



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-AT-183-10

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL DE SUBBASE Y AGREGADO PARA BASE ESTABILIZADA

***PROYECTO: Mejoramiento de la Ruta Nacional N° 613. Sección
Sabalito-Las Mellizas Licitación Pública No. 2008LN-000001-DI.
Período: Febrero-Junio 2010. PARTE II.***

INFORME FINAL

Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica

San José, Costa Rica

Abril, 2011

1. Informe LM-AT-183-10		2. Copia No. 14						
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL DE SUBBASE Y AGREGADO PARA BASE ESTABILIZADA DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N° 613, SECCIÓN SABALITO-LAS MELLIZAS. LICITACIÓN PÚBLICA No. 2008LN-000001-DI. PERIODO: FEBRERO-JUNIO 2010. PARTE II.		4. Fecha del Informe Abril, 2011						
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440								
8. Notas complementarias De acuerdo con los procedimientos de Auditoría Técnica, el informe preliminar fue entregado a la Ingeniería de Proyecto del CONAVI el 17 de diciembre del 2010 para su respectivo análisis.								
9. Resumen <i>En relación con el material de subbase:</i> A partir del análisis estadístico realizado se determinó que en relación con el ensayo de granulometría del material de subbase, para 13 muestras ensayadas, 11 presentaron cumplimiento satisfactorio, sin embargo las 2 correspondientes a los estacionamientos 13+080 y 13+890 presentaron incumplimiento en la malla N°200, dado por resultados atípicos en comparación con el resto, por lo que se excluyeron del análisis estadístico, sin que esto les exima de una evaluación individual e independiente, para la determinación de pago que realiza el ingeniero de proyecto. Los resultados de los ensayos de disgregabilidad del agregado grueso, equivalente de arena e índice de durabilidad realizados al material de subbase, presentaron una variabilidad menor que la establecida para un factor de calidad del 100%, es decir, presentaron cumplimiento de las especificaciones. <i>En relación con el agregado de base estabilizada:</i> Los resultados de granulometría para la malla de 50,8 mm (2") del agregado para base estabilizada muestreado en el período febrero a abril 2010, evidencian una variabilidad mayor que la establecida para un factor de calidad de 100%, es decir incumplen la especificación para esta malla. <i>Durante el proceso constructivo de la base estabilizada, en el que se utilizó la recuperadora de caminos, no se eliminó completamente el sobretamaño del material, tal como se comprueba con los resultados de los ensayos realizados, de ahí el incumplimiento en granulometría en la parte gruesa. Es importante observar que las muestras de base y subbase tomadas en el estacionamiento 13+080 y en el 13+890 para el caso de la subbase, presentaron granulometrías estadísticamente diferentes al resto de las muestras obtenidas, es decir presentaron incumplimiento en alguna de las mallas o valores muy cercanos a alguno de los límites de especificación, por lo que es importante dar seguimiento al desempeño de estos puntos en particular.</i>								
10. Palabras clave Subbase, Base Estabilizada, Especificaciones	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 38						
13. Preparado por: <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"> Ing. Raquel Arriola Guzmán Auditora Técnica </td> <td style="width: 33%;"> Ing. Ana Hidalgo Arroyo Auditora Técnica </td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td> Fecha: / / </td> <td> Fecha: / / </td> <td></td> </tr> </table>			Ing. Raquel Arriola Guzmán Auditora Técnica	Ing. Ana Hidalgo Arroyo Auditora Técnica		Fecha: / /	Fecha: / /	
Ing. Raquel Arriola Guzmán Auditora Técnica	Ing. Ana Hidalgo Arroyo Auditora Técnica							
Fecha: / /	Fecha: / /							
14. Revisado por: <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR </td> <td style="width: 33%;"> Ing. Jenny Chaverri Jiménez Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica </td> <td style="width: 33%;"> 15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc Coordinador General PITRA </td> </tr> <tr> <td> Fecha: / / </td> <td> Fecha: / / </td> <td> Fecha: / / </td> </tr> </table>			Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR	Ing. Jenny Chaverri Jiménez Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc Coordinador General PITRA	Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /
Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR	Ing. Jenny Chaverri Jiménez Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc Coordinador General PITRA						
Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /						

TABLA DE CONTENIDO

1. FUNDAMENTACIÓN	6
2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	6
2.1 AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME PRELIMINAR LM-AT-183B-10.....	8
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN.....	8
4. ALCANCE DE LA AUDITORÍA	10
5. RESPONSABLES DEL PROYECTO.....	10
6. INTEGRANTES DEL EQUIPO AUDITOR DEL LANAMMEUCR	10
7. ANTECEDENTES	11
7.1 REQUERIMIENTOS PARA EL MATERIAL DE SUBBASE	13
7.2 REQUERIMIENTOS PARA EL AGREGADO PARA BASE ESTABILIZADA	15
8. VALORACIÓN ESTADÍSTICA DE LA CALIDAD DEL TRABAJO REALIZADO.....	16
9. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.....	17
9.1 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	18
9.2 CRITERIO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA EL MATERIAL DE SUBBASE	18
9.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MATERIAL DE SUBBASE	21
9.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MATERIAL GRANULAR UTILIZADO PARA LA BASE ESTABILIZADA	28
10. CONCLUSIONES.....	35
11. RECOMENDACIONES	36
ANEXO 1	36

1. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Resumen de puntos de muestreo realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR, para material de subbase. 12

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 3 de 36
----------------------	---------------------------------------	----------------



Tabla N°2. Resumen de puntos de muestreo realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR, de agregado para base estabilizada.....	13
Tabla N° 3. Especificación de granulometría para Subbase Graduación D, según el CR-77	14
Tabla N° 4. Especificación de límites de consistencia para BE, según el CR-77	14
Tabla N° 5. Especificación de capacidad de soporte según el CR-77	14
Tabla N°6. Especificación de granulometría para BE, según el CR-77	15
Tabla N° 7. Especificación de límites de consistencia para BE-25, según el CR-77	15
Tabla N° 8. Especificación de límites de resistencia para BE-25, según el CR-77	16
Tabla N°9. Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría de Subbase.	21
Tabla N°10. Análisis de variabilidad para los resultados de CBR de la Subbase.....	23
Tabla N°11. Análisis de variabilidad para los resultados de disgregabilidad del agregado grueso en sulfato de sodio de la Subbase.	24
Tabla N°12. Análisis de variabilidad para los resultados de equivalente de arena para el material de Subbase.	24
Tabla N°13. Análisis de variabilidad para los resultados de índice de durabilidad del agregado fino del material de Subbase.	25
Tabla N°14. Resultados del análisis granulométrico de las muestras de SUBBASE ensayadas.....	26
Tabla N°15. Resultados Límites de Atterberg	26
Tabla N°16. Resultados Proctor Modificado	26
Tabla N°17. Resultados de CBR.....	26
Tabla N°18. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio	26
Tabla N°19. Equivalente de arena	26



Tabla N°20. Índice de durabilidad (agregado fino	26
Tabla N°21. Densidad en sitio por medio del método del cono de arena	26
Tabla N°22. Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría del agregado de base estabilizada.	28
Tabla N°23. Resultados del análisis granulométrico de las muestras de BASE ensayadas .	33
Tabla N°24. Resultados Límites de Atterberg	33

2. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla 3"	20
Gráfico N°2. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla N°200	20
Gráfico N°3. Histograma-Curva normal para malla N°200	21
Gráfico N°4. Granulometría muestra de sub base.....	22
Gráfico N°5. Granulometría de la Malla N°200, Muestra de sub base	23
Gráfico N°6. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla $\frac{3}{4}$ "	28
Gráfico N°7. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla N°40	29
Gráfico N°8. Granulometría de las muestras de base estabilizada (especificación de mallas)	30
Gráfico N°9. Granulometría de las muestra de base estabilizada (todas las mallas).....	31



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.
PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL No.613. SECCIÓN:
SABALITO-LAS MELLIZAS
Licitación Pública No. 2008 LN-000001-DI.

1. FUNDAMENTACIÓN

La auditoría técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la ley 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Asimismo, el proceso de auditoría se fundamenta 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. OBJETIVO Y METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

El objetivo de esta auditoría técnica del proyecto Mejoramiento de la Ruta Nacional No.613, Sección Sabalito-Las Mellizas, es dar a conocer a la Administración, desde el punto de vista externo y constructivo, situaciones observadas en las visitas realizadas por el equipo auditor en el sitio de las obras y los aspectos que se desvían de los requerimientos normativos dentro del proceso de gestión del proyecto.

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 6 de 36
----------------------	---------------------------------------	----------------



Se procura que este informe sea una herramienta que le permita a la Administración evaluar las condiciones en que se desarrolló el proyecto de manera que pueda contribuir a la toma de decisiones sobre aspectos que se deben considerar tanto en este proyecto como en futuras obras viales para que se logren ejecutar de una manera eficiente, minimizando la posibilidad de atrasos en los plazos de conclusión, gastos adicionales que se presenten por aspectos previsibles y buscando siempre la calidad requerida y esperada en las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas y que justifique la inversión realizada.

Específicamente el presente informe tiene como objetivo realizar una evaluación estadística de la calidad del material de subbase y del agregado utilizado para la base estabilizada, en miras a la recepción definitiva del proyecto.

Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de auditoría técnica, mediante la revisión de la documentación del proyecto, la verificación del proceso constructivo mediante visitas al sitio y la realización de ensayos de laboratorio al material de subbase y de agregado para base estabilizada.

Como antecedentes a este informe de auditoría técnica están los informes:

1. LM-AT-49-10 "Evaluación del desempeño de la Base Estabilizada, Capa de Ruedo, Seguridad Vial y Gestión Administrativa Proyecto de Mejoramiento de la Ruta Nacional No.613, sección: Sabalito-Las Mellizas Parte I", en el que se evaluó la gestión técnica en lo referente a la condición observada de la base estabilizada y la carpeta asfáltica colocada en el proyecto, así como aspectos relacionados con la gestión administrativa en lo referente a contrataciones de apoyo para el control por parte de la administración y la seguridad vial.
2. LM-AT-146-10 "Evaluación de la mezcla asfáltica producida y colocada en el proyecto Sabalito-Las Mellizas", en el que se presentaron los resultados de ensayos realizados a la mezcla asfáltica.
3. LM-AT-159-10: "Evaluación del Índice de Regularidad Superficial (IRI) en la superficie de ruedo del proyecto Sabalito-Las Mellizas".

2.1 Audiencia a la parte auditada para análisis del informe preliminar LM-AT-183B-10

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica donde se le brinda audiencia a la parte auditada para que se refiera al informe preliminar LM-AT-183B-10, entregado el 17 de diciembre del 2010 mediante oficio LM-AT-190-10. La audiencia se realizó el día 18 de enero 2011 se llevó a cabo la reunión para la presentación del informe en la que participaron el Ing. Álvaro Ulloa Murillo, Director del Proyecto, Ing. Orlando Vargas Karlsson, Ingeniero de Proyecto, el Ing. Alexander Guerra Morán por parte de la Auditoría Interna del CONAVI y el equipo auditor encargado del desarrollo del informe.

Tomando en cuenta los comentarios y observaciones realizados en esta reunión, así como el oficio LM-AT-04-11 del 11 de enero del 2011, emitido por la Ing. Jenny Chaverri Jiménez, Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica y el oficio GCTI-11-0029 del 11 de enero 2011, emitido por el Ing. Orlando Vargas Karlsson, en el que dio respuesta escrita al informe preliminar, se procedió a realizar las revisiones y análisis respectivos al informe borrador para la emisión del presente informe final.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN

De acuerdo con el cartel de licitación, el camino existente antes del inicio de las obras, presentaba en su superficie de ruedo materiales granulares expuestos, de espesor variable, con un ancho promedio de 5,50 (cinco coma cincuenta) metros; la topografía presenta severidad en las pendientes, un alto índice de lluvia y los radios de curvatura son reducidos, además el sistema de evacuación pluvial no es el más adecuado provocando con ello desbordamientos sobre la carretera, afectando las propiedades aledañas a la misma y la circulación vehicular y peatonal.

El proyecto fue adjudicado a la Constructora Hernán Solís S.R.L y de acuerdo con el cartel de licitación y considerando los cambios realizados en la estructura del pavimento mediante la Orden de Modificación N° 1, los trabajos a realizar consistieron en:

- Conformar y compactar al 95% (noventa y cinco por ciento) del Proctor modificado.
- 20 cm de préstamo seleccionado (CBR $\geq$ 10%)
- 30 cm de subbase granular (CBR $\geq$ 30%).
- 20 cm de base estabilizada BE-25

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 8 de 36
----------------------	---------------------------------------	----------------

- 5 cm de carpeta asfáltica con estabilidad Marshall ≥ 1100 Kg.
- Realizar la demarcación vial horizontal con pintura y captales en toda la longitud del proyecto y la colocación de las señales verticales que se indican en los planos constructivos o en su efecto la unidad supervisora del proyecto.

Los planos constructivos de la carretera y su diseño fueron elaborados por el Gabinete de Estudios Técnicos Ingeniería S.A. (GETINSA), empresa contratada por el CONAVI mediante Licitación por Registro N° 033-2001.

El monto original del contrato era de ₡5.955.941.747,00 (colones), más la ampliación tramitada mediante la Orden de Modificación N° 1 de ₡565.069.758,00 para un total ₡6.521.011.452,00 y el plazo de ejecución inicial es de 320 días naturales contados a partir de la orden de inicio de la obra el día 10 de diciembre del año 2008.

La longitud total del proyecto es de 22,81 kilómetros aproximadamente y se ubica en la provincia 6: Puntarenas, cantón 608: Coto Brus, distrito 608 02: Sabalito. Se inicia en el poblado de Sabalito y finaliza en la población de Las Mellizas, como se puede observar en la siguiente figura.



Figura N°1: Ubicación del proyecto. Inicio: Sabalito (8+000) Final: Las Mellizas (30+810)

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 9 de 36
----------------------	---------------------------------------	----------------

4. ALCANCE DE LA AUDITORÍA

El alcance de esta auditoría técnica se centró en el muestreo, ensayo y posterior análisis de los resultados de las muestras de material de subbase y de agregado para base estabilizada, colocados en el proyecto Sabalito-Las Mellizas en el período febrero a junio del 2010.

5. RESPONSABLES DEL PROYECTO

a) Responsables por parte de la Administración:

- Dirección de Obras de CONAVI.
- Laboratorio de Verificación de Calidad: Al momento de la elaboración del informe, no se había hecho la contratación del laboratorio acreditado.

b) Responsables por parte de la empresa constructora:

- Contratista: Constructora Hernán Solís.
- Laboratorio de Control de Calidad: LGC Ingeniería en Pavimentos S.A.

6. INTEGRANTES DEL EQUIPO AUDITOR DEL LANAMMEUCR

- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc. Eng. (Coordinadora de la Unidad de Auditorías Técnicas)
- Ing. Raquel Arriola Guzmán (Auditora Líder)
- Ing. Ana Hidalgo Arroyo (Auditora Técnica)
- Lic. Miguel Chacón Alvarado (Asesor Legal)

7. ANTECEDENTES

En el período febrero a junio del 2010 se realizaron los muestreos y ensayos al material de subbase y agregado para base estabilizada del proyecto Sabalito-Las Mellizas.

El material de subbase y el de base estabilizada fueron extraídos de la misma fuente (Tajo Las Juntas), según lo indicado por la Ingeniería de Proyecto en el oficio DO-I-10-0578 del 10 de mayo 2010, por lo que se trata del mismo material utilizado para ambas capas.

En la Tabla N°1 y N°2 se presenta un resumen de los puntos de muestreo seleccionados para el material de subbase y agregado de base estabilizadas, con sus respectivas fechas de recepción de muestra, estacionamientos y el informe de ensayo correspondiente realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR y que se presentan en el Anexo 1.

Tabla N°1. Resumen de puntos de muestreo realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR, para material de subbase.

SUBBASE			
N° Informe	Fecha recepción de la muestra	Estacionamiento	N° Muestra
I-0117-10	08/12/2009	22+550	3150-09
I-0349-10	12/03/2010	13+080	0594-10
		13+890	0596-10
		24+750	0598-10
I-0346-10	24/03/2010	18+000	0676-10
		18+550	0678-10
		19+000	0680-10
I-0363-10	07/04/2010	14+560	0758-10
		15+200	0760-10
		15+600	0762-10
I-0459-10	29/04/2010	27+800	1004-10
		27+900	1006-10
		27+980	1008-10

Tabla N°2. Resumen de puntos de muestreo realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR, de agregado para base estabilizada.

AGREGADO PARA BASE ESTABILIZADA			
I-0259-10	01/03/2010	12+010	0487-10
		11+013	0488-10
		10+000	0489-10
I-0349-10	12/03/2010	13+080	0593-10
		13+890	0595-10
		24+750	0597-10
I-0346-10	24/03/2010	18+000	0675-10
		18+550	0677-10
		19+000	0679-10
I-0363-10	07/04/2010	14+560	0757-10
		15+200	0759-10
		15+600	0761-10
I-0459-10	29/04/2010	27+800	1003-10
		27+900	1005-10
		27+980	1007-10

7.1 Requerimientos para el material de subbase

En el Cartel de Licitación del proyecto, Capítulo II *Condiciones Específicas*, sección 2 *Actividades a realizar* se menciona que uno de los trabajos de mejoramiento de la Ruta Nacional N° 613, sección Sabalito- Las Mellizas es colocar una subbase granular de 0,25 (cero coma veinticinco) metros de espesor compactado, graduación D.

Según el CR-77, para un material de subbase granular D, es necesario que cumpla con especificaciones en cuanto a graduación, límites de consistencia y capacidad de soporte (CBR).

En las Tablas N°2 a la N°3 se presentan las especificaciones solicitadas de acuerdo con el CR-77.

Tabla N° 3. Especificación de granulometría para Subbase Graduación D, según el CR-77

Tamiz	Porcentaje Pasando
7,62 cm	100
No 4	40-100
No 40	10-70
No 200	5-35

Tabla N° 4. Especificación de límites de consistencia para BE, según el CR-77

Parámetro	Valor (%)
Límite Líquido	< 30
Índice Plástico	≤ 7

Tabla N° 5. Especificación de capacidad de soporte según el CR-77

Parámetro	Capacidad de soporte	
CBR	>30	A una compactación del 95% de la prueba AASHTO T-180.

Con el propósito de obtener valores de referencia que permitieran una mejor caracterización y descripción del comportamiento del material que se estaba colocando en el proyecto al momento de ejecución de la auditoría técnica, se realizaron ensayos adicionales al material de subbase, ensayos que contractualmente no están especificados, sin embargo se tomó como referencia el CR-2010 en el que se solicitan los siguientes ensayos: disgregabilidad de agregado en sulfato de sodio, equivalente de arena, índice de durabilidad, caras fracturadas.

El CR-2010 menciona que las partículas que constituyan estos agregados deben ser duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, de raíces, de restos vegetales y no contendrán partículas que tengan forma de laja o de aguja, piedra quebrada, escoria quebrada o grava quebrada. Deben cumplir con los requerimientos siguientes:

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 13 de 36
----------------------	---------------------------------------	-----------------

- (1) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 (50% máx.)
- (2) Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio, pérdida después de 5 ciclos, AASHTO T 104 (12% máx.)
- (3) Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210 (35 min.)
- (4) Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210 (35 min.)
- (5) Caras fracturadas, ASTM D 5821 (50% min.)
- (6) Libre de materia orgánica, grumos o arcillas

7.2 Requerimientos para el agregado para base estabilizada

Según el CR-77, para un material de base estabilizada con cemento, el material granular, es necesario que cumpla con especificaciones en cuanto a graduación, límites de consistencia y una vez estabilizada, con valores de resistencia mínima y promedio de acuerdo con el tipo de base estabilizada especificada, en este caso BE-25. Dichas especificaciones se pueden observar en las tablas de la N°6 a N°8.

Tabla N°6. Especificación de granulometría para BE, según el CR-77

Tamiz	Porcentaje Pasando
50,8 mm.	100
No 4	50-100
No 40	20-70
No 200	5-35

Tabla N° 7. Especificación de límites de consistencia para BE-25, según el CR-77

Parámetro	Valor (%)
Límite Líquido	< 40
Índice Plástico	≤ 8

Tabla N° 8. Especificación de límites de resistencia para BE-25, según el CR-77

Tipo de BE	Resistencia mínima permisible (kg/cm²)	Resistencia promedio (Kg/cm²)	Tipo de curado
BE-25	21	30	7 días

8. VALORACIÓN ESTADÍSTICA DE LA CALIDAD DEL TRABAJO REALIZADO

La aplicación de herramientas estadísticas para el análisis de los ensayos de calidad es una actividad fundamental en cualquier proceso productivo, para predecir el nivel de calidad del producto, corregir y prevenir desviaciones y mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de producción. Las herramientas estadísticas de control de procesos evalúan no sólo los resultados fuera de los límites de especificación, sino también la variabilidad del proceso, la cual puede aumentar la probabilidad de que el producto no cumpla con el nivel de calidad establecido por las especificaciones como resultado de la variabilidad inherente del proceso.

Por esta razón y con el propósito de aportar elementos que permitan la interpretación de los resultados de los ensayos y acrecentar la calidad de los productos que se utilizan en las labores de construcción de infraestructura vial, la auditoría técnica realiza una evaluación estadística de los resultados de los materiales obtenidos de las muestras tomadas y ensayadas por el personal técnico del LanammeUCR. Para ello se aplica el procedimiento establecido en la sección 107.05 “Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)” del “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010”, con la finalidad de evidenciar la importancia de la aplicación de herramientas estadísticas en el control de procesos de producción.

Los índices de calidad (ICI y ICS) son estimadores del sesgo de los datos analizados con respecto al valor meta y los límites permitidos por el rango de especificación; son indicadores de la variabilidad existente en el conjunto de datos analizados.



Los índices de calidad se calculan para cada uno de los ensayos que se van a analizar, luego se obtiene para cada uno el porcentaje de datos fuera de los límites de especificación (PFL), aplicando la Tabla 107-1 de la sección indicada del CR-2010. El porcentaje fuera de los límites de especificación es una estimación del porcentaje de producto que podría encontrarse fuera de los rangos de especificación para las muestras o periodo analizado (lote).

Para el análisis que realiza la auditoría técnica se considera la variabilidad permitida para los parámetros de categoría II (lo que implica una mayor variabilidad en el proceso productivo) que se indican en la Tabla 107-2 "Factor de calidad".

9. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldados en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría técnica, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las mediciones realizadas y la recolección y análisis de evidencias.

Se entiende como hallazgo de auditoría un hecho que hace referencia a una normativa o bien, a algún documento contractual; ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, las observaciones se fundamentan en normativas o especificaciones que no son documentos contractuales, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería y a la experiencia internacional. Además tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Por lo tanto las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que prevengan el riesgo potencial de incumplimiento.

9.1 Resultados de la Auditoría Técnica

En el proyecto Sabalito-Las Mellizas, para efectos de evaluar la calidad del agregado utilizado para subbase y el agregado para base estabilizada, la Unidad de Auditoría Técnica solicitó la realización de muestreo y ensayos de estos materiales al Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR.

Es importante aclarar que la toma de muestras del proyecto por parte de la Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tiene como finalidad cumplir la función del control ni la verificación de calidad y tampoco le corresponde a esta Auditoría Técnica, realizar evaluaciones exhaustivas a nivel de proyecto que son de competencia propia de la Administración, por lo que el presente informe no es un dictamen final de la calidad del proyecto Sabalito-Las Mellizas, sino un insumo para que la Administración realice una revisión de los resultados obtenidos por el LanammeUCR, en contraste con los controles propios, tanto de la verificación como del control de calidad por parte del contratista, controles que deben existir en todo proyecto de obra vial.

Es competencia de la Administración en la figura del Ingeniero de Proyecto responsable, determinar la aceptación o rechazo del material, así como su respectivo pago, según lo establece el CR-77 en su sección 105.04.

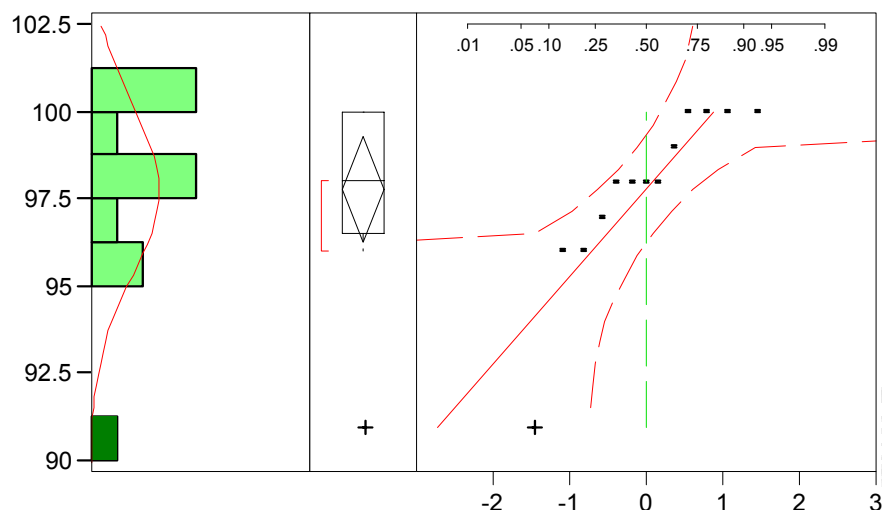
La Auditoría Técnica es un mecanismo externo e independiente cuyo fin es determinar si la inversión se está realizando eficientemente, así como un mecanismo para la propia Administración de obtener insumos de mejora en los proyectos viales.

9.2 Criterio de análisis de resultados para el material de subbase

Del estudio efectuado a los resultados de ensayo de la sub-base y material granular para la base estabilizada, correspondiente al proyecto Sabalito-Las Mellizas, se realizó en primer lugar, un análisis estadístico para verificar la normalidad de los datos y seguidamente predecir el nivel de calidad del producto.

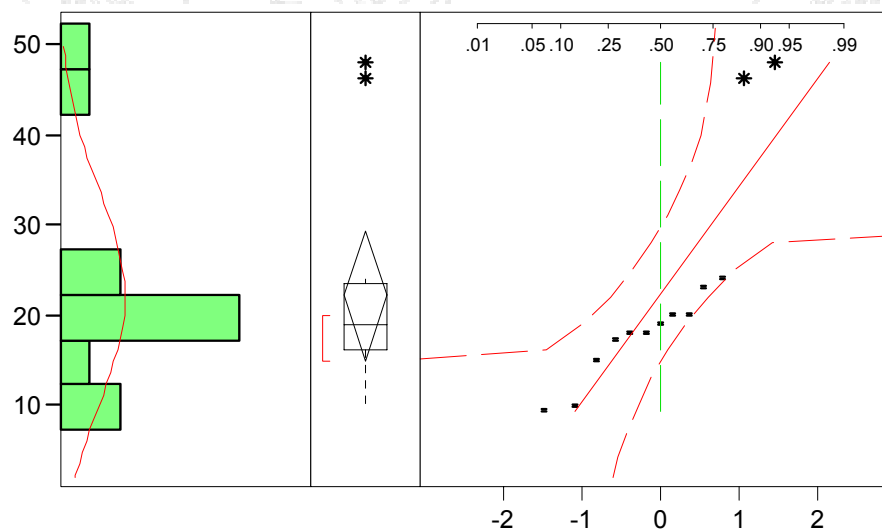
Los siguientes histogramas muestran que los porcentajes pasando la malla 3" y la N°200 de la sub-base presentaron valores atípicos. Adicionalmente, para juzgar la premisa de la normalidad de los datos, se utiliza el gráfico de normalidad, el cual es más sensitivo que el histograma, tal como se muestra en el Gráfico N°1:

Gráfico N°1. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla 3"



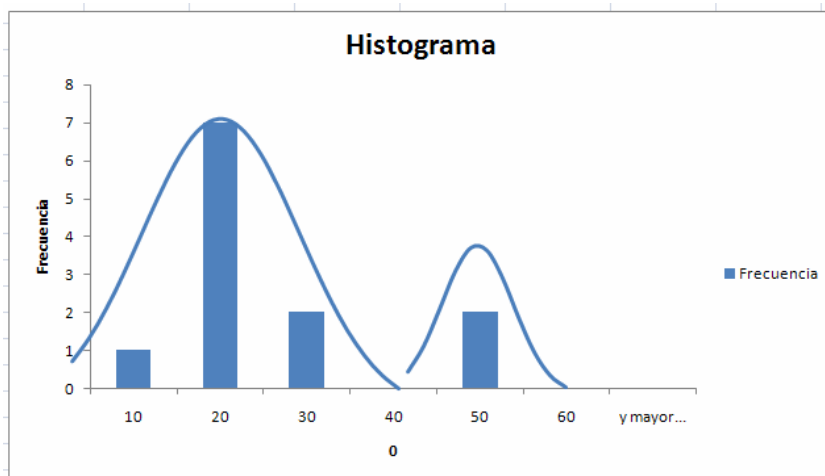
Para el caso de la malla N°200, se puede observar que existen puntos que se alejan de la línea recta, siendo este caso el más significativo de incumplimiento. Estos puntos son valores atípicos por lo que se analizarán individualmente y no como parte del resto de los resultados.

Gráfico N°2. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla N°200



Al representar estos resultados mediante una gráfica Histograma-Curva normal (Gráfico N°3), se puede observar que dichas muestras exhiben un comportamiento atípico, alejado de la media del resto de la muestra.

Gráfico N°3. Histograma-Curva normal para malla N°200



Por lo tanto estas muestras se analizarán individualmente, debido a que:

1. Muestran un comportamiento atípico, totalmente diferente al resto de las muestras, con una granulometría de la malla N°200 completamente diferente a la requerida en las especificaciones, produciendo de hecho un incumplimiento de la misma.
2. Al ser incluidas dentro del conjunto total de muestras para el análisis de porcentaje fuera de los límites establecidos (PFL), diluyen la importancia del comportamiento real de éstas muestras en los resultados de subbase, determinando tan solo un incumplimiento estadístico en calidad de aproximadamente PFL=24% (porcentaje dentro límites=76%).

9.2.1 Análisis de resultados del material de Subbase

Hallazgo 1: Los resultados de granulometría para 11 muestras ensayadas cumplen satisfactoriamente la Especificación para la Graduación D.

A partir de la valoración estadística de la calidad del trabajo realizado mostrado en la Tabla N°9 y citado en el apartado 8, se observa que el porcentaje dentro de los límites de

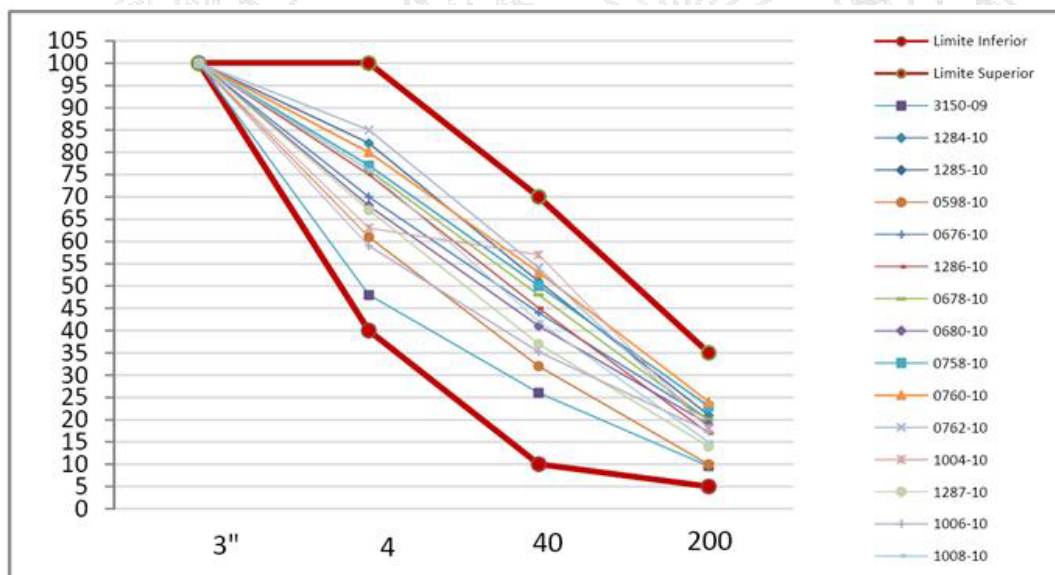
especificación para las mallas N°4, N°40 y N°200 presentan valores entre 98 y 99%, lo cual muestra un cumplimiento satisfactorio en los resultados de granulometría para 11 de las muestras analizadas.

Tabla N°9. Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría de Subbase.

Malla No.	Especificación Graduación D	Ls	Li	Promedio	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
No.4	40-100	100	40	69,4	10,9	2,82	2,70	2%	98%
No.40	10-70	70	10	43,8	9,8	2,67	3,45	1%	99%
No.200	5-35	35	5	17,6	4,6	3,77	2,74	1%	99%

En el Gráfico N°4 se muestra la representación gráfica de los resultados de ensayo de las granulometrías obtenidas de las 11 muestras de subbase.

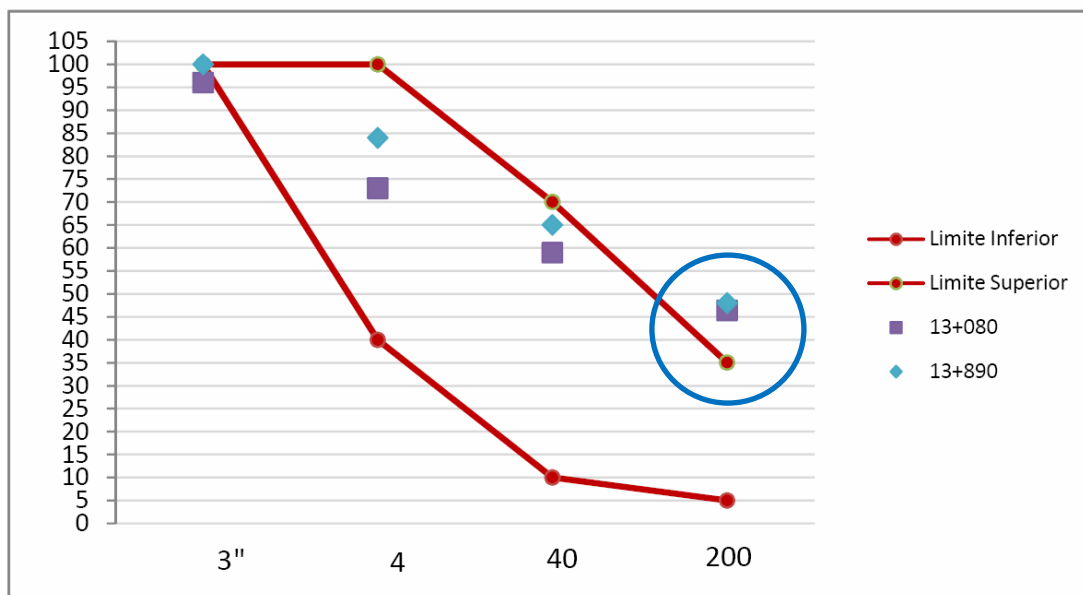
Gráfico N°4. Granulometría muestra de sub base



Hallazgo 2: Para dos de las muestras de subbase correspondientes a los estacionamientos 13+080 y 13+890, se presentó incumplimiento en el tamaño granulométrico de 75um (malla N°200) para los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría.

Tal como se mencionó en el apartado 9.29.2, estas dos muestras de subbase presentaron valores atípicos, particularmente en la malla N°200, mostrando una separación importante de los valores del ensayo (46,4 y 48) con respecto del rango especificado (5 a 35), tal como se muestra en el Gráfico N°5:

Gráfico N°5. Granulometría de la Malla N°200, Muestra de sub base



De acuerdo con la especificación y con la finalidad de reducir un potencial riesgo de incumplimiento, el valor debería ubicarse preferiblemente cercano al centro del rango especificado (valor de 20), si se compara con los valores obtenidos para las 11 muestras analizadas anteriormente, se determina que ambos valores lo duplican, aproximadamente. Por otro lado si se compara con el valor máximo de la especificación (valor de 35), se determina que los valores son un 33% y un 37% respectivamente, mayores de lo permitido. A nivel de producción no es conveniente mantener valores que se ubiquen en las proximidades del valor máximo de la especificación, debido a que la variación natural de un proceso productivo podría originar un incumplimiento.

El incumplimiento de la especificación para la malla N°200 del material de subbase concuerda precisamente con lo señalado en el oficio DO-I-09-1385 del 21 de octubre del 2009 emitido por el Director e Ingeniero de Proyecto, quienes señalan textualmente que:

“Han existido problemas con el material del tajo el cual contiene muchos finos, y se satura fácilmente cuando llueve, lo que dificulta su colocación y compactación”.

Hallazgo 3: Los resultados del ensayo de CBR (0.1 pulg>30) para las muestras de subbase presentan una variabilidad significativa mayor que la permitida para un factor de calidad del 100%.

Para 10 muestras de subbase ensayadas y considerando un material de categoría II de calidad, la tabla 107-2 del CR2010 permite que el 19,75% de los resultados se encuentren fuera de los límites (PFL), por tanto se requiere que el 80,25% estén dentro de los límites de especificación (PDL).

Al analizar los resultados del ensayo de CBR, se determina que para el caso del ensayo CBR (0.1 pulg>30), que tan solo el 77% de los resultados están dentro del PDL, por tanto el PFL es de un 23%, porcentaje que es mayor al permitido (PFL=19.75%), lo que evidencia una variabilidad mayor a la requerida contractualmente.

Para el caso del ensayo CBR (0.2 pulg>30) se obtiene que el PFL es de un 10% (PDL=90%), lo cual confirma una variabilidad satisfactoria.

Tabla N°10. Análisis de variabilidad para los resultados de CBR de la Subbase.

n= 10								
	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
% CBR calculado (95% de compactación) 0,2 pulg> 30	30	30	51.2	27.4	-	0.77	23%	77%
% CBR calculado (95% de compactación) 0,2 pulg> 30	30	30	65.3	26.3	-	1.34	10%	90%

Observación 1: Se puede afirmar que los resultados del ensayo de disgregabilidad para el material de subbase presentan una variabilidad aceptable.

Al analizar los resultados del ensayo de disgregabilidad en sulfato de sodio, se determina que para el agregado grueso el PFL es de un 16% (PDL=84%) y para agregado fino el PFL es de un 14% (PDL=86%), tal como se muestra en la Tabla N°11.

Para una muestra de tamaño 5 y un material categoría II de calidad, en la tabla 107-2 del CR2010 se permite que el 25,0% de los resultados se encuentren fuera de los límites de especificación (PFL), por tanto se requiere que el 75,0% estén dentro de los límites (PDL).

Por tanto, los resultados del ensayo de disgregabilidad para el agregado grueso utilizado como subbase, presentan una variabilidad menor que la establecida para un factor de calidad de 100%..

Tabla N°11. Análisis de variabilidad para los resultados de disgregabilidad del agregado grueso en sulfato de sodio de la Subbase.

n=5	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
% Disgregabilidad de agregado grueso < 12	12	12	7.23	4.4	-	-	16%	84%
% Disgregabilidad de agregado fino < 12	12	12	7.18	4.03	-	-	14%	86%

Observación 2: Los resultados de equivalente de arena para las 5 muestras ensayadas cumplen satisfactoriamente la especificación establecida.

De acuerdo con la Tabla N°12 se observa que el 100% de los resultados del ensayo de equivalente de arena para el material de subbase, está dentro de los límites establecidos, por tanto, cumplen satisfactoriamente la especificación.

Tabla N°12. Análisis de variabilidad para los resultados de equivalente de arena para el material de Subbase.

n=5	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
Equivalente de arena promedio > 25	25	25	37.6	2.79	-	4.51	0%	100%

Observación 3: Los resultados del ensayo de índice de durabilidad muestran una variabilidad aceptable, por lo que alcanzan satisfactoriamente el nivel de calidad establecido para un factor de calidad de 100%.

Para una muestra de tamaño 5 y un material categoría II de calidad, se permite que el 25,0% de los resultados se encuentren PFL (por tanto se requiere que el 75,0% estén PDL). Al analizar los resultados del ensayo de durabilidad, se determina que para el agregado fino el PFL es de un 7% (PDL=93%), tal como se muestra en la Tabla N°13.

Tabla N°13. Análisis de variabilidad para los resultados de índice de durabilidad del agregado fino del material de Subbase.

n=5	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
Índice de durabilidad agregado fino >35	35	35	47.1	6.89	-	1.75	7%	93%

Los resultados obtenidos de los ensayos al material de subbase, realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR se presentan en las Tablas N°14 a la N°21. Los informes de ensayo correspondientes se presentan en el Anexo 1.

Por tanto, los datos obtenidos de los ensayos de composición granulométrica realizados a las 11 muestras de material de subbase en el período febrero a abril 2010, cumplen de manera aceptable con las especificaciones técnicas y la normativa vigente para el material utilizado como subbase, a excepción de los incumplimientos mencionados en dos de las muestras correspondientes a los estacionamientos 13+080 y 13+890.

SUBBASE-PROYECTO SABALITO-LAS MELLIZAS

Tabla N°14. Resultados del análisis granulométrico de las muestras de SUBBASE ensayadas.

			I-0117-10	I-349-10			I-346-10			I-0363-10			I-0459-10		
Malla No.	Abertura (mm)	Especificación Graduación D	22+550	13+080	13+890	24+750	18+000	18+550	19+000	14+560	15+200	15+600	27+800	27+900	27+980
			3150-09	0594-10	0596-10	0598-10	0676-10	0678-10	0680-10	0758-10	0760-10	0762-10	1004-10	1006-10	1008-10
			% Pas												
3 1/2"	88,8	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3"	76,2	100	100	96	-	100	100	100	100	-	-	-	100	100	100
2"	50	-	97	91	100	99	98	96	98	100	100	100	96	98	98
1 1/2"	37,5	-	89	89	99	96	95	92	95	98	98	99	89	93	96
1"	25	-	77	86	97	87	89	89	91	94	95	98	82	83	93
3/4"	19	-	69	84	96	81	86	87	85	90	92	96	78	77	90
No.4	4,75	40-100	48	73	84	61	70	76	68	77	80	85	63	59	76
No.40	0,425	10-70	26	59	65	32	44	48	41	50	53	54	57	35,2	42
No.200	0,075	5-35	9,6	46,4	48	10	20	20	19	23	24	18	18	17,4	15

Tabla N°15. Resultados Límites de Atterberg

LL	< 30	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP	-	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP	≤ 7	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

Tabla N°16. Resultados Proctor Modificado

Densidad (kg/m³)	2018	1932	1960	2004	1998	1966	1996	1998	1995	1950	2030	2068	2032
Humedad (%)	9,8	11,3	11,2	10,8	10	10,5	9,3	9,4	10,8	10,6	8,2	8,6	8,9

Tabla N°17. Resultados de CBR.

		22+550	13+080	13+890	24+750	18+000	18+550	19+000	14+560	15+200	15+600	27+800	27+900	27+980
% CBR calculado (95% de compactación)		3150-09	0594-10	0596-10	0598-10	0676-10	0678-10	0680-10	0758-10	0760-10	0762-10	1004-10	1006-10	1008-10
0,1 pulg	> 30	39	28	22	24	58	44	74	10	66	67	59	112	62
0,2 pulg		46	48	42	42	61	55	76	38	77	75	76	136	76

Tabla N°18. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio ⁽¹⁾.

% Disgregabilidad de agregado grueso:	< 12	I-0677-10		I-0542-10		
		14,40	8,80	3,66	3,26	6,45
		10,90	3,80	4,65	4,33	12,20

Tabla N°19. Equivalente de arena ⁽¹⁾.

Equivalente de arena promedio:	> 25	41	40		35	35	37
--------------------------------	------	----	----	--	----	----	----

Tabla N°20. Índice de durabilidad (agregado fino) ⁽¹⁾⁽²⁾.

Índice de durabilidad agregado fino:	> 35	46	35		52	50	54
		46	36		50	50	54
		46	36		49	50	52
	Promedio	46,0	35,7		50,3	50,0	53,3
	Desv.est	0,0	0,58		1,53	0,00	1,15

Tabla 21. Densidad en sitio por medio del método del cono de arena ⁽¹⁾.

	95	I-0572-10		I-0572-10
		13+080	13+890	27+800
		1289-10	1290-10	1288-10
		% humedad	10,25	9,93
		Densidad seca (kg/m3)	2024	1848
		% Compactación	100	94,3
				11,47
				1829
				90,1

(1) Ensayos contractualmente no especificados, aplican como valores de referencia para caracterización del materia

(2) No fue posible realizar el ensayo de durabilidad en agregado grueso por no cumplir con la cantidad de material grueso solicitado por norma.

