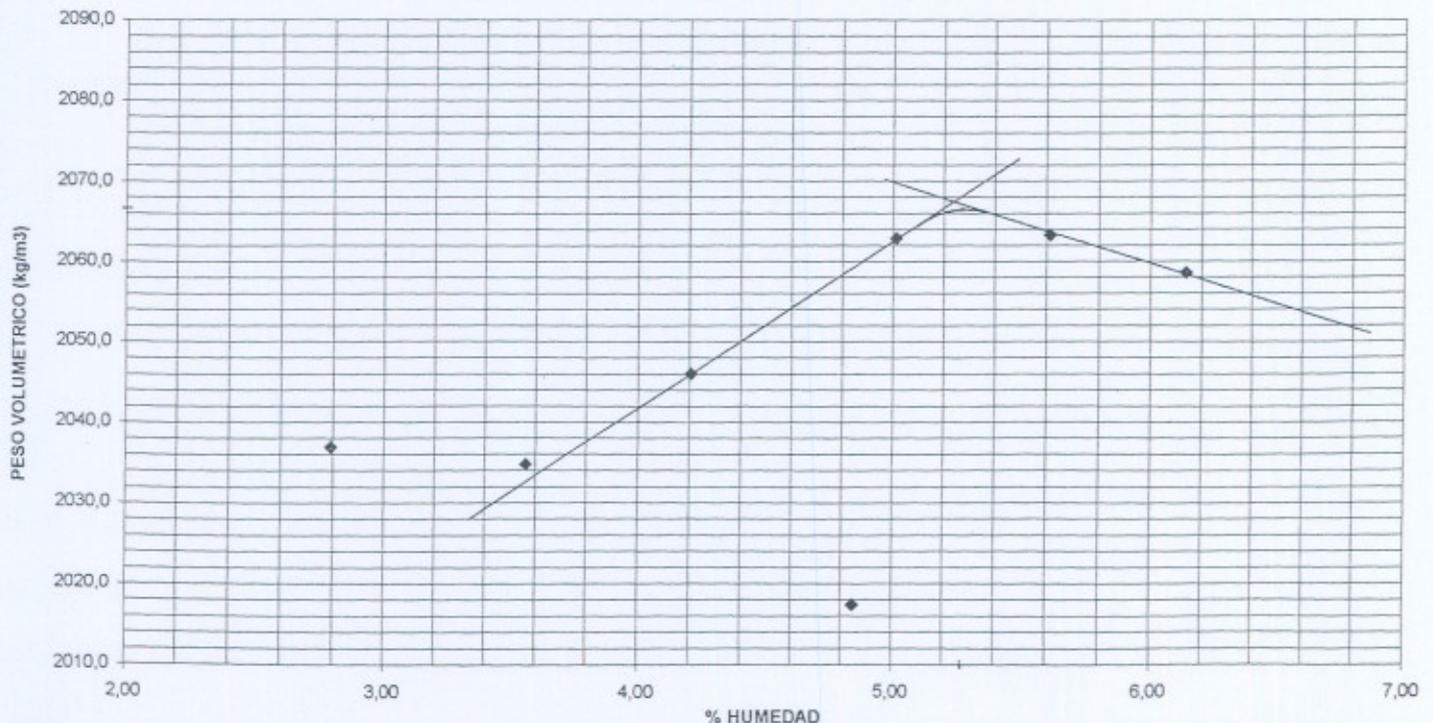
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)      75      100      60      120      115      90      40

No. CAPSULA	#14	#15	#4	#3	#2	#1	#20
Ww + Wc	634,4	685,2	640,5	647,9	606,3	621,0	662,1
Ws + Wc	612,3	656,6	621,5	615,4	578,7	596,4	646,5
Ww	22,1	28,5	19,0	32,4	27,6	24,6	15,6
Wc	86,7	87,6	87,2	87,6	87,7	88,8	87,8
Ws	525,7	569,0	534,3	527,8	491,0	507,7	558,7
%W	4,2	5,0	3,6	6,1	5,6	4,8	2,8

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	42,0
%FINOS =	58,0

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	2065
W ópt. (%)	5,27

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 25 de abril del 2005

PROYECTO: Ruta # 745  
 (3 + 440)  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: 0136 - 05 A  
 Base Granular

$\delta_s =$  2065,0       $W_o =$  5,3 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta_m$	$\delta_s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11775,2												
56 P	8	7231,3	4543,9	2141,1	2028,4	98,2	5	560,67	535,8	87,2	24,9	448,6	5,6	-0,3
		11725,2												
56	18	7155,5	4569,7	2146,4	2038,5	98,7	6	577,43	552,78	87,1	24,7	465,6	5,3	0,0
		11534,9												
25	20	7103,9	4431,0	2087,0	1981,2	95,9	7	574,0	549,3	87,2	24,7	462,1	5,3	-0,1
		11413,3												
10	43	7135,4	4277,9	2017,5	1919,7	93,0	8	565,1	541,9	87,3	23,2	454,6	5,1	0,2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
8	21-04-05	2:16:00 p.m.	322,00	321,00	S	D	321,00	0,0	S	D	0,0
18	21-04-05	2:16:00 p.m.	273,00	266,00	S	D	267,00	-0,2	S	D	-0,1
20	21-04-05	2:16:00 p.m.	324,00	323,00	S	D	325,00	0,0	S	D	0,0
43	21-04-05	2:16:00 p.m.	285,00	281,00	S	D	281,00	-0,1	S	D	-0,1

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	162,3	347,6	539,3	822,8	1097,7	1460,1	1846,1	2166,0	2560,8	2917,2 kg
8	0,00	8,32	17,82	27,64	42,17	56,26	74,84	94,62	111,02	131,25	149,52 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	170,8	360,4	658,7	844,1	1261,8	1628,6	1957,0	2232,2	2548,0	2833,9 kg
18	0,00	8,75	18,47	33,76	43,26	64,68	83,47	100,31	114,41	130,60	145,26 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	92,0	187,8	268,8	360,4	541,5	726,9	865,4	1018,8	1176,6	1347,1 kg
20	0,00	4,71	9,63	13,78	18,47	27,75	37,26	44,36	52,22	60,31	69,05 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	43,0	87,7	126,1	172,9	256,0	336,9	420,0	522,3	624,6	720,5 kg
43	0,00	2,20	4,50	6,46	8,86	13,12	17,27	21,53	26,77	32,01	36,93 kg/cm <sup>2</sup>

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

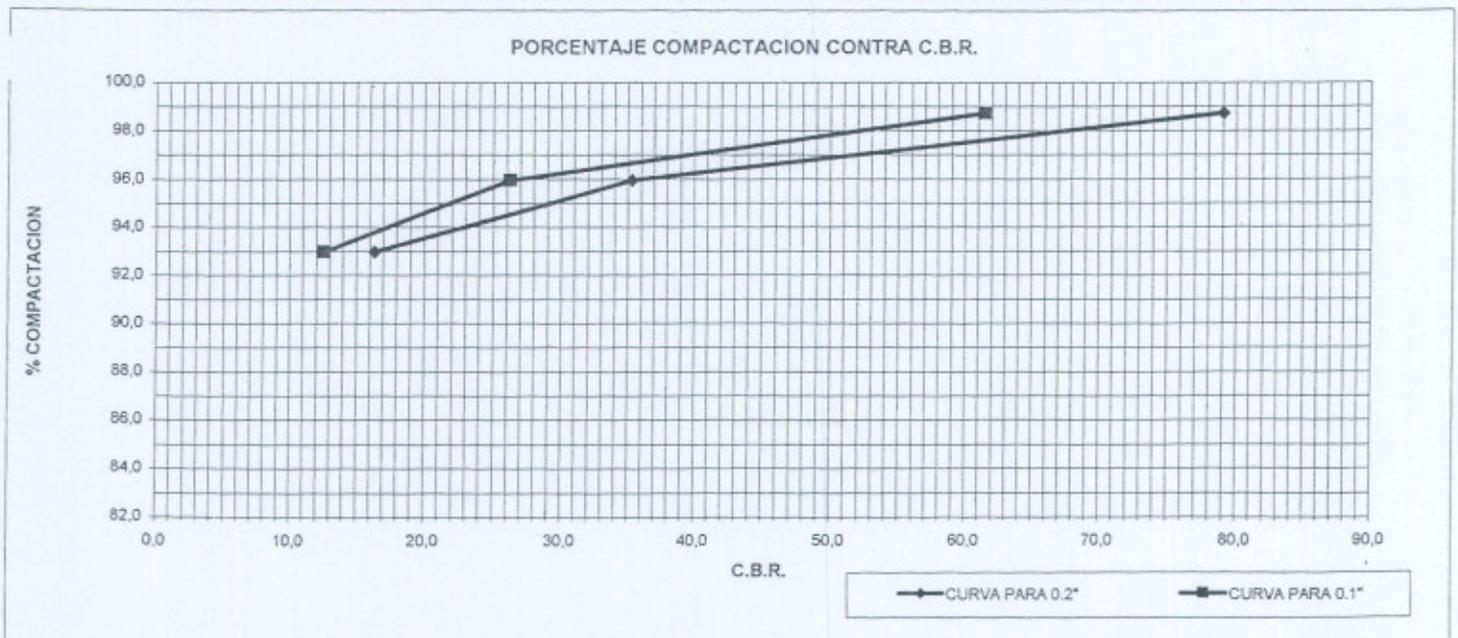
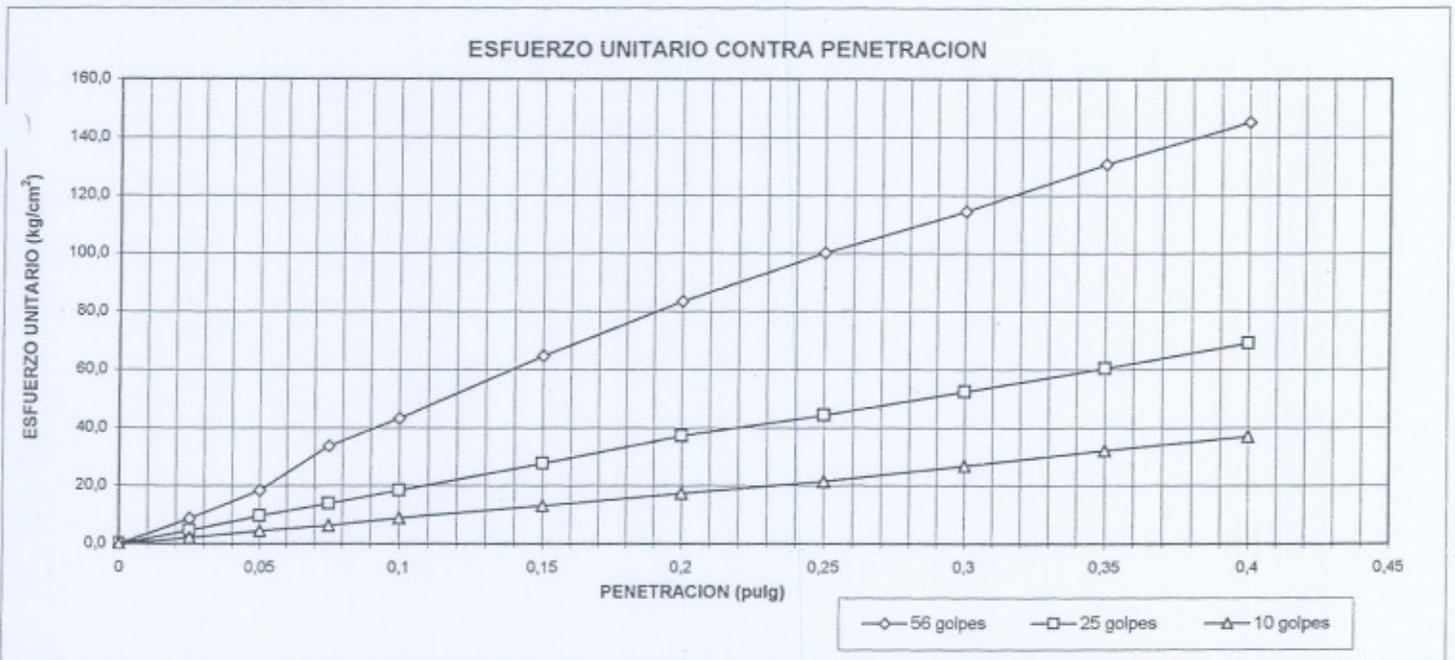
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	42,17	74,84	98,2	59,9	70,9
56	43,26	83,47	98,7	61,5	79,0
25	18,47	37,26	95,9	26,2	35,3
10	8,86	17,27	93,0	12,6	16,4

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 25 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 745  
 (3-440)  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: 0136 - 05 A  
 Base Granular





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 16 de marzo del 2005  
PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0136-05 B  
MUESTRA: Relleno #1  
ESTACIÓN: 3+440  
TRAMO: Sentido Sta Rita-S.Rafael  
ZONA: San Carlos

DESCRIPCIÓN: Agregado de río color gris oscuro, muy compacto, de formas cúbicas y redondeadas, con partículas de sobretamaño de hasta 100 mm de diámetro. Material altamente contaminado de suelo limoso.

Análisis mecánico lavado IT-CA-03

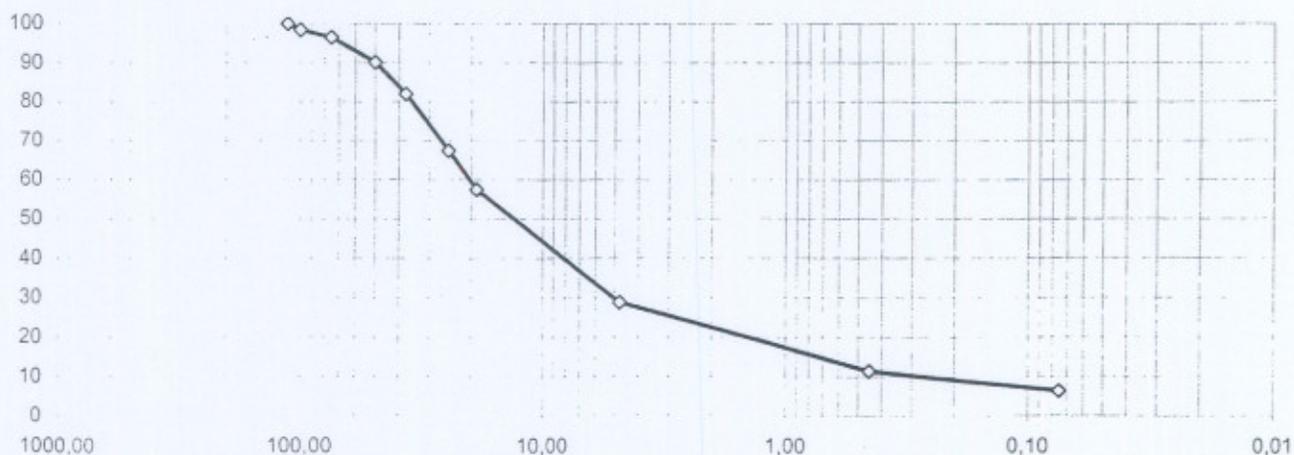
MASA INICIAL: 150082,8 g

MASA FINAL: 140628,8 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
4 1/2"	112,50	0,0	0,0	0,0	100
4"	100,00	2363,4	1,6	1,6	98
3"	75,00	2837,4	1,9	3,5	97
2"	50,00	9586,7	6,4	9,9	90
1 1/2"	37,50	12255,7	8,2	18,0	82
1"	25,00	21890,9	14,6	32,6	67
3/4"	19,00	14948,2	10,0	42,6	57
Nº 4	4,75	43049,1	28,7	71,2	29
Nº40	0,45	25946,1	17,3	88,5	11
Nº200	0,075	7751,3	5,2	93,7	6,3

Análisis granulométrico lavado  
Auditoría Técnica Ruta 745

No. LANAMME: 0136-05 B MUESTRA: Relleno #1.



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

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)**

FECHA: 22 de abril del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: Ruta # 745

No. LANAMME: 0136-05 D

San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA: Subrasante

UBICACION: ( 3 + 440 )

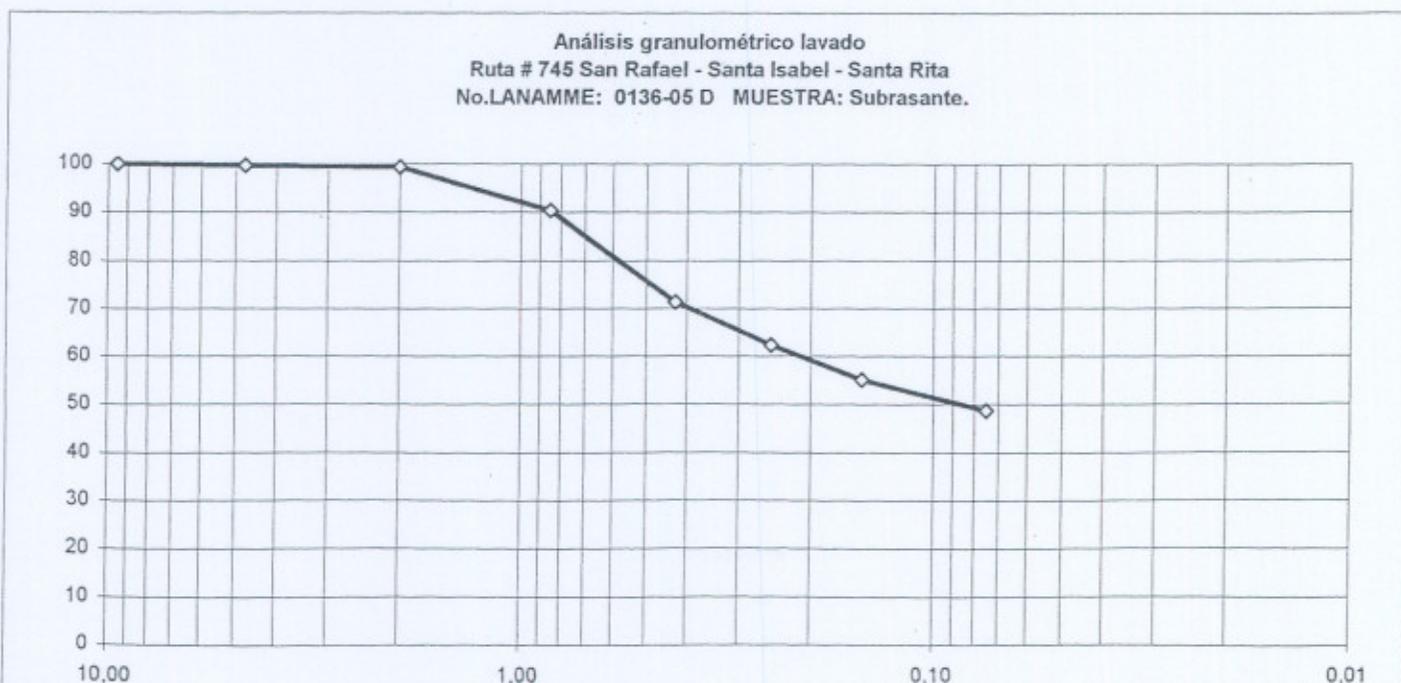
DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café claro, en forma de grumos y bloques de suelo muy compacto, contiene algunas partículas de roca semi-compacta. Plasticidad media.

Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 550,00 g

MASA FINAL: 282,82 g

Maila No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,50	0,00	0,0	0,0	100
N° 4	4,75	1,70	0,3	0,3	100
N° 10	2,00	1,99	0,4	0,7	99
N° 20	0,850	49,39	9,0	9,7	90
N° 40	0,425	104,78	19,1	28,7	71
N°60	0,250	49,02	8,9	37,6	62
N°100	0,150	39,64	7,2	44,8	55
N°200	0,075	35,24	6,4	51,2	49



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG  
 ASTM D-4318

FECHA: 22 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0136-05 D  
 MUESTRA:  
 UBICACION: Subrasante

LUGAR DE MUESTREO:  
 TRAMO: ( 3 + 440 )

DESCRIPCION: Suelo limoso-arcilloso color café claro, en forma de grumos y bloques de suelo muy compactos, contiene algunas partículas de roca compacta, plasticidad media.

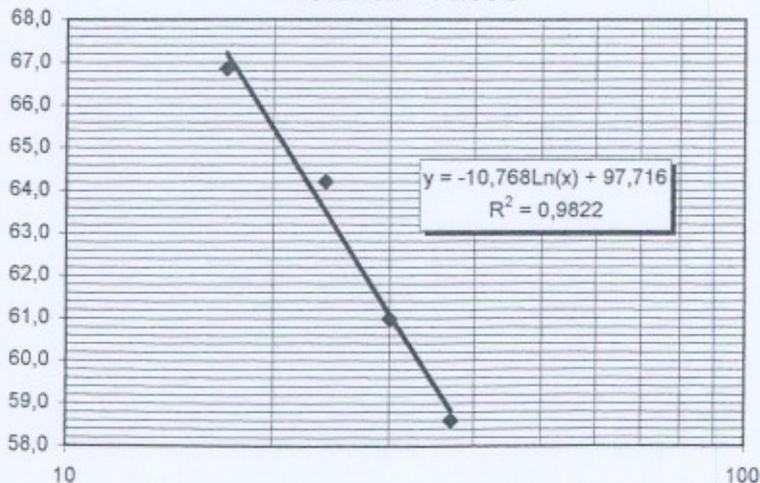
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4
No. DE GOLPES	37	30	24	17
Wc + Ww (g)	31,91	33,34	34,06	32,92
Wc + Ws (g)	25,59	26,33	26,67	25,83
Ww	6,32	7,02	7,40	7,09
Wc	14,81	14,82	15,14	15,22
Ws	10,78	11,51	11,52	10,61
% W	58,6	61,0	64,2	66,8

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	53	54	43
Wc + Ww (g)	15,02	13,69	15,14
Wc + Ws (g)	13,92	12,48	13,98
Ww	1,09	1,21	1,15
Wc	11,19	9,44	11,10
Ws	2,73	3,04	2,88
% W	39,9	39,9	40,1
PROMEDIO			40,0

CURVA DE FLUJO



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	63,1
LIMITE PLASTICO	40,0
INDICE DE PLASTICIDAD	23,1

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 12 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #745  
 San Rafael-Santa Isabel-Santa Rita

MUESTRA No: **0136-05 D**  
 Subrasante  
 ( 3 + 440 )

DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café claro en forma de grumos y bloques de suelo muy compacto, contiene algunas partículas de roca compacta, plasticidad media.

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR  
 AASHTO T-99  
 PROCEDIMIENTO C

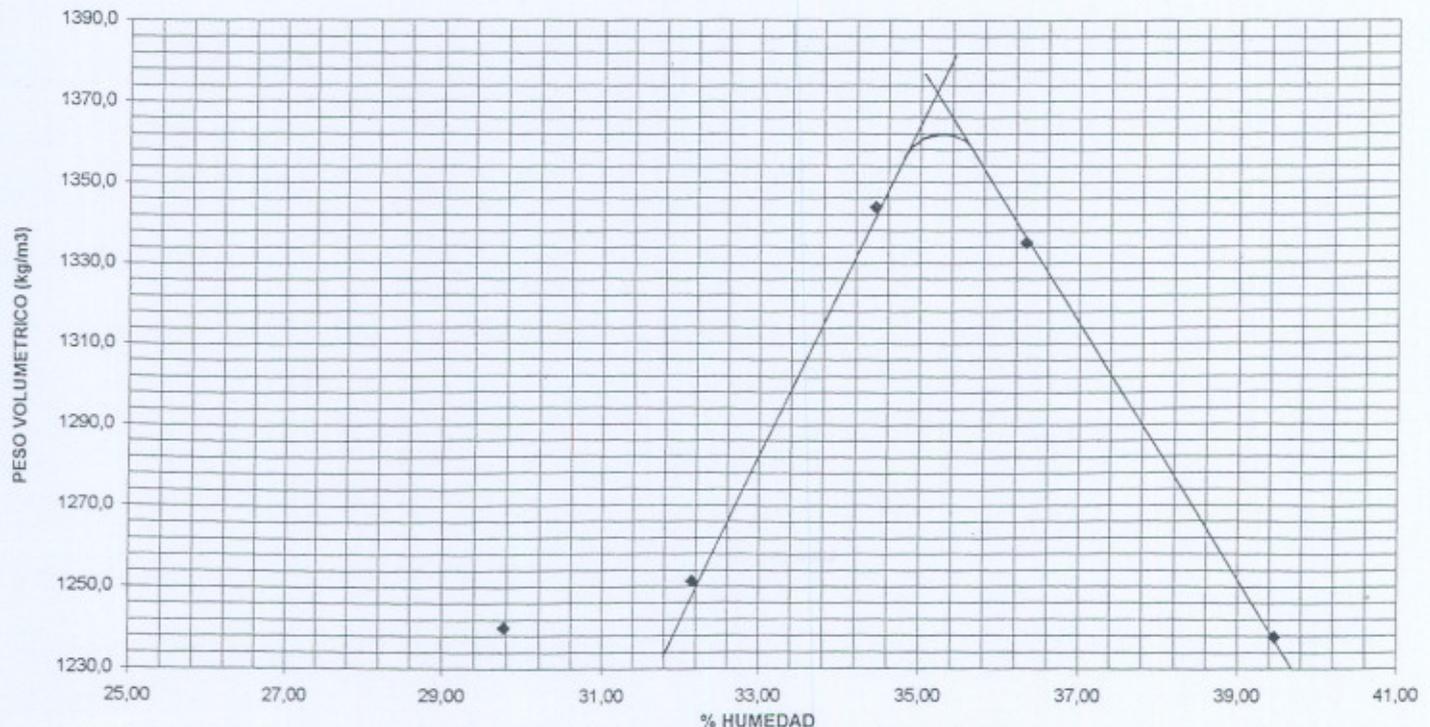
COMPACTACION

TERMINACION	1	2	3	4	5
W + P molde	5752,4	5938,9	5863	5794,3	5951,5
P molde	4232,9	4232,9	4232,9	4232,9	4232,9
Ww	1519,5	1706,0	1630,1	1561,4	1718,6
δ w	1609,2	1806,7	1726,3	1653,5	1820,0
δ s	1240,0	1343,8	1237,8	1251,3	1335,0
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	500	600	700	750	650
No. CAPSULA	#15	#16	#17	#18	#19
Ww + Wc	434,0	460,9	450,0	473,8	494,1
Ws + Wc	354,5	365,0	347,3	379,9	385,6
Ww	79,4	95,9	102,7	93,9	108,4
Wc	87,6	86,7	87,0	87,8	87,2
Ws	266,9	278,3	260,3	292,1	298,5
%W	29,8	34,4	39,5	32,1	36,3

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	0,0
%FINOS =	100,0

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1362,0
W ópt. (%)	35,30

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 21 de abril del 2005

PROYECTO: Ruta #748  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: **0136 - 05 D**  
**Subrasante**  
**(3 + 440)**

$\delta s = 1362,0$        $W_o = 35,3 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11043,5												
56 P	22	7249,2	3794,3	1784,1	1328,6	97,6	5	400,62	320,6	87,2	80,0	233,4	34,3	1,0
		10743,8												
25	44	7074,9	3668,9	1723,3	1279,6	94,0	6	466,2	368,6	87,3	97,6	281,4	34,7	0,6

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
22	14-04-05	12:52:00 p.m.	357,00	376,00	S	D	382,00	0,4	S	D	0,5
44	14-04-05	12:52:00 p.m.	419,00	438,00	S	D	444,00	0,4	S	D	0,5

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	80,7	138,5	181,8	208,4	252,3	281,6	302,9	323,3	340,2	357,3 kg
22	0,00	4,13	7,10	9,32	10,68	12,93	14,43	15,53	16,57	17,44	18,31 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	79,8	138,5	174,5	199,2	239,7	261,5	283,7	307,5	318,3	331,5 kg
44	0,00	4,09	7,10	8,94	10,21	12,29	13,40	14,54	15,76	16,31	16,99 kg/cm <sup>2</sup>