(3) El ensayo de abrasión no fue posible realizarlo por no cumplir con la cantidad de material grueso requerido por norma.

9.2.2 Análisis de resultados del material granular utilizado para la Base Estabilizada

En el caso de los resultados de la granulometría de la base, de igual forma que con el material de subbase, se realizó un análisis estadístico para verificar la normalidad de los datos. En las siguientes figuras se muestra que se encontraron valores atípicos que pertenecen a una de las muestras tomadas, correspondiente con el estacionamiento 13+080, por lo que esta muestra no se tomará en cuenta dentro del análisis de calidad final de los resultados de ensayo, sin que esto signifique que se debe excluir del análisis final para determinar el pago.

Gráfico N°6. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla $\frac{3}{4}$ "

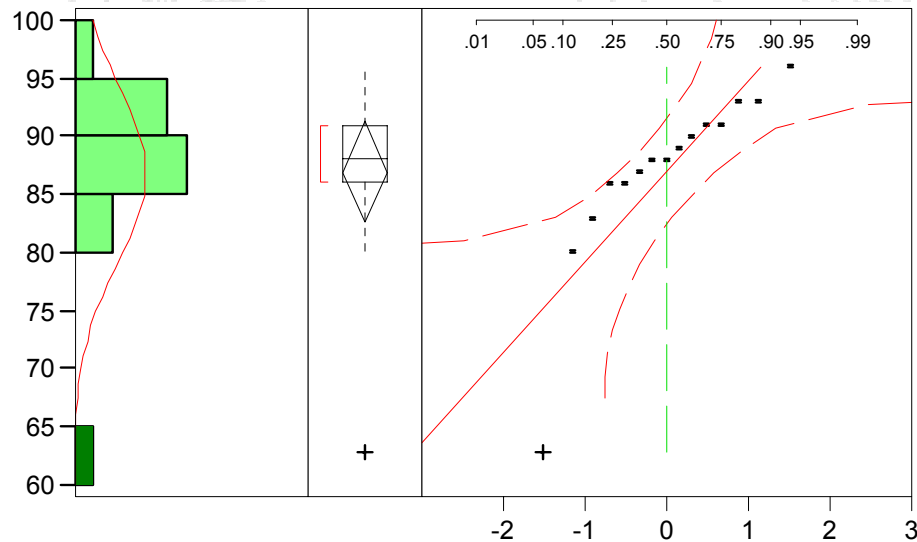
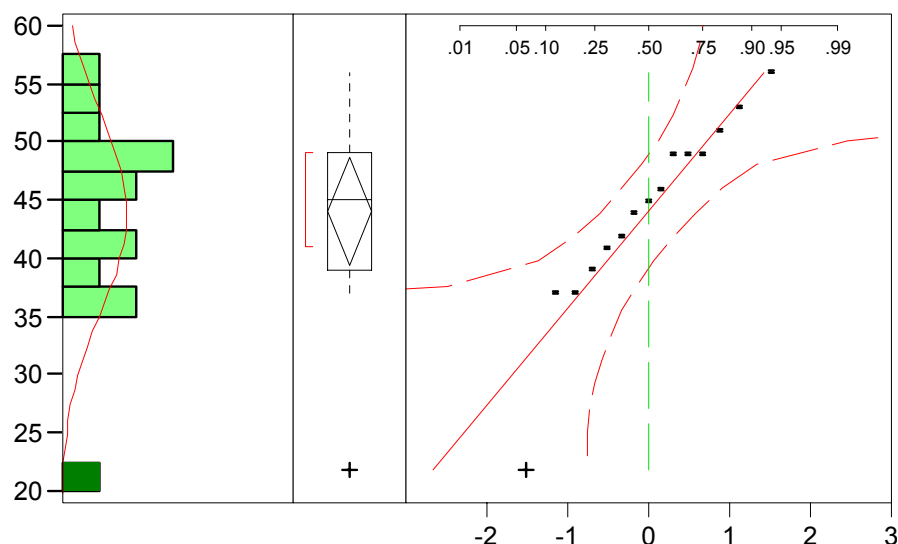


Gráfico N°7. Histograma y Gráfico de Normalidad para Malla N°40



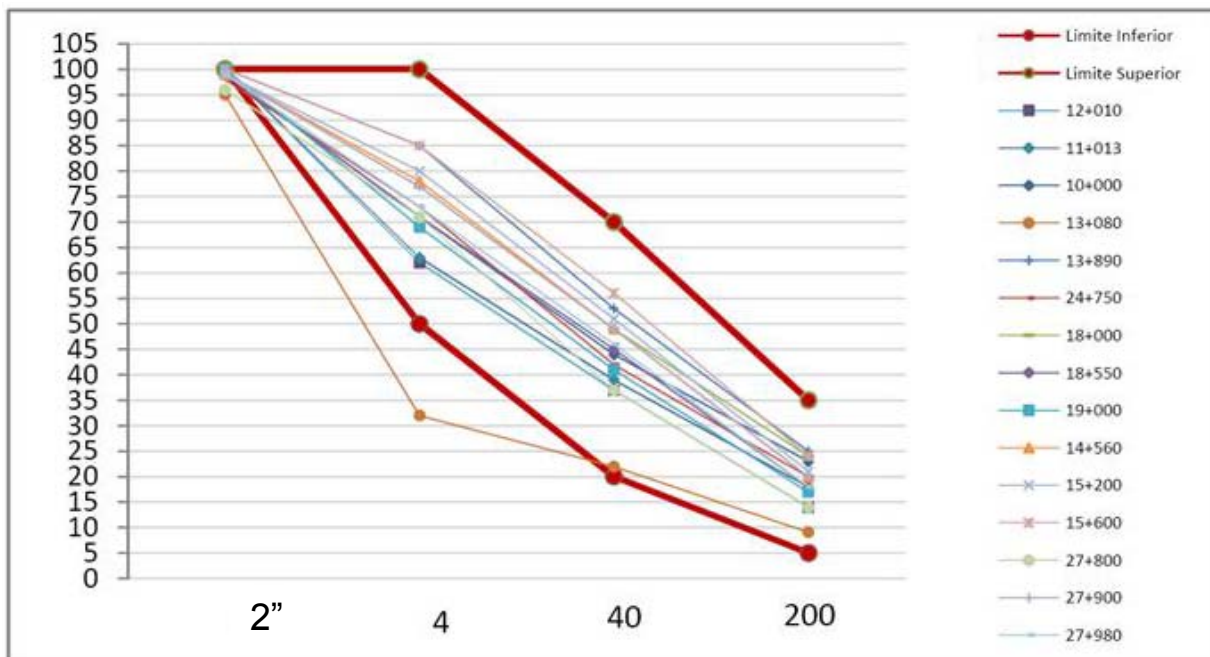
Hallazgo 4: Los resultados de granulometría para el material granular utilizado para la base estabilizada en la malla de 50,8 mm (2") presentaron una variabilidad mayor que la establecida para un factor de calidad de 100%.

Desde el punto de vista estadístico, si se considera el conjunto de 15 datos, la variabilidad máxima permitida o el porcentaje de valores fuera de los límites (PFL) de especificación establecidos en la tabla 107-2 del CR2010 es de un 17,2%, para considerar que el parámetro analizado posee una calidad con variabilidad aceptable o sea el porcentaje de valores que están dentro de los límites de especificación, es de 82,8%, sin embargo como se observa en la Tabla N°22, para la malla de 50,8 mm (2") se observa que el porcentaje fuera de los límites es mayor que el permitido, por tanto, presenta una variabilidad mayor que la establecida para un factor de calidad de 100%.

Tabla N°22. Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría del agregado de base estabilizada.

Malla No.	Especificación	LS	LI	Promedio	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
2"	100	100	100	99,0	1,08	0,93	0	19%	81%
No.4	50-100	100	50	73,9	6,97	3,74	3,43	0%	100%
No.40	20-70	70	20	45,6	5,92	4,13	4,32	0%	100%
No.200	5-35	35	5	20,2	3,21	4,62	4,72	0%	100%

Gráfico N°8. Granulometría de las muestra de base estabilizada (especificación de mallas)

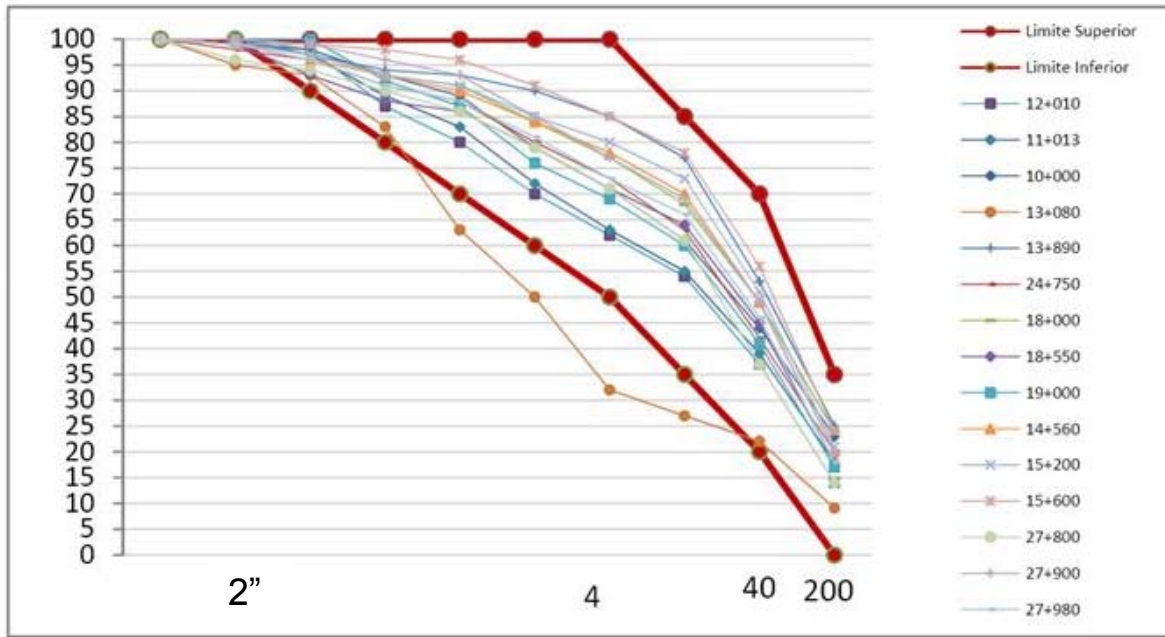


Es importante observar que las muestras de base y sub-base tomadas en el estacionamiento 13+080, presentaron granulometrías estadísticamente diferentes al resto de las muestras obtenidas.

El Gráfico N°8 muestra que en el caso del material de base, la muestra tomada en el estacionamiento 13+080 presenta una granulometría con incumplimiento en el tamaño granulométrico de 50,8 mm (2") y 4,75 mm (N°4), mostrando diferencias de 5% y 18% respectivamente, con respecto al límite inferior de cada rango.

Adicionalmente, en el caso del tamaño granulométrico de 0,425 mm (N°40), el valor es de 22, el cual se encuentra muy cerca del límite inferior (valor de 20). Dicho valor debería ubicarse preferiblemente cercano al centro del rango especificado (valor de 45) para reducir potenciales riesgos de incumplimiento.

Gráfico N°9. Granulometría de las muestra de base estabilizada (todas las mallas)



La variabilidad mayor mostrada en los resultados obtenidos para la malla de 50,8 mm (2"), se asocia también a la presencia de sobretamaño, tal como se denota claramente en el Gráfico N°9 para las restantes mallas que no son parte de la especificación, razón por la cual se produce el incumplimiento en granulometría en esa malla en particular para el material granular utilizado para base estabilizada. Esta condición es totalmente evidente en las Fotografías N°1 y N°2.



Fotografías N°1 y N°2. Material con sobretamaño.

Este hecho se refuerza con lo señalado en el informe de Auditoría Técnica LM-AT-49-10 para este mismo proyecto en el que según la revisión documental, se tiene que de acuerdo con el oficio DO-I-09-1385 emitido por la Ingeniería de Proyecto de CONAVI, el agregado para base estabilizada fue colocado con sobretamaño y se utilizó la recuperadora para eliminar este sobretamaño, sin embargo, tal como revelan los resultados obtenidos se puede observar que no se logró la eliminación completa, esto implica variabilidad en la granulometría del material de base estabilizada y problemas de compactación debido a que al existir mayor cantidad de material grueso, interfiere con la compactación de las partículas más finas.

Acorde con la Guía de Bases Tratadas con Cemento de la PCA (Portland Cement Association) en el caso de las bases estabilizadas, la adecuada compactación y grado de densidad de las partículas finas es importante ya que es donde se produce la mayor acción cementante que permite mantener el agregado grueso unido.

Tomando como referencia el informe de Auditoría Técnica LM-AT-049-10 sobre este mismo proyecto, cabe destacar que con respecto a la variabilidad en la granulometría del material de base estabilizada, en el informe de ensayo E-04-860-2009 del 7 de febrero 2010 emitido por LGC, diseño de mezcla entregado por la Ingeniería de Proyecto a esta auditoría mediante oficio DO-I-10-578 del 10 de mayo del 2010, señala lo siguiente:

“Observaciones: Luego de observar el tramo de prueba realizado entre las estaciones 10+650 y 10+850 los días 28 y 29 de enero, y ante las condiciones constructivas de la base estabilizada debido a: 1- Humedad necesaria para trabajar el material 2- Tiempo utilizado para la conformación de la capa total 3- Desperdicio de cemento durante el proceso y 4- Variabilidad granulométrica producida por la recuperadora. Se hace necesario plantear un cambio en el diseño original para contemplar todas estas variables que pueden afectar la calidad de la base estabilizada.” (Lo subrayado no es del original)

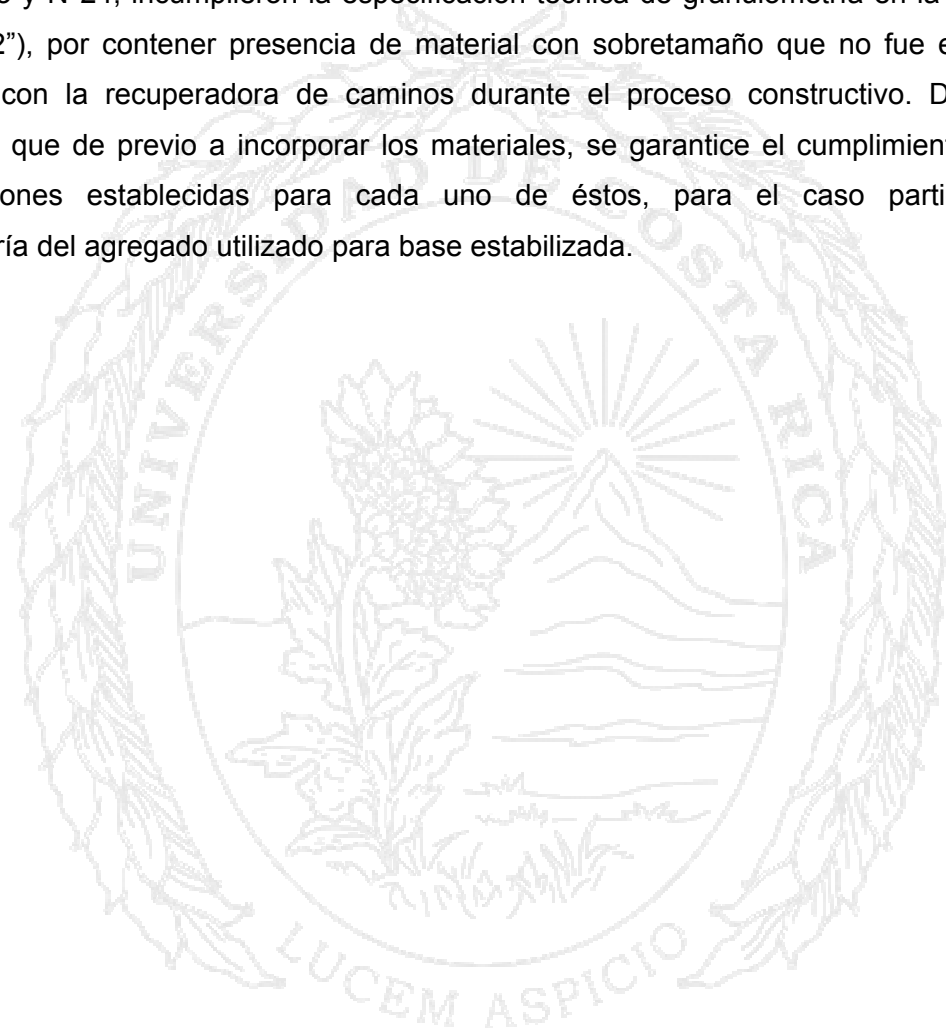
En relación con lo anterior, el CR-77, sección 106.03 “Muestras, ensayos, especificaciones citadas” establece:

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 30 de 36
----------------------	---------------------------------------	-----------------



“Serán inspeccionados los materiales para los cuales estén especificadas las pruebas y su aceptabilidad será comprobada por el Ingeniero previamente a su incorporación en la obra” (lo subrayado no es del original).

Por tanto, los resultados obtenidos de los ensayos realizados a las 15 muestras de material granular para la base estabilizada del período febrero a abril 2010, que se presentan en las Tablas N°23 y N°24, incumplieron la especificación técnica de granulometría en la malla de 50,8 mm (2”), por contener presencia de material con sobretamaño que no fue eliminado totalmente con la recuperadora de caminos durante el proceso constructivo. De ahí la importancia que de previo a incorporar los materiales, se garantice el cumplimiento de las especificaciones establecidas para cada uno de éstos, para el caso particular, la granulometría del agregado utilizado para base estabilizada.



BASE A ESTABILIZAR

Tabla N°23. Resultados del análisis granulométrico de las muestras de BASE ensayadas.

Malla No.	Abertura (mm)	Especificación	I-0259-10			I-0349-10			I-0346-10			I-0363-10			I-0459-10		
			12+010	11+013	10+000	13+080	13+890	24+750	18+000	18+550	19+000	14+560	15+200	15+600	27+800	27+900	27+980
			0487-10	0488-10	0489-10	0593-10	0595-10	0597-10	0675-10	0677-10	0679-10	0757-10	0759-10	0761-10	1003-10	1005-10	1007-10
			% Pas														
2 1/2"	-	-	-	-	100	100	-	100	100	100	-	100	100		100	100	100
2"	50,8	100	100	100	99	95	100	98	99	99	-	99	99	100	96	99	99
1 1/2"	37,5	-	98	97	98	93	97	96	97	93	100	96	97	99	94	99	96
1"	25	-	87	89	93	83	94	91	93	88	92	93	93	98	90	96	91
3/4"	19	-	80	83	89	63	93	88	91	86	87	90	91	96	86	93	88
3/8"	9,5	-	70	72	79	50	90	80	84	79	76	84	85	91	79	85	81
No.4	No.4	50-100	62	63	71	32	85	73	77	71	69	78	80	85	71	77	73
No.10	No.10	-	54	55	61	27	77	63	68	64	60	70	73	78	61	69	66
No.40	No.40	20-70	37	39	44	22	53	42	49	45	41	49	51	56	37	49	46
No.200	No.200	5-35	14	18	23	9,1	25	20	24	18	17	20	21	24	14	20	18

Tabla N°24. Resultados Límites de Atterberg

LL	< 40	NP	21	23	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP	-	NP	17	18	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP	≤ 8	NP	3	5	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

10. CONCLUSIONES

10.1 En relación con el ensayo de granulometría para las 13 muestras de material de subbase tomadas en el período febrero a abril 2010 y con base en el análisis estadístico realizado, se concluye lo siguiente:

- a. Once muestras presentaron cumplimiento satisfactorio de la especificación.
- b. Para dos de las muestras de subbase correspondientes a los estacionamientos 13+080 y 13+890, se presentó incumplimiento en el tamaño granulométrico de 75um (malla N°200). Estas muestras presentaron resultados atípicos en comparación con el resto, por lo que se excluyeron del análisis estadístico, sin que esto les exima de una evaluación individual e independiente, para la determinación de pago que realiza el ingeniero de proyecto.

10.2 Los resultados de los ensayos de disgregabilidad del agregado grueso, equivalente de arena e índice de durabilidad realizados al material de subbase, presentaron una variabilidad menor que la establecida para un factor de calidad del 100%, es decir, presentaron cumplimiento de las especificaciones

10.3 Con respecto a los resultados del ensayo de CBR (0.1 pulg>30) realizados al material de subbase, presentaron una variabilidad mayor que la permitida para un factor de calidad del 100%. No así los resultados de CBR (0.2 pulg>30).

10.4 Los resultados de granulometría para la malla de 50,8 mm (2") del agregado para base estabilizada muestreado en el período febrero a abril 2010, evidencian una variabilidad mayor que la establecida para un factor de calidad de 100%, es decir incumplen la especificación para esta malla.

10.5 Durante el proceso constructivo de la base estabilizada, en el que se utilizó la recuperadora de caminos, no se eliminó completamente el sobretamaño del material, tal como se comprueba con los resultados de los ensayos realizados, de ahí el incumplimiento en granulometría en la parte gruesa.

10.6 Es importante observar que las muestras de base y subbase tomadas en el estacionamiento 13+080 y en el 13+890 para el caso de la subbase, presentaron granulometrías estadísticamente diferentes al resto de las muestras obtenidas, es decir presentaron incumplimiento en alguna de las mallas o valores muy cercanos a alguno de los límites de especificación.

10.7 Los resultados de los ensayos obtenidos para las muestras de subbase y agregado de base estabilizada, reportados en los informes de ensayo realizados por el LanammeUCR, sólo amparan las mediciones en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizaron las pruebas, para las muestras indicadas en los informes de ensayo adjuntos.

11. RECOMENDACIONES

Le corresponde a la Administración definir e implementar las medidas correctivas y preventivas que procedan con el fin de subsanar los hallazgos planteados en el presente informe. A continuación se indican algunas recomendaciones.

A la Ingeniería de Proyecto y la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del CONAVI:

11.1 Garantizar en proyectos futuros el riguroso cumplimiento de los materiales, antes de la incorporación al proyecto, tal como lo establece el CR-77 y el actual CR-2010, por ejemplo, en el caso de la base estabilizada colocada en este proyecto.

11.2 Realizar el monitoreo del desempeño del proyecto, particularmente en la sección entre los estacionamientos 13+080 y 13+890, tramo en el que con base en los resultados obtenidos de las muestras ensayadas, presentaron incumplimiento en su composición granulométrica.

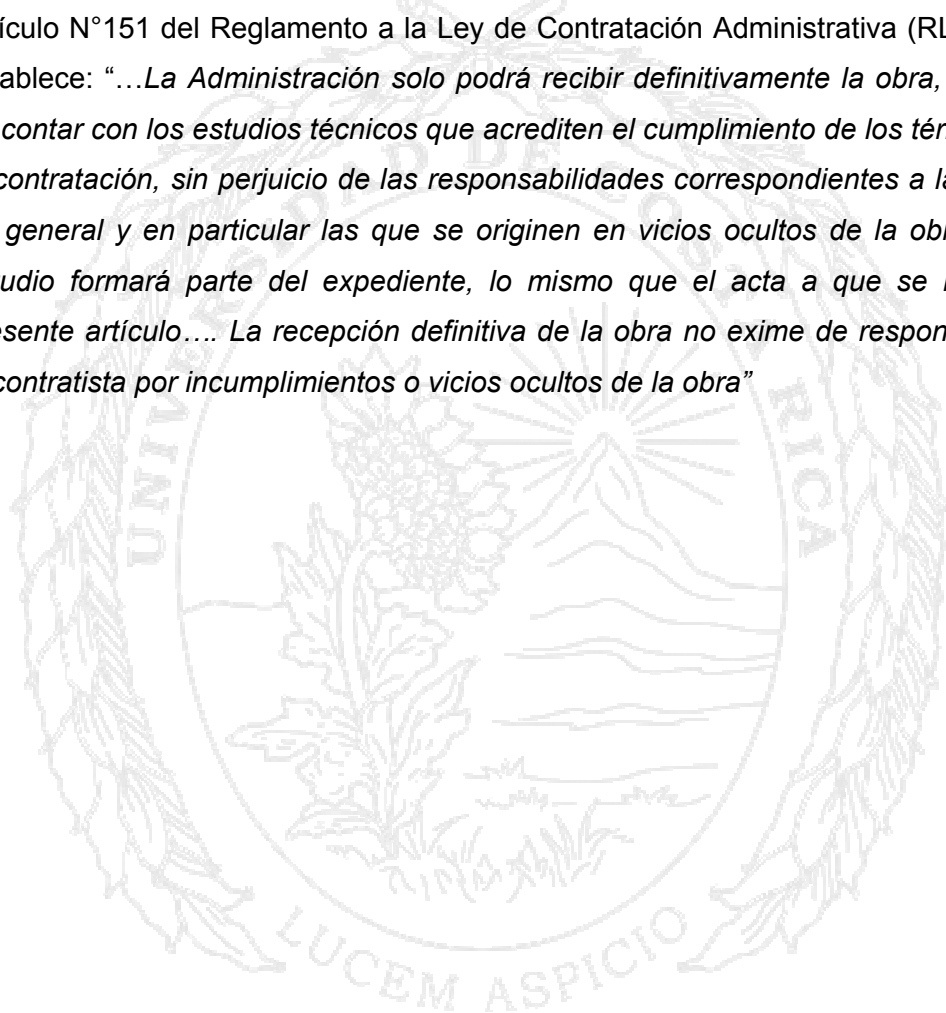
11.3 Tomando como referencia el informe de Auditoría Técnica LM-AT-049-10 sobre este mismo proyecto, en el que se informó sobre los deterioros presentados en la base

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 34 de 36
----------------------	---------------------------------------	-----------------

estabilizada, para futuros proyectos realizar un estricto seguimiento de control de calidad desde el diseño de la base estabilizada, el control de calidad de bases estabilizadas y principalmente el proceso constructivo.

A la Dirección Ejecutiva y el Consejo Administrativo de CONAVI:

11.4 En vista de los hallazgos identificados en relación con la base estabilizada y la carpeta asfáltica de este proyecto, mantener la observancia de lo establecido en el Artículo N°151 del Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa (RLCA) que establece: *“...La Administración solo podrá recibir definitivamente la obra, después de contar con los estudios técnicos que acrediten el cumplimiento de los términos de la contratación, sin perjuicio de las responsabilidades correspondientes a las partes en general y en particular las que se originen en vicios ocultos de la obra. Dicho estudio formará parte del expediente, lo mismo que el acta a que se refiere el presente artículo.... La recepción definitiva de la obra no exime de responsabilidad al contratista por incumplimientos o vicios ocultos de la obra”*





Anexo 1

Informes de ensayos de laboratorio realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR

Informe LM-AT-183-10	Fecha de emisión: 14 de abril de 2011	Página 36 de 36
----------------------	---------------------------------------	-----------------



LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0117-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0069 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica –Ing. Raquel Arriola-

Proyecto: Sabalito-Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

IT-CA-02 (ASTM C 136) (*) Granulometría de agregados.

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*) Límites de Atterberg.

IT-GC-07 (AASHTO T 180) (*) Compactación de materiales: Próctor modificado.

IT-GC-08 (AASHTO T 193) (*) Índice de soporte de California (CBR)

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

3150-09

Descripción:

Agregado grueso para sub-base. Lastre color gris, medianamente bien graduado y compacto, ligeramente abrasivo. Aparencia contaminación. Proveniente del Tajo Las Juntas.

Aportadas por:

Sr. Cristian Molina (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

09/12/08

Fecha de realización del ensayo:

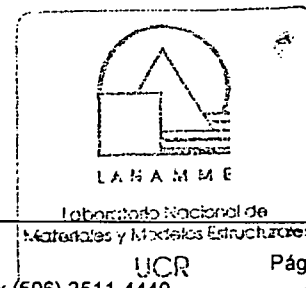
10/01/19 - 10/02/01

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nacional de Materiales
y Modelos Estructurales

10 FEB. 2010

RECIBIDO
Raquel Arriola, UAT EFCFJ

500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica
Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tel (506) 2511-5423, Fax (506) 2511-4440
e-mail: direccion.lanamme@ucr.ac.cr



No. de informe: I-0117-10

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

09/12/08

Ubicación:

Sabalito- Las mellizas. Estacionamiento: 22+550.

Procedimiento de muestreo:

Realizado según lo establecido en la norma ASTM D 75 de muestreo para los agregados de base y sub-base.

Condiciones ambientales:

Soleado.

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico

MASA INICIAL: 25814 g MASA FINAL: 23462.6 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	817	3.16	3.16	97
1 1/2"	37.5	2052	7.95	11.1	89
1"	25.0	3132	12.1	23.2	77
3/4"	19.0	1897	7.3	30.6	69
N° 4	4.75	5459	21.1	51.7	48
N° 40	0.425	5836	22.6	74.4	26
N°200	0.075	4130	16.0	90.4	9.6

No. de informe: I-0117-10

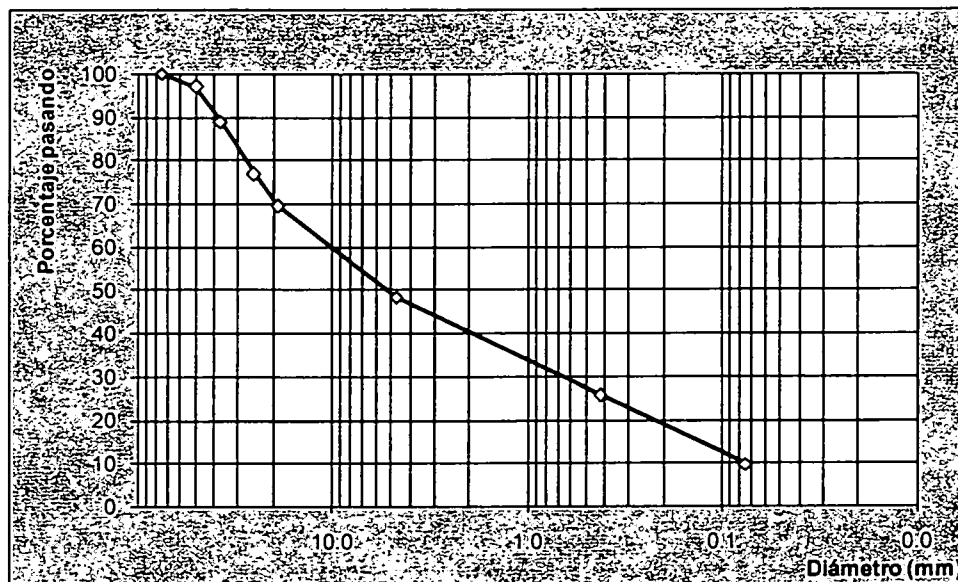


Figura 1: Curva granulométrica

Tabla 2. Resultados de límites de Atterberg

MUESTRA No.	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
3150-09	NP	NP	NP

No. de informe: I-0117-10

Tabla 3. Resultados de compactación

Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	9,80%
Densidad seca máxima estándar	2018,0 kg/m³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

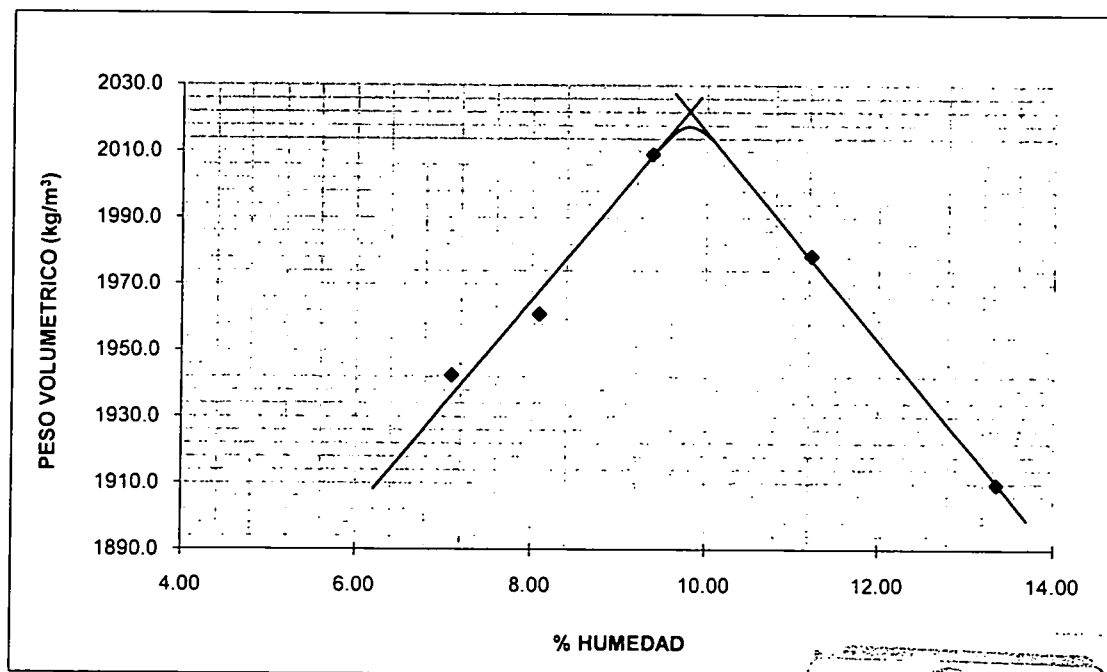


Figura 2. Esfuerzo unitario contra penetración

No. de informe: I-0117-10

Tabla 4. Resultados de compactación: Próctor Modificado

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	3	2004	99.3	9.51
25	5	1905	94.4	10.3
10	12	1797	89.1	9.64

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
3	0.15	0.18	0.18	0.21
5	0.12	0.13	0.13	0.15
12	0.11	0.14	0.14	0.16

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	3	5	12
(pulg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	1.9	4.89	1.95
0.050	7.3	11.5	4.73
0.075	16.7	19.1	7.4
0.100	28.9	27.2	9.5
0.150	45.7	37.0	11.2
0.200	63.9	45.8	12.8
0.250	104.1	61.0	15.8
0.300	175.0	86.6	21
0.350	237.5	105	25
0.400	288.4	121	31

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	99.3	41.1	60.9
25	94.4	39	43.6
10	89.1	13.4	12.2

No. de informe: I-0117-10

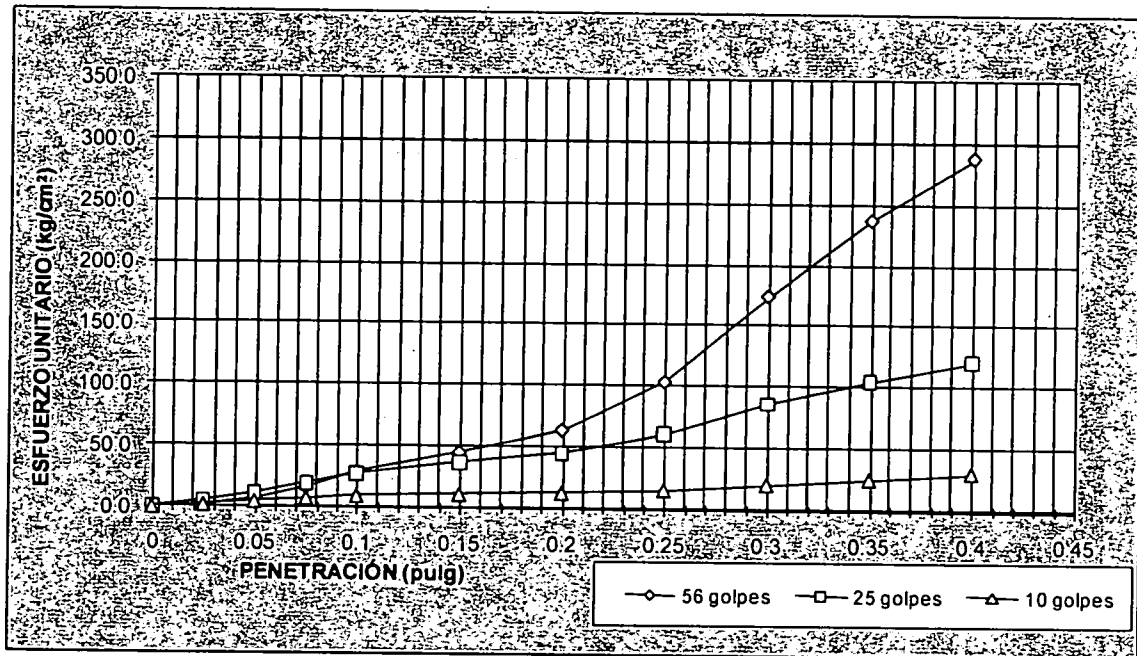


Figura 3. Esfuerzo unitario contra penetración

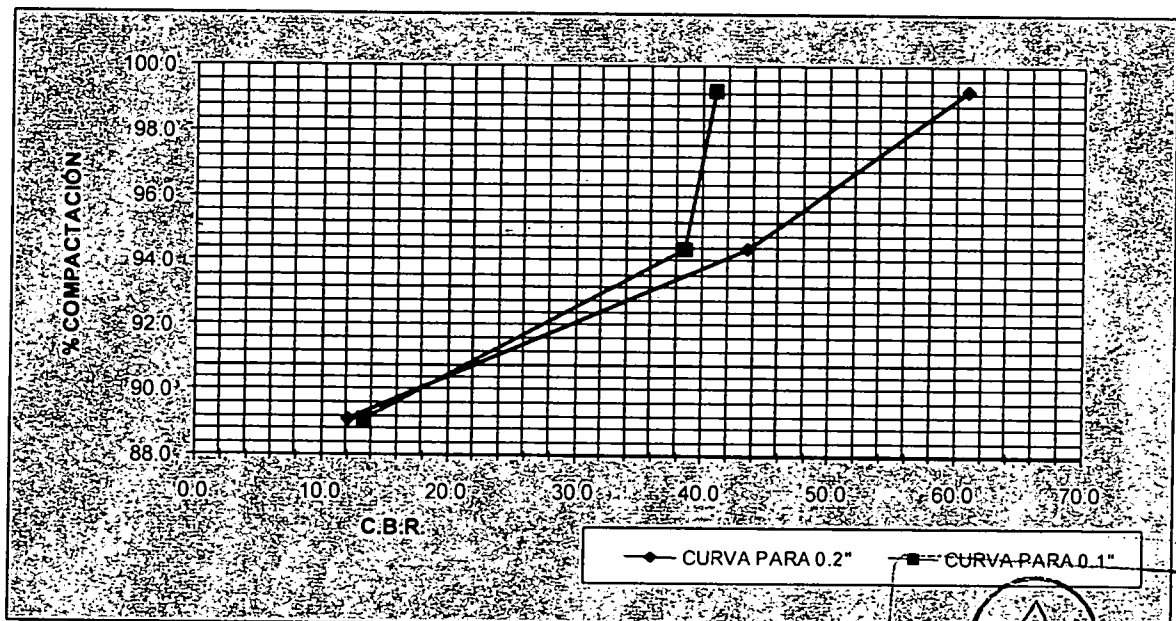


Figura 4. Porcentaje de compactación contra CBR



LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



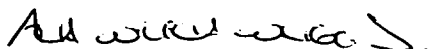
Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación Nº LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0117-10

Aclaraciones:

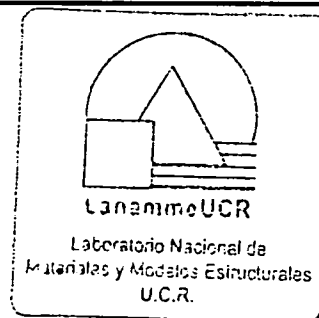
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados no constituye un certificado de calidad.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





(



(



No. de informe: I-0259-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0255 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica LanammeUCR – Ing. Raquel Arriola-

Proyecto: Sabalito-Las Mellizas

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

IT-CA-02 (ASTM C 136) (*). Granulometría de agregados.

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*). Límites de Atterberg.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

Descripción:

0487-10

5 sacos con material de base. Estacionamiento 12+010. Agregado de tajo color gris claro. Material bien graduado de partículas semicompactas y algunas porosas, forma cúbica con redondeadas. Material con tamaño de hasta 25 mm de diámetro.

0488-10

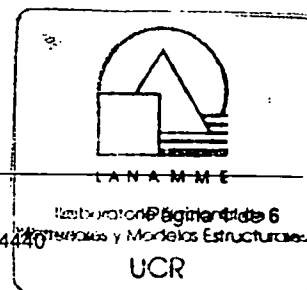
5 sacos con material de base. Estacionamiento 11+013. Material combinado con partículas de río color gris oscuras. Material compacto y bien graduado, con partículas de hasta 9.5mm de diámetro.

0489-10

5 sacos con material de base. Estacionamiento 10+000. Agregado de tajo color gris claro. Material bien graduado de partículas medianamente compactas. Presenta una cantidad importante de agregado de río de hasta 9.5 mm de diámetro de color gris oscuro y blancas.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).



No. de informe: I-0259-10

Fecha de recepción : 10/03/01
Fecha de realización del ensayo: 10/03/08 – 10/03/17

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo: 10/02/25
Ubicación: Proyecto Sabalito- Las Mellizas en San Vito de Coto Brus.

Procedimiento de muestreo:

Realizado según lo establecido en la norma ASTM D 75.

Condiciones ambientales: Lluvioso.