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

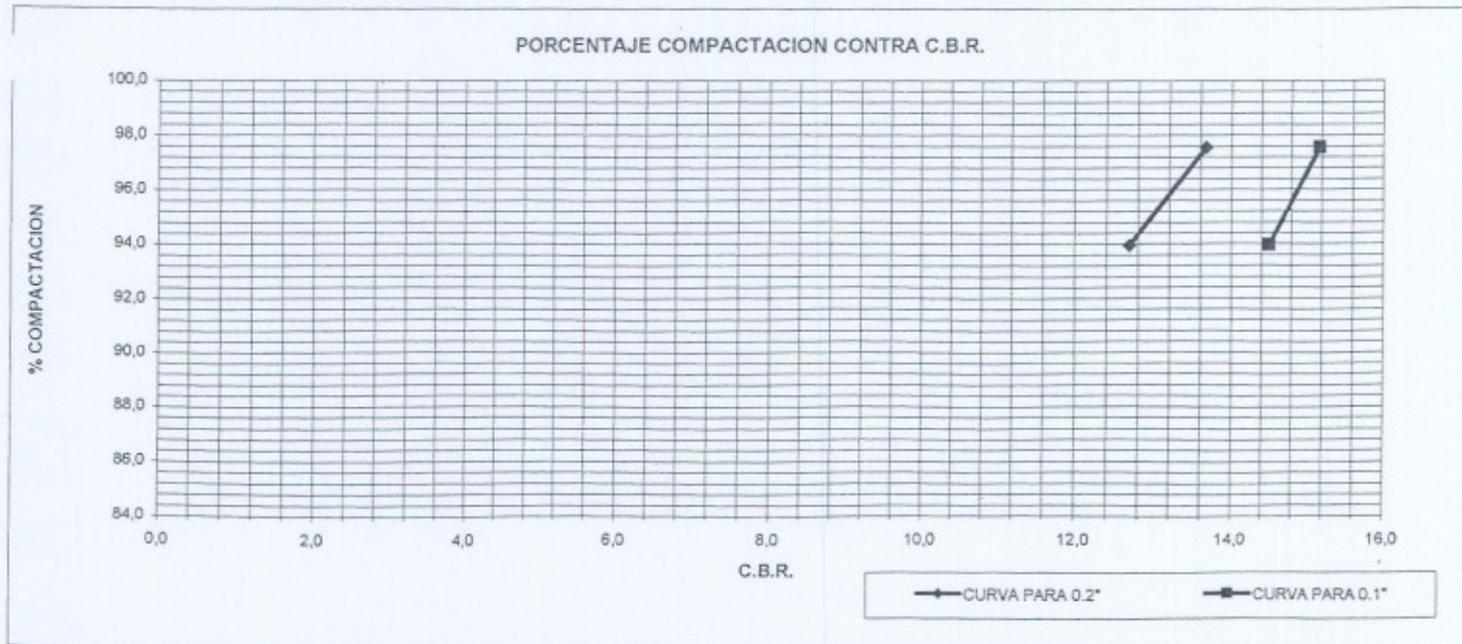
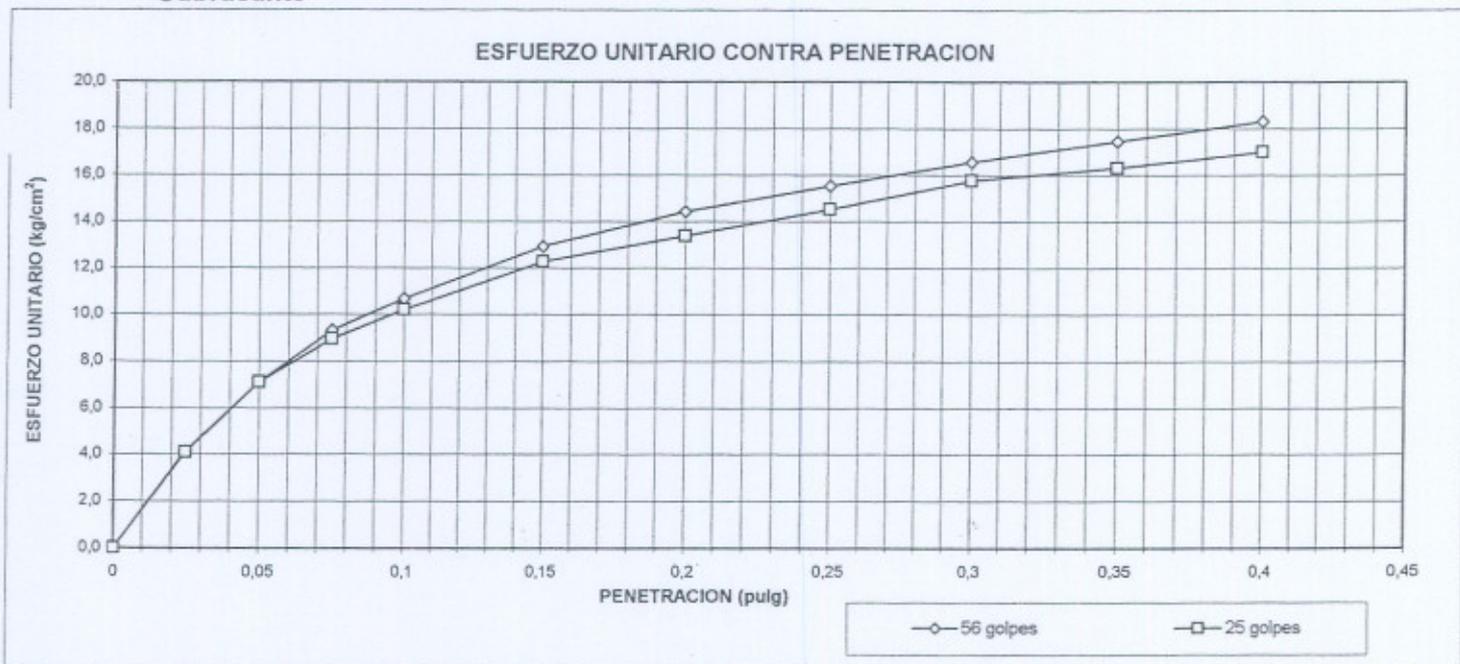
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	10,68	14,43	97,6	15,2	13,7
25	10,21	13,40	94,0	14,5	12,7

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 21 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 745  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: 0136 - 05 D  
 Subrasante





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 11 de marzo del 2005  
PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, compacto, de partículas cúbicas y redondeadas; bien graduado, con ligero contenido orgánico, con rastro limosos café claro.

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0135-05 A  
MUESTRA: Base  
ESTACIÓN: 0+106  
TRAMO: Sentido S.Rafael-Sta Rita  
ZONA: San Carlos

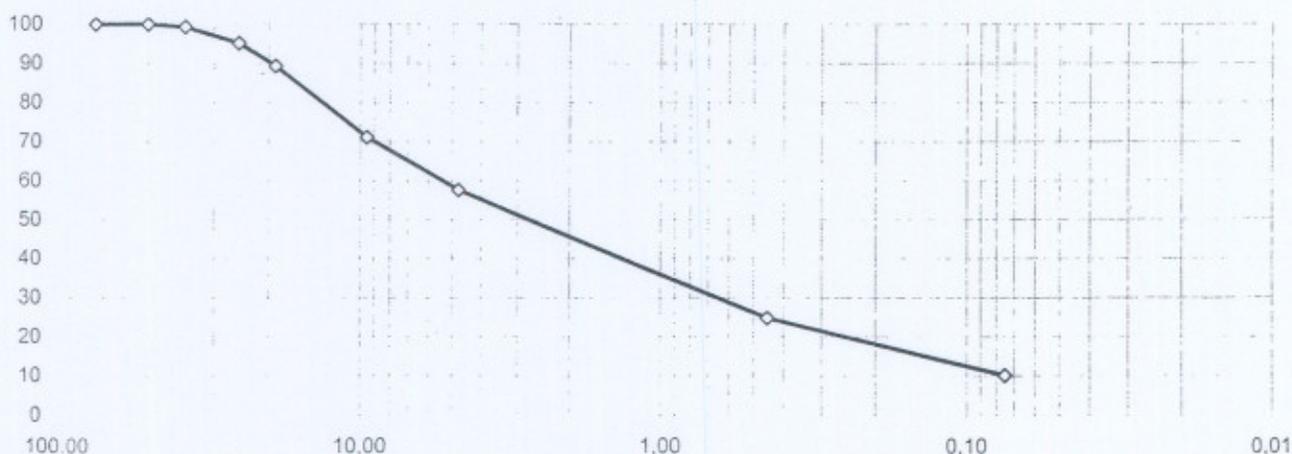
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 16793,1 g

MASA FINAL: 15096,6 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	0,0	0,0	0,0	100
1 1/2"	37,50	111,6	0,7	0,7	99
1"	25,00	697,6	4,2	4,8	95
3/4"	19,00	986,8	5,9	10,7	89
3/8"	9,50	3055,7	18,2	28,9	71
N° 4	4,75	2266,8	13,5	42,4	58
N°40	0,45	5520,9	32,9	75,3	25
N°200	0,075	2457,2	14,6	89,9	10

Análisis granulométrico lavado  
Auditoría Técnica Ruta 745  
No.LANAMME: 0135-05 A MUESTRA: Base.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 22 de abril del 2005  
PROYECTO Ruta # 745  
San Rafael- Santa Isabel - Santa Rita

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0135-05 A  
MUESTRA: Base Granular  
UBICACIÓN: (0+106)  
MUESTREO: 09/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, compacto de partículas cúbicas y redondeadas, bien graduado, con ligero contenido orgánico (material algo sucio) con rastros limosos café claro.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
---------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------

Base Granular

NP

NP

NP

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

FECHA: 11 de marzo del 2005

INFORME No:

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

No. LANAMME: 0135-05 A

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, compacto, de partículas cúbicas y redondeadas; bien graduado, con ligero contenido orgánico, con rastro limosos café claro.

MUESTRA: Base

ESTACIÓN: 0+106

TRAMO: Sentido S.Rafael-Sta Rita

ZONA: San Carlos

**PORCENTAJE DE AGREGADOS CON CARAS FRACTURADAS**  
**MOP: E109**

Malla Nº	Abertura (mm)	Peso Partículas ensayadas (g)	% Agregados redondeados	% Agregados con cara fracturada	
				1 cara	2 o más caras
1 1/2"	37,50	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,00	698,2	1,2	0,0	21,6
3/4"	19,50	987,6	5,5	1,3	25,4
3/8"	9,50	763,4	2,3	1,4	21,2
Nº4	4,75	615,3	0,6	0,2	19,3
TOTAL:		3064,5	9,6	2,8	87,6



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

FECHA: 10 de marzo del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

No. LANAMME: 0135-05 A

MUESTRA: Base

ESTACIÓN: 0+106

TRAMO: Sentido S.Rafael-Sta Rita

ZONA: San Carlos

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, compacto, de partículas cúbicas y redondeadas; bien graduado, con ligero contenido orgánico, con rastro limosos café claro.

#### EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T-176

Identificación Muestra	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Base	148	76	51
	142	78	55
	147	76	52
		PROMEDIO:	53
		DESV.EST:	2,0

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 18 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #745  
 San Rafael-Santa Isabel-Santa Rita

MUESTRA No: **0135-05 A**  
 Base Granular ( 0 + 106 )  
 Agregado de río color gris claro, compacto de partículas cúbicas  
 y redondeadas, bien graduado, con ligero contenido de orgánico  
 DESCRIPCION: (material algo sucio) con rastros limosos café.

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

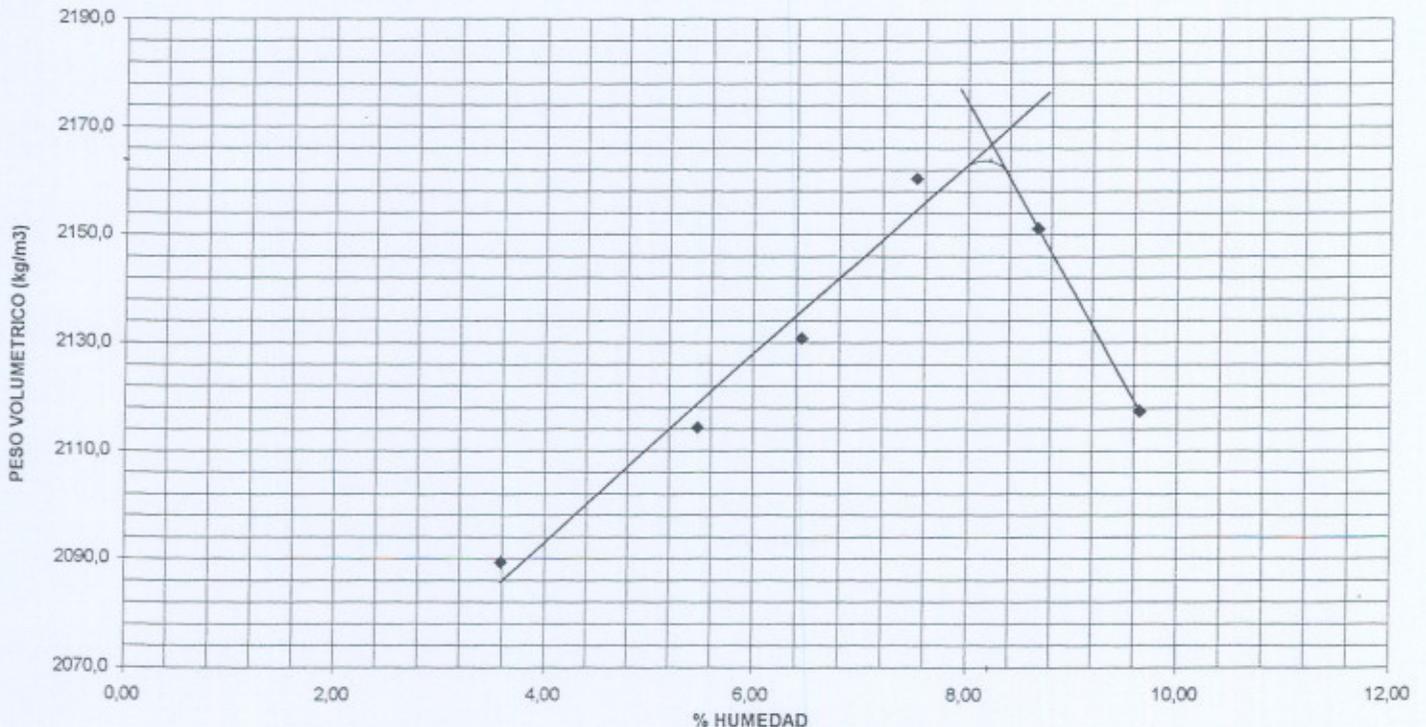
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
w + Pmolde	6338,6	6426,3	6425,2	6276,4	6374,6	6440,3
w - molde	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8	4232,8
Ww	2105,8	2193,5	2192,4	2043,6	2141,8	2207,5
δ w	2230,0	2322,9	2321,8	2164,2	2268,2	2337,7
δ s	2114,3	2160,4	2117,3	2089,3	2130,7	2151,2
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	100	150	200	50	125	175
No. CAPSULA	#9	#15	#11	#12	#13	#14
Ww + Wc	648,9	630,5	633,0	637,1	587,4	616,4
Ws + Wc	619,7	592,5	585,0	618,1	557,1	574,1
Ww	29,1	38,0	48,0	19,0	30,3	42,3
Wc	87,2	87,6	87,9	87,9	87,3	86,7
Ws	532,5	504,9	497,0	530,3	469,8	487,4
%W	5,5	7,5	9,7	3,6	6,4	8,7

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	42,0
%FINOS =	58,0

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	2164
W ópt. (%)	8,2

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 25 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 (0 + 106)  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: **0135-05 A**  
 Base Granular

$\delta_s = 2164,0$        $W_o = 8,2 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	$\delta_m$	$\delta_s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		12085,1												
56 P	11	7290,4	4794,7	2269,3	2107,4	97,4	9	633,27	594,3	87,3	39,0	507,0	7,7	0,5
		11769,7												
56	42	7043,7	4726,0	2223,1	2063,8	95,4	10	602,12	565,25	87,6	36,9	477,7	7,7	0,5
		11968,4												
25	5	7304,0	4664,4	2195,1	2025,8	93,6	11	583,4	545,2	88,0	38,2	457,1	8,4	-0,2
		11721,8												
10	1	7303,0	4418,8	2078,6	1925,7	89,0	12	598,6	561,1	88,0	37,6	473,1	7,9	0,3

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO					% EXPANSION			
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
11	18-04-05	03:15:00 p.m.	357,00	353,00	354,00	355,00	355,00	-0,1	-0,1	0,0	0,0
42	18-04-05	03:15:00 p.m.	292,00	290,00	293,00	293,00	293,00	0,0	0,0	0,0	0,0
5	18-04-05	03:15:00 p.m.	338,00	338,00	338,00	339,00	340,00	0,0	0,0	0,0	0,0
1	18-04-05	03:15:00 p.m.	300,00	298,00	301,00	300,00	301,00	0,0	0,0	0,0	0,0

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	
	0,0	114,6	351,8	761,4	1020,1	1666,9	2324,5	2982,1	3564,3	4017,0	4502,1	kg
11	0,00	5,87	18,03	39,03	52,29	85,44	119,15	152,85	182,69	205,90	230,76	kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	93,1	254,8	448,8	783,0	1397,4	1914,9	2410,8	2895,9	3305,5	3693,6	kg
42	0,00	4,77	13,06	23,00	40,13	71,63	98,15	123,57	148,43	169,43	189,32	kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	136,2	309,7	578,2	783,0	1171,1	1580,7	1947,2	2303,0	2572,5	2842,0	kg
5	0,00	6,98	15,82	29,63	40,13	60,02	81,02	99,81	118,04	131,85	145,67	kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	49,9	103,8	168,5	211,6	297,9	384,1	556,6	642,8	729,1	815,3	kg
1	0,00	2,56	5,32	8,64	10,85	15,27	19,69	28,53	32,95	37,37	41,79	kg/cm <sup>2</sup>

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

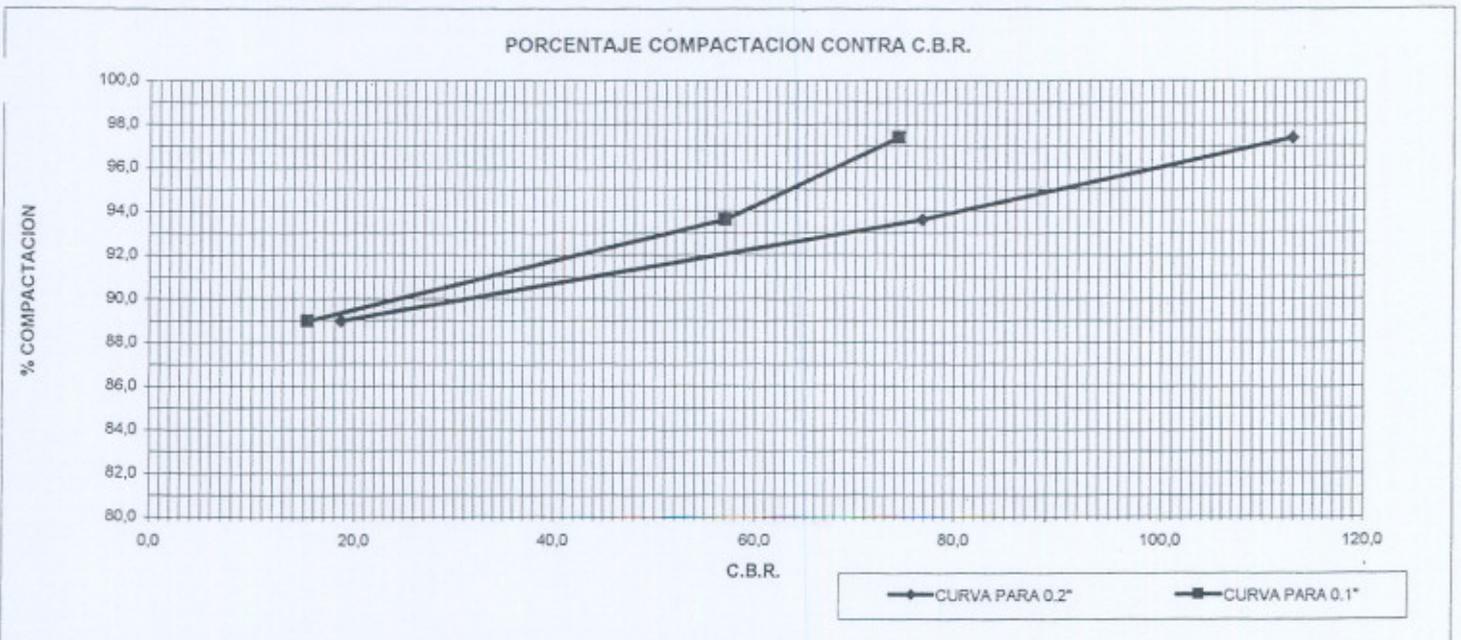
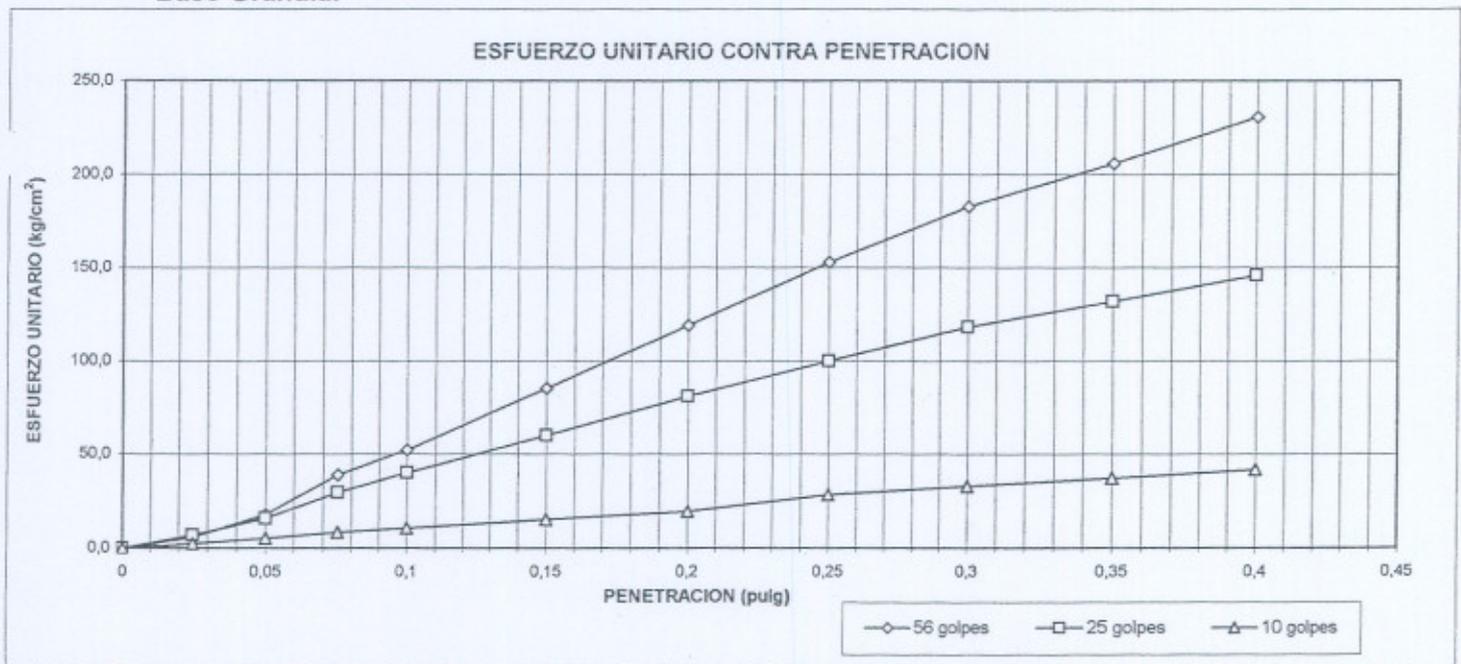
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	52,29	119,15	97,4	74,3	112,8
56	40,13	98,15	95,4	57,0	92,9
25	40,13	81,02	93,6	57,0	76,7
10	10,85	19,69	89,0	15,4	18,6

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 25 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 745  
 (0 + 106 )  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: **0135-05 A**  
**Base Granular**



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

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)**

FECHA: 22 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0135-05 C  
 MUESTRA: Subrasante  
 UBICACION:

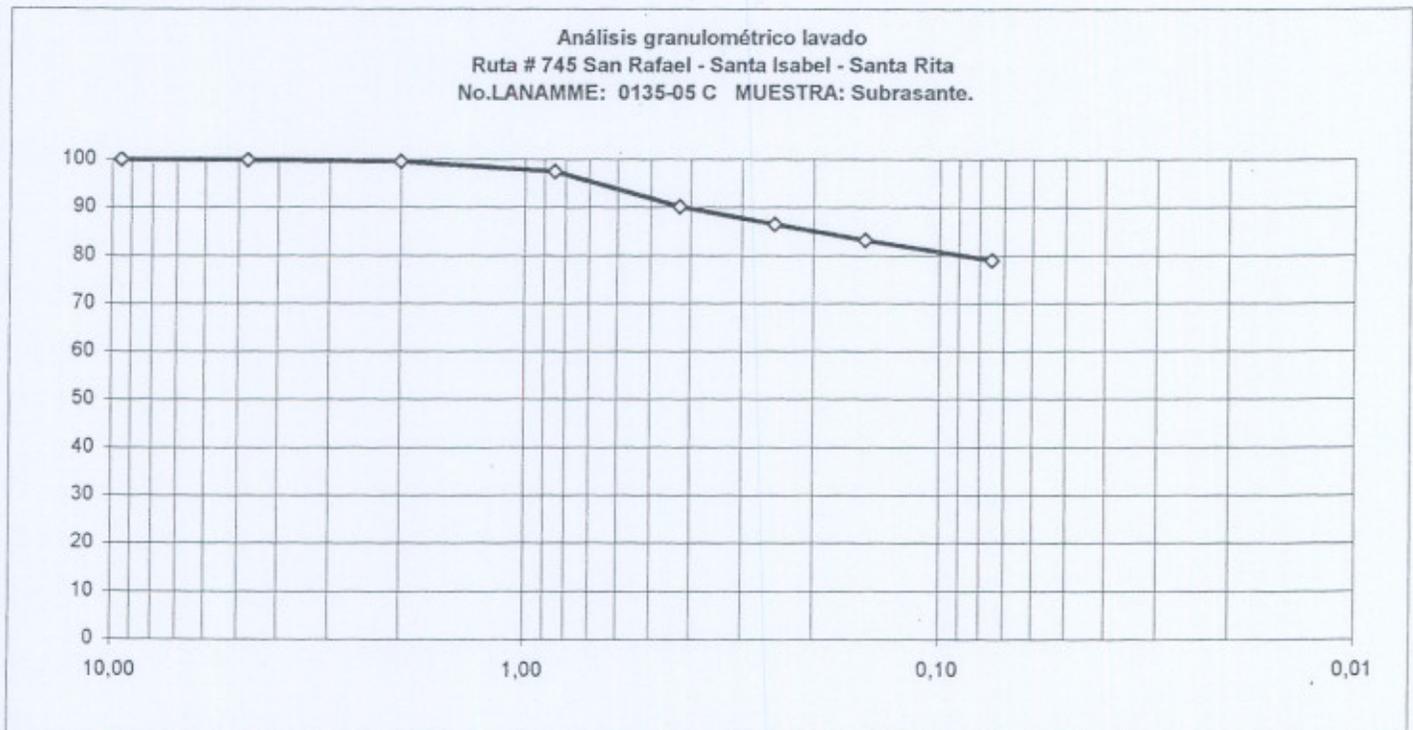
DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café amarillento en forma de grumos y bloques de suelo muy compactos, plasticidad media, contiene ligeras partículas de roca compacta.

Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 550,00 g

MASA FINAL: 116,59 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,50	0,00	0,0	0,0	100
N° 4	4,75	0,89	0,2	0,2	100
N° 10	2,00	1,30	0,2	0,4	100
N° 20	0,850	11,95	2,2	2,6	97
N° 40	0,425	40,08	7,3	9,9	90
N°60	0,250	19,86	3,6	13,5	87
N°100	0,150	18,72	3,4	16,9	83
N°200	0,075	22,94	4,2	21,0	79



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

ASTM D-4318

FECHA: 22 de abril del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: **Ruta # 745**  
**San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita**

No. LANAMME: **0135-05 C**

MUESTRA:

UBICACION: **Subrasante**

LUGAR DE MUESTREO:

TRAMO:

DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café claro amarillento, en forma de grumos y bloques de suelo muy compactos, plasticidad de media a baja, contiene ligeras partículas de roca compacta.

**LIMITE LIQUIDO**

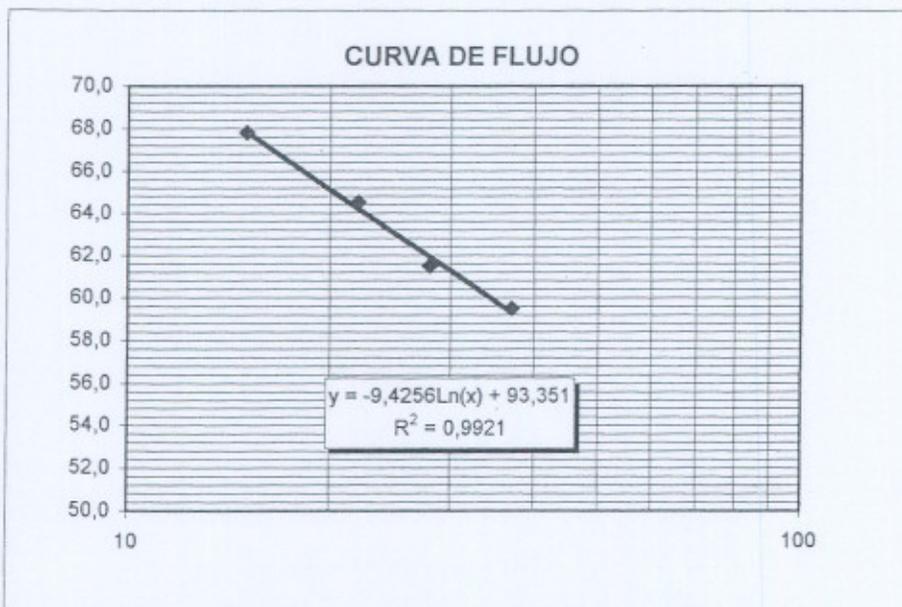
DETERMINACION No.	1	2	3	4
No. DE GOLPES	37	28	22	15
Wc + Ww (g)	32,78	37,69	39,64	38,08
Wc + Ws (g)	26,09	31,82	33,25	31,27
Ww	6,69	5,87	6,39	6,81
Wc	14,85	22,28	23,35	21,21
Ws	11,25	9,55	9,90	10,05
% W	59,5	61,5	64,5	67,8

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	57	37	55
Wc + Ww (g)	14,91	13,15	14,81
Wc + Ws (g)	13,81	12,00	13,74
Ww	1,10	1,14	1,07
Wc	11,06	9,08	11,06
Ws	2,75	2,92	2,68
% W	39,9	39,2	39,7

PROMEDIO

39,6



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	63,0
LIMITE PLASTICO	39,6
INDICE DE PLASTICIDAD	23,4

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 12 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #745  
 San Rafael-Santa Isabel-Santa Rita

MUESTRA No: **0135-05 C**  
 Subrasante

DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café claro amarillento en forma de grumos y bloques de suelo muy compacto, plasticidad media, contiene ligeras partículas de roca compacta.