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0487-10

MASA INICIAL: 17661 g MASA FINAL: 15317 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 1/2"	37.5	352	2.0	2.0	98
1"	25.0	1885	10.7	12.7	87
3/4"	19.0	1266	7.2	19.8	80
3/8"	9.50	1877	10.6	30.5	70
Nº 4	4.75	1375	7.8	38.3	62
Nº 10	2.00	1286.9	7.3	45.5	54
Nº 40	0.425	3048.3	17.3	62.8	37
Nº 200	0.075	4112.9	23.3	86.1	14

No. de informe: I-0259-10

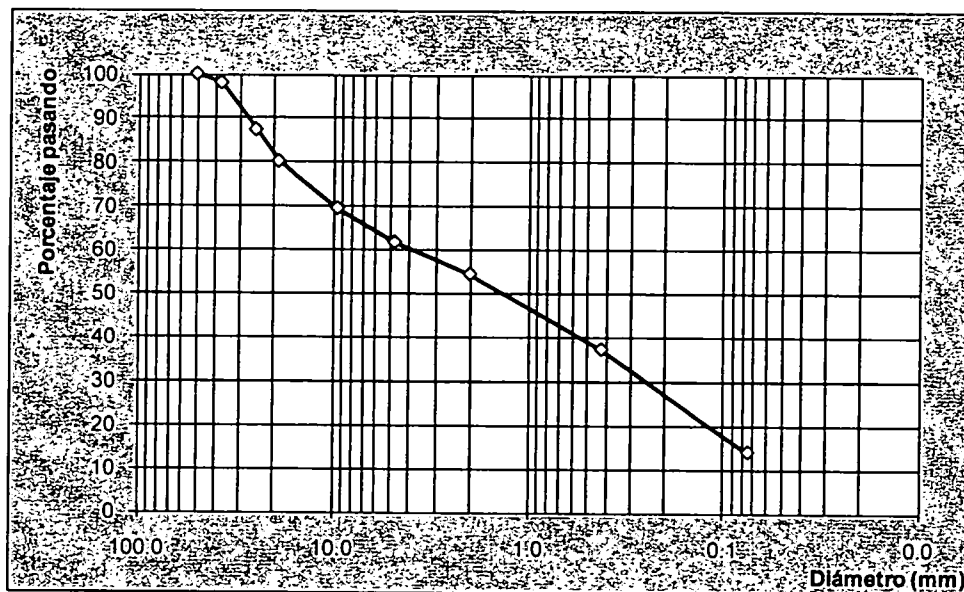


Figura 1: Curva granulométrica: muestra 0487-10

Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0488-10

MASA INICIAL:		16215 g	MASA FINAL:		13424 g
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 1/2"	37.5	529	3.3	3.3	97
1"	25.0	1279	7.9	11.2	89
3/4"	19.0	978	6.0	17.2	83
3/8"	9.50	1761	10.9	28.0	72
Nº 4	4.75	1412	8.7	36.8	63
Nº 10	2.00	1364	8.4	45.2	55
Nº 40	0.425	2530	15.6	60.8	39
Nº 200	0.075	3473	21.4	82.2	18

No. de informe: I-0259-10

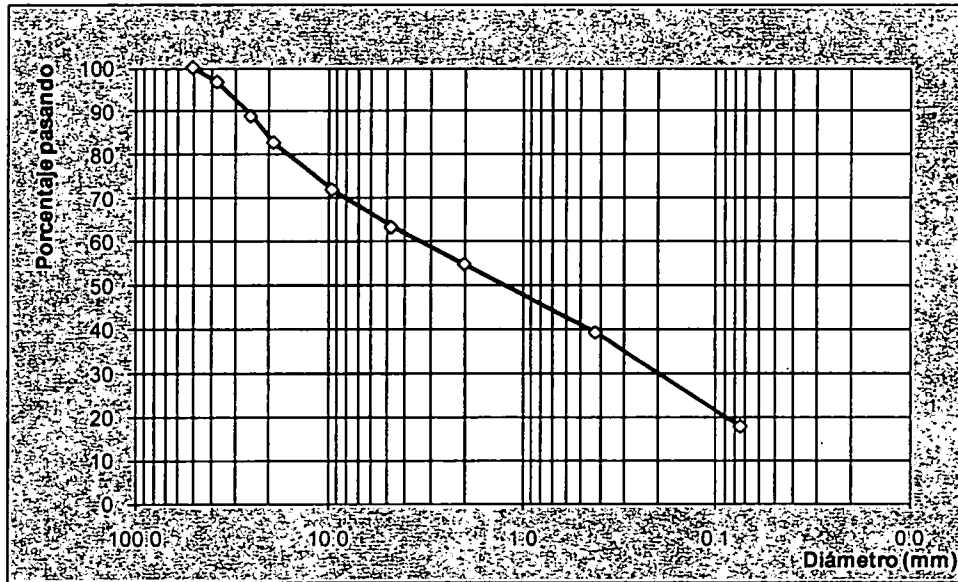


Figura 2: Curva granulométrica: muestra 0488-10

Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0489-10

MASA INICIAL: 27488 g MASA FINAL: 21262 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	207	0.8	0.8	99
1 1/2"	37.5	355	1.3	2.0	98
1"	25.0	1425	5.2	7.2	93
3/4"	19.0	969	3.5	10.7	89
3/8"	9.50	2737	10.0	20.7	79
Nº 4	4.75	2378	8.6	29.4	71
Nº 10	2.00	2742	10.0	39.3	61
Nº 40	0.425	4646	16.9	56.2	44
Nº 200	0.075	5699	20.7	77.0	23

No. de informe: I-0259-10

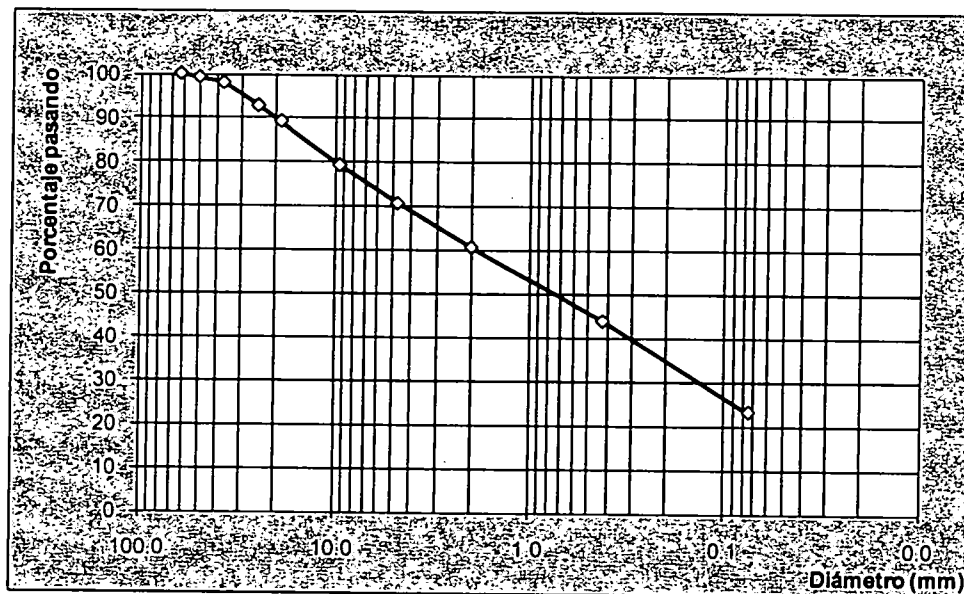


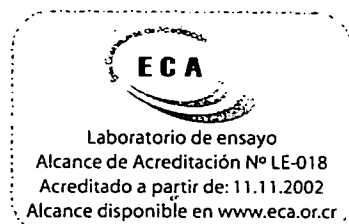
Figura 3: Curva granulométrica: muestra 0489-10

Tabla 4. Resultados del límites de Atterberg

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLASTICIDAD
0487-10	NP	NP	NP
0488-10	21	17	3
0489-10	23	18	5



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0259-10

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



Recibido 4A7 24/03/10
ZEP LFJ 8:20am



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0387-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0260 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales
y Modelos Estructurales

04 MAYO 2010

RECIBIDO

2. Método de ensayo:

IT-GC-08 (AASHTO T-193) (*) Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

0594-10

Descripción:

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 13+080. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0596-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 13+890. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.



Laboratorio Nacional de

Materiales y Modelos Estructurales

UCR Página 1 de 9

No. de informe: I-0387-10

0598-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como:
Estacionamiento: 24+750. Sentido Sabalito-Las Mellizas
Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente
compacto, partícula cúbica, medianamente degradable
aproximadamente 60% pasando la malla No. 4,
ligeramente mal graduado.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/03/12

Fecha de realización del ensayo:

10/04/19 – 10/04/23

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los
agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

No. de informe: I-0387-10

5. Resultados:

Tabla 1 Resultados de CBR: muestra 0594-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m³)	C (%)	W (%)
56	13	1947	100.8	11.3
25	19	1874	97.0	11.4
10	23	1758	91.0	11.3

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
13	0.01	0.03	0.06	0.12
19	0.03	0.04	0.04	0.04
23	0.06	0.07	0.07	0.07

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	13	19	23
(pulg)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	1.64	2.28	2.98
0.050	4.81	6.5	6.41
0.075	9.9	13.7	9.8
0.100	16.3	23.0	12.4
0.125	24.6	33.4	14.8
0.150	34.2	44.3	16.7
0.200	54.1	65.7	19.3
0.300	95.0	101	25.1
0.400	132	130	31.9
0.500	165	155	38.6

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	101	23.2	51.5
25	97.0	32.6	62.6
10	91.0	17.6	18.4

No. de informe: I-0387-10

Gráfico 1 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0594-10

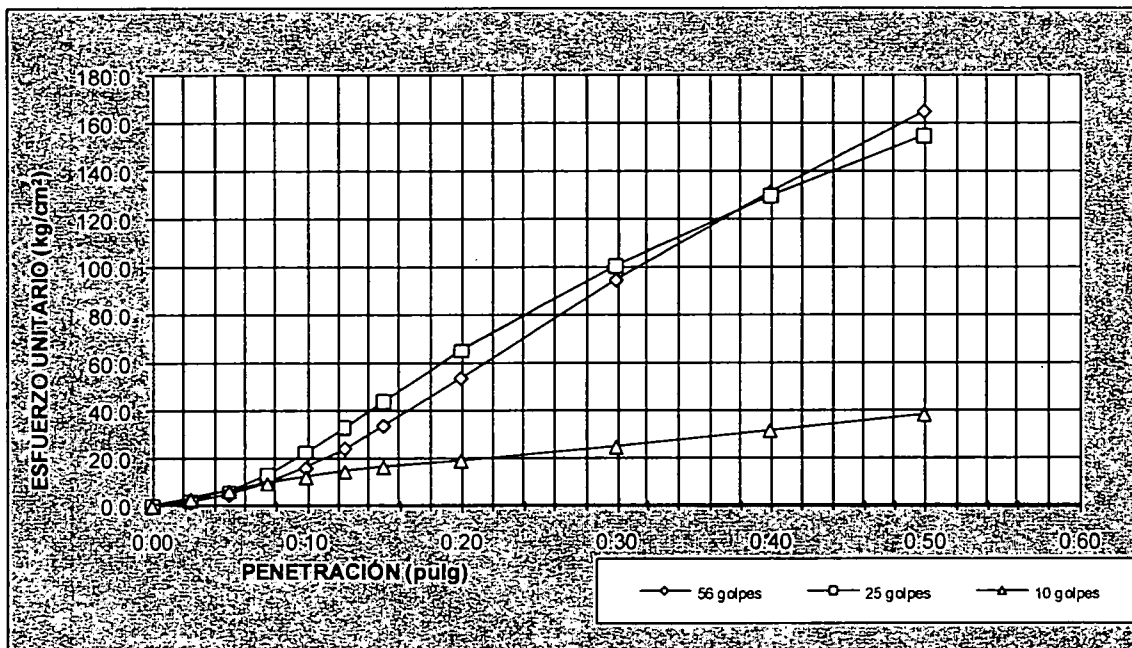
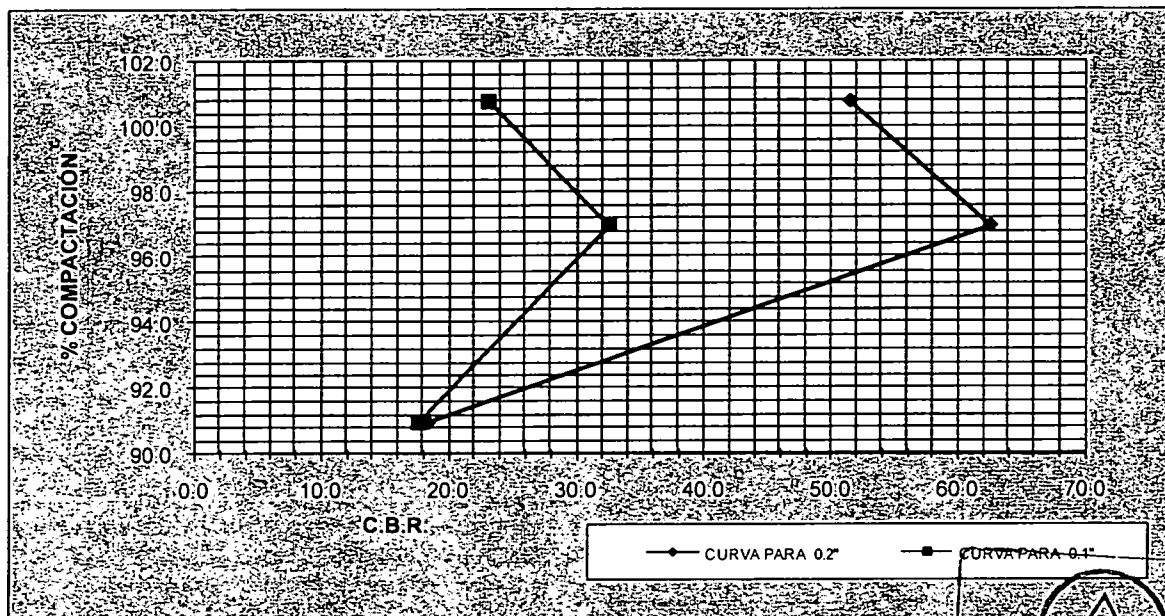


Gráfico 2 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0594-10



No. de informe: I-0387-10

Tabla 2 Resultados de CBR: muestra 0596-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	33	1931	98.5	10.8
25	34	1910	97.4	10.6
10	35	1799	91.8	10.8

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
33	-0.03	-0.45	-0.45	-0.45
34	0.01	0.20	0.20	0.20
35	0.04	-0.09	-0.04	-0.04

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	33	34	35
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	0.93	1.53	1.32
0.050	3.34	5.1	3.39
0.075	8.2	11.7	6.2
0.100	15.6	20.5	9.2
0.125	25.1	31.0	12.3
0.150	35.8	41.6	15.3
0.200	59.1	62.3	19.9
0.300	103.2	96	28.7
0.400	140	120	36.2
0.500	173	133	43.4

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98.5	22.1	56.3
25	97.4	29.1	59.3
10	91.8	13.0	19.0

No. de informe: I-0387-10

Gráfico 3 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0596-10

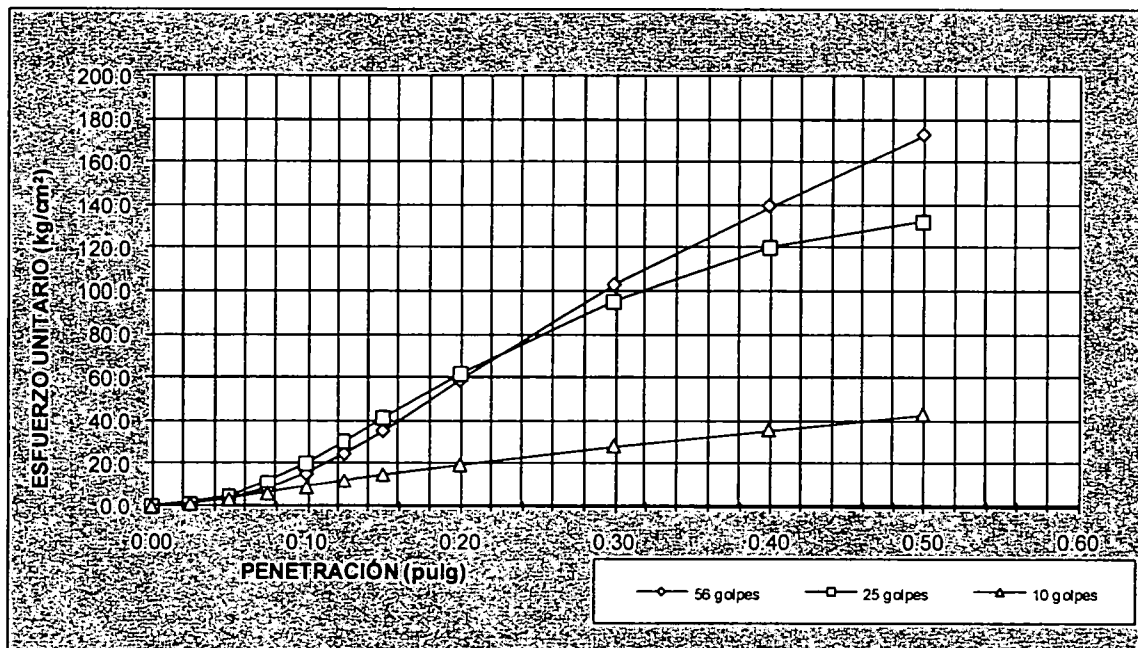
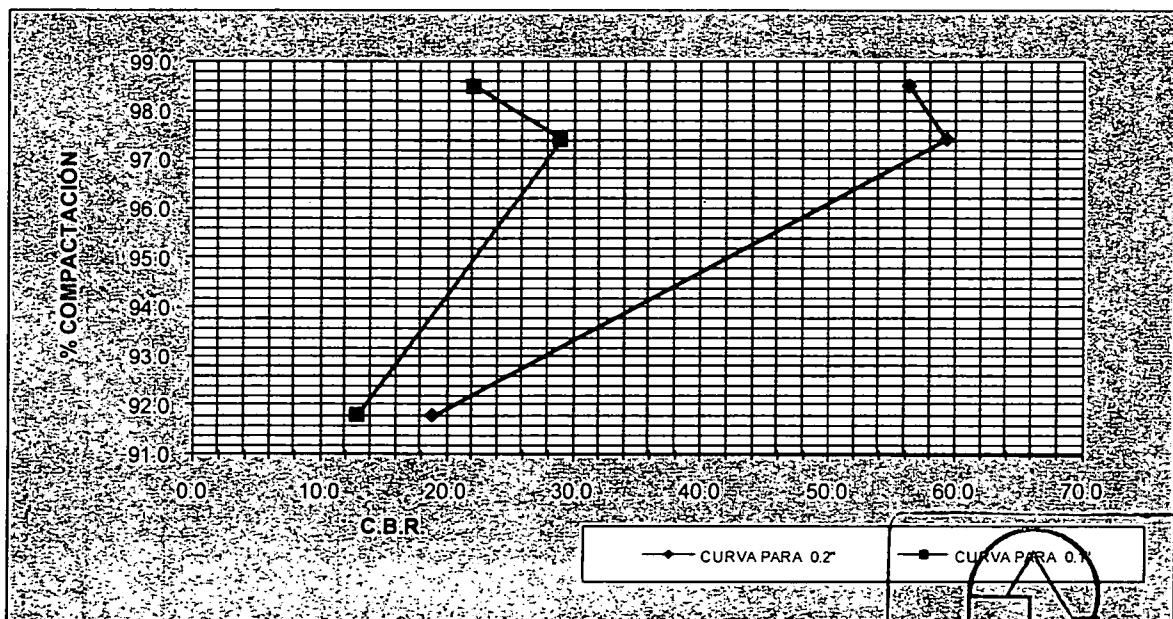


Gráfico 4 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0596-10



No. de informe: I-0387-10

Tabla 3 Resultados de CBR: muestra 0598-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	2	1984	99.0	10.0
25	14	1968	98.2	10.5
10	20	1848	92.2	10.9

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
2	-0.14	-0.12	-0.12	-0.12
14	0.01	0.03	0.03	0.03
20	0.09	0.09	0.09	0.09

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	2	14	20
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	0.85	1.20	2.78
0.050	2.22	4.1	7.26
0.075	4.8	9.4	12.0
0.100	8.7	16.9	16.4
0.125	14.0	26.7	20.3
0.150	20.5	37.4	23.6
0.200	37.4	61.0	29.1
0.300	77.6	103	37.1
0.400	116	140	44.3
0.500	151	175	51.7

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	99.0	12.4	35.7
25	98.2	24.0	58.0
10	92.2	23.4	27.7

No. de informe: I-0387-10

Gráfico 5 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0598-10

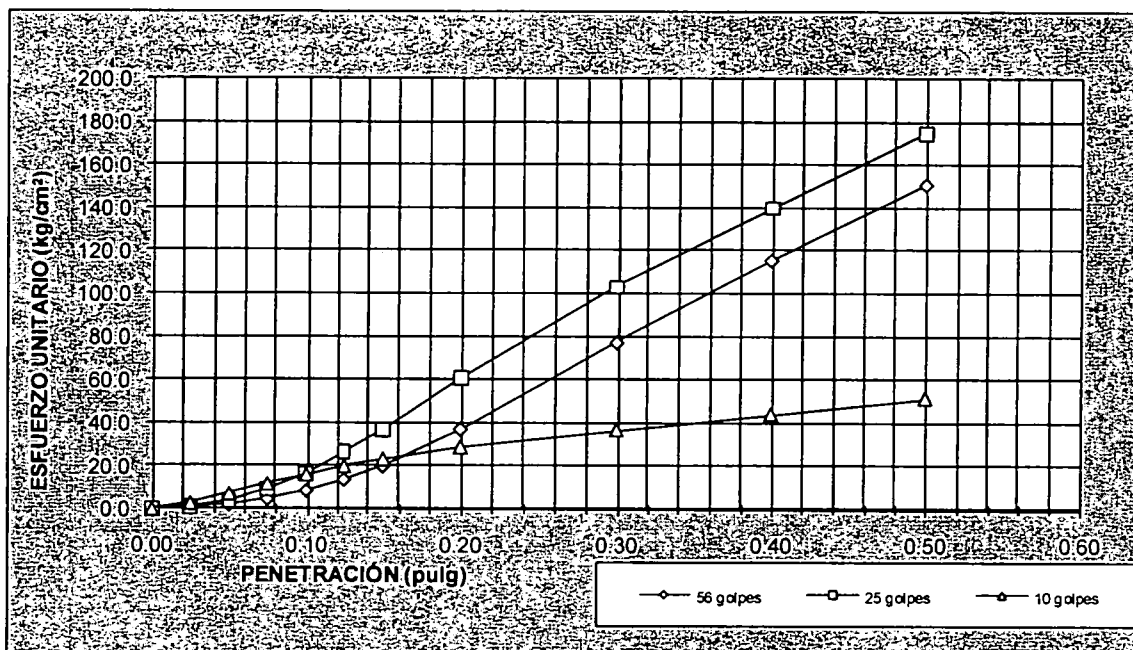
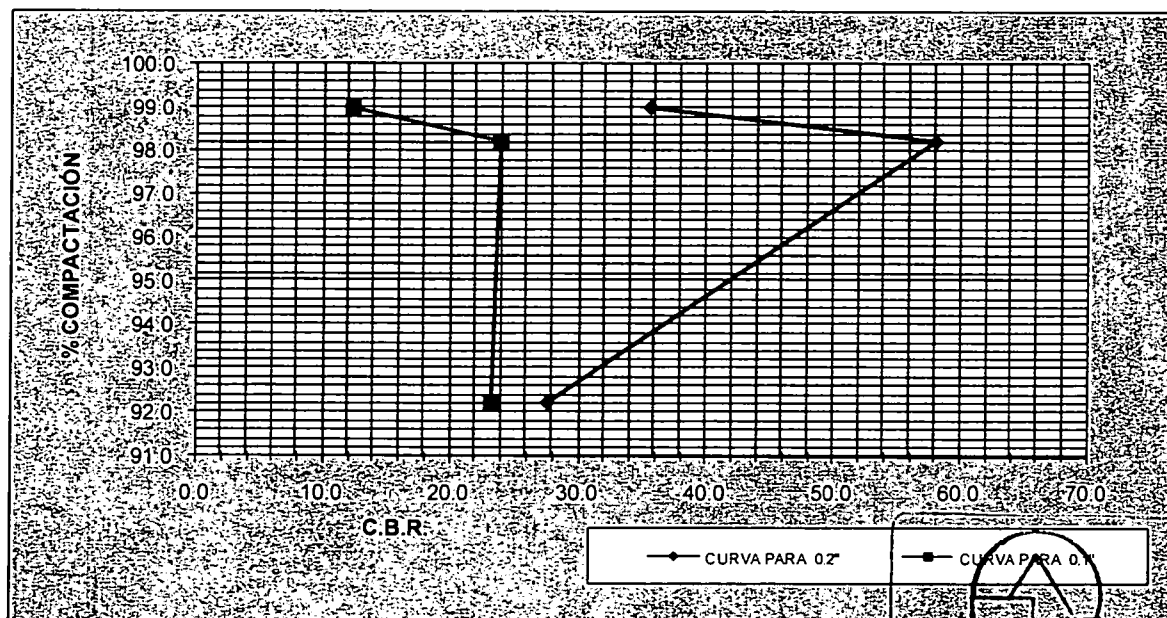
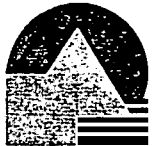


Gráfico 6 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0598-10





LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0387-10

Aclaraciones:

- El presente informe complementa el informe I-0349-10.
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

Ana Monge Sandí

Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:

Alejandro Nava Carro

Ing. Alejandro Nava Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





No. de informe: I-0424-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

Informe Parcial

ST-0298 -10

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales
y Modelos Estructurales

21 MAYO 2018
RECIBIDO

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

IT-GC-08 (AASHTO T-193) (*) Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

Descripción:

0676-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como:
Estacionamiento: 18+000. Sentido Sabalito-Las Mellizas
Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente
compacto, partícula cúbica, medianamente degradable
aproximadamente 60% pasando la malla No. 4,
ligeramente mal graduado.

0678-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como:
Estacionamiento: 18+550. Sentido Sabalito-Las Mellizas
Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente
compacto, partícula cúbica, medianamente degradable
aproximadamente 60% pasando la malla No. 4,
ligeramente mal graduado.

No. de informe: I-0424-10

0680-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como:
Estacionamiento: 19+000. Sentido Sabalito-Las Mellizas
Carril derecho.. Material de color gris claro ligeramente
compacto, partícula cúbica, medianamente degradable
aproximadamente 60% pasando la malla No. 4,
ligeramente mal graduado.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

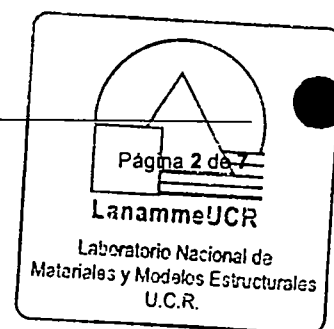
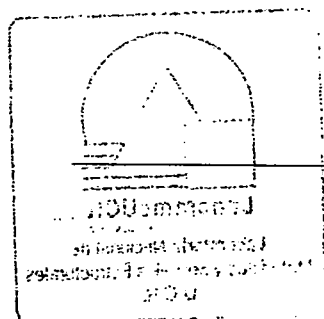
10/03/24

Fecha de realización del ensayo:

10/04/26 – 10/04/30

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los
agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.



No. de informe: I-0424-10

5. Resultados:

Tabla 1 Resultados de CBR: muestra 0676-10

SIMBOLOGÍA					
δs	Densidad seca				
C	Porcentaje de compactación				
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen				
*	No se tomaron lecturas de deformación				

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	32	1963	98.3	10.0
25	33	1957	97.9	9.8
10	34	1843	92.3	10.1

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
32	-0.03	-0.01	0.00	0.01
33	0.02	0.03	0.03	0.03
34	0.03	0.04	0.04	0.04

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	32	33	34
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	2.05	4.29	2.98
0.050	7.77	12.9	7.72
0.075	18.02	26.1	12.3
0.100	30.9	67.3	15.8
0.125	46.0	82.1	18.7
0.150	61.8	76.7	21.2
0.200	90.3	105	25.8
0.300	134	149	33.4
0.400	168	180	40.7
0.500	200	207	49.3

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98.3	43.9	86.0	80.8	103.4
25	97.9	95.6	100	95.6	100
10	92.3	22.51	24.6	22.51	24.6

No. de informe: I-0424-10

Gráfico 1 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0676-10

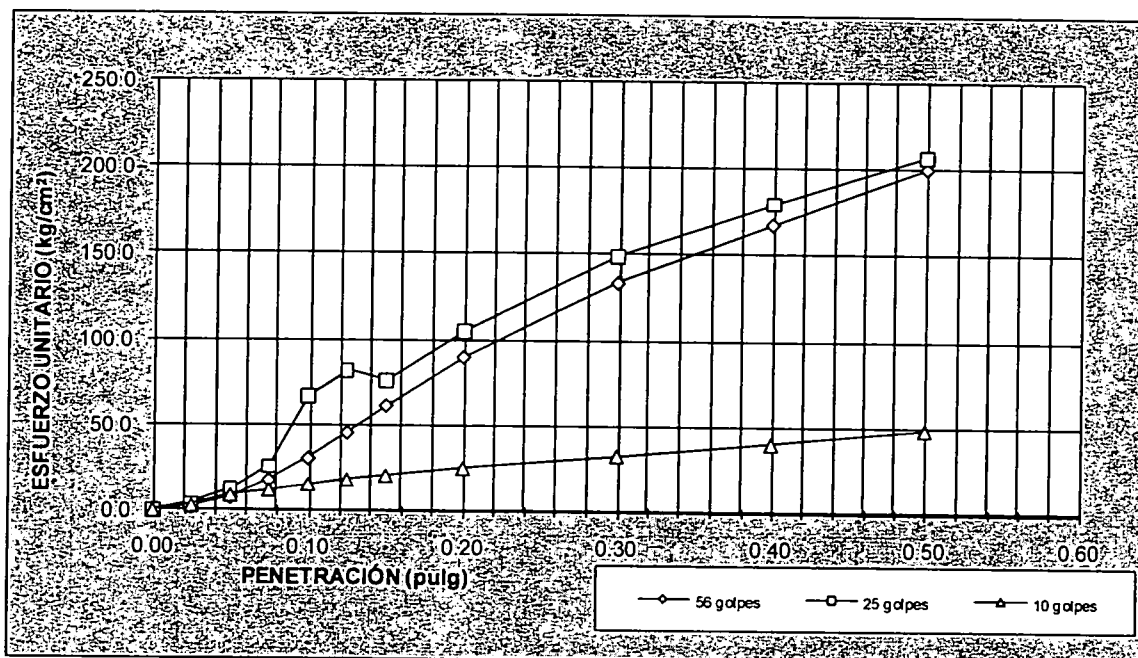
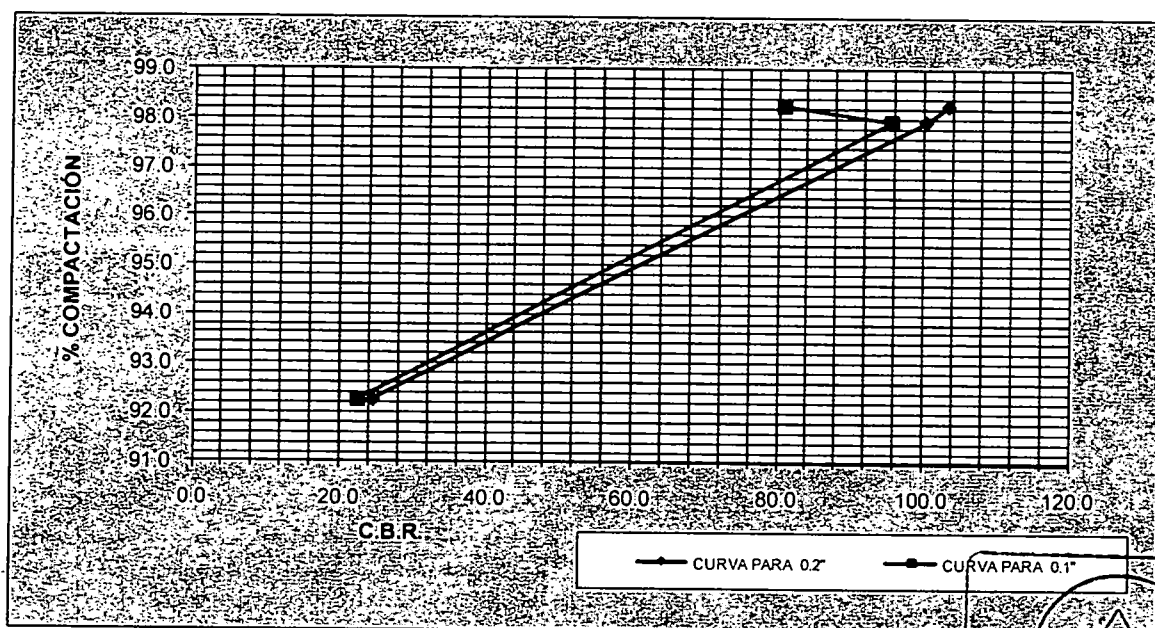


Gráfico 2 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0676-10



No. de informe: I-0424-10

Tabla 2 Resultados de CBR: muestra 0680-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	7	2004	100	9.14
25	8	1941	97.2	9.15
10	9	1827	91.5	9.16

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
7	-0.23	-0.23	-0.21	-0.20
8	0.07	0.09	0.09	0.09
9	0.00	0.11	0.13	0.14

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	7	8	9
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	1.83	5.78	1.55
0.050	6.11	22.1	4.23
0.075	15.59	44.1	7.3
0.100	27.8	64.9	10.1
0.125	45.0	82.3	12.5
0.150	63.9	96.1	14.4
0.200	102.7	117	17.5
0.300	168	144	22.0
0.400	222	164	26.6
0.500	274	185	32.2

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	100.4	39.5	97.8	105	135
25	97.2	92.1	112	111	114
10	91.5	14.4	16.7	14.4	16.7

No. de informe: I-0424-10

Gráfico 3 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0680-10

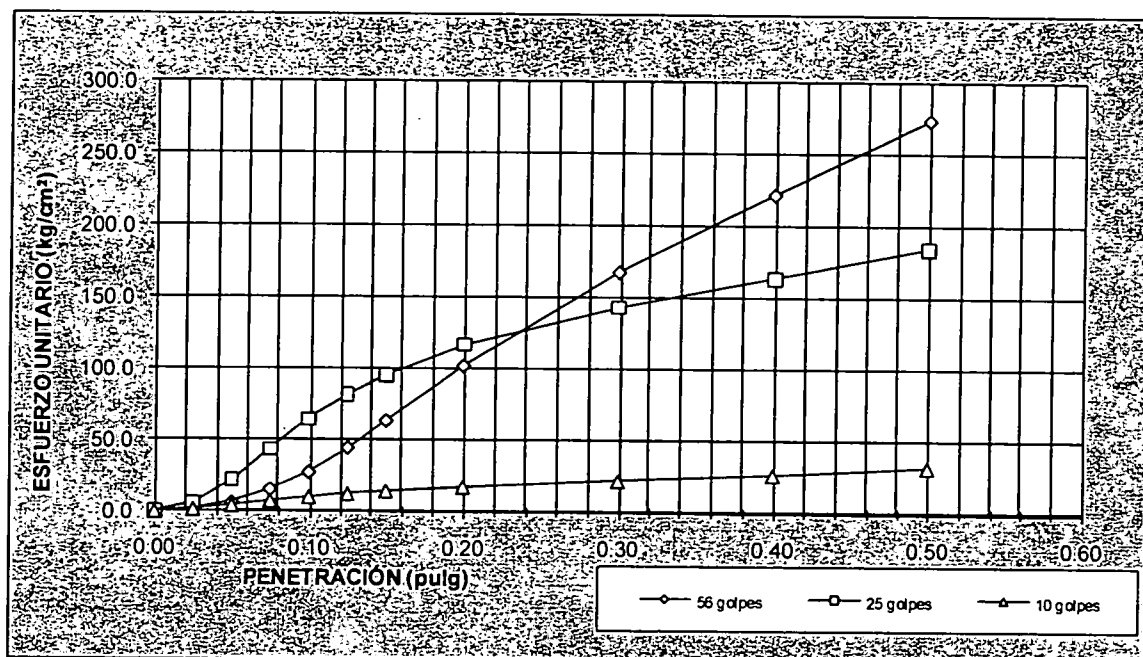
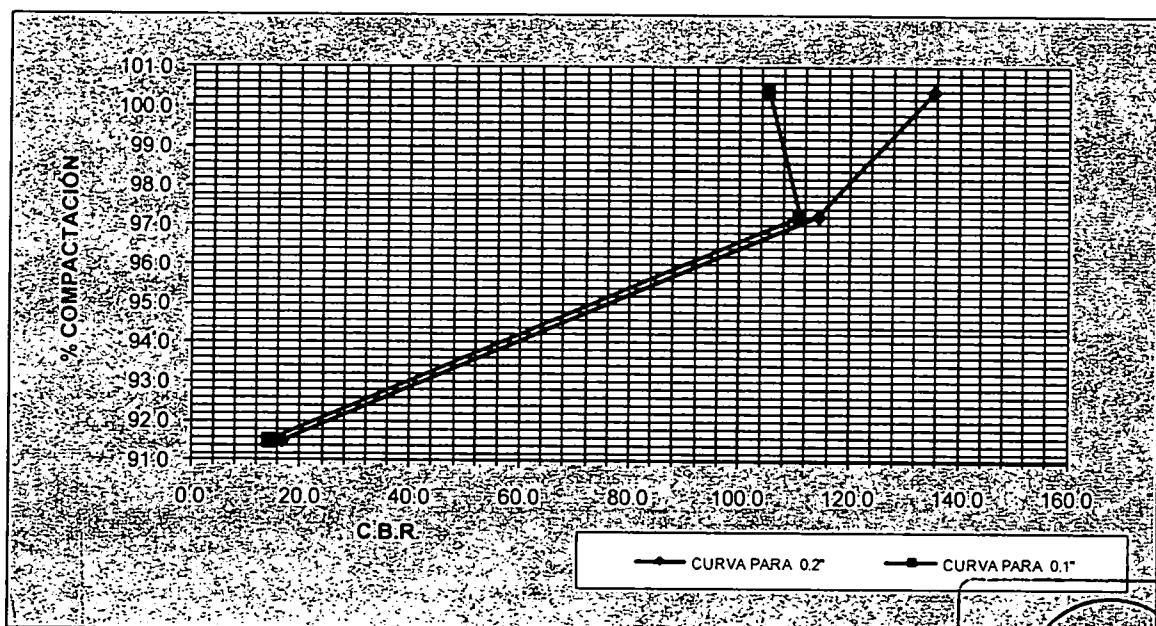


Gráfico 4 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0680-10



No. de informe: I-0424-10

-Los valores de CBR para la curva de 56 golpes para la muestra 676-10 fueron corregidos por curvatura de acuerdo con la norma, el ensayo de CBR para esta muestra fue repetido, generando resultados similares.

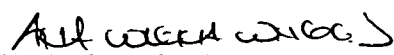
-Los valores de CBR para la curva de 56 Y 25 golpes para la muestra 680-10 fueron corregidos por curvatura de acuerdo con la norma, el ensayo de CBR para esta muestra fue repetido generando resultados similares.

-El ensayos de CBR para la muestra 678-10 se está repitiendo según lo establecido en la norma, debido a que los valores de obtenidos a 0.2 pulgadas de penetración son mayores que a 0.1 pulgadas de penetración.

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





No. de informe: I-0415-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0324 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales
y Modelos Estructurales

21 MAYO 2010
RECIBIDO

2. Método de ensayo:

IT-GC-08 (AASHTO T-193) (*) Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

Descripción:

0758-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 14+560. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0760-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 15+200. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

No. de informe: I-0415-10

0762-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como:
Estacionamiento: 15+600. Sentido Las Mellizas-Sabalito.
Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente
compacto, partícula cúbica, medianamente degradable
aproximadamente 60% pasando la malla No. 4,
ligeramente mal graduado.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/04/07

Fecha de realización del ensayo:

10/04/16 – 10/04/29

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los
agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

No. de informe: I-0415-10

5. Resultados:

Tabla 1 Resultados de CBR: muestra 0758-10

SIMBOLOGÍA					
δs	Densidad seca				
C	Porcentaje de compactación				
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen				
*	No se tomaron lecturas de deformación				

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	30	1992	99.7	9.58
25	31	1945	97.3	9.62
10	32	1861	93.1	9.63

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
30	-	-	0.09	0.08
31	-	-	0.02	0.02
32	-	-	0.15	0.15

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	30	31	32
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	0.33	0.27	0.29
0.050	1.24	0.4	0.57
0.075	3.9	2.5	3.0
0.100	11.1	6.6	7.1
0.125	24.4	13.8	11.3
0.150	42.2	24.7	15.9
0.200	84.0	58.1	25.3
0.300	165	102	38.5
0.400	226	134	47.2
0.500	278	160	54.3

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	99.7	15.7	80.0	112	152
25	97.3	9.32	55.3	53.3	99.0
10	93.1	10.1	24.1	10.1	24.1

No. de informe: I-0415-10

Gráfico 1 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0758-10

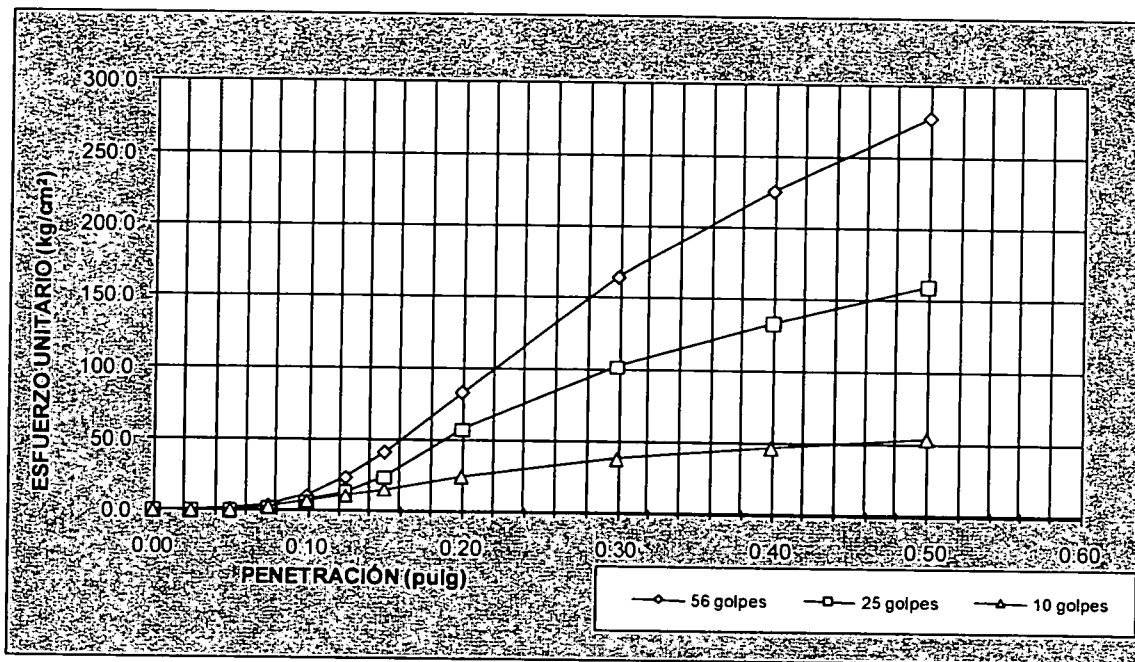
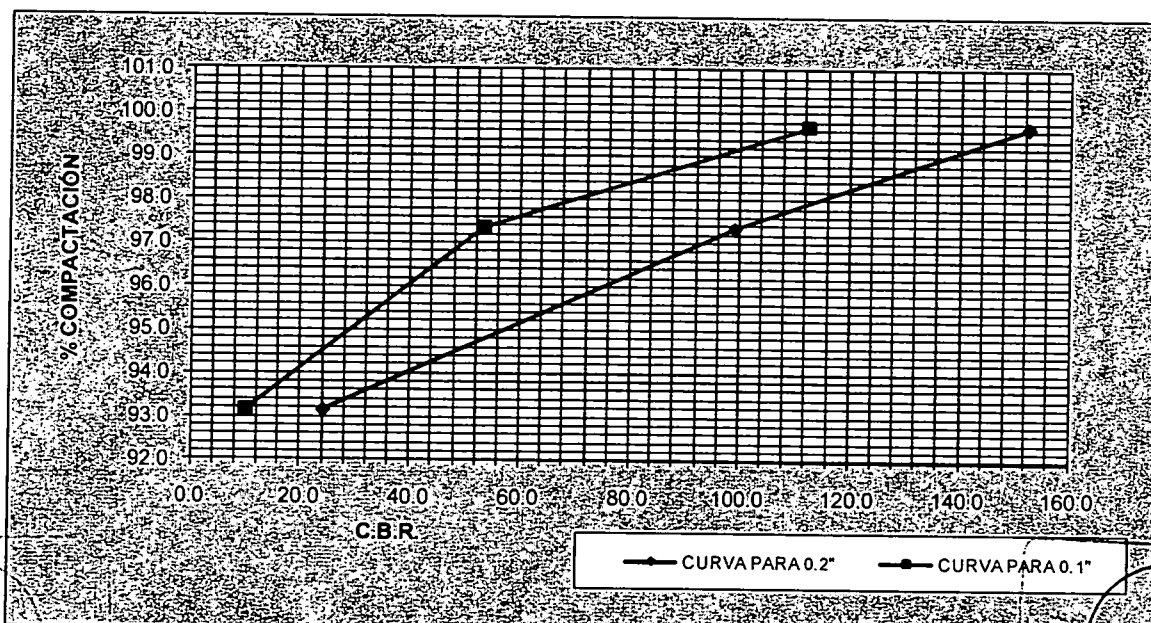


Gráfico 2 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0758-10



No. de informe: I-0415-10

Tabla 2 Resultados de CBR: muestra 0760-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	27	1941	97.3	11.2
25	28	1895	95.0	11.3
10	29	1800	90.2	10.9

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
27	-	-	0.14	0.12
28	-	-	0.06	0.08
29	-	-	0.06	0.07

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	27	28	29
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	2.48	1.77	0.24
0.050	6.46	6.47	1.94
0.075	10.55	15.04	7.82
0.100	16.4	25.5	12.1
0.125	23.0	36.3	15.7
0.150	30.1	47.0	19.3
0.200	45.5	66.2	25.5
0.300	77.6	95.6	33.5
0.400	112.0	122	39.3
0.500	145	145	45.1

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97.3	23.2	43.4	44.2	78.3
25	95.0	36.2	63.0	66.3	77.2
10	90.2	17.2	24.3	26.0	27.4