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR  
 AASHTO T-99  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4
v + Pmolde	5733,7	5859,5	5931,1	5878,3
. molde	4232,9	4232,9	4232,9	4232,9
Ww	1500,8	1626,6	1698,2	1645,4
δ w	1589,3	1722,6	1798,4	1742,5
δ s	1261,1	1317,3	1327,9	1245,6

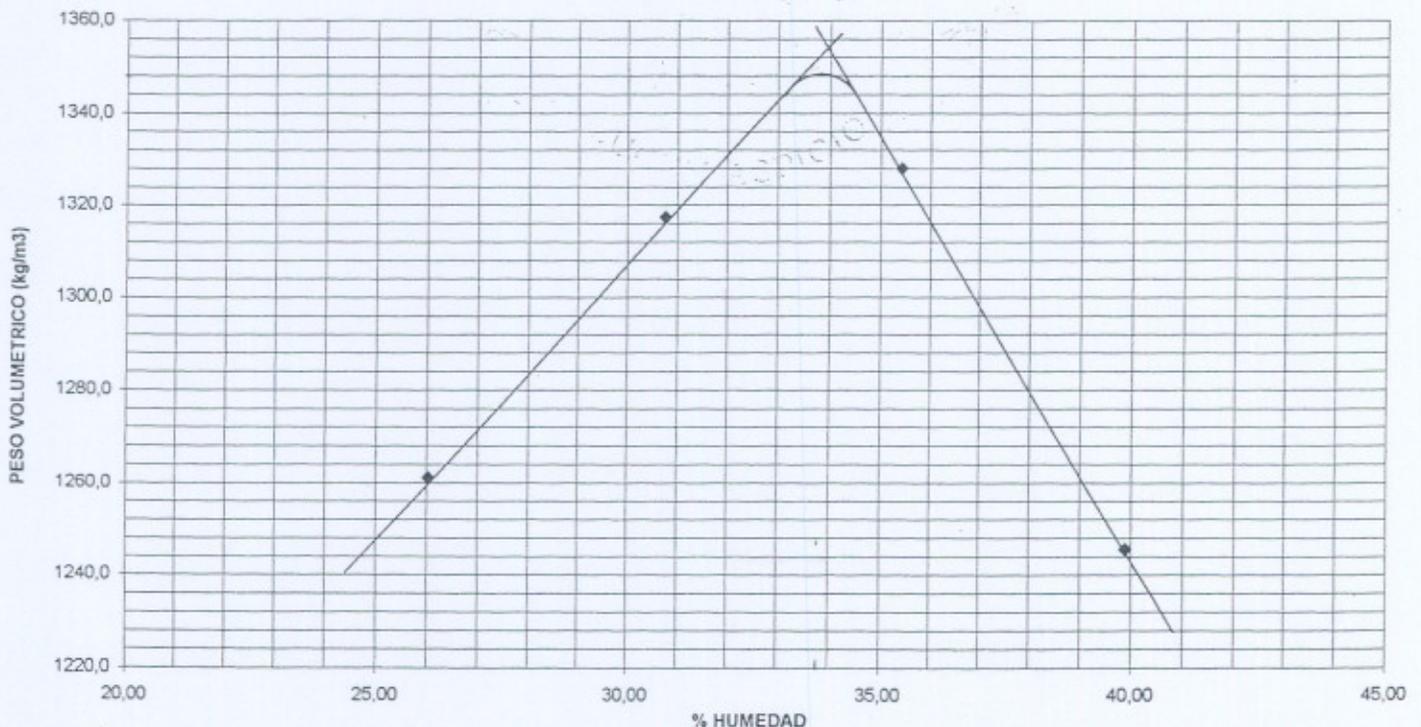
DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	0,0
%FINOS =	100,0

CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)      400      500      600      700

No. CAPSULA	#1	#2	#3	#4
Ww + Wc	503,7	385,9	454,3	441,8
Ws + Wc	417,6	315,8	358,4	340,7
Ww	86,1	70,1	95,9	101,1
Wc	86,8	87,8	87,7	87,2
Ws	330,8	228,0	270,7	253,5
%W	26,0	30,8	35,4	39,9

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1348
W ópt. (%)	33,8

PESO VOLUMETRIC CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 25 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: **0135 - 05 C**  
 Subrasante

$\delta s =$  1348,0       $W_o =$  33,8 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		10710,0												
56 P	4	7148,2	3561,8	1676,9	1258,4	93,4	2	459,83	367,0	87,7	92,9	279,3	33,3	0,5
		10336,4												
25	21	7116,9	3219,5	1513,8	1141,5	84,7	3	482,8	385,6	87,6	97,2	298,0	32,6	1,2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
4	21-04-05	4:05:00 p.m.	295,00	348,00	S	D	359,00	1,2	S	D	1,4
21	21-04-05	4:05:00 p.m.	328,00	390,00	S	D	399,00	1,4	S	D	1,6

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	100,8	169,6	218,8	285,8	364,7	391,7	422,0	434,0	461,2	473,2 kg
4	0,00	5,17	8,69	11,22	14,65	18,69	20,08	21,63	22,25	23,64	24,25 kg/cm2
	0,0	125,1	141,3	150,2	162,3	174,5	185,0	193,9	199,2	206,3	211,7 kg
21	0,00	6,41	7,24	7,70	8,32	8,94	9,48	9,94	10,21	10,57	10,85 kg/cm2

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

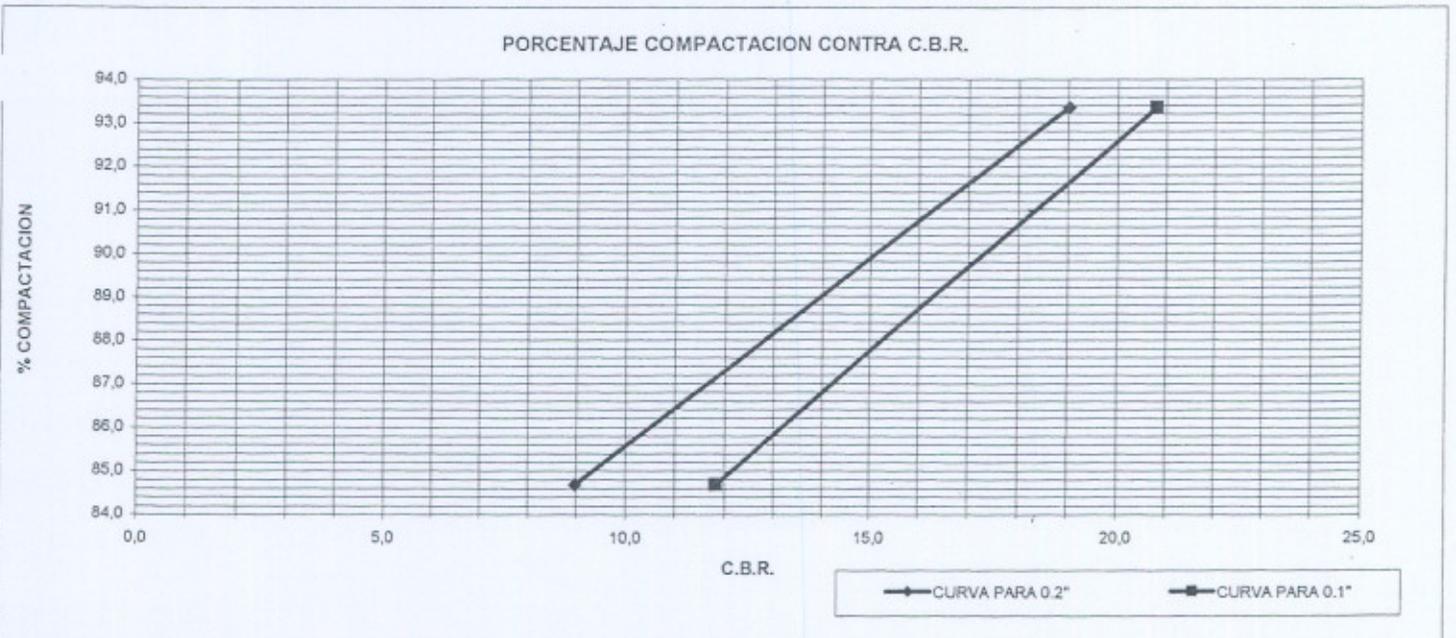
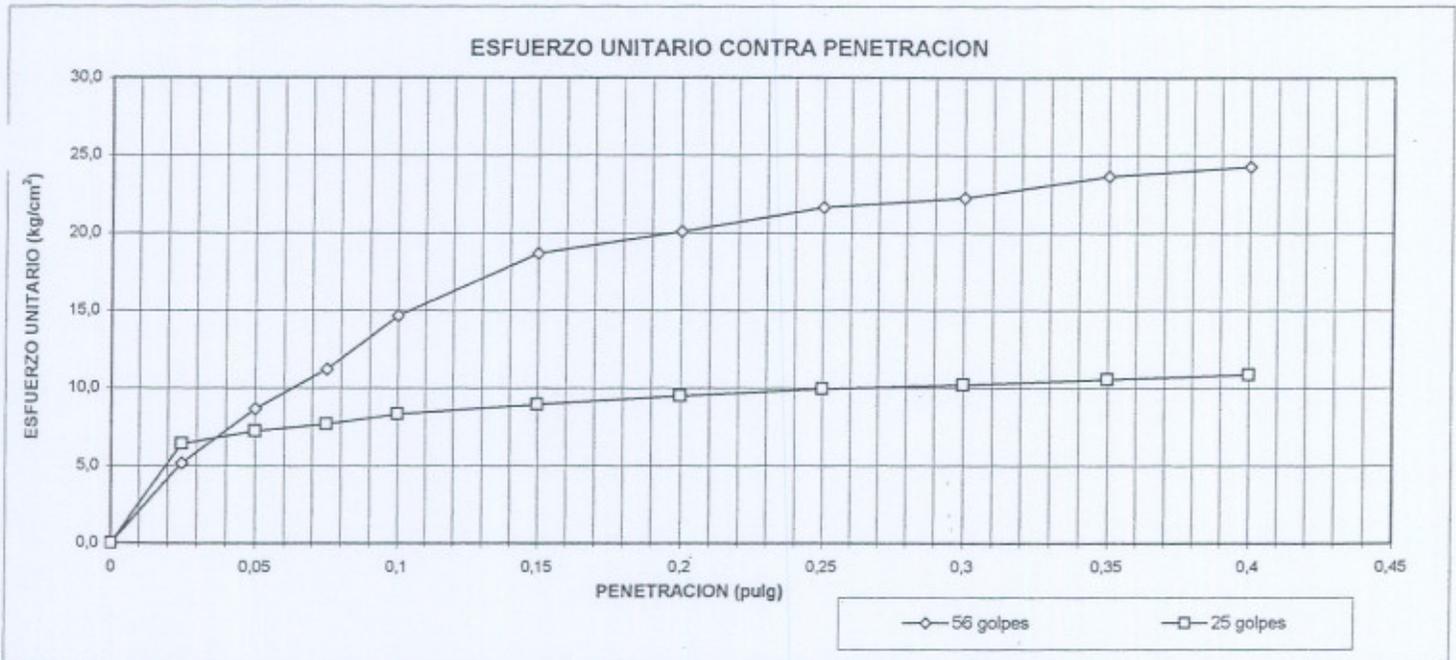
No. golpes	0,1	0,2	% COMPACT.	0,1	0,2
56	14,65	20,08	93,4	20,8	19,0
25	8,32	9,48	84,7	11,8	9,0

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 25 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 #REFI: San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: **0135 - 05 C**  
**Subrasante**





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)**

FECHA: 11 de marzo del 2005  
PROYECTO: **Auditoría Técnica Ruta 745**

INFORME N°:  
No. LANAMME: **0137-05 A**

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, con partículas oscuras y amarillentas, material compacto, bien graduado de formas cúbicas y redondeadas, ligeramente contaminado de materia orgánica.

MUESTRA: **Base**  
ESTACIÓN: **5+500**  
TRAMO: **Sentido Sta Rita-S.Rafael**  
ZONA: **San Carlos**

**Análisis mecánico lavado IT-CA-03**

MASA INICIAL: 36302,3 g

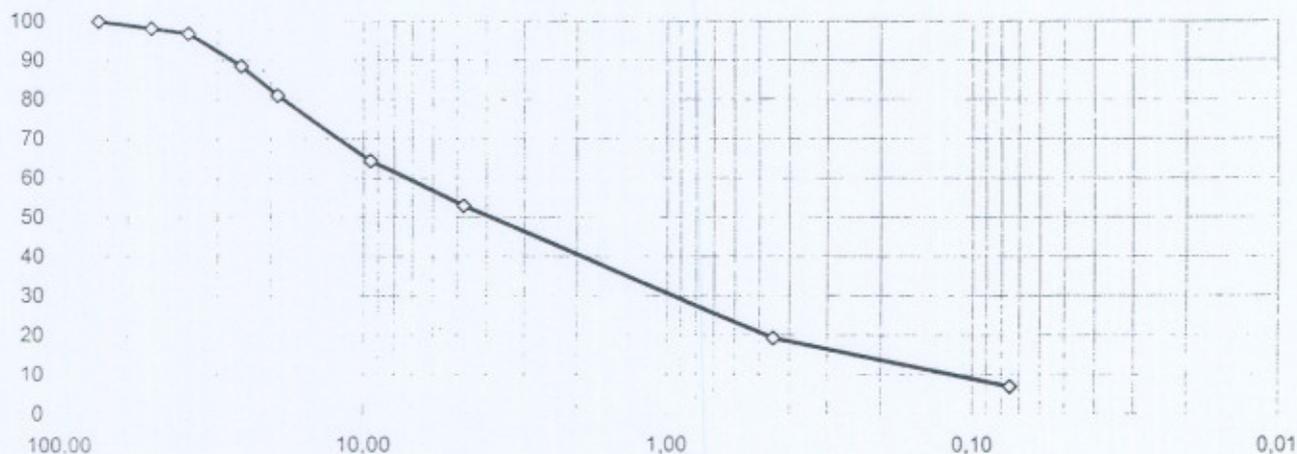
MASA FINAL: 33810,4 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	666,5	1,8	1,8	98
1 1/2"	37,50	468,9	1,3	3,1	97
1"	25,00	3036,6	8,4	11,5	89
3/4"	19,00	2727,9	7,5	19,0	81
3/8"	9,50	6046,6	16,7	35,7	64
N° 4	4,75	4121,2	11,4	47,0	53
N°40	0,45	12271,5	33,8	80,8	19
N°200	0,075	4471,2	12,3	93,1	6,9

**Análisis granulométrico lavado**

**Auditoría Técnica Ruta 745**

No.LANAMME: 0137-05 A MUESTRA: Base.



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

FECHA: 11 de marzo del 2005

INFORME No:

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

No. LANAMME: 0137-05 A

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, con partículas oscuras y amarillentas, material compacto, bien graduado de formas cúbicas y redondeadas, ligeramente contaminado de materia orgánica.

MUESTRA: Base

ESTACIÓN: 5+500

TRAMO: Sentido Sta Rita-S.Rafael

ZONA: San Carlos

**PORCENTAJE DE AGREGADOS CON CARAS FRACTURADAS**  
 MOP: E109

Malla Nº	Abertura (mm)	Peso Partículas ensayadas (g)	% Agregados redondeados	% Agregados con cara fracturada	
				1 cara	2 o más caras
1 1/2"	37,50	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,00	3036,7	13,9	3,1	25,4
3/4"	19,50	2728,0	9,5	2,0	26,6
3/8"	9,50	849,3	1,5	0,3	10,1
Nº4	4,75	551,4	0,3	0,0	7,4
TOTAL:		7165,4	25,1	5,4	69,5



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

FECHA: 10 de marzo del 2005

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 745

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, con partículas oscuras y amarillentas, material compacto, bien graduado de formas cúbicas y redondeadas, ligeramente contaminado de materia orgánica.

INFORME N°:

No. LANAMME: 0137-05 A

MUESTRA: **Base**

ESTACIÓN: **5+500**

TRAMO: **Sentido Sta Rita-S.Rafael**

ZONA: **San Carlos**

#### EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T-176

Identificación Muestra	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
<b>Base</b>	142	86	61
	138	87	63
	142	86	61
		PROMEDIO:	61
		DESV.EST:	1,4

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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 22 de abril del 2005  
PROYECTO Ruta # 745  
San Rafael- Santa Isabel - Santa Rita

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0137-05 A  
MUESTRA: Base Granular  
UBICACIÓN: (5+500)  
MUESTREO: 14/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro con partículas oscuras y amarillentas, material compacto bien graduado de formas cúbicas y redondeadas, ligeramente contaminado de materia orgánica.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
Base Granular	NP	NP	NP

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 20 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #745  
 San Rafael-Santa Isabel-Santa Rita

MUESTRA No: **0137-05 A**  
 Base Granular ( 0 + 106 )  $\leq 1.25$

DESCRIPCION:

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

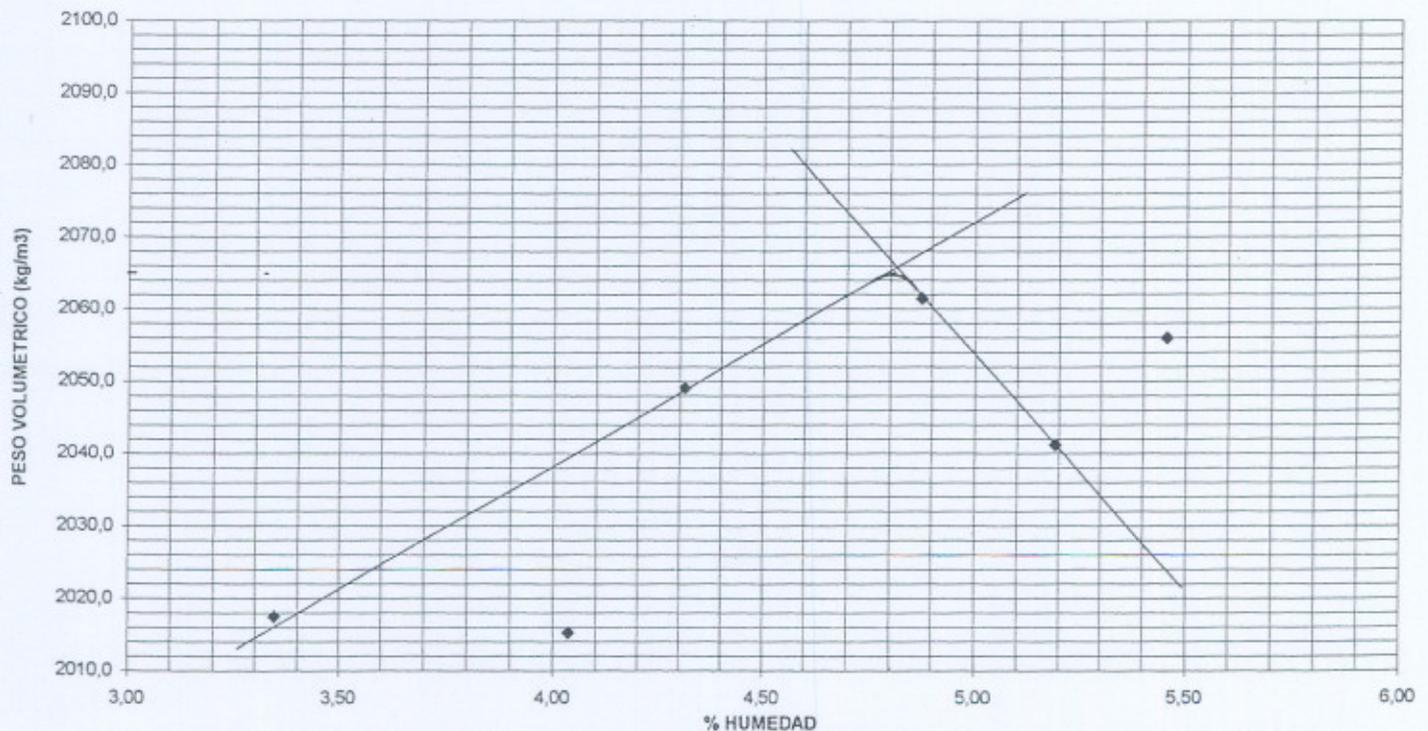
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
$\gamma + P_{molde}$	6250,6	6259,7	6201	6273,7	6279,5	6212
$\gamma_{molde}$	4232,2	4232,2	4232,2	4232,2	4232,2	4232,2
Ww	2018,4	2027,5	1968,8	2041,5	2047,3	1979,8
$\delta W$	2137,5	2147,1	2085,0	2161,9	2168,1	2096,6
$\delta s$	2049,1	2041,2	2017,5	2061,5	2055,9	2015,3

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	47,0
%FINOS =	53,0

CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	75	100	50	90	110	65
No. CAPSULA	#1	#2	#3	#4	#5	#6
Ww + Wc	667,5	609,1	683,2	650,4	669,1	603,0
Ws + Wc	643,4	583,4	664,0	624,3	639,0	583,0
Ww	24,0	25,7	19,3	26,2	30,1	20,0
Wc	86,8	87,7	87,7	87,2	87,2	87,2
Ws	556,7	495,6	576,2	537,0	551,8	495,8
%W	4,3	5,2	3,3	4,9	5,5	4,0

REAL	
$\gamma_{m\acute{a}x.}$ (kg/m <sup>3</sup> )	2065
W <sub>ópt.</sub> (%)	4,8

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 25 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 (5 + 500 )  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: 0137-05 A  
 Base Granular

$\delta s =$  2065,0       $W_o =$  4,8 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11669,8												
56 P	2	7142,3	4527,5	2126,1	2028,2	98,2	19	640,53	615,0	87,1	25,5	527,9	4,8	0,0
		11577,7												
56	17	7096,6	4481,1	2106,1	2008,3	97,3	20	598,66	574,93	87,8	23,7	487,1	4,9	-0,1
		11530,7												
25	40	7107,4	4423,3	2084,7	1994,3	96,6	18	569,2	548,3	87,9	20,9	460,4	4,5	0,3
		11368,6												
10	44	7073,6	4295,0	2017,4	1930,0	93,5	17	581,5	560,1	87,1	21,4	473,0	4,5	0,3

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
2	21-04-05	11:17:00 a.m.	382,00	379,00	S	D	378,00	-0,1	S	D	-0,1
17	21-04-05	11:17:00 a.m.	245,00	246,00	S	D	245,00	0,0	S	D	0,0
40	21-04-05	11:17:00 a.m.	348,00	342,00	S	D	345,00	-0,1	S	D	-0,1
44	21-04-05	11:17:00 a.m.	386,00	388,00	S	D	385,00	0,0	S	D	0,0

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	49,9	157,7	287,1	416,5	836,9	1160,3	1548,4	1807,1	2162,8	2443,1 kg
2	0,00	2,56	8,08	14,72	21,35	42,89	59,47	79,36	92,62	110,86	125,22 kg/cm2
	0,0	119,7	226,2	332,7	456,2	701,3	914,4	1121,1	1345,0	1583,8	1801,3 kg
17	0,00	6,13	11,59	17,05	23,39	35,94	46,87	57,46	68,94	81,18	92,33 kg/cm2
	0,0	85,6	168,7	253,9	334,8	537,2	701,3	886,7	1057,2	1255,4	1453,7 kg
40	0,00	4,39	8,64	13,01	17,16	27,54	35,94	45,45	54,19	64,35	74,51 kg/cm2
	0,0	55,8	104,8	153,7	198,5	302,9	394,5	505,3	594,7	677,8	767,3 kg
44	0,00	2,86	5,37	7,88	10,17	15,52	20,22	25,90	30,48	34,74	39,33 kg/cm2

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

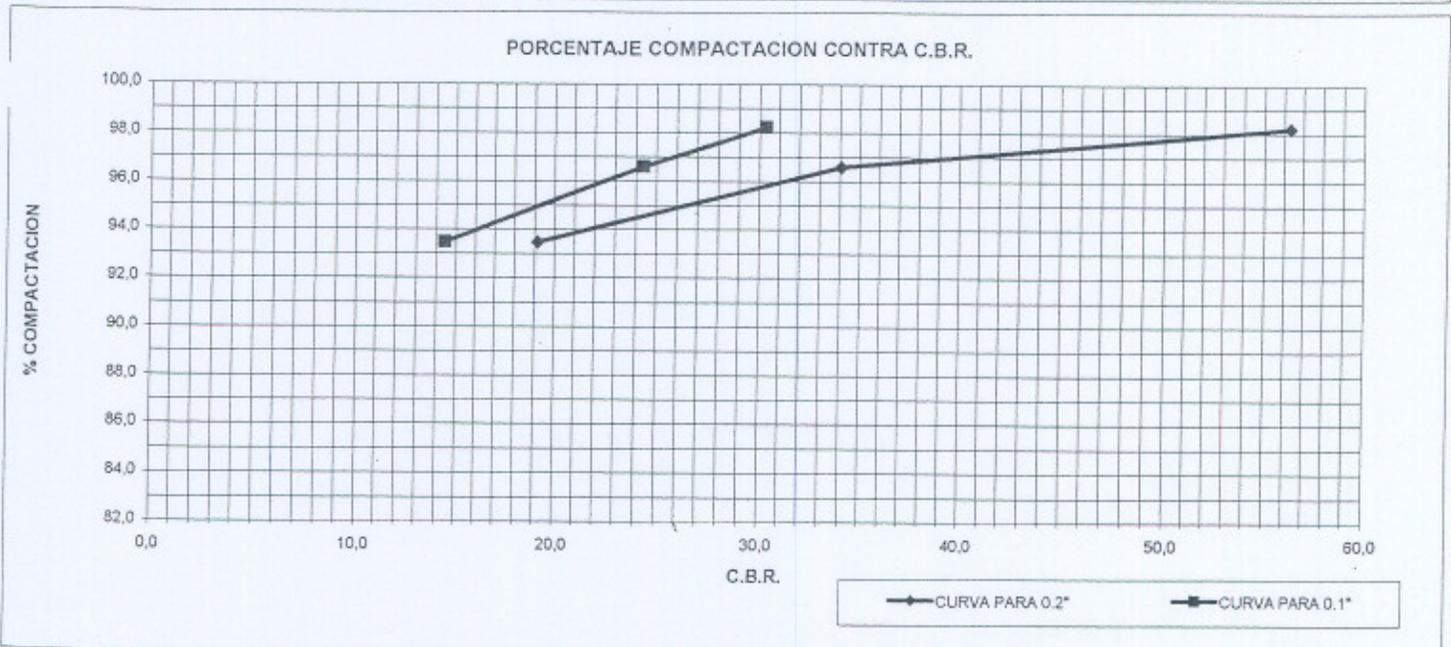
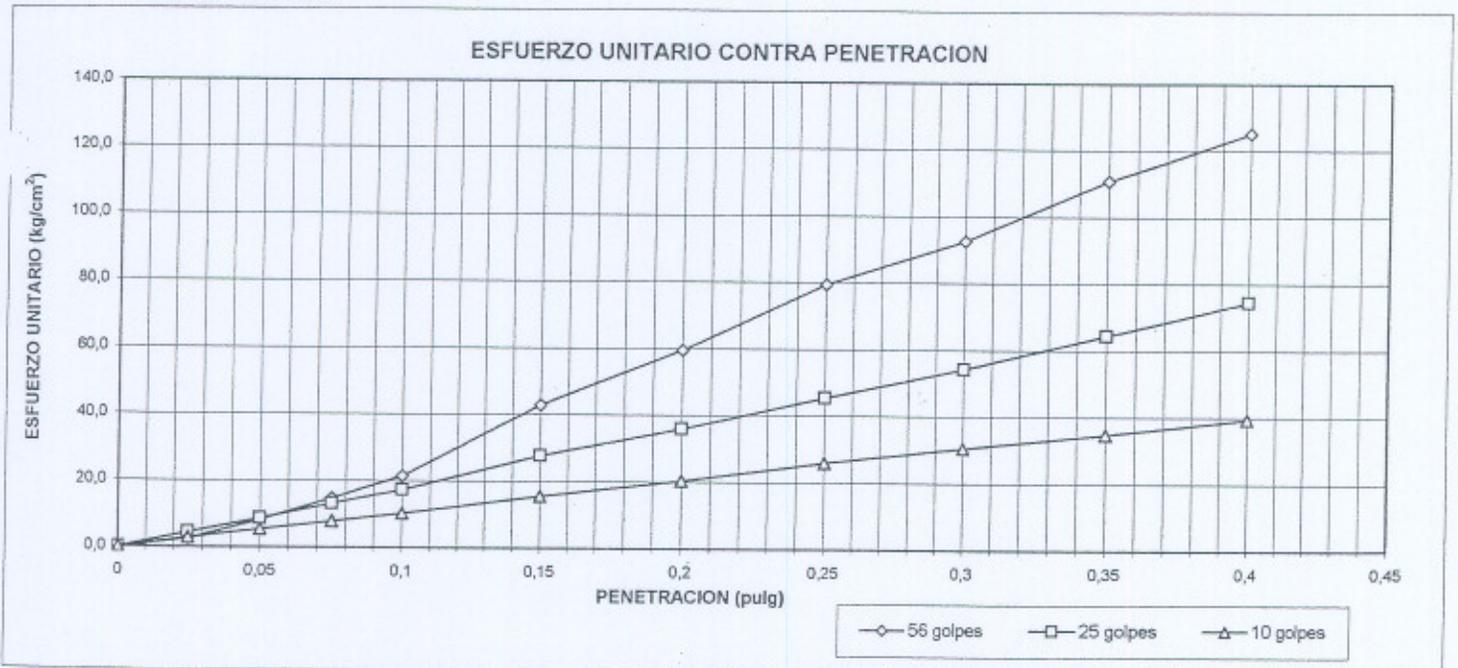
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	21,35	59,47	98,2	30,3	56,3
56	23,39	46,87	97,3	33,2	44,4
25	17,16	35,94	96,6	24,4	34,0
10	10,17	20,22	93,5	14,5	19,1

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 25 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 745  
 (5 + 500 )  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: 0137-05 A  
 Base Granular



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

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)**

FECHA: 22 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0137-05 D  
 MUESTRA: Subrasante  
 UBICACION: ( 5 + 500 )

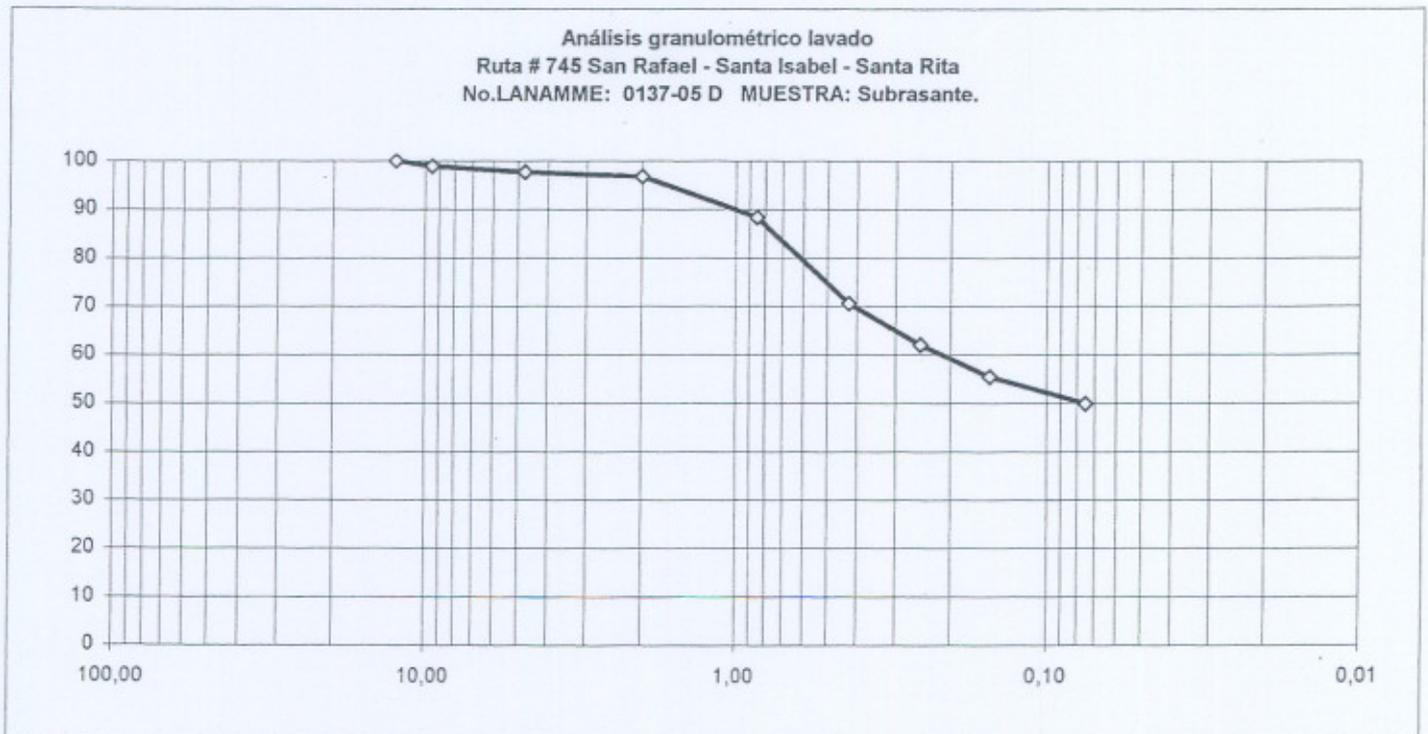
DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café claro oscuro, plasticidad media a baja, presenta grumos y bloques de suelo compactos con partículas granulares medianas y algunas raíces medianas.

Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 554,00 g

MASA FINAL: 277,87 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1/2"	12,50	0,0	0,0	0,0	100
3/8"	9,50	6,00	1,1	1,1	99
N° 4	4,75	7,16	1,3	2,4	98
N° 10	2,00	4,77	0,9	3,2	97
N° 20	0,850	46,74	8,4	11,7	88
N° 40	0,425	98,45	17,8	29,4	71
N°60	0,250	47,05	8,5	37,9	62
N°100	0,150	36,60	6,6	44,5	55
N°200	0,075	30,32	5,5	50,0	50



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

ASTM D-4318

FECHA: 22 de abril del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: **Ruta # 745**  
**San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita**

No. LANAMME: **0137-05 D**

MUESTRA:

UBICACION: **Subrasante**

LUGAR DE MUESTREO:

TRAMO: **( 5 + 500 )**

DESCRIPCION: Suelo limoso-arcilloso color café oscuro, plasticidad de media a baja, presenta grumos y bloques de suelo compacto con partículas granulares medianas y algunas raíces medianas.

**LIMITE LIQUIDO**

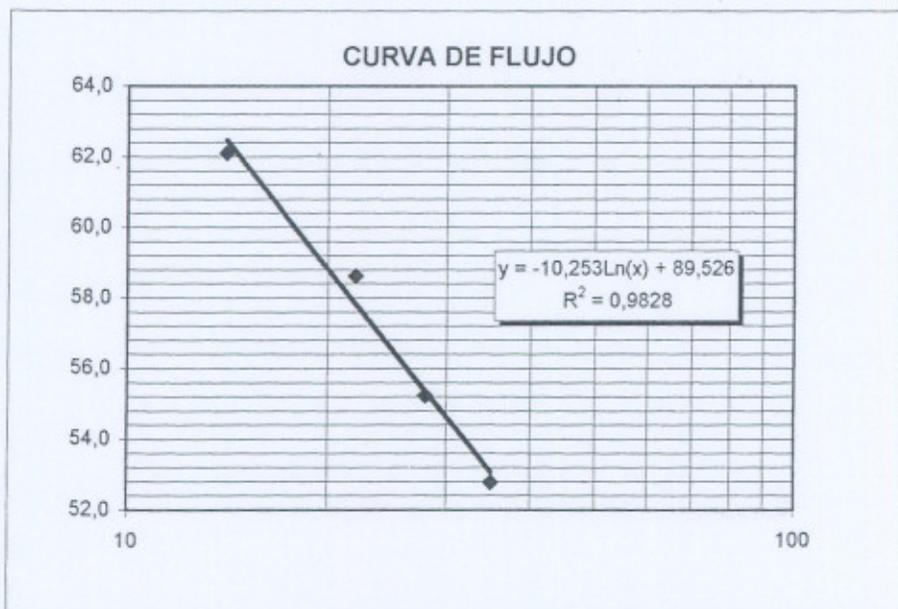
DETERMINACION No.	1	2	3	4
No. DE GOLPES	35	28	22	14
Wc + Ww (g)	35,35	38,09	38,45	41,51
Wc + Ws (g)	29,56	32,86	31,27	34,53
Ww	5,80	5,23	7,19	6,98
Wc	18,58	23,38	19,00	23,29
Ws	10,98	9,47	12,26	11,24
% W	52,8	55,2	58,6	62,1

**LIMITE PLASTICO**

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	R	6	22
Wc + Ww (g)	11,83	11,73	11,49
Wc + Ws (g)	10,47	10,41	10,27
Ww	1,36	1,32	1,22
Wc	6,97	7,00	7,12
Ws	3,50	3,41	3,15
% W	38,8	38,7	38,7

PROMEDIO

38,7



**RESUMEN**

LIMITE LIQUIDO	56,5
LIMITE PLASTICO	38,7
INDICE DE PLASTICIDAD	17,8

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 12 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #745  
 San Rafael-Santa Isabel-Santa Rita

MUESTRA No: **0137-05 D**  
 Subrasante  
 ( 5 + 500 )

DESCRIPCION: Suelo limoso arcilloso color café oscuro, plasticidad media a baja presenta grumos y bloques de suelo compactos con particulas granulares medianas y algunas raíces medianas.

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR  
 AASHTO T-99  
 PROCEDIMIENTO C

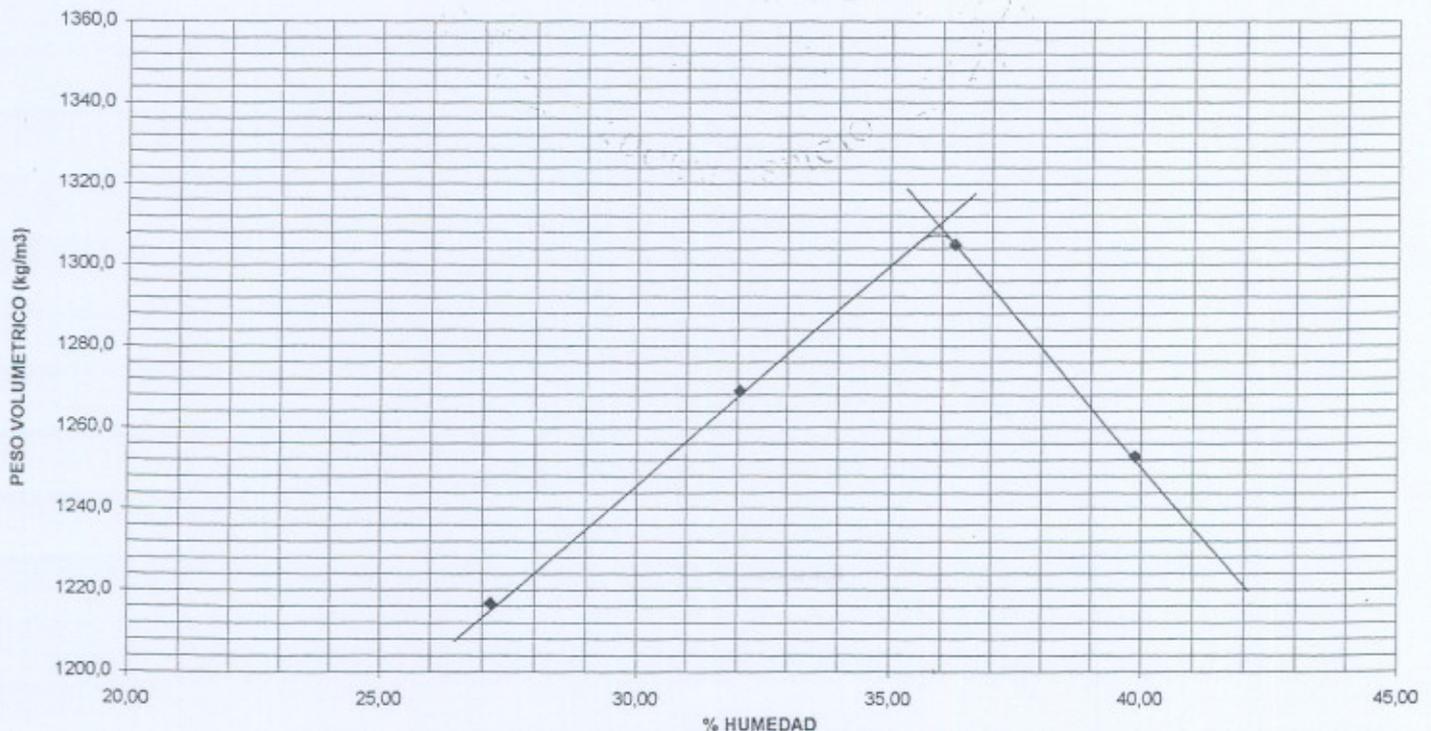
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4
$\gamma + P_{molde}$	5693,8	5815,3	5911,8	5887,8
$\gamma_{molde}$	4232,9	4232,9	4232,9	4232,9
Ww	1460,9	1582,4	1678,9	1654,9
$\delta W$	1547,1	1675,8	1778,0	1752,5
$\delta s$	1216,7	1269,0	1304,8	1252,8
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	450	550	650	750
No. CAPSULA	#5	#20	#6	#7
Ww + Wc	499,1	480,2	458,5	400,6
Ws + Wc	411,1	384,9	359,7	311,3
Ww	88,0	95,3	98,8	89,4
Wc	87,1	87,8	87,2	87,1
Ws	324,0	297,2	272,5	224,1
%W	27,2	32,1	36,3	39,9

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	0,0
%FINOS =	100,0

REAL	
$\gamma_{m\acute{a}x.}$ (kg/m <sup>3</sup> )	1308
W ópt. (%)	35,85

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 21 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 745  
 (5 + 500 )  
 San Rafael - Santa Isabel - Santa Rita

MUESTRA No: **0137 - 05 D**  
 Subrasante

$\delta s =$  1308,0       $W_o =$  35,9 %

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		10877,4												
56 P	15	7133,7	3743,7	1763,3	1304,5	99,7	11	443,41	350,9	87,9	92,5	263,0	35,2	0,7
		10610,6												
25	40	7106,6	3504,0	1651,4	1219,9	93,3	12	431,5	341,7	87,9	89,8	253,8	35,4	0,5
		10253,6												
10	41	7108,3	3145,3	1482,7	1095,2	83,7	13	477,1	375,4	87,3	101,6	288,2	35,3	0,6

**EXPANSION**

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
15	14-04-05	11:28:00 p.m.	335,00	354,00	S	D	360,00	0,4	S	D	0,5
40	14-04-05	11:28:00 p.m.	316,00	335,00	S	D	340,00	0,4	S	D	0,5
41	14-04-05	11:28:00 p.m.	373,00	395,00	S	D	402,00	0,5	S	D	0,6

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	121,1	227,2	290,0	336,9	397,9	446,8	486,0	521,4	551,2	556,6 kg
15	0,00	6,20	11,64	14,86	17,27	20,40	22,90	24,91	26,72	28,25	28,53 kg/cm2
	0,0	83,2	134,0	164,8	189,1	225,1	252,3	274,1	293,3	310,0	325,3 kg
40	0,00	4,26	6,87	8,45	9,69	11,54	12,93	14,05	15,03	15,89	16,67 kg/cm2
	0,0	3,6	12,5	19,3	21,5	23,7	32,7	39,4	48,4	50,6	55,1 kg
41	0,00	0,18	0,64	0,99	1,10	1,22	1,68	2,02	2,48	2,59	2,82 kg/cm2

**DATOS CALCULADOS**

**% CBR CALCULADO**

No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	17,27	22,90	99,7	24,5	21,7
25	9,69	12,93	93,3	13,8	12,2
10	1,10	1,68	83,7	1,6	1,6



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 28 de febrero del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

No. LANAMME: 0111-05 A

DESCRIPCIÓN: Agregado de río color gris claro, de partícula medianamente compacta, de forma cúbica y semiredondeada. Material bien graduado y libre de impurezas orgánicas.

MUESTRA: Base Granular

ESTACIÓN: 1+1000

TRAMO: Naranjo-Palmares

ZONA: Naranjo

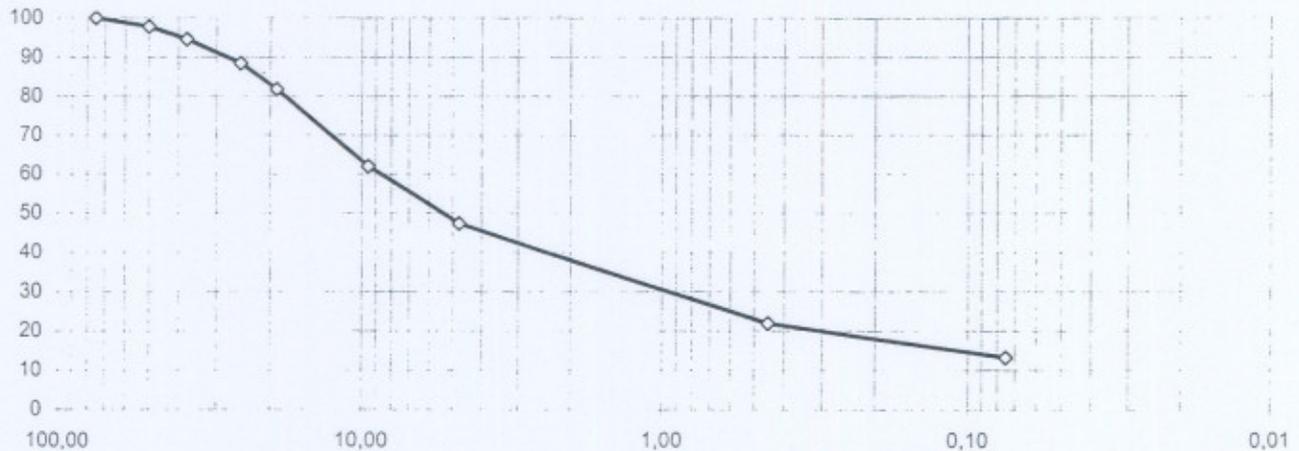
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 35626,8 g

MASA FINAL: 30939,1 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	789,3	2,2	2,2	98
1 1/2"	37,50	1145,3	3,2	5,4	95
1"	25,00	2183,3	6,1	11,6	88
3/4"	19,00	2376,2	6,7	18,2	82
3/8"	9,50	7041,3	19,8	38,0	62
N° 4	4,75	5209,5	14,6	52,6	47
N°40	0,45	9094,6	25,5	78,1	22
N°200	0,075	3099,5	8,7	86,8	13

Análisis granulométrico lavado  
 Auditoría Técnica Ruta 715  
 No.LANAMME: 0111-05 A MUESTRA: Base Granular.



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

FECHA: 23 de febrero del 2005

INFORME No:

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

No. LANAMME: 0111-05 A

MUESTRA: Base Granular

ESTACIÓN: 1+1000

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, de partícula medianamente compacta, de forma cúbica y semiredondeada. Material bien graduado y libre de impurezas orgánicas.

TRAMO: Naranjo-Palmares

ZONA: Naranjo

**PORCENTAJE DE AGREGADOS CON CARAS FRACTURADAS**  
**MOP: E109**

Malla Nº	Abertura (mm)	Peso Partículas ensayadas (g)	% Agregados redondeados	% Agregados con cara fracturada	
				1 cara	2 o más caras
1 1/2"	37,50	1136,6	0,0	0,0	16,2
1"	25,00	2048,5	0,0	0,0	29,3
3/4"	19,50	2515,6	0,0	0,0	36,0
3/8"	9,50	934,5	0,0	0,0	13,4
Nº4	4,75	361,0	0,0	0,0	5,2
TOTAL:		6996,2	0,0	0,0	100,0

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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
 ASTM D-4318

FECHA: 23 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Ruta 715  
 Naranjo - Río Grande

INFORME N°:  
 No. Laboratorio: 0111-05 A  
 MUESTRA: Base Granular  
 ESTACIÓN: 1+1000  
 TRAMO: Naranjo-Palmares  
 ZONA: Naranjo



Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería y Tecnología  
 Universidad de Costa Rica

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

FECHA: 23 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0111-05 A  
 MUESTRA: Base Granular  
 ESTACIÓN: 1+1000  
 TRAMO: Naranjo-Palmares  
 ZONA: Naranjo

DESCRIPCIÓN: Agregado de río color gris claro, de partícula medianamente compacta, de forma cúbica y semiredondeada. Material bien graduado y libre de impurezas orgánicas.

EQUIVALENTE DE ARENA  
 AASHTO T-176

Identificación Muestra	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Base Granular	133	60	45
	133	60	45
	134	59	44
		PROMEDIO:	45
		DESV.EST:	0,6

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 7 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Rio Grande

MUESTRA No: **0111-05 A**  
 Base Granular  
 (1 + 000)

DESCRIPCION: Agregado de río color gris claro, material de partícula medianamente compacto de forma cúbicas y semiredondeadas, bien graduada, muy libre de impurezas orgánicas.

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

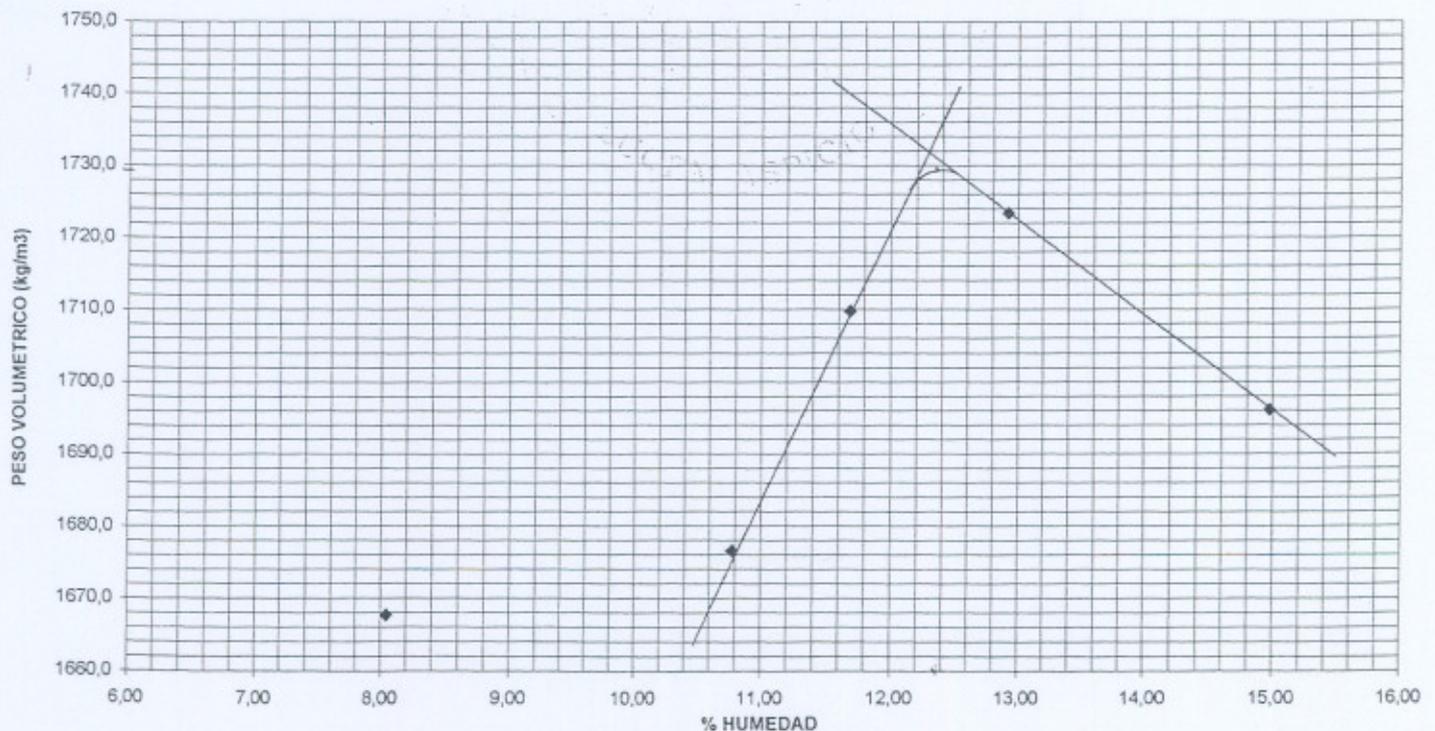
COMPACTACION

TERMINACION	1	2	3	4	5
Ww + Pmolde	5935,0	5987,3	6071,2	6075	6036,8
P molde	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6
Ww	1701,4	1753,7	1837,6	1841,4	1803,2
δ w	1801,8	1857,2	1946,0	1950,0	1909,6
δ s	1667,6	1676,5	1723,3	1696,0	1709,8
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	150	200	250	300	225
No. CAPSULA	#1	#2	#3	#4	#5
Ww + Wc	508,8	571,1	541,8	555,3	546,5
Ws + Wc	477,4	524,1	489,9	494,3	498,4
Ww	31,4	47,0	52,0	61,0	48,1
Wc	86,8	87,7	87,6	87,2	87,1
Ws	390,6	436,3	402,3	407,1	411,3
%W	8,0	10,8	12,9	15,0	11,7

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	53,0
%FINOS =	47,0

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1729
W ópt. (%)	12,35

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 20 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 (0 + 300 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No.: **0111-05 A**  
 Base Granular

$\delta s =$  1729,0       $W_o =$  12,4 %

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11203,0												
56 P	15	7134,9	4068,1	1916,1	1697,8	98,2	14	547,87	495,5	87,9	52,4	407,5	12,9	-0,5
		11312,4												
56	22	7251,0	4061,4	1909,7	1691,8	97,8	12	502,34	455,06	87,9	47,3	367,2	12,9	-0,5
		11048,8												
25	40	7107,5	3941,3	1857,5	1660,5	96,0	13	541,1	493,0	87,3	48,1	405,7	11,9	0,5
		10849,0												
10	41	7109,1	3739,9	1763,0	1567,2	90,6	014	563,2	510,3	86,7	52,9	423,7	12,5	-0,1

**EXPANSION**

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
15	12-04-05	01:40:00 p.m.	411,00	414,00	S	D	412,00	0,1	S	D	0,0
22	12-04-05	01:40:00 p.m.	356,00	357,00	S	D	356,00	0,0	S	D	0,0
40	12-04-05	01:40:00 p.m.	353,00	356,00	S	D	354,00	0,1	S	D	0,0
41	12-04-05	01:40:00 p.m.	343,00	343,00	S	D	342,00	0,0	S	D	0,0

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	92,0	388,1	942,1	1389,8	2259,9	3111,4	3846,0	4308,1	4717,7	5149,0 kg
15	0,00	4,71	19,89	48,29	71,23	115,83	159,48	197,13	220,81	241,81	263,91 kg/cm2
	0,0	222,4	686,0	1451,3	1871,8	2798,9	3585,8	4286,5	4825,5	5343,0	5752,7 kg
22	0,00	11,40	35,16	74,39	95,94	143,46	183,79	219,71	247,34	273,86	294,86 kg/cm2
	0,0	157,7	405,7	793,8	1063,3	1688,5	2162,8	2507,8	2852,8	3089,9	3305,5 kg
40	0,00	8,08	20,79	40,68	54,50	86,55	110,86	128,54	146,22	158,38	169,43 kg/cm2
	0,0	60,7	136,2	200,9	287,1	448,8	686,0	815,3	933,9	1052,5	1149,5 kg
41	0,00	3,11	6,98	10,30	14,72	23,00	35,16	41,79	47,87	53,95	58,92 kg/cm2

**DATOS CALCULADOS**

**% CBR CALCULADO**

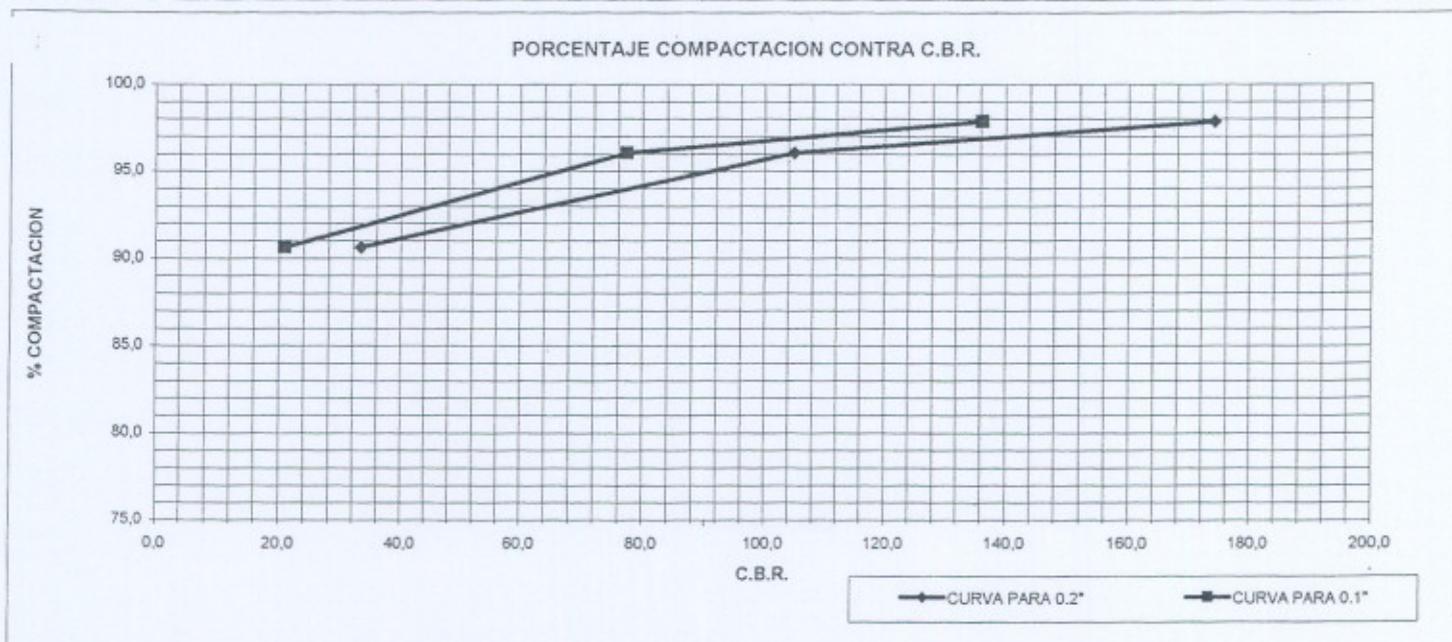
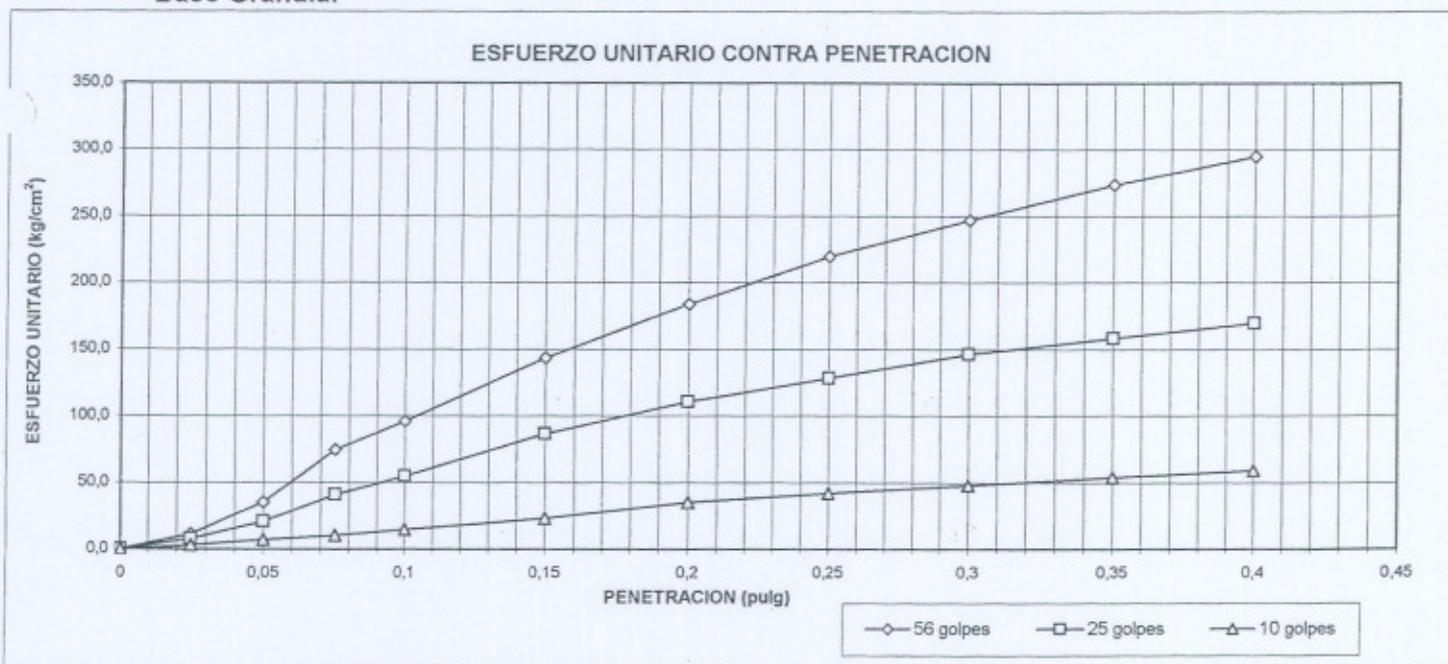
No. golpes	0,1		0,2		%COMPACT.	0,1		0,2	
56	71,23	159,48	98,2	101,2	151,0				
56	95,94	183,79	97,8	136,3	174,0				
25	54,50	110,86	96,0	77,4	105,0				
10	14,72	35,16	90,6	20,9	33,3				

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 20 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 (0 + 300 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0111-05 A  
 Base Granular





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 28 de febrero del 2005

INFORME N°:

PROYECTO: **Auditoría Técnica Ruta 715**

No. LANAMME: 0111-05 B

DESCRIPCION: Agregado de tajo color café grisáceo claro, material de forma redondeada de partícula muy porosa y degradable en su mayoría bien graduado con ligeras partículas de sobretamaño. Contiene cierto grado de material orgánica.

MUESTRA: **Material de base**

ESTACIÓN: **1+1000**

TRAMO: **Naranjo-Palmares**

ZONA: **Naranjo**

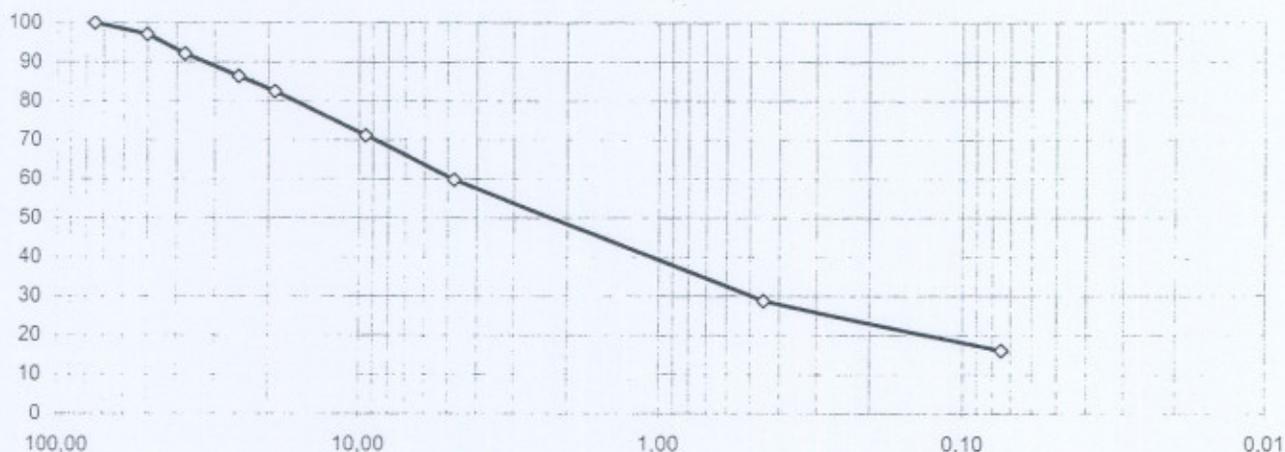
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 37100,0 g

MASA FINAL: 31140,0 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	1108,2	3,0	3,0	97
1 1/2"	37,50	1823,4	4,9	7,9	92
1"	25,00	2124,5	5,7	13,6	86
3/4"	19,00	1458,0	3,9	17,6	82
3/8"	9,50	4180,5	11,3	28,8	71
N° 4	4,75	4223,7	11,4	40,2	60
N°40	0,45	11515,3	31,0	71,2	29
N°200	0,075	4706,5	12,7	83,9	16

Análisis granulométrico lavado  
 Auditoría Técnica Ruta 715  
 No.LANAMME: 0111-05 B MUESTRA: Material de Base.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 25 de febrero del 2005  
PROYECTO Ruta # 715  
Rosario - Rio Grande

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0111-05 B  
MUESTRA: Mat. Conform. Base  
UBICACIÓN: (1+000)  
MUESTREO: 07/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado de tajo, color café grisáceo claro, material de forma redondeada de partícula muy porosa y degradable, en su mayoría bien graduado con ligeras partículas de sobretamaño, contiene cierto grado de materia orgánica.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
---------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------

Mat. Conf. Base

NP

NP

NP

LICENCIADO EN INGENIERIA CIVIL  
LUCERM ASPICIO

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 6 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0111-05 B**  
 Material conformado por Base  
 (1 + 000)

DESCRIPCION: Agregado de tajo color café grisáceo claro, material de forma redondeada de partícula muy porosa y degradable en su mayoría bien graduado con ligeras partículas de sobretamaño, contiene cierto grado de materia orgánica.

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

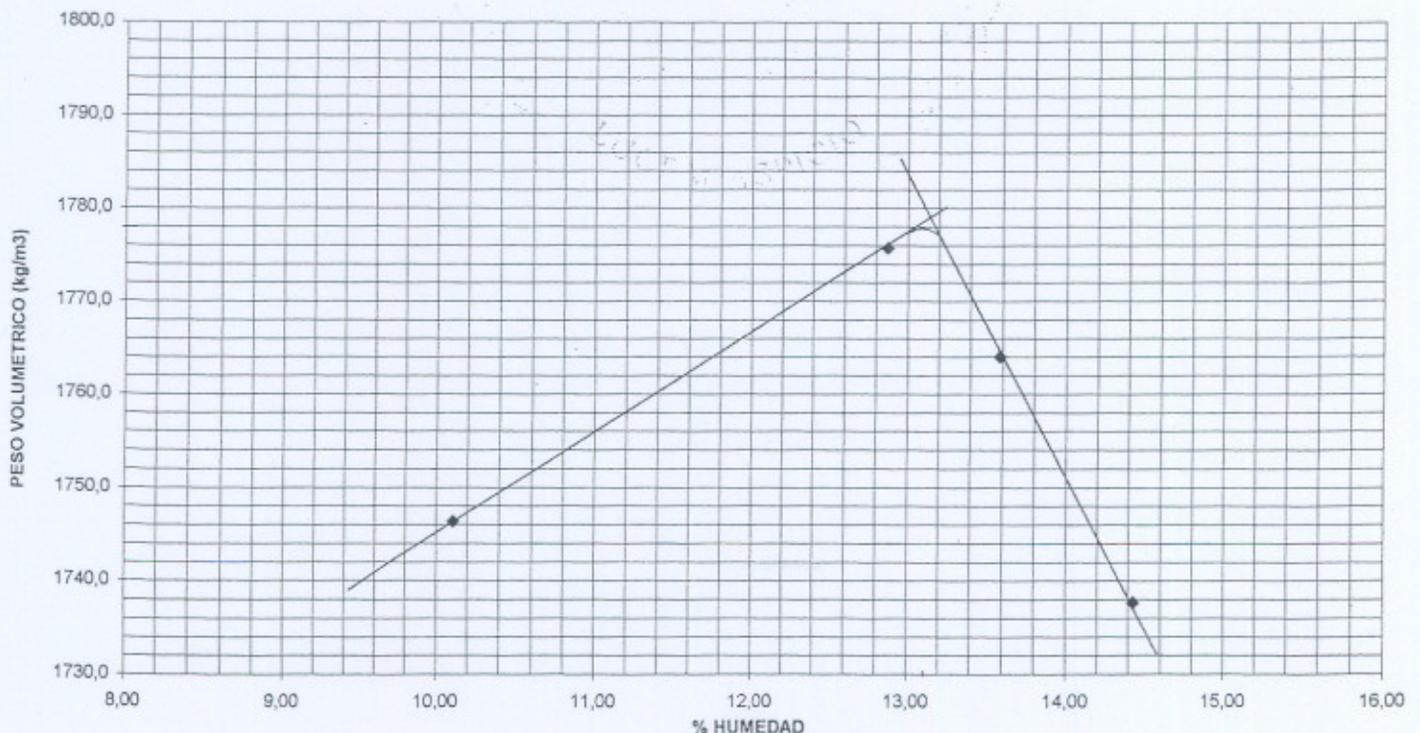
COMPACTACION

TERMINACION	1	2	3	4
vW + Pmolde	6049,3	6126,2	6111,2	6125,6
P molde	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6
Ww	1815,7	1892,6	1877,6	1892,0
δ W	1922,8	2004,3	1988,4	2003,6
δ s	1746,3	1775,7	1737,7	1764,0
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	200	250	300	275
No. CAPSULA	#12	#13	#14	#15
Ww + Wc	503,8	508,0	508,7	514,3
Ws + Wc	465,6	460,0	455,5	463,3
Ww	38,2	48,0	53,2	51,0
Wc	87,9	87,3	86,7	87,7
Ws	377,8	372,7	368,8	375,6
%W	10,1	12,9	14,4	13,6

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	40,2
%FINOS =	59,8

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1778
W ópt. (%)	13,1

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 19 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 (1 + 000 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0111- 05 B**  
 Material conformado de Base

$\delta s = 1778,0$        $W_o = 13,1 \%$

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11515,0												
56 P	1	7304,1	4210,9	1980,8	1751,2	98,5	6	559,52	504,8	87,2	54,8	417,6	13,1	0,0
		11311,4												
25	2	7144,6	4166,8	1956,7	1727,1	97,1	7	548,3	494,2	87,2	54,1	407,1	13,3	-0,2
		11260,9												
10	11	7293,6	3967,3	1877,7	1657,4	93,2	8	570,7	512,1	87,3	58,6	424,8	13,8	-0,7

**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	07-04-05	02:30:00 p.m.	341,00	349,00	S	D	349,00	0,2	S	D	0,2
2	07-04-05	02:30:00 p.m.	308,00	310,00	S	D	308,00	0,0	S	D	0,0
11	07-04-05	02:30:00 p.m.	305,00	307,00	S	D	307,00	0,0	S	D	0,0

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	39,2	211,6	588,9	998,6	1839,4	2637,2	3316,3	3887,7	4362,0	4728,5 kg
1	0,00	2,01	10,85	30,19	51,18	94,28	135,17	169,98	199,27	223,58	242,36 kg/cm2
	0,0	57,9	166,5	315,6	526,6	1174,4	1500,6	1916,5	2255,6	2522,3	2819,0 kg
2	0,00	2,97	8,54	16,18	26,99	60,20	76,92	98,23	115,61	129,28	144,49 kg/cm2
	0,0	166,5	351,9	594,7	769,5	1052,9	1338,6	1539,0	1703,2	1910,1	2097,8 kg
11	0,00	8,54	18,03	30,48	39,44	53,97	68,61	78,88	87,30	97,90	107,52 kg/cm2

**DATOS CALCULADOS                      % CBR CALCULADO                      % CBR CORREGIDO**

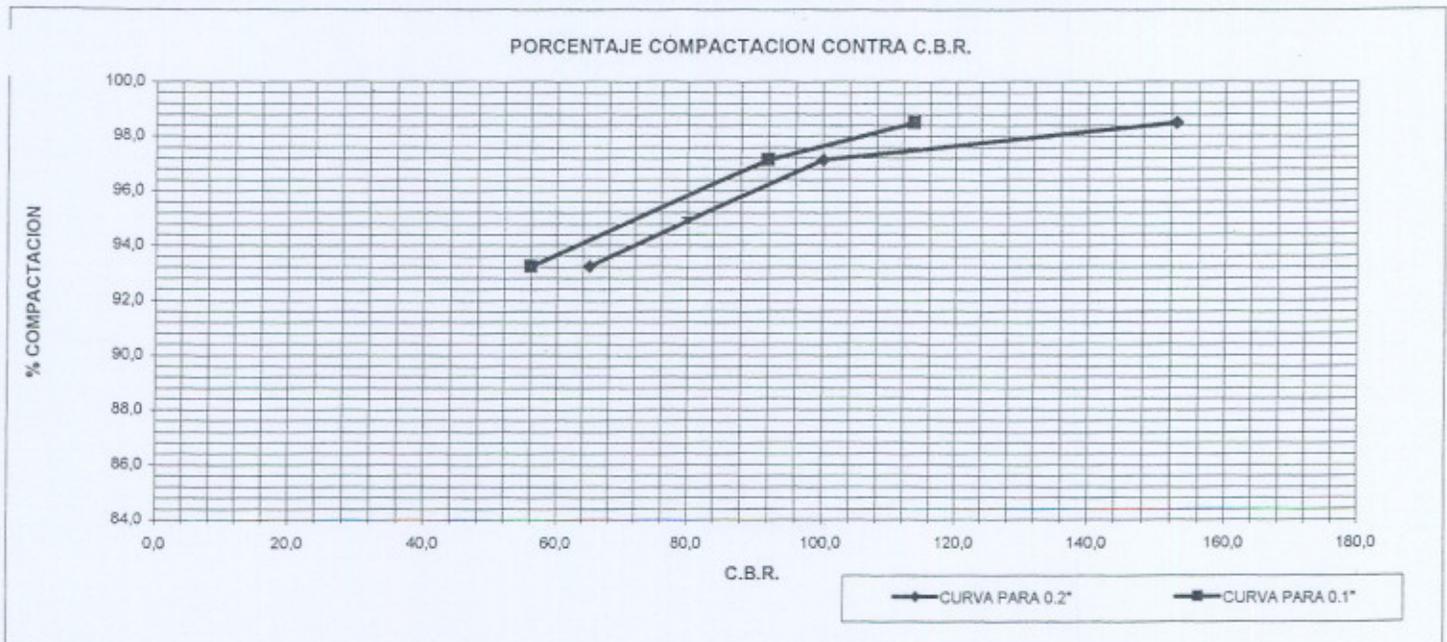
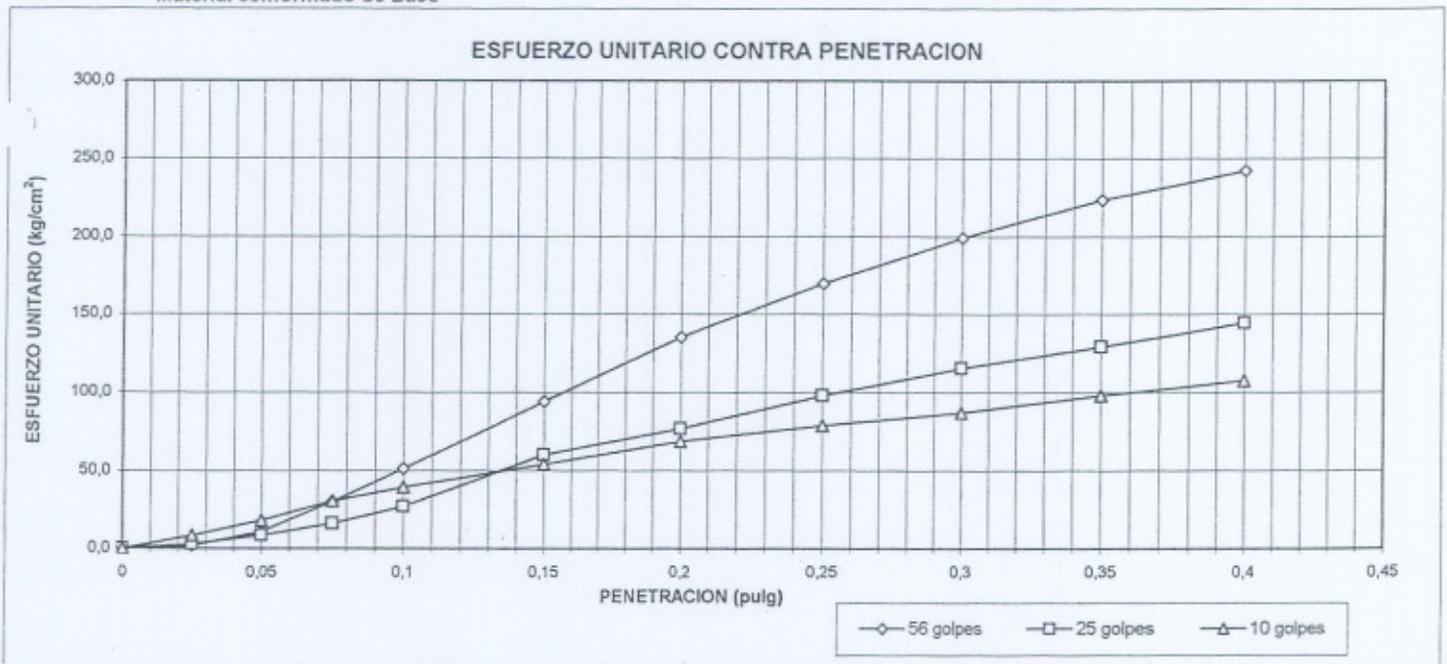
No. golpes	0,1		0,2		%COMPACT.		0,1		0,2		0,1		0,2	
	56	51,18	135,17	98,5	72,7	128,0	113,6	152,8						
25	26,99	76,92	97,1	38,3	72,8	92,0	100,1							
10	39,44	68,61	93,2	56,0	65,0	56,0	65,0							

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 19 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 (1 + 000)  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0111-05 B  
 Material conformado de Base





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 28 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0111-05 C  
 MUESTRA: Subbase  
 ESTACIÓN: 1+1000  
 TRAMO: Naranjo-Palm  
 ZONA: Naranjo

DESCRIPCION: Agregado de tajo (origen volcánico), color gris oscuro con partículas laváticas, material muy liviano y poco compacto; medianamente graduado. Contiene partículas cúbicas redondeadas. Ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

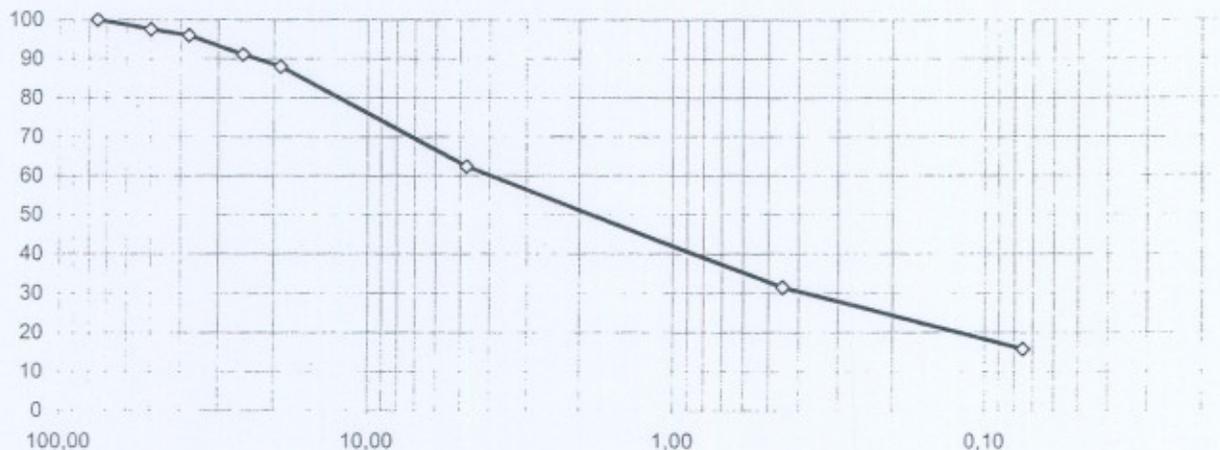
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 17868,1 g

MASA FINAL: 15054,2

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	445,9	2,5	2,5	98
1 1/2"	37,50	266,8	1,5	4,0	96
1"	25,00	885,4	5,0	8,9	91
3/4"	19,00	560,3	3,1	12,1	88
N° 4	4,75	4557,8	25,5	37,6	62
N°40	0,45	5527,0	30,9	68,5	31
N°200	0,075	2811,0	15,7	84,3	16

Análisis granulométrico lavado  
 Auditoría Técnica Ruta 715  
 No.LANAMME: 0111-05 C MUESTRA: Subbase.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 25 de febrero del 2005  
PROYECTO Ruta # 715  
Rosario - Río Grande

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0111-05 C  
MUESTRA: Subbase  
UBICACIÓN: (1+000)  
MUESTREO: 07/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado de tajo, color café grisáceo con partículas gruesas blancas, amarillentas y grises, medianamente compacto, de forma semirendeadas, bien graduado, ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
Subbase	NP	NP	NP

LUCEM ASPICIO

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 6 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0111-05 C**  
 Sub-base  
 (1 + 000)

DESCRIPCION: Agregado de tajo origen volcánico, color gris oscuro con partículas "laváticas", material muy liviano y poco compacto, medianamente graduado, prevalece pasando #4, redondeadas y cúbicas. Ligeramente contaminado con impurezas orgánicas.

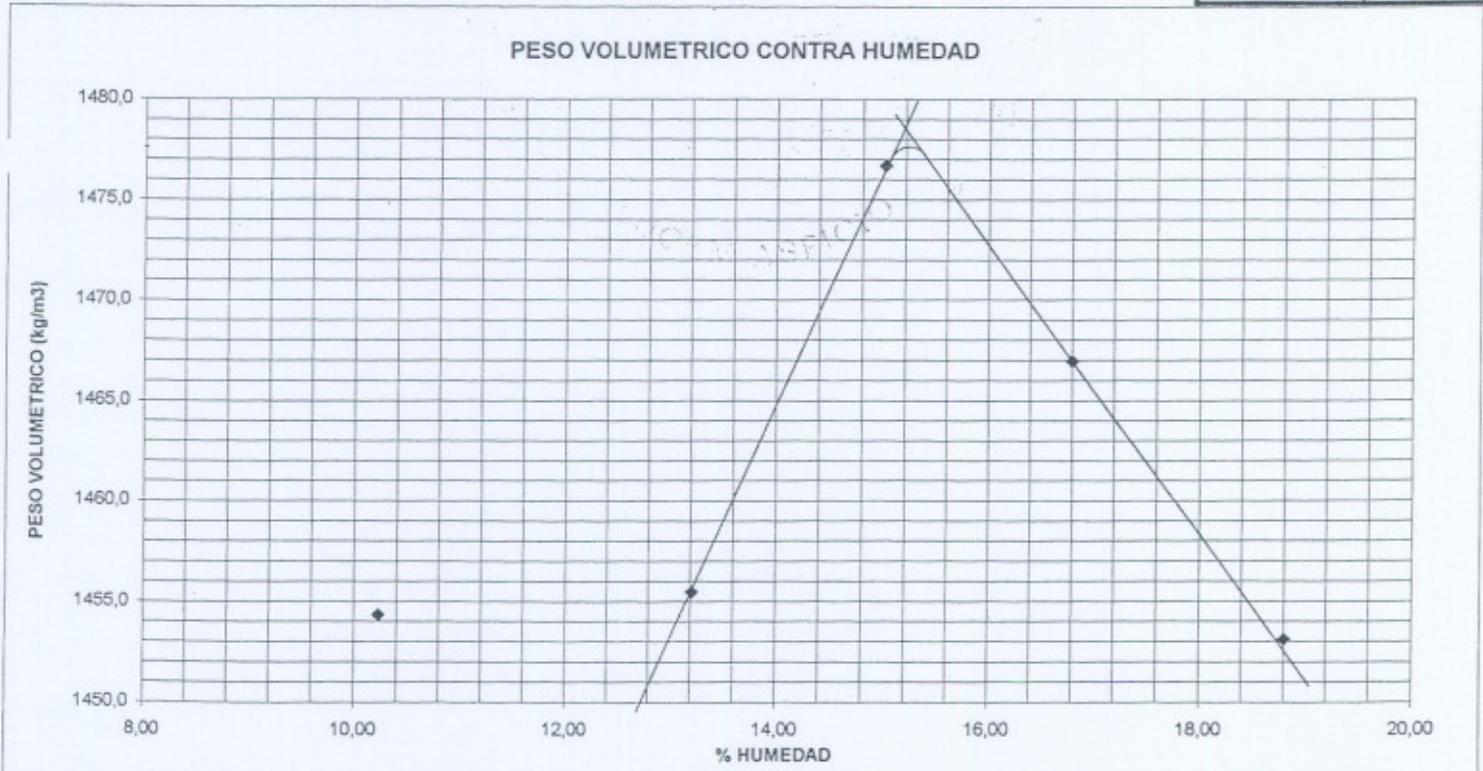
PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

TERMINACION	1	2	3	4	5
Ww + Pmolde	5747,4	5789,6	5837,3	5863,8	5851,6
P molde	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6
Ww	1513,8	1556,0	1603,7	1630,2	1618,0
δ w	1603,1	1647,8	1698,3	1726,4	1713,5
δ s	1454,3	1455,5	1476,7	1453,1	1466,9
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	200	250	300	400	350
No. CAPSULA	#16	#17	#18	#19	#20
Ww + Wc	493,1	475,8	500,7	478,0	445,8
Ws + Wc	455,4	430,5	446,8	416,2	394,3
Ww	37,7	45,4	53,9	61,9	51,5
Wc	86,7	87,1	87,8	87,2	87,8
Ws	368,6	343,4	359,1	329,0	306,5
%W	10,2	13,2	15,0	18,8	16,8

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	37,6
%FINOS =	62,4

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1477,5
W ópt. (%)	15,2



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 19 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta #715  
 (1 + 000 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0111-05 C**  
 Sub-base

$\delta s = 1477,5$        $W_o = 15,2 \%$

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww +M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		10664,8												
56 P	17	7099,2	3565,6	1675,8	1449,3	98,1	9	465,60	414,5	87,3	51,2	327,2	15,6	-0,4
		10510,3												
25	44	7076,0	3434,3	1613,1	1394,6	94,4	10	498,2	442,5	87,5	55,6	355,0	15,7	-0,5

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
17	07-04-05	03:28:00 p.m.	343,00	345,00	S	D	344,00	0,0	S	D	0,0
44	07-04-05	03:28:00 p.m.	460,00	459,00	S	D	459,00	0,0	S	D	0,0

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	125,4	438,0	1030,9	1537,6	2238,3	2734,2	3068,4	3337,9	3639,7	3866,1 kg
17	0,00	6,43	22,45	52,84	78,81	114,73	140,14	157,27	171,09	186,56	198,16 kg/cm2
	0,0	130,3	332,7	579,8	816,4	1140,3	1394,0	1590,2	1790,6	1948,5	2089,2 kg
44	0,00	6,68	17,05	29,72	41,84	58,45	71,45	81,51	91,78	99,87	107,09 kg/cm2

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

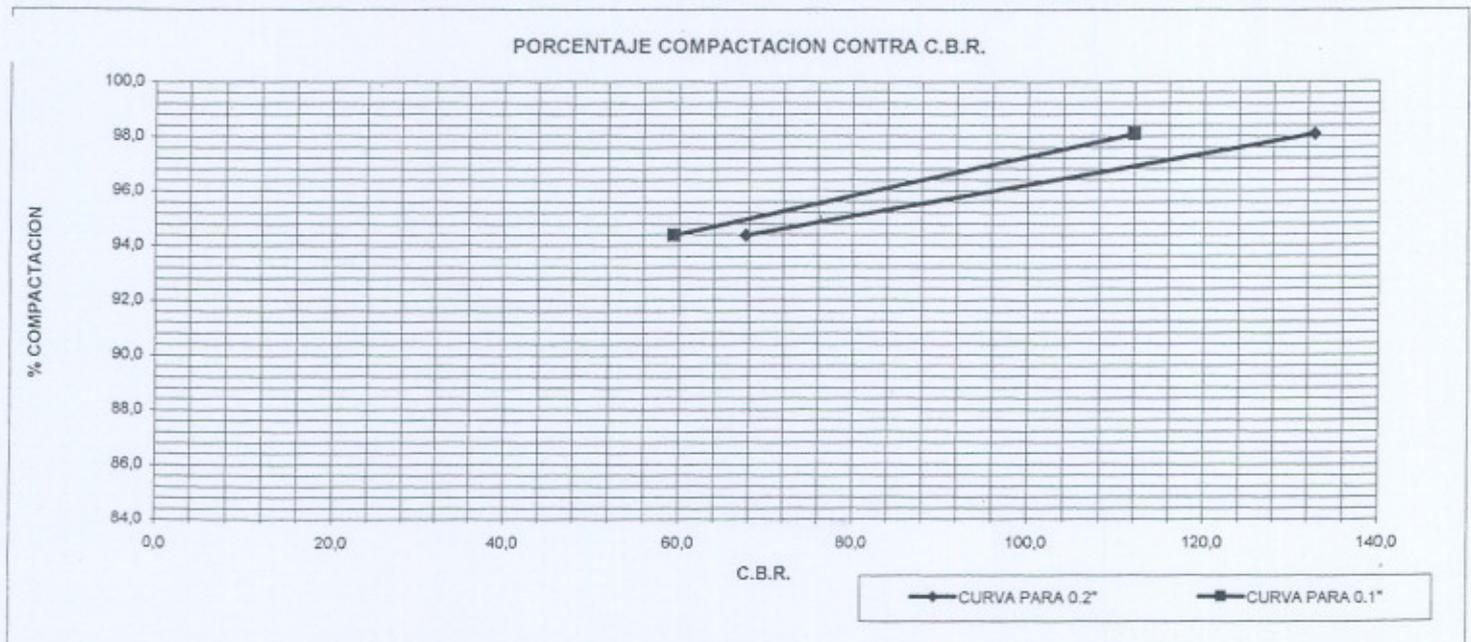
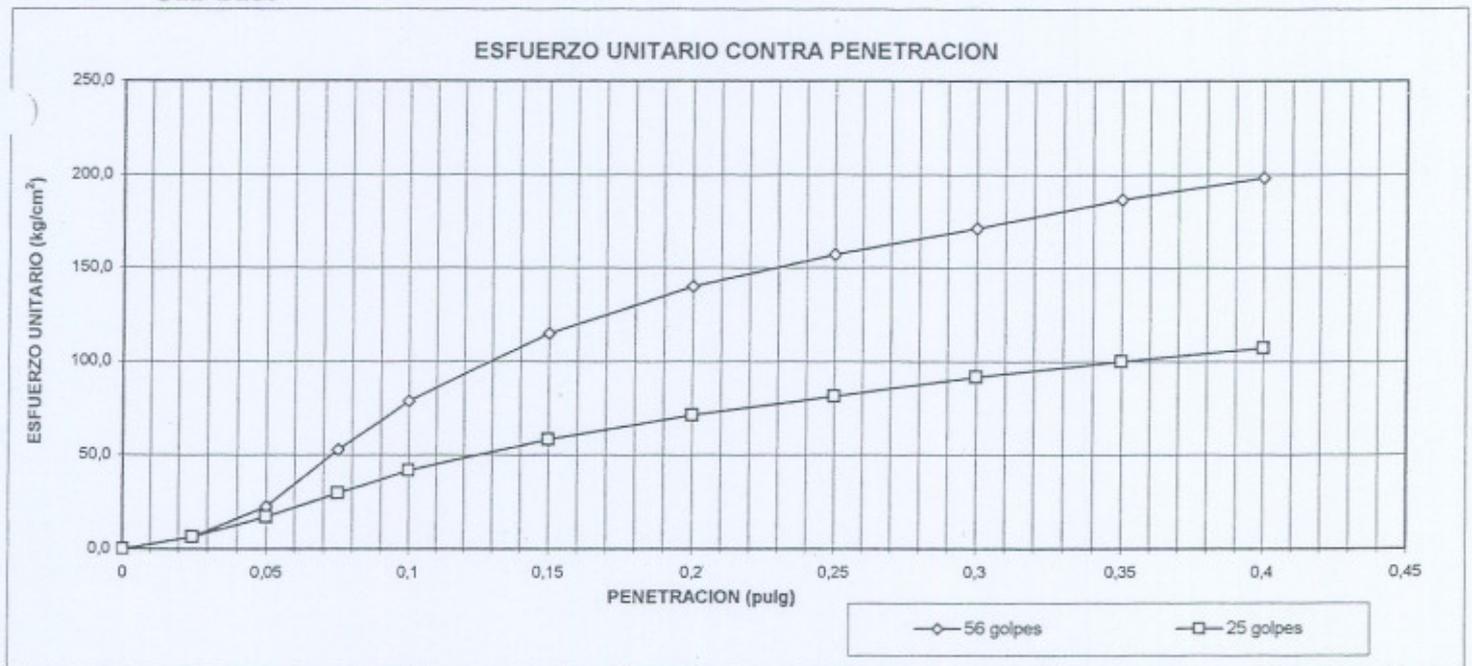
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	78,81	140,14	98,1	111,9	132,7
25	41,84	71,45	94,4	59,4	67,7

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 19 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 (1 + 000 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0111-05 C**  
**Sub-base**



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

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS  
 ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 25 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 Rosario - Río Grande

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0111-05 E  
 MUESTRA: Subrasante  
 UBICACION: (1 + 000)

DESCRIPCION: Suelo limoso-arcilloso color café rojizo claro ligeramente alterado en forma de bloques y grumos medianos y grandes, suelo muy compacto de plasticidad media a alta.

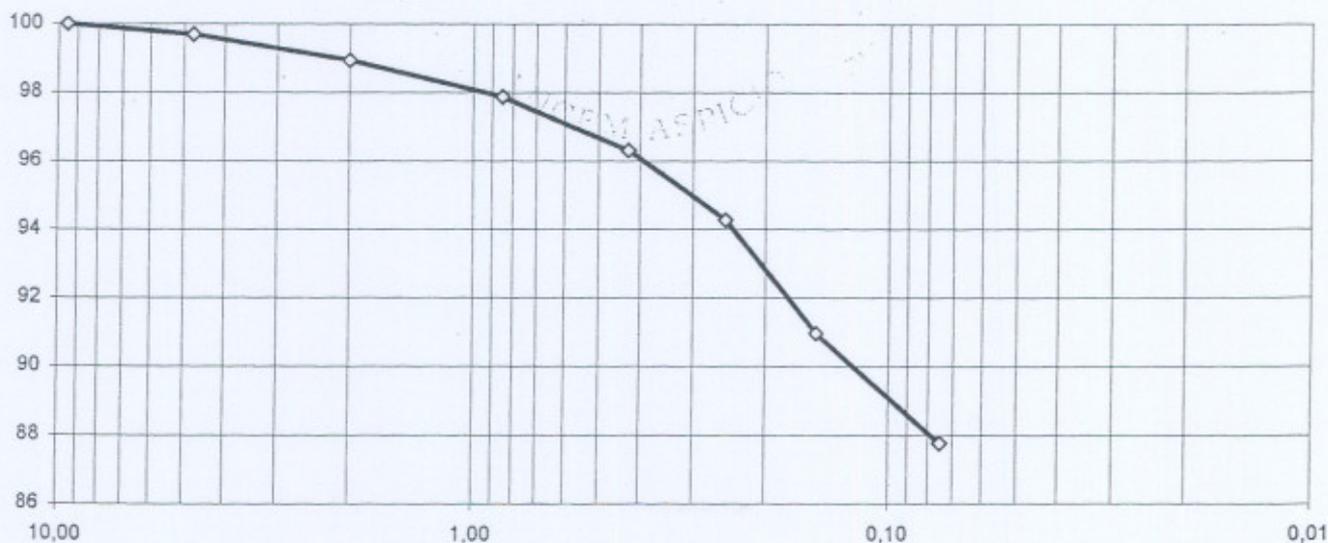
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 347,11 g

MASA FINAL: 42,20 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,50	0,00	0,0	0,0	100
Nº 4	4,75	1,07	0,3	0,3	100
Nº 10	2,00	2,63	0,8	1,1	99
Nº 20	0,850	3,68	1,1	2,1	98
Nº 40	0,425	5,41	1,6	3,7	96
Nº60	0,250	7,13	2,1	5,7	94
Nº100	0,150	11,48	3,3	9,0	91
Nº200	0,075	11,04	3,2	12,2	88

Análisis granulométrico lavado  
 Ruta # 715 Rosario - Río Grande  
 No.LANAMME: 0111-05 E MUESTRA: Subrasante.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

ASTM D-4318

FECHA: 22 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715 Rosario Río Grande  
 ( 1 + 000 )

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0111-05 E  
 MUESTRA:  
 UBICACION: Subrasante

LUGAR DE MUESTREO:  
 TRAMO:

DESCRIPCION: Suelo limoso - arcilloso color café rojizo claro ligeramente alterado en forma de bloques y grumos medianos y grandes, suelo muy compacto de plasticidad media a alta.

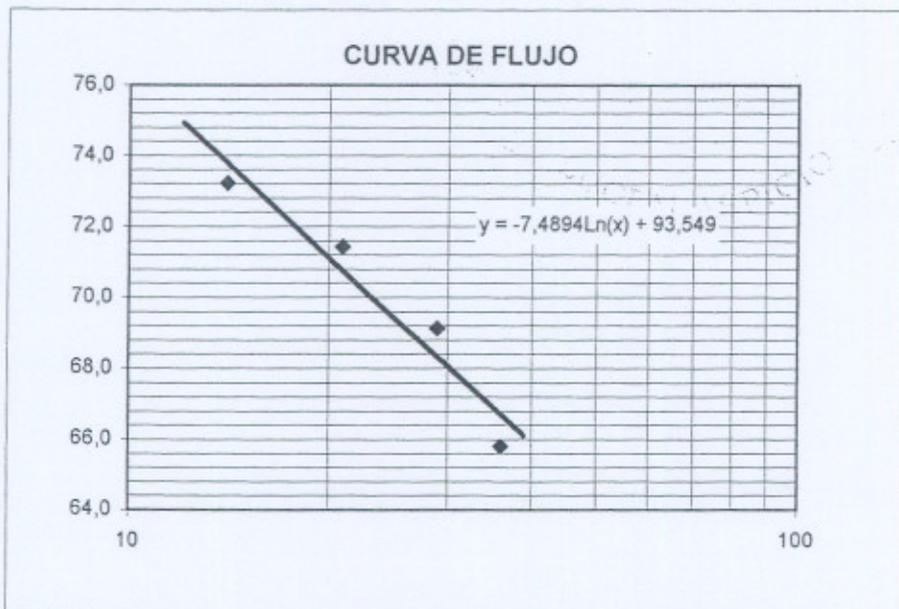
LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4
No. DE GOLPES	36	29	21	14
Wc + Ww (g)	30,90	36,59	40,36	38,75
Wc + Ws (g)	24,51	30,30	33,26	31,78
Ww	6,39	6,29	7,10	6,97
Wc	14,80	21,20	23,32	22,26
Ws	9,71	9,10	9,94	9,52
% W	65,8	69,1	71,4	73,2

LIMITE PLASTICO

DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	6	R	22
Wc + Ww (g)	9,73	9,21	10,68
Wc + Ws (g)	9,06	8,66	9,82
Ww	0,67	0,55	0,86
Wc	7,00	6,97	7,13
Ws	2,06	1,69	2,69
% W	32,5	32,5	32,0

PROMEDIO 32,3



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	69,4
LIMITE PLASTICO	32,3
INDICE DE PLASTICIDAD	37,1

Revisó:

Dr. Guillermo González Beltrán  
 Coordinador de Laboratorios  
 de Infraestructura Civil

Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez Gutiérrez  
 Director LANAMME

Fecha de emisión:

22 de febrero del 2005

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 28 de febrero del 2005

PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0111-05 E

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR  
 AASHTO T-99  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4
$\gamma + P_{molde}$	5709,3	5866,3	5875,5	5804,4
P molde	4235,1	4235,1	4235,1	4235,1
Ww	1474,2	1631,2	1640,4	1569,3
$\delta W$	1561,2	1727,4	1737,2	1661,9
$\delta s$	1179,3	1253,4	1214,0	1119,4

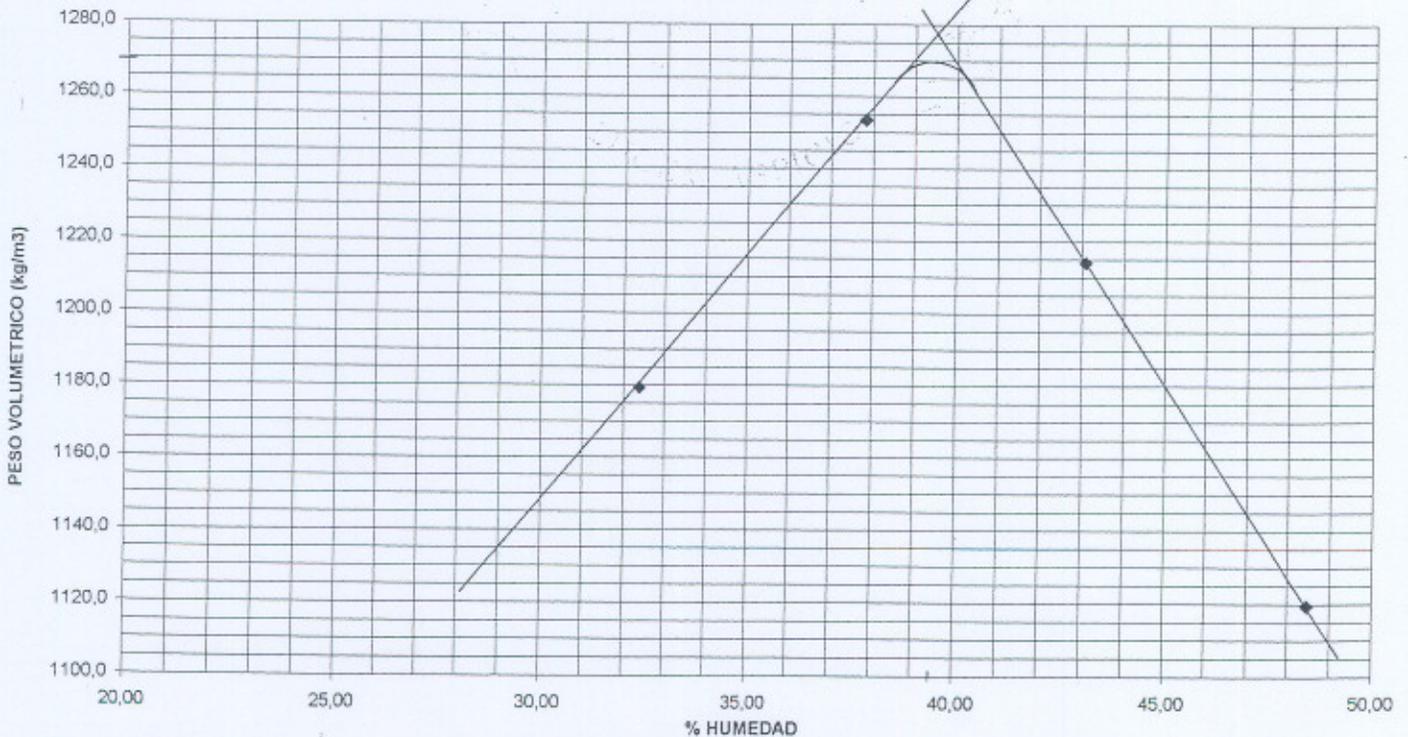
DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	0,0
%FINOS =	100,0

CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)      300      400      500      600

No. CAPSULA	#5	#6	#7	#8
Ww + Wc	519,2	513,9	529,6	564,2
Ws + Wc	413,6	396,8	396,4	408,6
Ww	105,7	117,1	133,2	155,7
Wc	87,2	87,2	87,3	87,4
Ws	326,4	309,6	309,2	321,2
%W	32,4	37,8	43,1	48,5

REAL	
$\gamma$ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1270
W ópt. (%)	39,5

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 15 de marzo del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 (1 + 000 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0111-05 E**  
 Subrasante

$\delta s =$  1270,0       $W_o =$  39,5 %

COMPACTACION

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		10834,1												
56 P	2	7146,2	3687,9	1731,8	1247,1	98,2	1	455,19	352,0	86,7	103,2	265,4	38,9	0,6
		10840,4												
56	4	7151,4	3689,0	1736,8	1251,4	98,5	2	469,92	363,12	87,8	106,8	275,4	38,8	0,7
		10550,2												
25	15	7136,9	3413,3	1607,7	1159,5	91,3	3	476,3	367,9	87,5	108,4	280,5	38,7	0,8
		10309,9												
10	22	7253,9	3056,0	1436,9	1039,1	81,8	4	509,7	392,7	87,1	117,0	305,6	38,3	1,2

EXPANSION

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
2	03-03-05	01:20:00 p.m.	6,47	6,94	7,01	D	7,11	0,4	0,5	D	0,6
4	03-03-05	01:20:00 p.m.	6,33	6,87	6,94	D	7,02	0,5	0,5	D	0,6
15	03-03-05	01:20:00 p.m.	6,12	6,83	6,91	D	6,95	0,6	0,7	D	0,7
22	03-03-05	01:20:00 p.m.	6,70	7,22	7,28	D	7,33	0,5	0,5	D	0,5

ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	
	0,0	63,9	109,3	130,8	136,8	146,6	160,7	173,7	189,1	207,5	219,7	kg
2	0,00	3,27	5,60	6,70	7,01	7,51	8,24	8,90	9,69	10,64	11,26	kg/cm2
	0,0	58,0	102,8	128,3	140,5	158,7	175,7	189,1	202,1	213,8	225,9	kg
4	0,00	2,97	5,27	6,58	7,20	8,13	9,01	9,69	10,36	10,96	11,58	kg/cm2
	0,0	37,0	53,8	66,4	75,6	87,8	96,6	104,0	111,3	115,4	121,9	kg
15	0,00	1,89	2,76	3,40	3,88	4,50	4,95	5,33	5,71	5,91	6,25	kg/cm2
	0,0	16,4	24,4	30,3	33,6	37,8	40,8	44,5	47,5	49,6	50,4	kg
22	0,00	0,84	1,25	1,55	1,72	1,94	2,09	2,28	2,43	2,54	2,58	kg/cm2

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

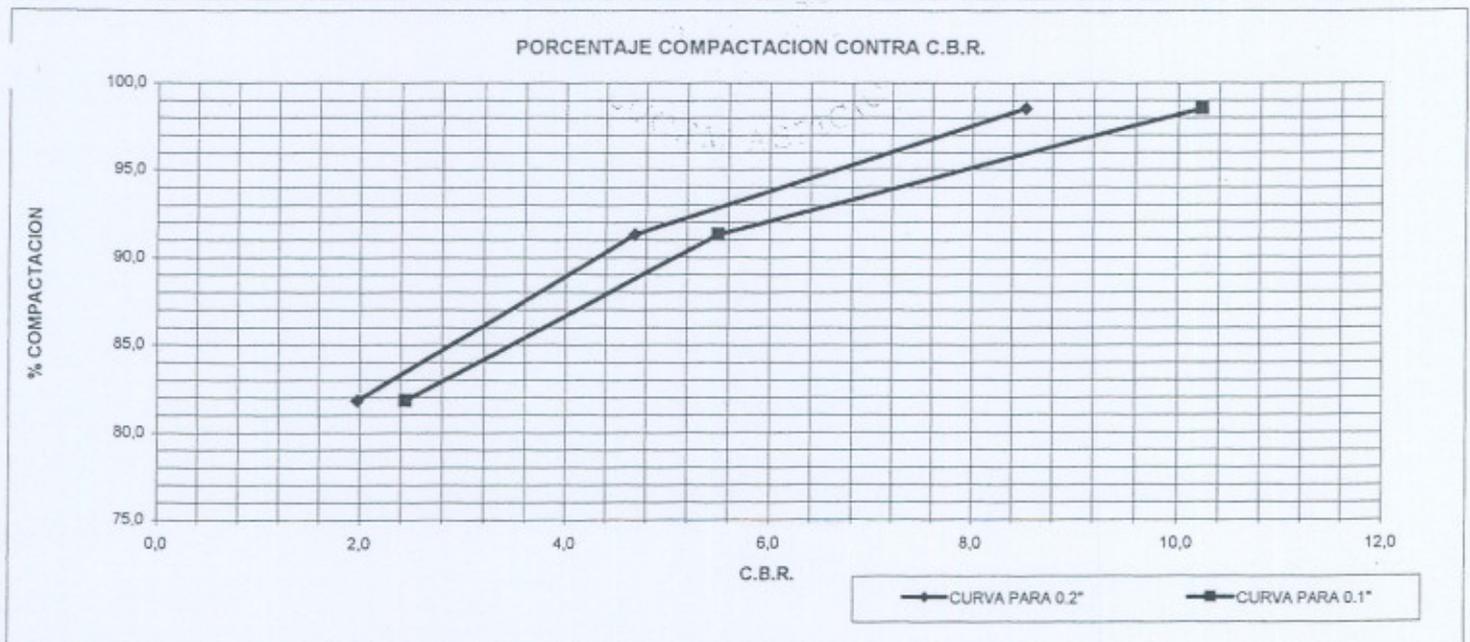
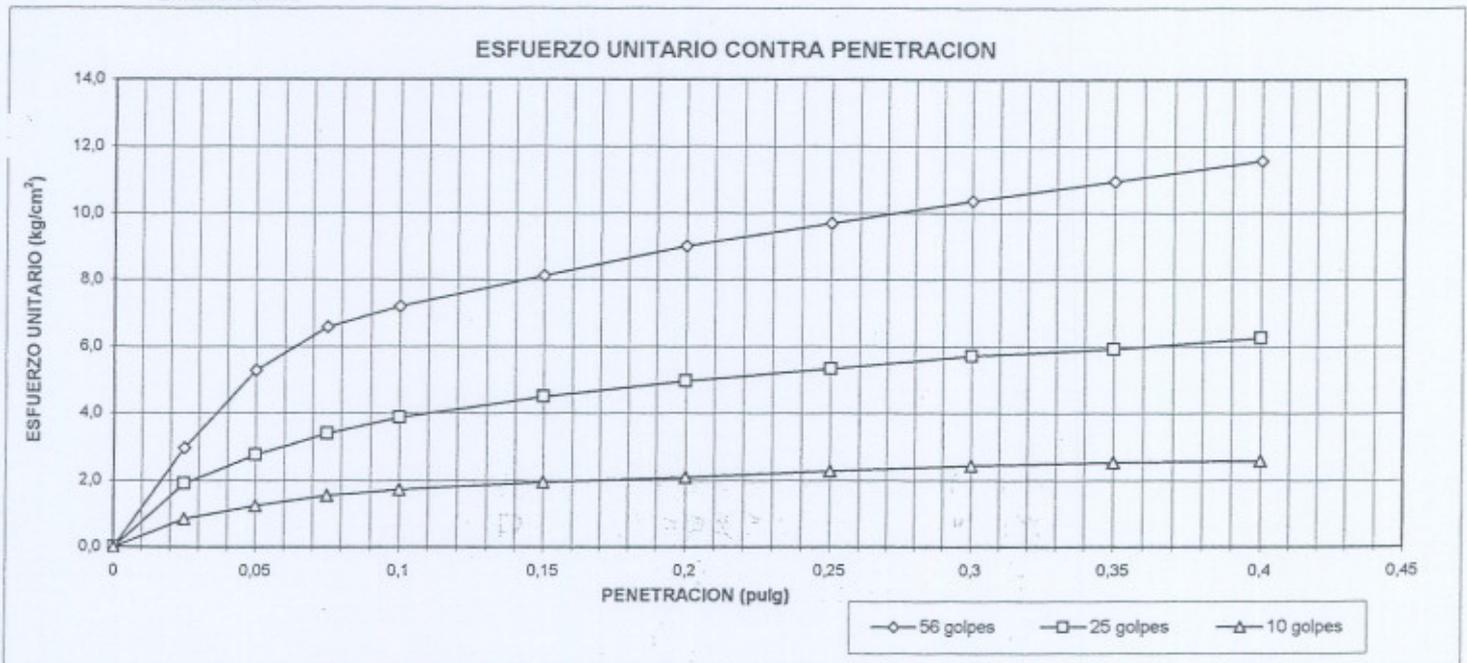
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	7,01	8,24	98,2	10,0	7,8
56	7,20	9,01	98,5	10,2	8,5
25	3,88	4,95	91,3	5,5	4,7
10	1,72	2,09	81,8	2,4	2,0

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 15 de marzo del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 (1 + 000 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0111-05 E  
 Subrasante





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)**

FECHA: 28 de febrero del 2005  
 PROYECTO: **Auditoría Técnica Ruta 715**

INFORME N°:  
 No. LANAMME: **0110-05 A**  
 MUESTRA: **Base Granular**  
 ESTACIÓN: **0+300**  
 TRAMO: **Naranjo-Palmares**  
 ZONA: **Naranjo**

DESCRIPCION: Agregado de tajo color gris oscuro, con lagunas partículas claras, material de partícula mayormente redondeada, muy liviana y poco compacta; ligeramente porosa, bien graduado y limpio de impurezas orgánicas.

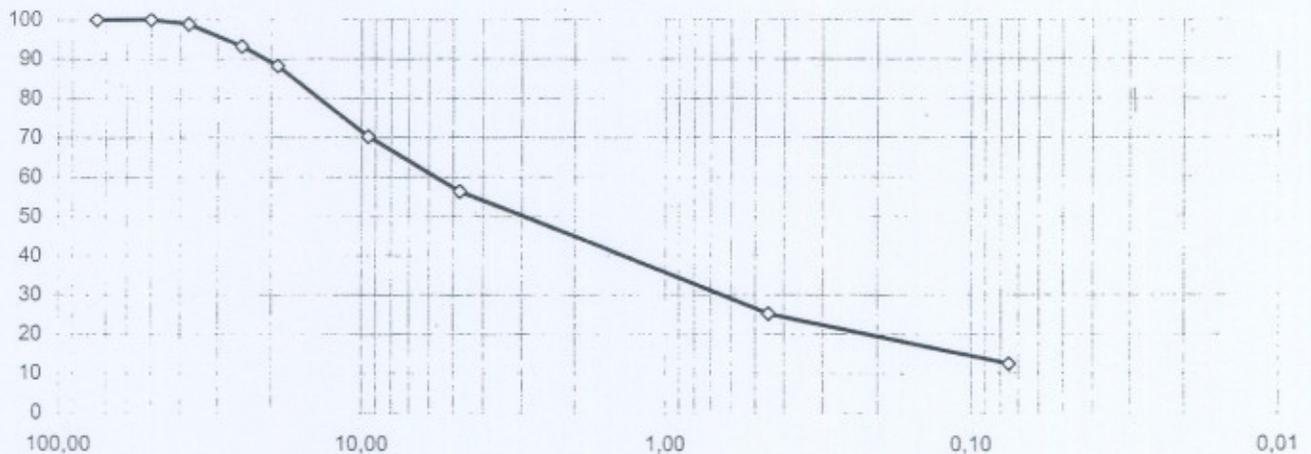
**Análisis mecánico lavado IT-CA-03**

MASA INICIAL: 13764,6 g

MASA FINAL: 12047,0 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	0,0	0,0	0,0	100
1 1/2"	37,50	153,6	1,1	1,1	99
1"	25,00	781,4	5,7	6,8	93
3/4"	19,00	690,3	5,0	11,8	88
3/8"	9,50	2472,5	18,0	29,8	70
N° 4	4,75	1912,5	13,9	43,7	56
N°40	0,45	4279,9	31,1	74,8	25
N°200	0,075	1756,8	12,8	87,5	12

**Análisis granulométrico lavado**  
**Auditoría Técnica Ruta 715**  
 No.LANAMME: 0110-05 A MUESTRA: Base Granular.



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

FECHA: 24 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

INFORME No:  
 No. LANAMME: 0110-05 A  
 MUESTRA: Base Granular  
 ESTACIÓN: 0+300  
 TRAMO: Naranjo-Palmare  
 ZONA: Naranjo

DESCRIPCION: Agregado de tajo color gris oscuro, con lagunas partículas claras, material de partícula mayormente redondeada, muy liviana y poco compacta; ligeramente porosa, bien graduado y limpio de impurezas orgánicas.

**PORCENTAJE DE AGREGADOS CON CARAS FRACTURADAS**  
**MOP: E109**

Malla Nº	Abertura (mm)	Peso Partículas ensayadas (g)	% Agregados redondeados	% Agregados con cara fracturada	
				1 cara	2 o más caras
1"	25,00	781,8	0,0	0,0	21,4
3/4"	19,50	690,4	0,0	0,0	18,9
3/8"	9,50	1253,4	0,0	0,0	34,3
Nº4	4,75	923,8	0,0	0,0	25,3
TOTAL:		3649,4	0,0	0,0	100,0



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

FECHA: 03 de marzo del 2005

PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

INFORME N°:

No. LANAMME: 0110-05 A

MUESTRA: Base Granular

ESTACIÓN: 0+300

TRAMO: Naranjo-Palmares

ZONA: Naranjo

DESCRIPCIÓN: Agregado de tajo color gris oscuro, con lagunas partículas claras, material de partícula mayormente redondeada, muy liviana y poco compacta; ligeramente porosa, bien graduado y limpio de impurezas orgánicas.

#### EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T-176

Identificación Muestra	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Base Granular	130	72	55
	126	72	57
	126	68	54
		PROMEDIO:	55
		DESV.EST:	1,6

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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 25 de febrero del 2005  
PROYECTO Ruta # 715  
Rosario - Río Grande

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0110-05 A  
MUESTRA: Base granular  
UBICACIÓN: (0+300)  
MUESTREO: 04/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION:

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
Base Granular	NP	NP	NP



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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 30 de marzo del 2005

PROYECTO:

MUESTRA No: **0110-05 A**  
 Base Granular (0 + 300)  
 Ruta # 715 - Base Granular

DESCRIPCION: Agregado de tajo color gris oscuro, con algunas partículas claras, material de partícula mayormente redondeado muy livianas y poco compactas, ligeramente porosas, bien graduado, limpia de impurezas orgánicas.

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

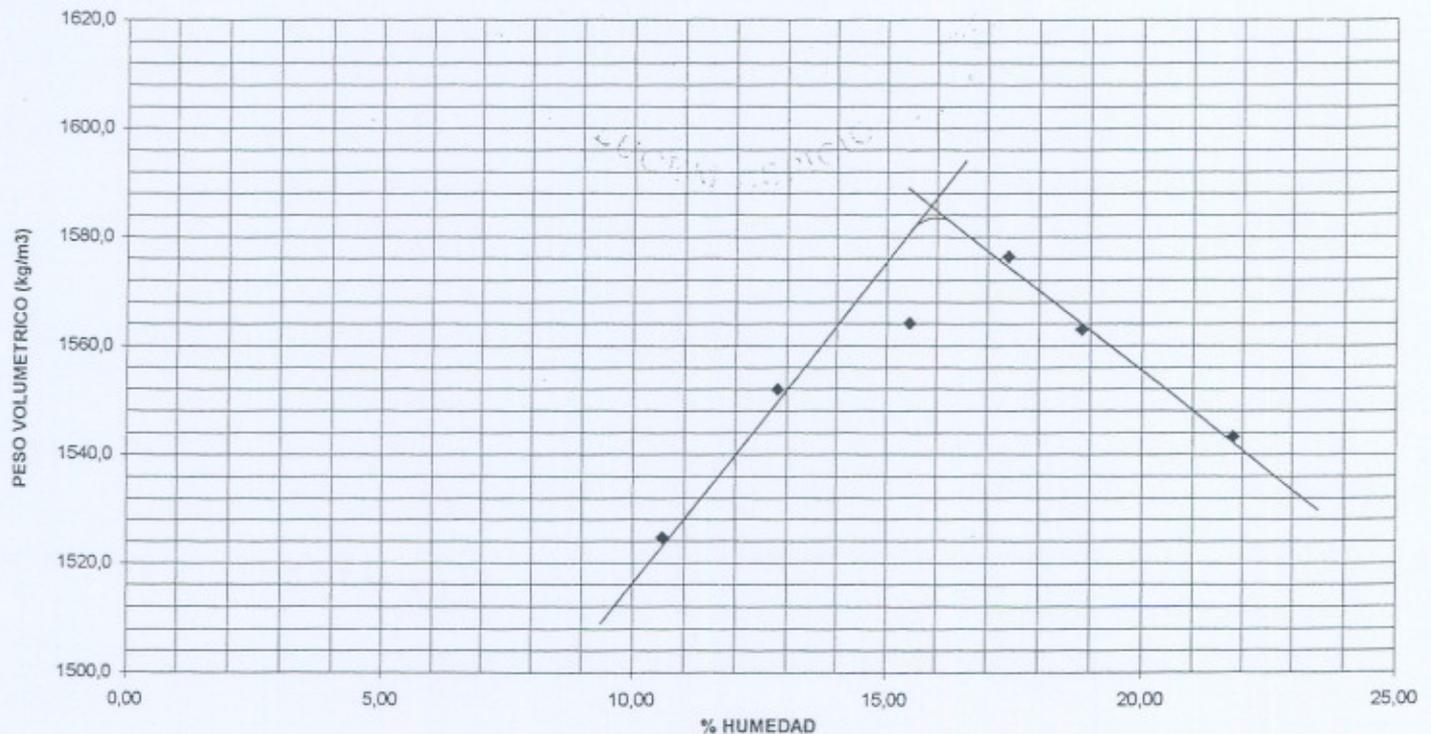
DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
W + P molde	5826,9	5888,1	5940	5982,3	6010,1	5988,5
P molde	4234,8	4234,8	4234,8	4234,8	4234,8	4234,8
Ww	1592,1	1653,3	1705,2	1747,5	1775,3	1753,7
δ W	1686,0	1750,8	1805,8	1850,6	1880,0	1857,2
δ s	1524,7	1551,9	1564,1	1576,3	1543,3	1563,0

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	43,7
%FINOS =	56,3

CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	200	250	300	350	450	400
No. CAPSULA	#12	#13	#15	#16	#17	#18
Ww + Wc	595,2	557,4	545,4	540,3	606,0	596,2
Ws + Wc	546,7	504,0	484,1	473,0	513,0	515,6
Ww	48,5	53,4	61,3	67,2	93,0	80,6
Wc	87,9	87,3	87,6	86,7	86,9	87,7
Ws	458,8	416,7	396,5	386,4	426,1	428,0
%W	10,6	12,8	15,5	17,4	21,8	18,8

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1583,0
W ópt. (%)	15,90

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 15 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 (0 + 300)  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0110-05 A**  
 Base Granular

$\delta s = 1583,0$        $W_o = 15,9 \%$

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11212,2												
56 P	11	7295,7	3916,5	1853,7	1593,3	100,7	20	612,60	538,9	87,7	73,7	451,2	16,3	-0,4
		10979,8												
56	44	7078,1	3901,7	1832,6	1585,7	100,2	4	586,20	518,97	87,1	67,2	431,8	15,6	0,3
		10857,3												
25	40	7110,8	3746,5	1765,7	1524,5	96,3	5	588,3	519,8	87,1	68,5	432,7	15,8	0,1
		10726,7												
10	18	7158,3	3568,4	1676,1	1443,9	91,2	6	598,4	527,6	87,1	70,8	440,4	16,1	-0,2

**EXPANSION**

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
11	28-02-05	02:30:00 p.m.	362,00	362,00	S	D	360,00	0,0	S	D	0,0
44	28-02-05	02:30:00 p.m.	364,00	363,00	S	D	363,00	0,0	S	D	0,0
40	28-02-05	02:30:00 p.m.	338,00	337,00	S	D	336,00	0,0	S	D	0,0
18	28-02-05	02:30:00 p.m.	311,00	307,00	S	D	304,00	-0,1	S	D	-0,2

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	64,3	260,3	547,9	886,7	1498,5	2050,8	2560,8	2910,8	3243,8	3512,8 kg
11	0,00	3,30	13,34	28,08	45,45	76,81	105,12	131,25	149,19	166,26	180,05 kg/cm2
	0,0	106,9	407,2	863,2	1234,1	1910,1	2390,1	2759,2	3073,0	3337,7	3564,1 kg
44	0,00	5,48	20,87	44,25	63,26	97,90	122,50	141,43	157,51	171,08	182,68 kg/cm2
	0,0	100,5	270,9	460,5	660,8	1014,6	1281,0	1549,7	1733,1	1905,8	2089,2 kg
40	0,00	5,15	13,89	23,60	33,87	52,00	65,66	79,43	88,83	97,68	107,09 kg/cm2
	0,0	68,5	128,2	181,4	226,2	309,2	403,0	492,5	569,2	633,1	697,0 kg
18	0,00	3,51	6,57	9,30	11,59	15,85	20,66	25,24	29,17	32,45	35,73 kg/cm2

**DATOS CALCULADOS**

**% CBR CALCULADO**

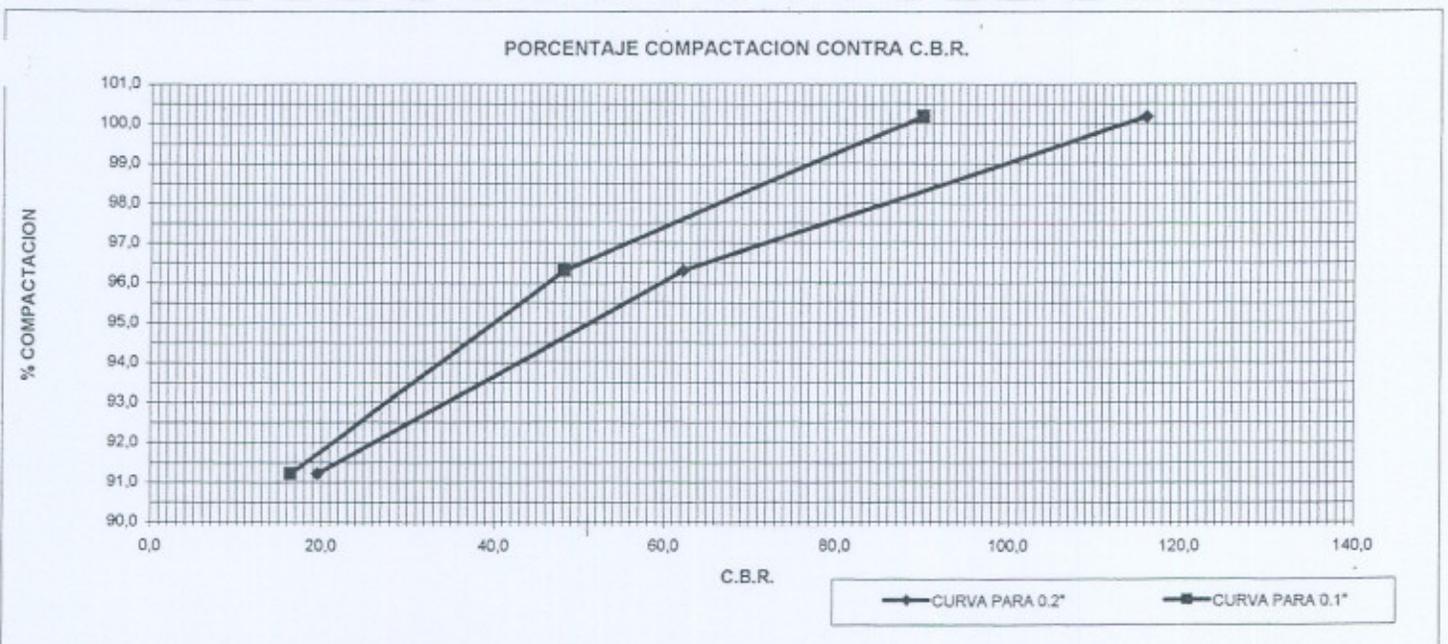
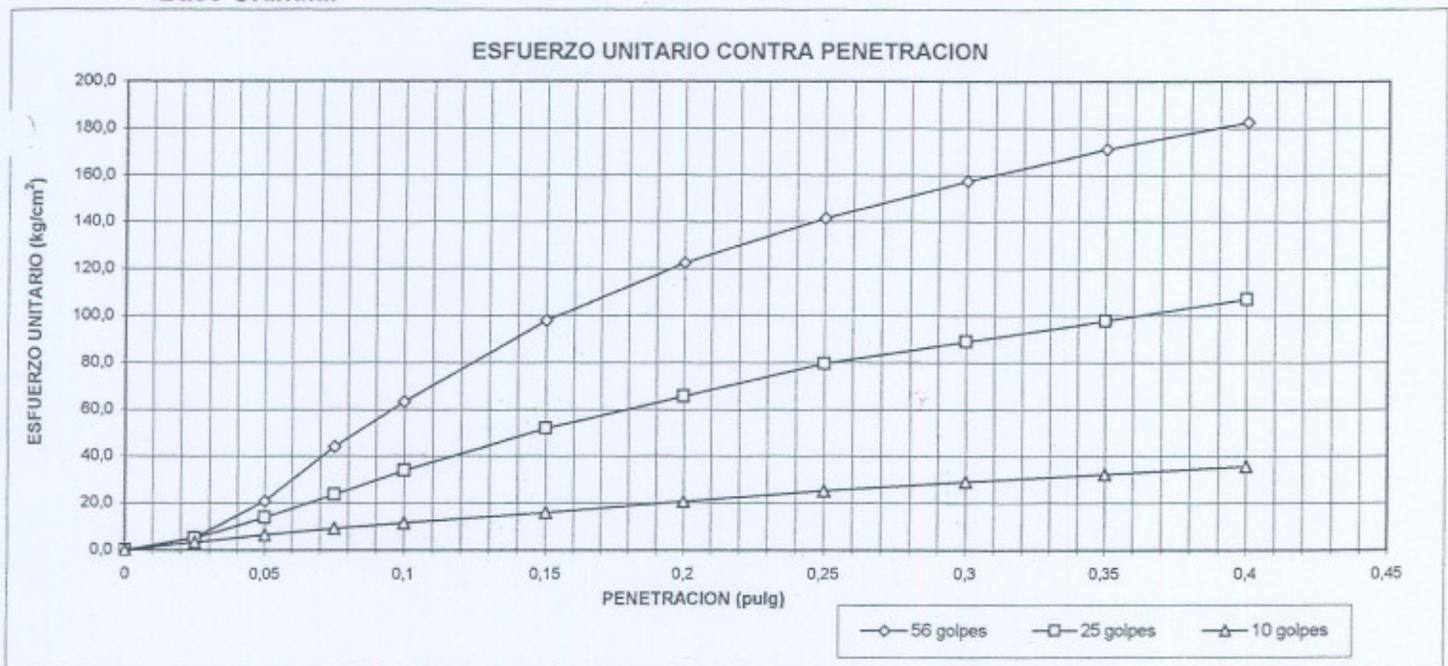
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	45,45	105,12	100,7	64,6	99,5
56	63,26	122,50	100,2	89,9	116,0
25	33,87	65,66	96,3	48,1	62,2
10	11,59	20,66	91,2	16,5	19,6

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 15 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 (0 + 300 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0110-05 A  
 Base Granular





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 28 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0110-05 B  
 MUESTRA: Material de transición  
 ESTACIÓN: 0+300  
 TRAMO: Naranjo-Palmares  
 ZONA: Naranjo

DESCRIPCION: Agregado de tajo (origen volcánico), material redondeado, muy liviano, bien graduado; presenta algunas partículas gruesas compactas. Ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

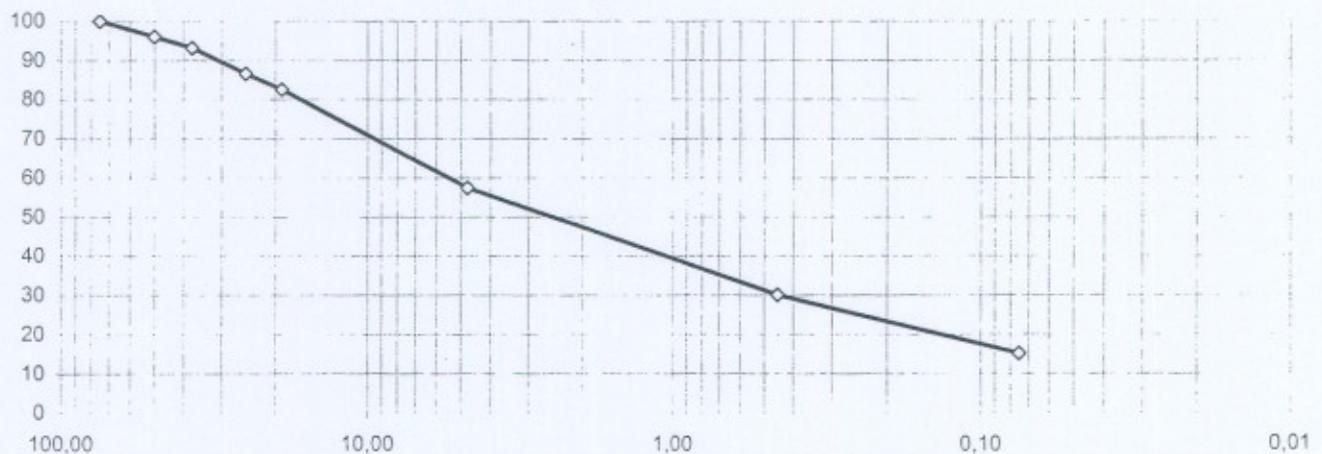
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 55764,4 g

MASA FINAL: 47320,9 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	2207,9	4,0	4,0	96
1 1/2"	37,50	1594,9	2,9	6,8	93
1"	25,00	3636,0	6,5	13,3	87
3/4"	19,00	2299,6	4,1	17,5	83
N° 4	4,75	13977,2	25,1	42,5	57
N°40	0,45	15253,1	27,4	69,9	30
N°200	0,075	8352,1	15,0	84,9	15

Análisis granulométrico lavado  
 Auditoría Técnica Ruta 715  
 No.LANAMME: 0110-05 B MUESTRA: material de transición.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318

FECHA 25 de febrero del 2005  
PROYECTO Ruta # 715  
Rosario - Río Grande

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0110-05 B  
MUESTRA: Material de Transición  
UBICACIÓN: (0+300)  
MUESTREO: 04/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado de tajo, origen volcánico, material muy redondeado, muy liviano, bien graduado, presenta algunas partículas gruesas compactas, ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
---------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------

Material de Transición

NP

NP

NP

LUCEN ASPICIO

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 6 de abril del 2005  
 PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0110-05 B**  
 Material de Transición  
 (0 + 300 )

DESCRIPCION: Agregado de tajo, origen volcánico, material muy redondeado, muy liviano, bien graduado, presenta algunas gruesas compactas y ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

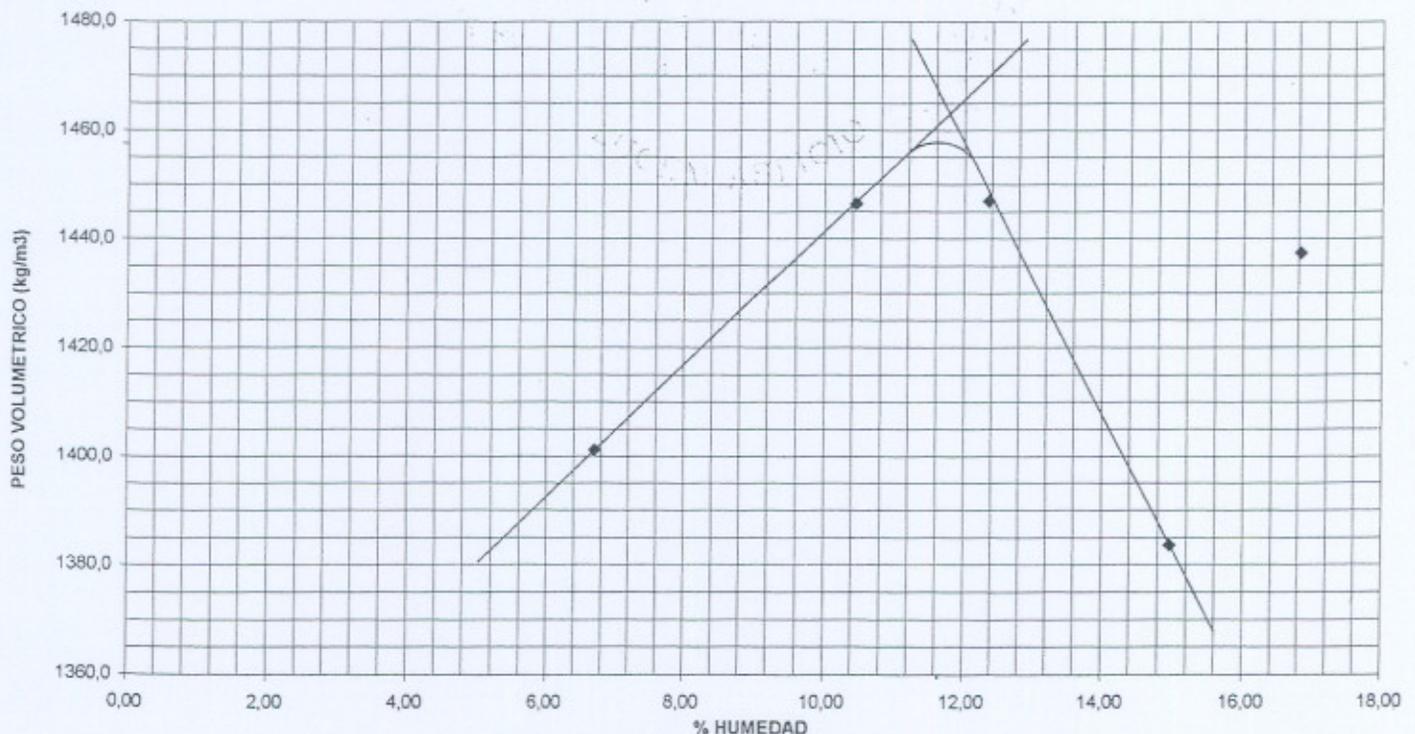
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5
w + Pmolde	5742,2	5735,7	5819,3	5645,4	5768,7
P molde	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6	4233,6
Ww	1508,6	1502,1	1585,7	1411,8	1535,1
δ w	1597,6	1590,7	1679,3	1495,1	1625,7
δ s	1446,4	1383,6	1437,4	1401,1	1446,9
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	200	300	350	100	250
No. CAPSULA	#1	#2	#3	#4	#5
Ww + Wc	450,2	433,1	472,2	449,5	426,3
Ws + Wc	415,8	388,1	416,8	426,8	389,0
Ww	34,4	45,0	55,4	22,8	37,3
Wc	86,8	87,8	87,6	87,2	87,2
Ws	329,0	300,4	329,1	339,6	301,8
%W	10,5	15,0	16,8	6,7	12,4

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	42,5
%FINOS =	57,5

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1457,5
W ópt. (%)	11,7

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)

FECHA: 28 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Auditoría Técnica Ruta 715

INFORME N°:

No. LANAMME: 0110-05 C

MUESTRA: Relleno #1

ESTACIÓN: 0+300

TRAMO: Naranjo-Palmare

ZONA: Naranjo

DESCRIPCION: Agregado de tajo color café grisáceo con partículas gruesas blancas, amarillentas y grises, medianamente compacto, de forma semi redondeada, bien graduado y ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

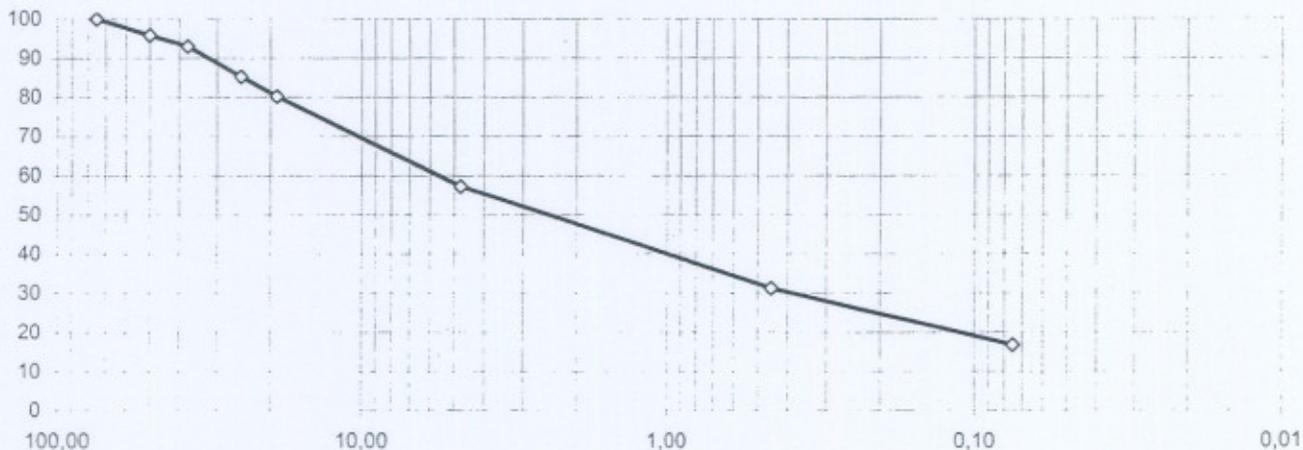
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 42179,8 g

MASA FINAL: 35099,2 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,00	1730,1	4,1	4,1	96
1 1/2"	37,50	1206,4	2,9	7,0	93
1"	25,00	3287,1	7,8	14,8	85
3/4"	19,00	2137,0	5,1	19,8	80
N° 4	4,75	9684,2	23,0	42,8	57
N°40	0,45	10952,4	26,0	68,7	31
N°200	0,075	6102,0	14,5	83,2	17

Análisis granulométrico lavado  
 Auditoría Técnica Ruta 715  
 No.LANAMME: 0110-05 C MUESTRA: Relleno #1.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D-4318

FECHA 25 de febrero del 2005  
PROYECTO Ruta # 715  
Rosario - Rio Grande

INFORME N°:  
No. LANAMME: 0110-05 C  
MUESTRA: Relleno # 1  
UBICACIÓN: (0+300)  
MUESTREO: 04/02/2005  
CONCESIÓN:

DESCRIPCION: Agregado tajo color café grisáceo con partículas gruesas blancas, amarillentas y grises, medianamente compactas, de forma semiredondeadas, bien graduado, ligeramente contaminado de impurezas orgánicas.

Identificación Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Indice Plasticidad
Relleno # 1	NP	NP	NP

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
LUCEN ASTICIO

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 7 de marzo del 2005  
 PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0110-05 C

PRUEBA: PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO T-180  
 PROCEDIMIENTO C

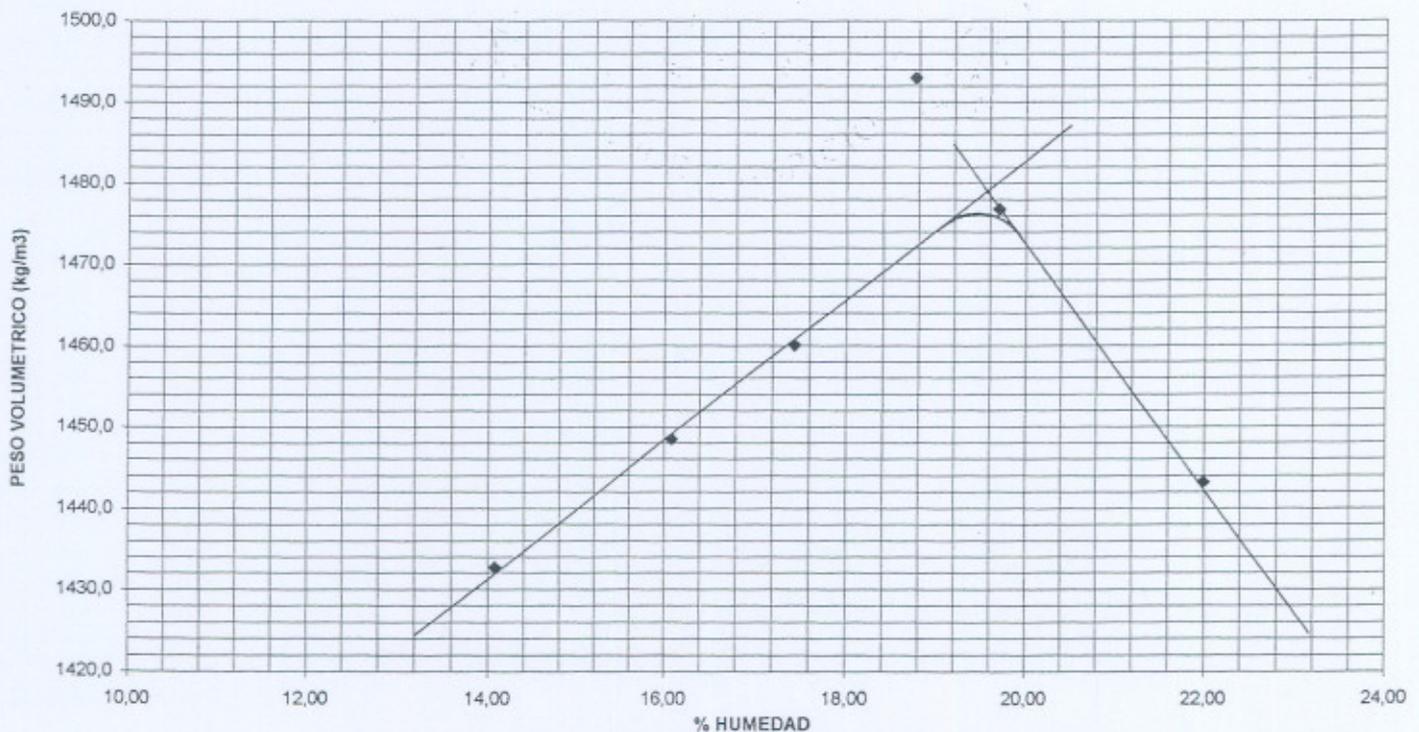
COMPACTACION

DETERMINACION	1	2	3	4	5	6
$\gamma_w + P_{molde}$	5778,2	5822,7	5909,1	5897,4	5854	5904,2
P molde	4234,9	4234,9	4234,9	4234,9	4234,9	4234,9
Ww	1543,3	1587,8	1674,2	1662,5	1619,1	1669,3
$\delta W$	1634,4	1681,5	1773,0	1760,6	1714,6	1767,8
$\delta S$	1432,7	1448,5	1492,9	1443,2	1460,0	1476,8
CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)	250	300	350	450	325	375
No. CAPSULA	#13	#14	#15	#16	#17	#18
Ww + Wc	596,5	581,3	599,2	608,2	563,5	590,1
Ws + Wc	533,6	512,7	518,4	514,1	492,7	507,4
Ww	62,8	68,5	80,8	94,0	70,8	82,7
Wc	87,3	86,6	87,6	86,6	86,8	87,6
Ws	446,3	426,1	430,8	427,5	405,9	419,8
%W	14,1	16,1	18,8	22,0	17,4	19,7

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	42,8
%FINOS =	57,2

REAL	
$\gamma$ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1476,0
W ópt. (%)	19,40

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 12 de abril del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 Relleno # 1 - (0+300)  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0110-05 C**  
 Relleno # 1

$\delta s = 1476,0$        $W_o = 19,4 \%$

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww+M	Ww	$\delta m$	$\delta s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		11043,7												
56 P	8	7236,5	3807,2	1794,0	1500,3	101,6	3	550,69	474,9	87,6	75,8	387,3	19,6	-0,2
		10934,6												
56	15	7139,7	3794,9	1787,4	1504,5	101,9	7	577,74	500,08	87,2	77,7	412,9	18,8	0,6
		10648,9												
25	17	7100,7	3546,2	1667,7	1392,0	94,3	9	522,2	450,3	87,2	71,9	363,1	19,8	-0,4
		10705,6												
10	41	7110,8	3594,8	1694,6	1418,6	96,1	10	587,5	506,1	87,5	81,4	418,6	19,5	-0,1

**EXPANSION**

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
8	28-03-05	03:40:00 p.m.	401,00	400,00	401,00	404,00	404,00	0,0	0,0	0,1	0,1
15	28-03-05	03:40:00 p.m.	417,00	420,00	421,00	425,00	425,00	0,1	0,1	0,2	0,2
17	28-03-05	03:40:00 p.m.	297,00	298,00	302,00	304,00	304,00	0,0	0,1	0,2	0,2
41	28-03-05	03:40:00 p.m.	303,00	303,00	305,00	305,00	305,00	0,0	0,0	0,0	0,0

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
	0,0	381,7	426,4	492,5	571,3	756,7	991,1	1155,2	1313,0	1498,5	1647,8 kg
8	0,00	19,56	21,86	25,24	29,28	38,78	50,80	59,21	67,30	76,81	84,46 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	19,6	43,0	85,6	126,1	245,3	377,4	520,2	677,8	822,8	965,5 kg
15	0,00	1,00	2,20	4,39	6,46	12,58	19,34	26,66	34,74	42,17	49,49 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	55,1	164,6	296,0	440,1	739,8	956,2	1134,4	1251,2	1389,1	1498,6 kg
17	0,00	2,82	8,44	15,17	22,56	37,92	49,01	58,15	64,13	71,20	76,81 kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	19,3	88,7	164,6	247,0	424,6	574,9	691,5	820,8	938,8	1025,9 kg
41	0,00	0,99	4,54	8,44	12,66	21,77	29,47	35,44	42,07	48,12	52,58 kg/cm <sup>2</sup>

**DATOS CALCULADOS**

**% CBR CALCULADO**

**% CBR CORREGIDO**

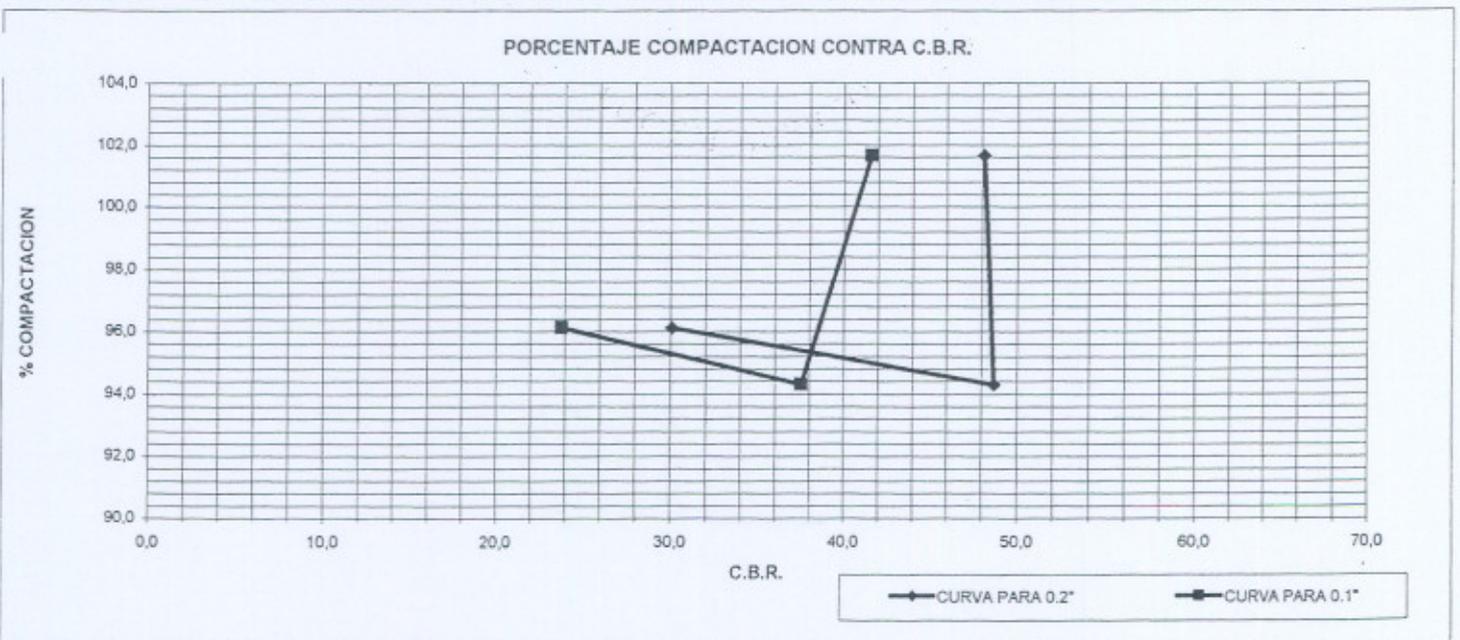
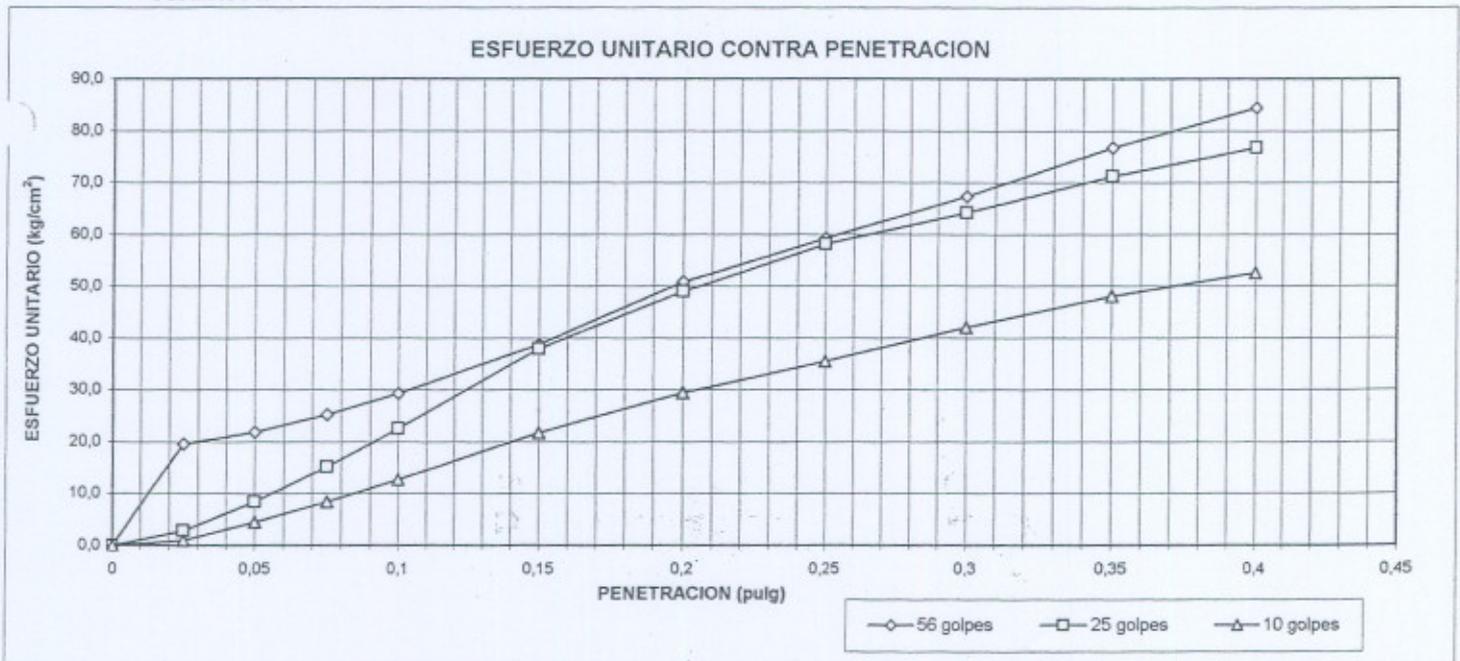
No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2	0,1	0,2
56	29,28	50,80	101,6	41,6	48,1	41,6	48,1
56	6,46	19,34	101,9	9,2	18,3		
25	22,56	49,01	94,3	32,0	46,4	37,5	48,7
10	12,66	29,47	96,1	18,0	27,9	23,8	30,1

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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA 12 de abril del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 Relleno # 1 - (D+ 300)  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0110-05 C  
 Relleno # 1



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

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO IT-CA-03 (ASTM C117-C136)**

FECHA: 25 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715  
 Rosario - Río Grande

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0110-05 E  
 MUESTRA: Subrasante  
 UBICACION: ( 0 + 300 )

DESCRIPCION: Suelo limoso-arcilloso color café oscuro, plasticidad media, material de grumos y bloques medianos y grandes ligeramente alterados, presenta rastros de partículas de concreto.

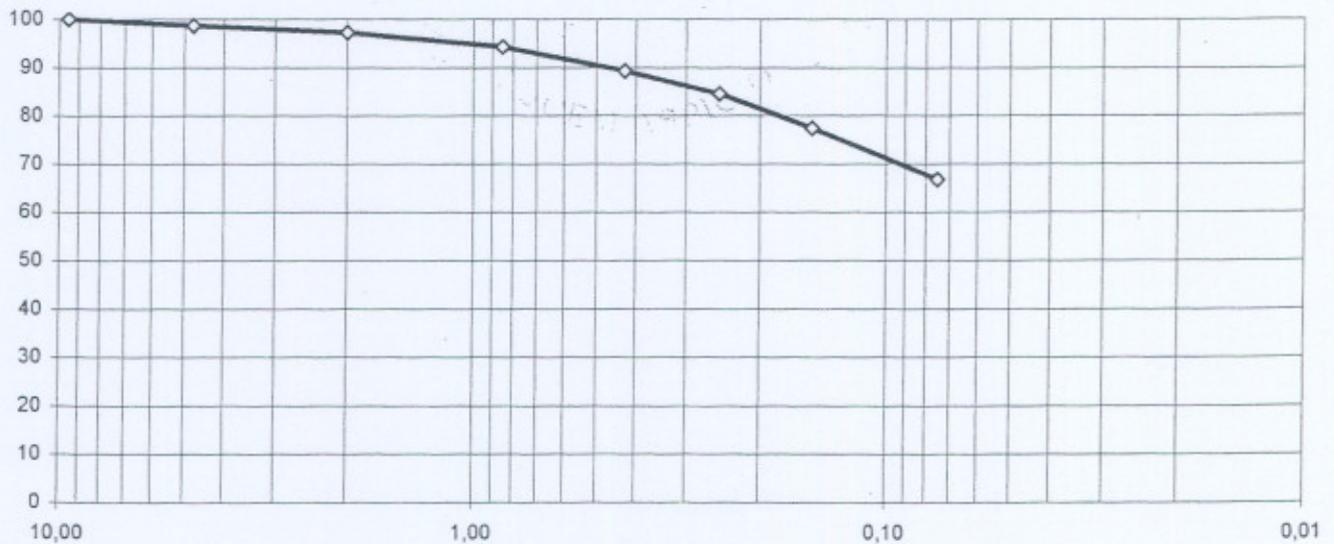
Análisis mecánico lavado IT-CA-03

MASA INICIAL: 354,67 g

MASA FINAL: 119,18 g

Malla No.	Abertura (mm)	Masa Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
3/8"	9,50	0,00	0,0	0,0	100
Nº 4	4,75	4,52	1,3	1,3	99
Nº 10	2,00	5,34	1,5	2,8	97
Nº 20	0,850	10,63	3,0	5,8	94
Nº 40	0,425	17,62	5,0	10,7	89
Nº60	0,250	16,63	4,7	15,4	85
Nº100	0,150	25,55	7,2	22,6	77
Nº200	0,075	37,46	10,6	33,2	67

Análisis granulométrico lavado  
 Ruta # 715 Rosario - Río Grande  
 No.LANAMME: 0110-05 E MUESTRA: Subrasante.



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

PARAMETROS DE SUELOS

LIMITE DE ATTERBERG

ASTM D-4318

FECHA: 22 de febrero del 2005  
 PROYECTO: Ruta # 715 Rosario Río Grande  
 ( 0 + 300 )

INFORME N°:  
 No. LANAMME: 0110-05 E  
 MUESTRA:  
 UBICACION: Subrasante

LUGAR DE MUESTREO:  
 TRAMO:

DESCRIPCION: Suelo limoso-arcilloso color café oscuro, plasticidad media, material en grumos y bloques medianos y grandes, ligeramente alterados, presenta rastros de partículas de cemento.

LIMITE LIQUIDO

DETERMINACION No.	1	2	3	4
No. DE GOLPES	36	28	20	15
Wc + Ww (g)	37,08	33,84	37,26	34,41
Wc + Ws (g)	32,55	28,77	32,57	29,03
Ww	4,53	5,07	4,69	5,38
Wc	23,29	18,58	23,38	19,01
Ws	9,26	10,19	9,19	10,02
% W	48,9	49,8	51,0	53,7

LIMITE PLASTICO

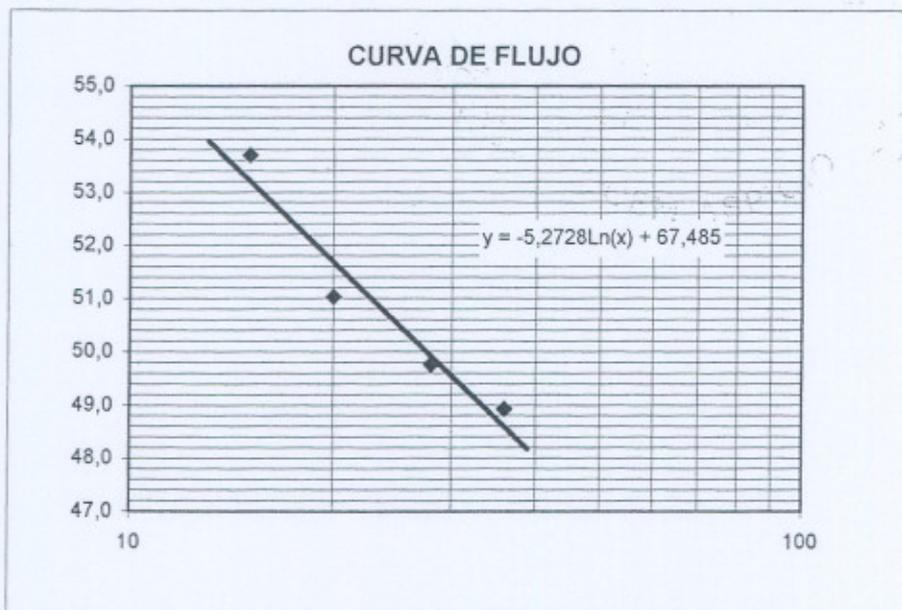
DETERMINACION No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	54	57	53
Wc + Ww (g)	14,17	14,33	14,26
Wc + Ws (g)	13,22	13,67	13,63
Ww	0,95	0,66	0,63
Wc	9,44	11,06	11,19
Ws	3,78	2,61	2,44
% W	25,1	25,3	25,8

PROMEDIO

25,4

RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	50,5
LIMITE PLASTICO	25,4
INDICE DE PLASTICIDAD	25,1



Revisó:

Dr. Guillermo González Beltrán  
 Coordinador de Laboratorios  
 de Infraestructura Civil

Aprobó:

Dr. Jorge Gutiérrez Gutiérrez  
 Director LANAMME

Fecha de emisión:

22 de febrero del 2005

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

PRUEBA DE COMPACTACION

FECHA: 28 de febrero del 2005

PROYECTO: RUTA #715  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0110-05 E

PRUEBA: PROCTOR ESTANDAR  
 AASHTO T-99  
 PROCEDIMIENTO C

COMPACTACION

TERMINACION	1	2	3	4
v <sub>w</sub> + Pmolde	5658,1	5796,5	5921,3	5891,4
P molde	4235,1	4235,1	4235,1	4235,1
W <sub>w</sub>	1423,0	1561,4	1686,2	1656,3
δ <sub>w</sub>	1507,0	1653,5	1785,7	1754,0
δ <sub>s</sub>	1234,8	1300,2	1349,1	1276,4

DOSIFICACIÓN	
%GRUESOS =	0,0
%FINOS =	100,0

CONTENIDO DE HUMEDAD (cc)      200      300      400      500

No. CAPSULA	#1	#2	#3	#4
W <sub>w</sub> + W <sub>c</sub>	565,2	547,2	480,7	546,9
W <sub>s</sub> + W <sub>c</sub>	478,8	449,0	384,6	421,7
W <sub>w</sub>	86,4	98,2	96,1	125,2
W <sub>c</sub>	86,7	87,8	87,6	87,2
W <sub>s</sub>	392,1	361,2	297,0	334,5
%W	22,0	27,2	32,4	37,4

REAL	
γ máx. (kg/m <sup>3</sup> )	1354
W ópt. (%)	31,7

PESO VOLUMETRICO CONTRA HUMEDAD



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

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

FECHA: 15 de marzo del 2005

PROYECTO: Ruta # 715  
 (0 + 300 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: **0110-05 E**  
 Subrasante

$\delta_s = 1354,0$        $W_o = 31,7 \%$

**COMPACTACION**

GOLP.	MOLDE	Ww + M	Ww	$\delta_m$	$\delta_s$	% C	CAP.	Ww + C	Ws + C	Wc	Ww	Ws	%W	$\Delta W_o$
		10922,9												
56 P	8	7236,1	3586,8	1737,2	1329,7	98,2	11	469,70	380,2	88,3	89,5	292,0	30,7	1,0
		10828,8												
56	17	7101,0	3727,8	1752,1	1337,4	98,8	12	492,15	396,44	87,8	95,7	308,7	31,0	0,7
		10566,4												
25	40	7114,7	3451,7	1626,8	1245,0	92,0	13	495,7	399,8	87,4	95,8	312,5	30,7	1,0
		10202,9												
10	41	7111,1	3091,8	1457,5	1122,8	82,9	14	492,0	398,9	86,7	93,1	312,2	29,8	1,9

**EXPANSION**

MOLDE	FECHA	HORA	LECTURA EXTENSOMETRO				% EXPANSION				
			Lo	1 D	2 D	3 D	4 D	1 D	2 D	3 D	4 D
8	28-02-05	02:30:00 p.m.	5,36	5,74	5,88	5,84	5,88	0,3	0,4	0,4	0,4
17	28-02-05	02:30:00 p.m.	8,02	8,57	8,62	8,66	8,68	0,5	0,5	0,6	0,6
40	28-02-05	02:30:00 p.m.	7,39	8,17	8,22	8,23	8,25	0,7	0,7	0,7	0,7
41	28-02-05	02:30:00 p.m.	5,38	6,10	6,11	6,16	6,19	0,6	0,6	0,7	0,7

**ESFUERZO UNITARIO CONTRA COMPACTACION**

MOLDE	0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	
	0,0	48,3	75,6	90,3	97,9	105,7	109,7	116,6	120,6	125,1	131,2	kg
8	0,00	2,48	3,88	4,63	5,02	5,42	5,62	5,98	6,18	6,41	6,72	kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	26,1	56,3	74,8	84,0	95,0	105,3	111,7	119,0	125,1	134,4	kg
17	0,00	1,34	2,89	3,83	4,31	4,87	5,40	5,73	6,10	6,41	6,89	kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	20,2	30,7	37,4	41,6	46,2	48,3	50,8	51,7	53,8	57,1	kg
40	0,00	1,03	1,57	1,92	2,13	2,37	2,48	2,61	2,65	2,76	2,93	kg/cm <sup>2</sup>
	0,0	7,6	10,5	11,8	13,0	13,9	14,7	14,3	14,7	15,1	15,5	kg
41	0,00	0,39	0,54	0,60	0,67	0,71	0,75	0,73	0,75	0,77	0,80	kg/cm <sup>2</sup>

DATOS CALCULADOS

% CBR CALCULADO

No. golpes	0,1	0,2	%COMPACT.	0,1	0,2
56	5,02	5,62	98,2	7,1	5,3
56	4,31	5,40	98,8	6,1	5,1
25	2,13	2,48	92,0	3,0	2,3
10	0,67	0,75	82,9	0,9	0,7

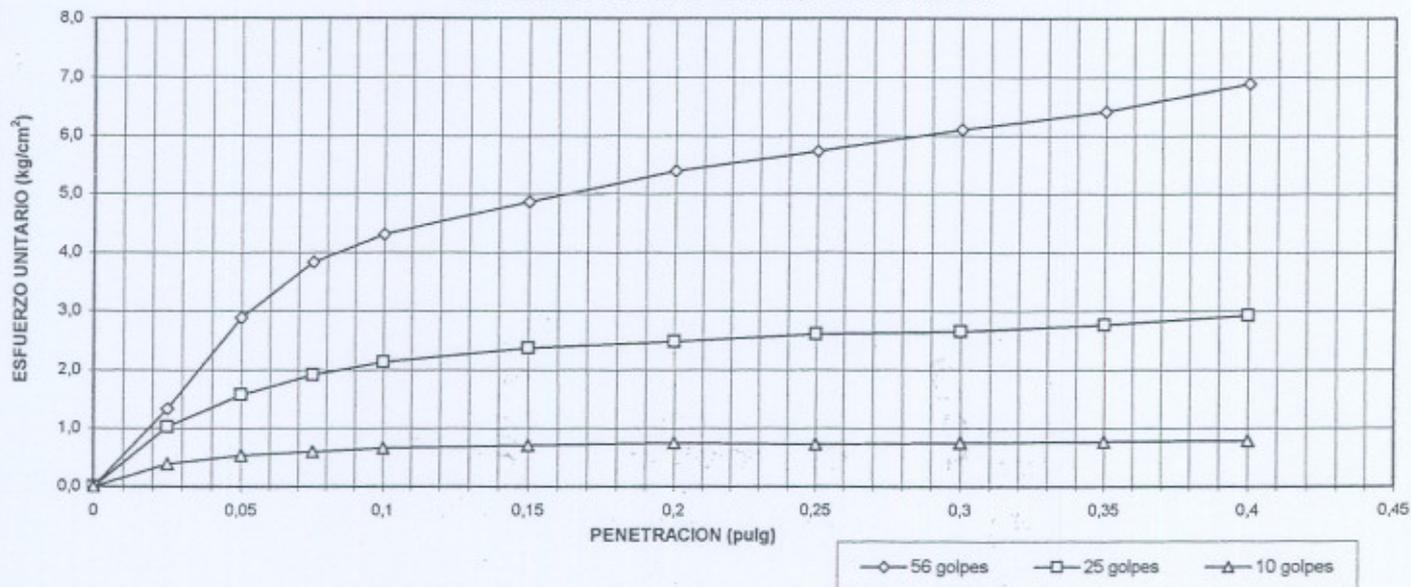
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
 PARAMETROS DE SUELOS

PRUEBA DE C.B.R.  
 AASHTO T-193-93

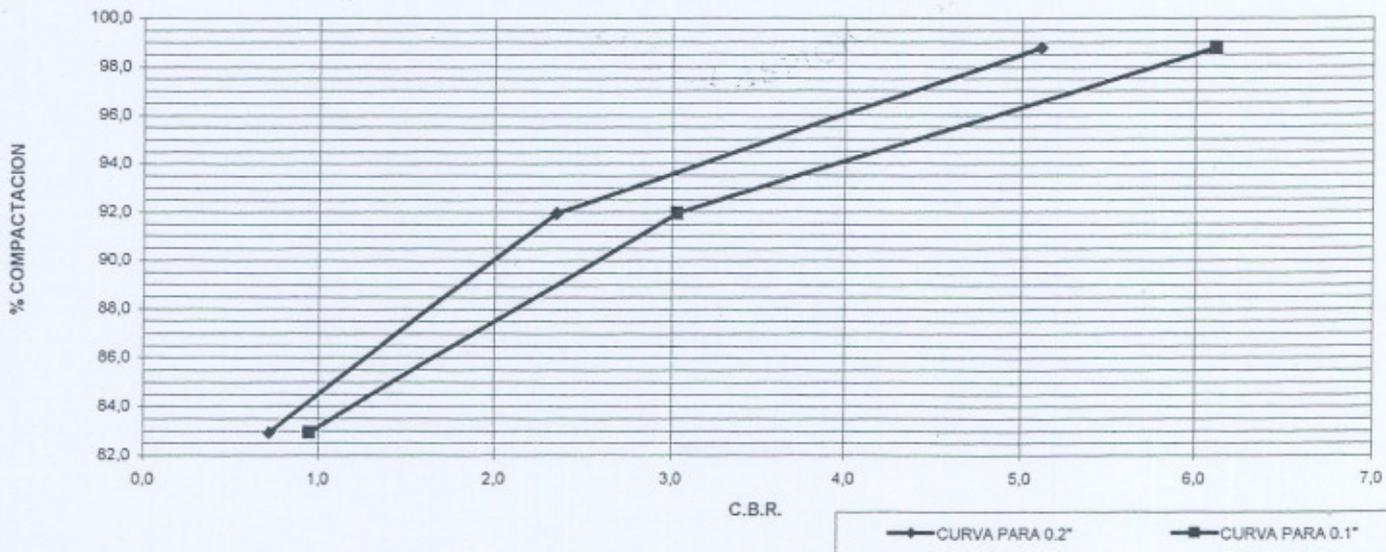
FECHA 15 de marzo del 2005  
 PROYECTO Ruta # 715  
 (0 + 300 )  
 Rosario - Río Grande

MUESTRA No: 0110-05 E  
 Subrasante

ESFUERZO UNITARIO CONTRA PENETRACION



PORCENTAJE COMPACTACION CONTRA C.B.R.



# ANEXOS