No. de informe: I-0415-10

Gráfico 3 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0760-10

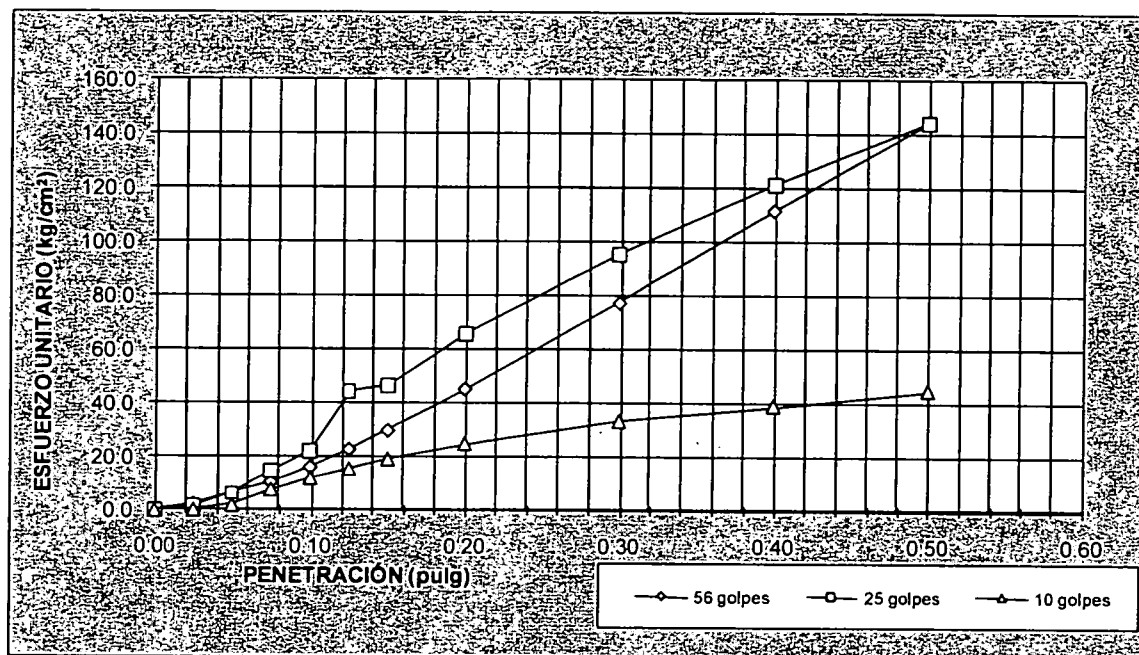
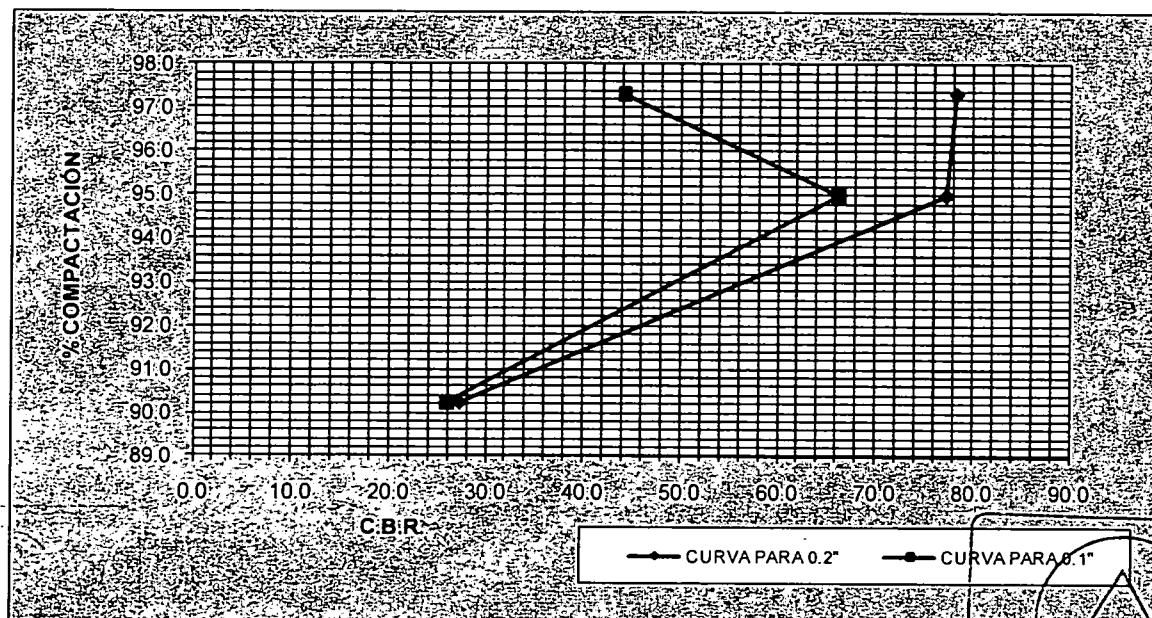


Gráfico 4 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0760-10



No. de informe: I-0415-10

Tabla 3 Resultados de CBR: muestra 0762-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m³)	C (%)	W (%)
56	24	1919	98.4	10.7
25	25	1906	97.7	10.9
10	26	1782	91.4	11.0

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
24	-	-	0.09	0.09
25	-	-	0.05	0.06
26	-	-	0.07	0.04

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	24	25	26
(pulg)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	1.34	4.09	1.62
0.050	4.49	14.6	5.75
0.075	10.1	32.0	9.5
0.100	17.5	51.2	13.3
0.125	26.9	68.7	16.9
0.150	37.1	83.1	20.6
0.200	61.6	107.3	26.2
0.300	111	141	36.2
0.400	153	162	44.9
0.500	189	184	52.2

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98.4	24.9	58.6	69.0	91.2
25	97.7	72.7	102.2	103	112
10	91.4	18.9	25.0	18.9	25.0

No. de informe: I-0415-10

Gráfico 5 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0762-10

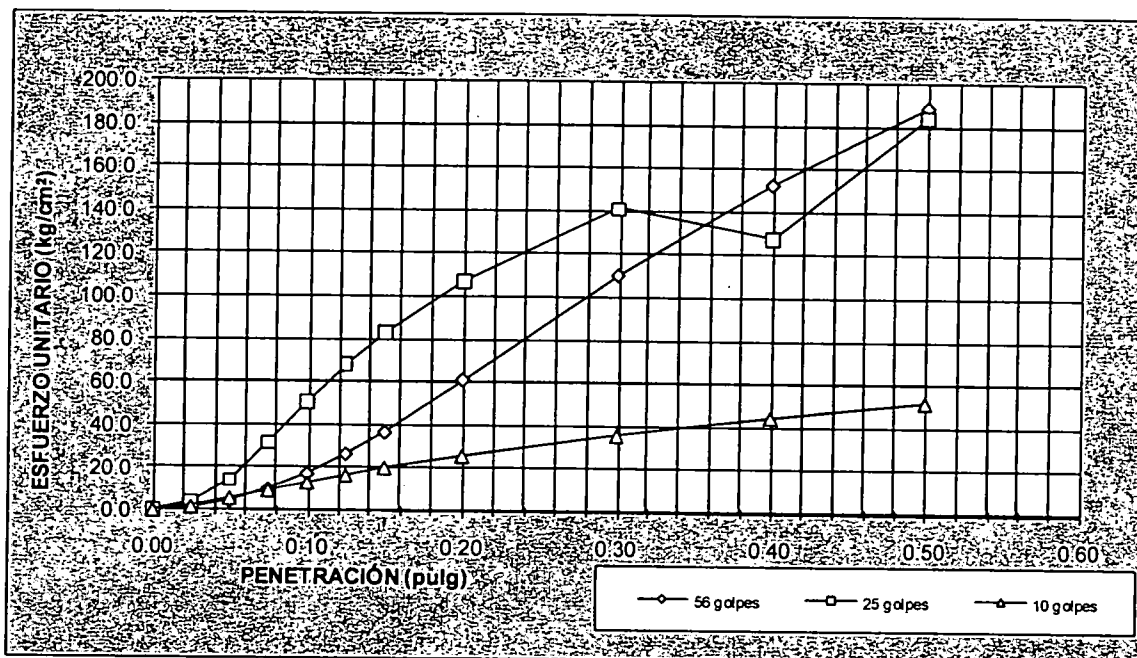
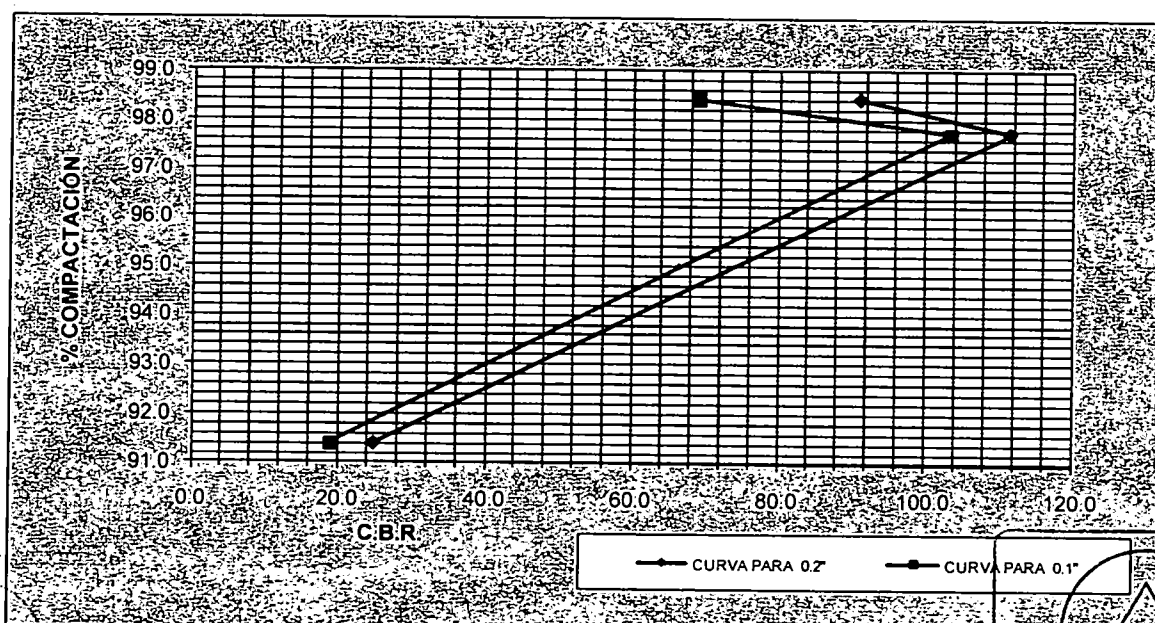
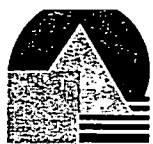


Gráfico 6 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0762-10





LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0415-10

NOTA

-Los valores de CBR para la curva de 56 y 25 golpes para la muestra 758-10 fueron corregidos por curvatura de acuerdo con la norma.

-Los valores de CBR para la curva de 56, 25 y 10 golpes para la muestra 760-10 fueron corregidos por curvatura de acuerdo con la norma.

-Los valores de CBR para la curva de 56 y 25 golpes para la muestra 762-10 fueron corregidos por curvatura de acuerdo con la norma.

Aclaraciones:

- Este informe complementa el informe I-0363-10.
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:

Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales
U.C.R.

11/11/11

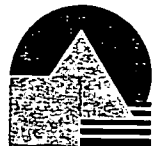


)



)





LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0677-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0539 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.
Proyecto: Muestreo de material de base, subbase y tajo Sabalito - Las Mellizas.
Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

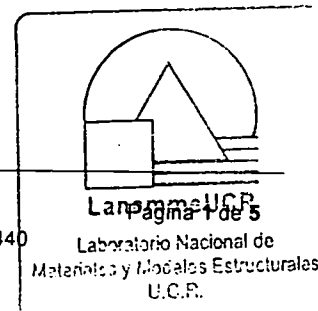
2. Método de ensayo:

IT-CA-09 (ASTM C 88) (*). Disgregabilidad de agregados en sulfato de sodio.
IT-CA-11 (ASTM D2419) (*). Equivalente de arena.
IT-CA-12 (ASTM D3744) (*). Índice de Durabilidad.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0594-10	7 Sacos con material de subbase. Agregado color gris claro, ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable y ligeramente mal graduado.
0596-10	7 Sacos con material de subbase. Agregado color gris claro, ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable y ligeramente mal graduado.
<u>Aportadas por:</u>	Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).
<u>Fecha de recepción :</u>	10/03/12
<u>Fecha de realización del ensayo:</u>	10/05/15 – 10/06/29



No. de informe: I-0677-10

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de Lanamme UCR según ASTM D 75 para los agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

5. Resultados:

Tabla 1. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio: muestra 0594-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
2 1/2"	63.00	3.91	---	---	---	---
2"	50.00	4.17	---	---	---	---
1 1/2"	37.50	5.01	---	---	---	---
1"	25.00	19.4	993.90	824.10	11.36	4.98
3/4"	19.00	11.4	500.50	456.10	2.97	1.30
subtotal fracción		43.8	1494.4	1280.2	14.33	6.28
1/2"	12.50	18.4	670.40	575.00	9.54	2.91
3/8"	9.50	12.0	329.40	269.10	6.03	1.84
subtotal fracción		30.5	999.8	844.1	15.57	4.74
Nº 4	4.75	25.7	300.00	261.10	12.97	3.33
subtotal fracción		25.7	300.0	261.1	12.97	3.33
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	14.4

Tabla 2. Disgregabilidad de agregado fino en sulfato de sodio: muestra 0594-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
Nº 4	4.75	9.18	100	73.1	26.9	2.47
Nº 8	2.36	11.4	100	70.6	29.4	3.34
Nº 16	1.18	11.9	100	79.6	20.4	2.43
Nº 30	0.60	14.7	100	81.7	18.3	2.68
Nº 50	0.30	17.9	---	---	---	---
Nº 100	0.15	18.7	---	---	---	---
<Nº 100	<0,15	16.1	---	---	---	---
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	10.9

No. de informe: I-0677-10

Tabla 3. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio: muestra 0596-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
2 1/2"	63.00	14.8	---	---	---	---
2"	50.00	3.93	---	---	---	---
1 1/2"	37.50	4.79	---	---	---	---
1"	25.00	14.9	1001.80	925.30	5.09	2.44
3/4"	19.00	9.5	501.30	441.80	3.96	1.89
	subtotal fracción	47.8	1503.1	1367.1	9.05	4.33
1/2"	12.50	14.9	670.70	623.00	4.76	1.23
3/8"	9.50	11.0	330.40	297.10	3.33	0.86
	subtotal fracción	25.9	1001.1	920.1	8.09	2.09
N° 4	4.75	26.3	300.50	273.30	9.05	2.38
	subtotal fracción	26.3	300.5	273.3	9.05	2.38
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	8.80

Tabla 4. Disgregabilidad de agregado fino en sulfato de sodio: muestra 0596-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
N° 4	4.75	9.08	100	83.5	16.5	1.50
N° 8	2.36	10.7	100	90.4	9.6	1.03
N° 16	1.18	12.9	100	95.1	4.9	0.63
N° 30	0.60	15.7	100	95.9	4.1	0.64
N° 50	0.30	17.6	---	---	---	---
N° 100	0.15	17.4	---	---	---	---
<N° 100	<0.15	16.2	---	---	---	---
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	3.80

No. de informe: I-0677-10

Tabla 5. Equivalente de arena: muestra 0594-10

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Material de subbase	144	58	41.0
	142	58	41.0
	144	56	39.0
PROMEDIO:			41.0
DESV. ESTD:			1.15

Tabla 6. Equivalente de arena: muestra 0596-10

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Material de subbase	140	56	40,0
	142	54	39,0
	140	56	40,0
PROMEDIO:			40,0
DESV. ESTD:			0,58

Tabla 7. Índice de durabilidad: muestra 0594-10

IDENTIF. MUESTRA	LECTURA ARCILLA	LECTURA ARENA	ÍNDICE DE DURABILIDAD
1	170	78,0	46,0
2	172	78,0	46,0
3	172	78,0	46,0
PROMEDIO:			46,0

No. de informe: I-0677-10

Tabla 8. Índice de durabilidad: muestra 0596-10

IDENTIF. MUESTRA	LECTURA ARCILLA	LECTURA ARENA	INDICE DE DURABILIDAD
1	190	66,0	35,0
2	192	68,0	36,0
3	190	68,0	36,0
PROMEDIO:			35,7
DESV. ESTD			0,58

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

Ana Monge Sandí
Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:

Alejandro Nayas Carro
LanammeUCR
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales
Ing. Alejandro Nayas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales
y Modelos Estructurales

02 JUL 2010
RECIBIDO

No. de informe: I-0346-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

Informe Parcial

ST-0298 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales y Modelos Estructurales

27 ABR. 2010
RECIBIDO

2. Método de ensayo:

IT-CA-02 (ASTM C 136) (*) Granulometría de agregados.

IT-GC-07 (AASHTO T-180) (*) Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 y una caída de 457 mm.

IT-GC-08 (AASHTO T-193) (*) Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*) Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

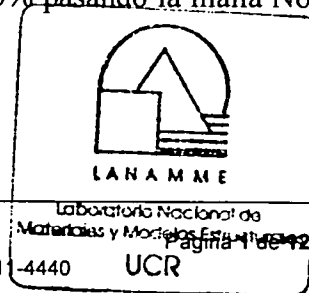
3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

0675-10

Descripción:

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 18+000. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.



No. de informe: I-0346-10

0676-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 18+000. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0677-10

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 18+550. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0678-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 18+550. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0679-10

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 19+000. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0680-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 19+000. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho.. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/03/24

Fecha de realización del ensayo:

10/04/05 – 10/04/16

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

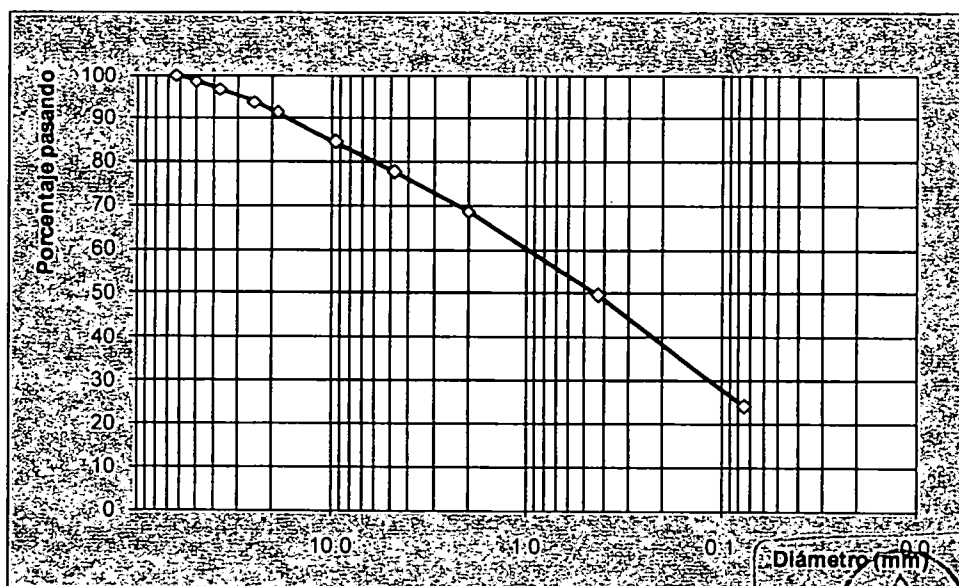
No. de informe: I-0346-10

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0675-10

MASA INICIAL:	23965 g	MASA FINAL:	50012 g		
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	358	1.49	1.49	99
1 1/2"	37.5	429	1.79	3.28	97
1"	25.0	772	3.22	6.50	93
3/4"	19.0	581	2.42	8.93	91
3/8"	9.50	1647	6.87	15.8	84
N° 4	4.75	1673	6.98	22.8	77
N° 10	2.00	2105	8.78	31.6	68
N° 40	0.425	4570	19.1	50.6	49
N° 200	0.075	6111	25.5	76.1	24

Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0675-10



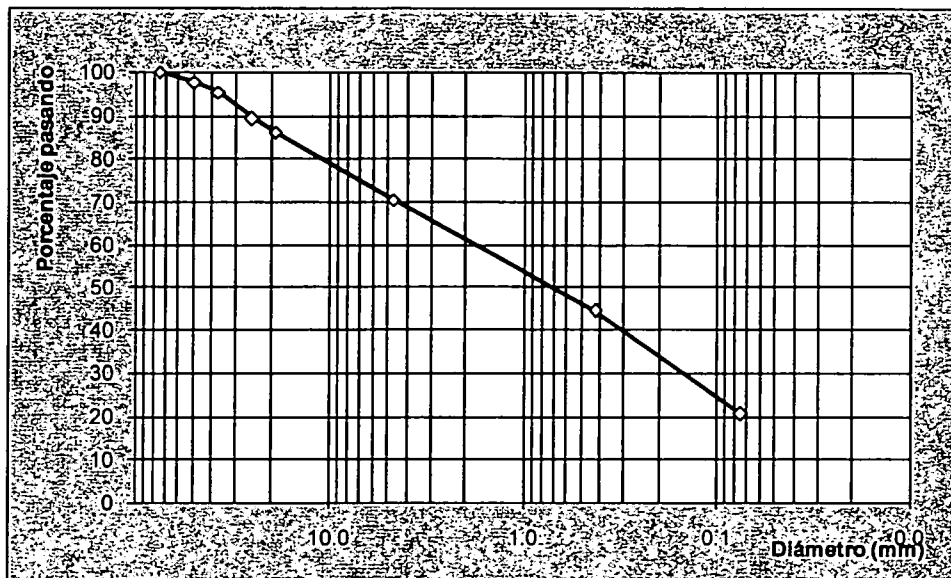
No. de informe: I-0346-10

Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0676-10

MASA INICIAL: 29656 MASA FINAL: 23807.3 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	686	2.31	2.31	98
1 1/2"	37.5	699	2.36	4.67	95
1"	25.0	1817	6.13	10.8	89
3/4"	19.0	909	3.06	13.9	86
Nº 4	4.75	4651	15.7	29.5	70
Nº 40	0.425	7744	26.1	55.7	44
Nº 200	0.075	7080	23.9	79.5	20

Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0676-10

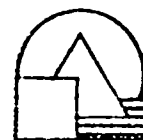
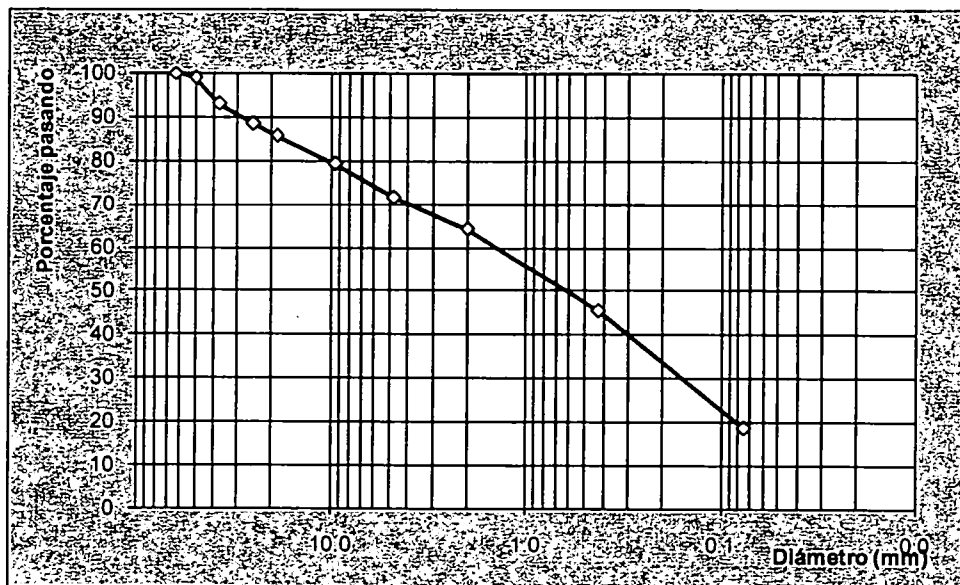


No. de informe: I-0346-10

Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0677-10

MASA INICIAL:		18212 g	MASA FINAL:		34440 g
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	214	1.2	1.2	99
1 1/2"	37.5	1108	6.1	7.3	93
1"	25.0	831	4.6	11.8	88
3/4"	19.0	472	2.6	14.4	86
3/8"	9.50	1193	6.5	21.0	79
Nº 4	4.75	1399	7.7	28.6	71
Nº 10	2.00	1345.7	7.4	36.0	64
Nº 40	0.425	3406.8	18.7	54.7	45
Nº 200	0.075	4892.8	26.9	81.6	18

Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0677-10



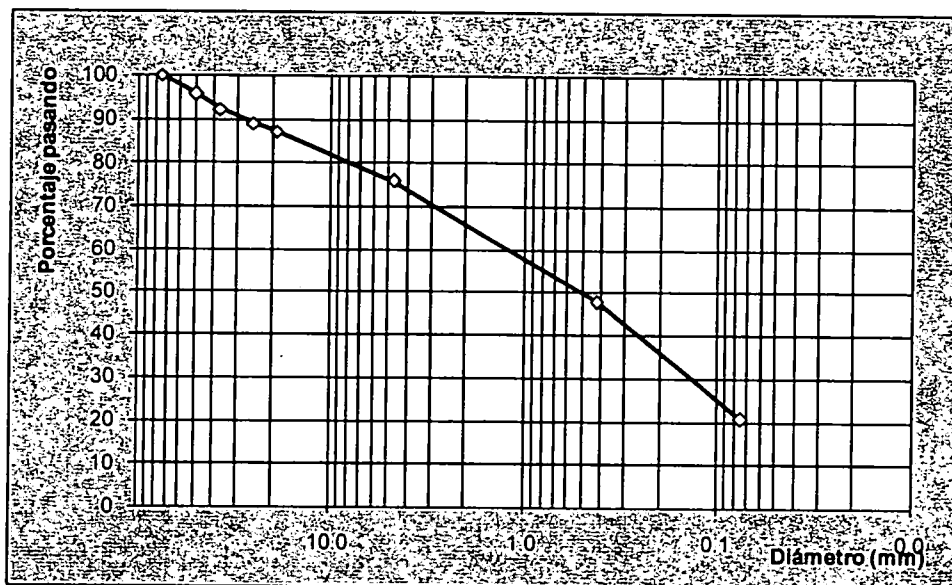
LANAMME

No. de informe: I-0346-10

Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0678-10

MASA INICIAL:	23732	MASA FINAL:	19063.4 g		
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	1030.4	4.3	4.3	96
1 1/2"	37.5	845.4	3.6	7.9	92
1"	25.0	755.7	3.2	11.1	89
3/4"	19.0	459.2	1.9	13.0	87
N° 4	4.75	2692.9	11.3	24.4	76
N° 40	0.425	6618.1	27.9	52.3	48
N° 200	0.075	6509.5	27.4	79.7	20

Gráfico 4: Curva granulométrica: muestra 0678-10



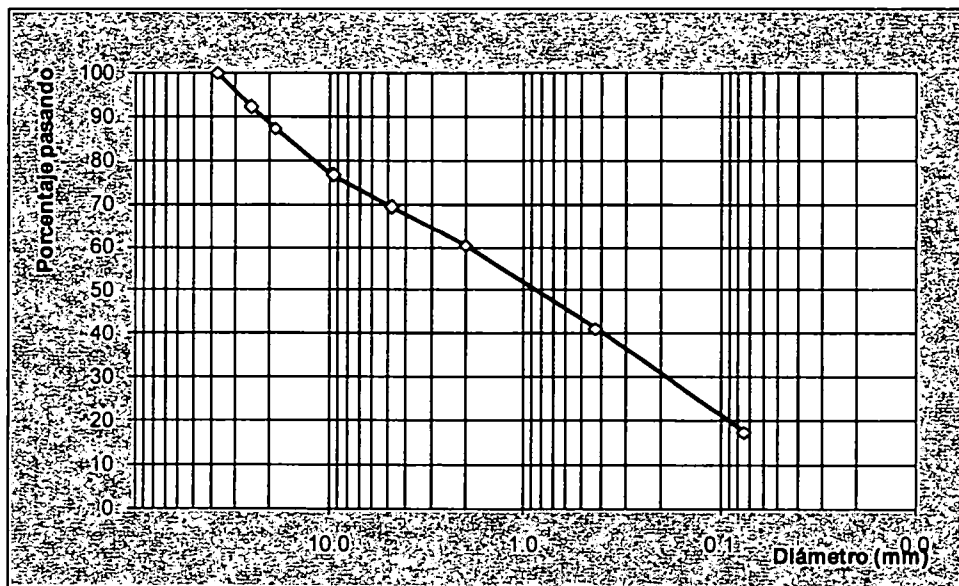
No. de informe: I-0346-10

Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0679-10

MASA INICIAL: 33313 g MASA FINAL: 74395 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
1 1/2"	37.5	0	0.0	0.0	100
1"	25.0	2677	8.0	8.0	92
3/4"	19.0	1617	4.9	12.9	87
3/8"	9.50	3554	10.7	23.6	76
Nº 4	4.75	2469	7.4	31.0	69
Nº 10	2.00	2923	8.8	39.7	60
Nº 40	0.425	6412	19.2	59.0	41
Nº 200	0.075	7927	23.8	82.8	17

Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 0679-10



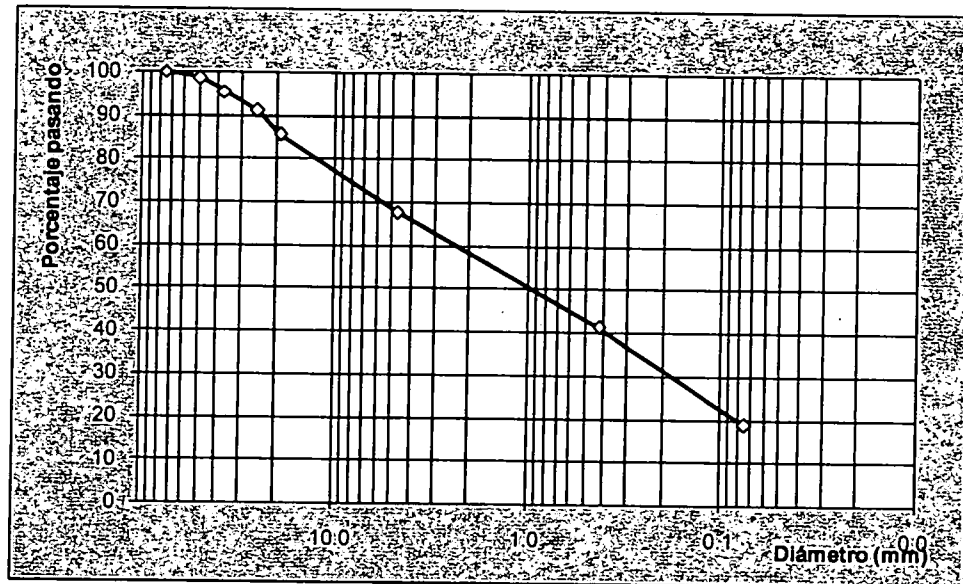
No. de informe: I-0346-10

Tabla 6. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0680-10

MASA INICIAL: 28007 MASA FINAL: 23165.6 g

MACA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	438	1.6	1.6	98
1 1/2"	37.5	887	3.2	4.7	95
1"	25.0	1249	4.5	9.2	91
3/4"	19.0	1503	5.4	14.6	85
Nº 4	4.75	5011	17.9	32.4	68
Nº 40	0.425	7425	26.5	59.0	41
Nº 200	0.075	6270	22.4	81.3	19

Gráfico 6: Curva granulométrica: muestra 0680-10

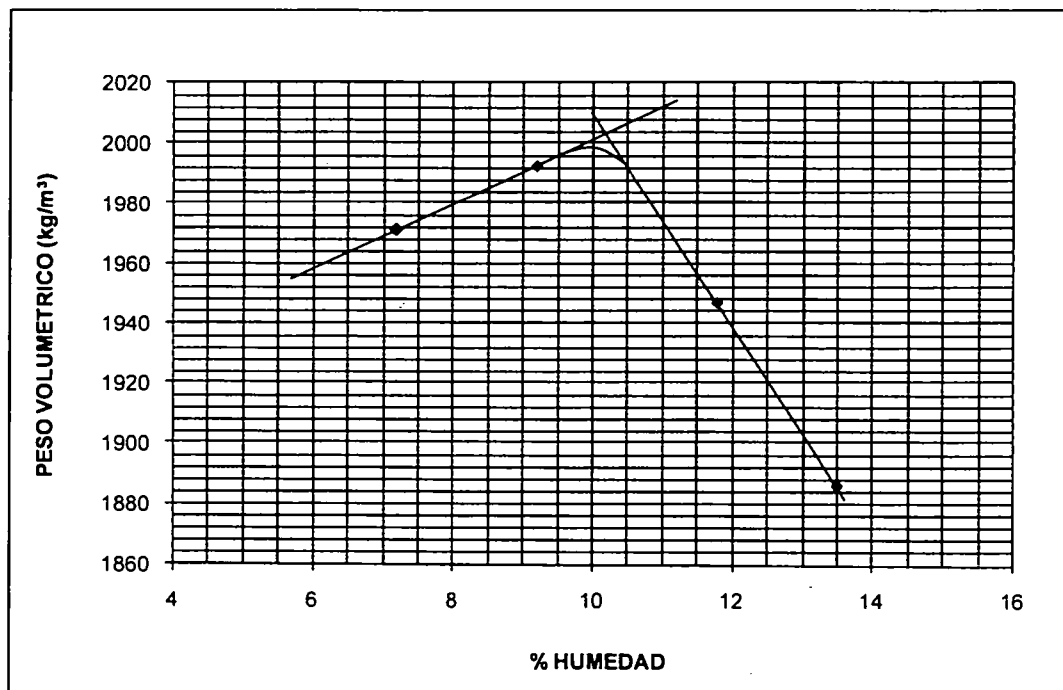


No. de informe: I-0346-10

Tabla 7 Resultados próctor modificado: muestra 0676-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	10,00%
Densidad seca máxima estándar	1998,0 kg/m ³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 7 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0676-10

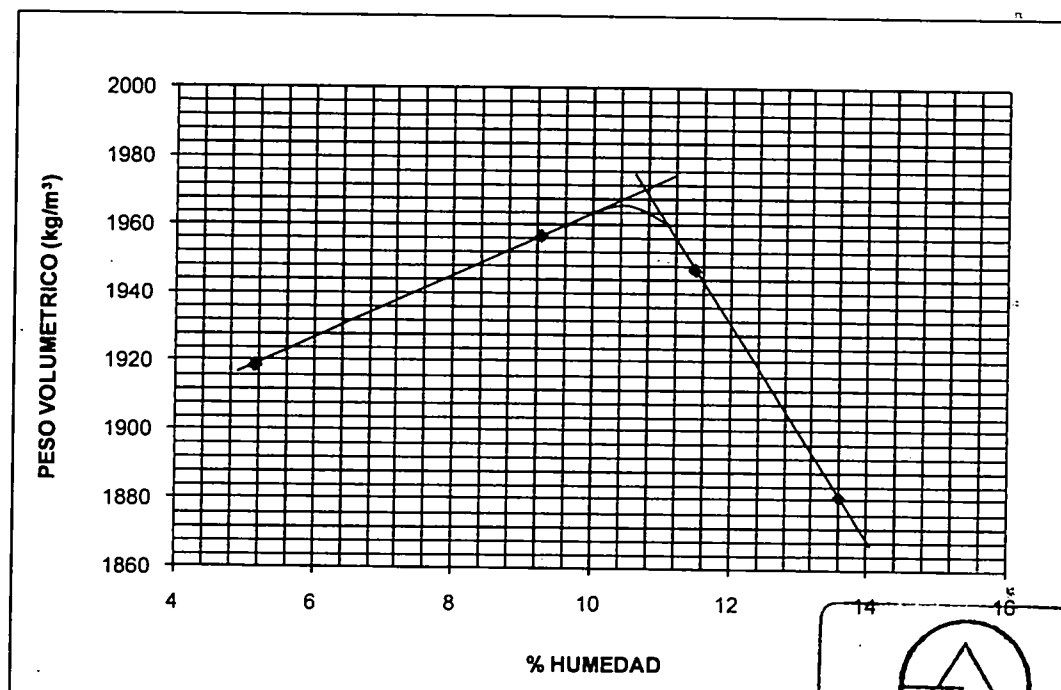


No. de informe: I-0346-10

Tabla 8 Resultados próctor modificado: muestra 0678-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	10,50%
Densidad seca máxima estándar	1966,0 kg/m³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 8 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0678-10

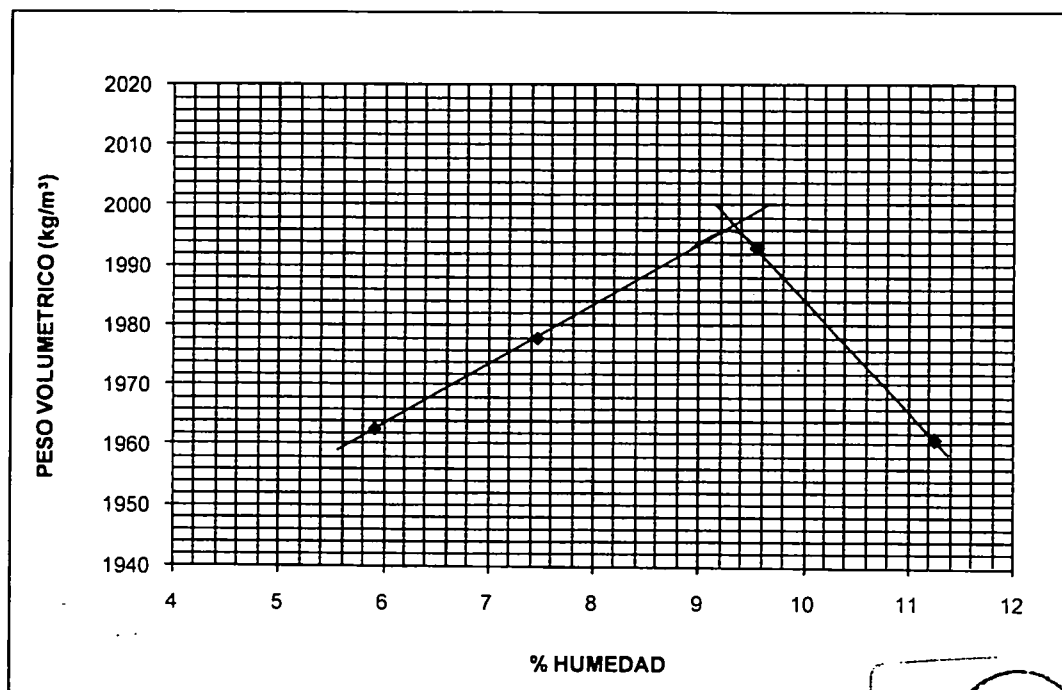


No. de informe: I-0346-10

Tabla 9 Resultados próctor modificado: muestra 0680-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	9.30%
Densidad seca máxima estándar	1996.0 kg/m ³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 9 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0680-10



No. de informe: I-0346-10

Tabla 10 Resultados de Límites Atterberg

MUESTRA No.	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0675-10	NP	NP	NP
0676-10	NP	NP	NP
0677-10	NP	NP	NP
0678-10	NP	NP	NP
0679-10	NP	NP	NP
0680-10	NP	NP	NP

Nota:

NP: No desarrolla plasticidad.

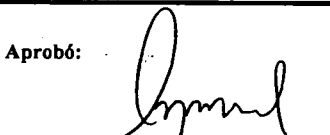
Aclaraciones:

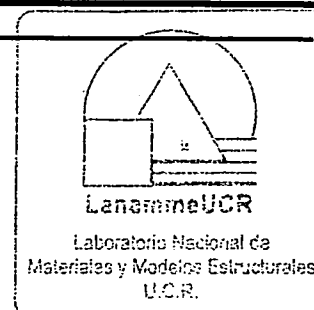
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



No. de informe: I-0349-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

Informe parcial

ST-0260 -10

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

21 ABR. 2010

RECIBIDO

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

- IT-CA-02 (ASTM C 136) (*) Granulometría de agregados.
IT-GC-07 (AASHTO T-180) (*) Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 y una caída de 457 mm.
IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*) Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.
ASTM D 1633 (**) Resistencia a la compresión de bases estabilizadas.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

(**) Ensayo no acreditado.

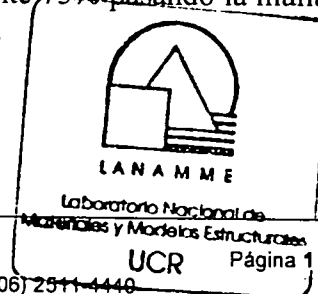
3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

0593-10

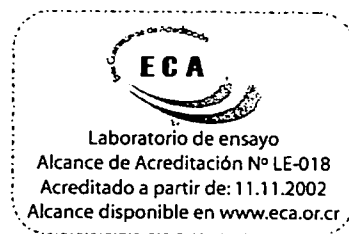
Descripción:

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 13+080. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0349-10

0594-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 13+080. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0595-10

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 13+890. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0596-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 13+890. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0597-10

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 24+750. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0598-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 24+750. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0600-10

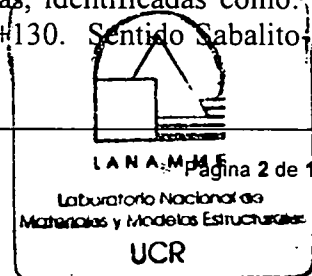
3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: B3, B4 y B5 Estacionamiento: 12+960. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril lado Izquierdo.

0601-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: B5, B6 y B7 Estacionamiento: 13+070. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril lado Izquierdo.

0602-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: B8, B9y B10 Estacionamiento: 13+130. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril lado Izquierdo.



No. de informe: I-0349-10

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/03/12

Fecha de realización del ensayo:

10/03/16 – 10/04/13

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0593-10

MASA INICIAL: 22589 g

MASA FINAL: 20671 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	1055	4.7	4.7	95
1 1/2"	37.5	468	2.1	6.7	93
1"	25.0	2250	10.0	16.7	83
3/4"	19.0	4478	19.8	36.5	63
3/8"	9.50	2966	13.1	49.7	50
Nº 4	4.75	4083	18.1	67.7	32
Nº 10	2.00	1241	5.49	73.2	27
Nº 40	0.425	1100	4.87	78.1	22
Nº 200	0.075	2885	12.8	90.9	9.1

No. de informe: I-0349-10

Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0593-10

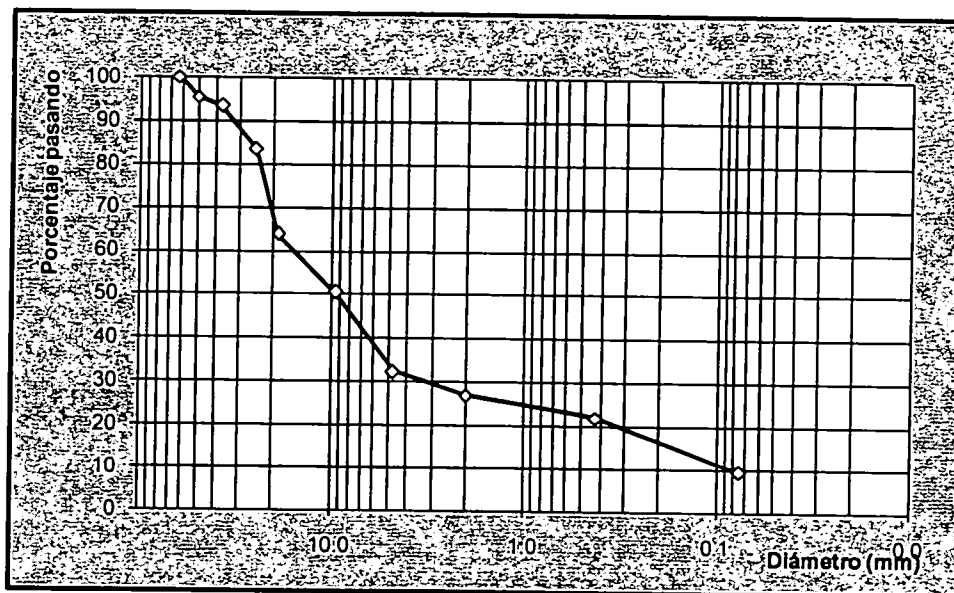


Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0594-10

MASA INICIAL: 26590 g MASA FINAL: 14296 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3 1/2"	88.8	0.00	0.00	0.00	100
3"	76.2	931	3.50	3.50	96
2"	50.0	1546	5.81	9.32	91
1 1/2"	37.5	316	1.19	10.50	89
1"	25.0	822	3.09	13.60	86
3/4"	19.0	508	1.91	15.51	84
Nº 4	4.75	3021	11.36	26.87	73
Nº 40	0.425	3732	14.04	40.9	59
Nº 200	0.075	3375	12.7	53.6	46.4

No. de informe: I-0349-10

Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0594-10

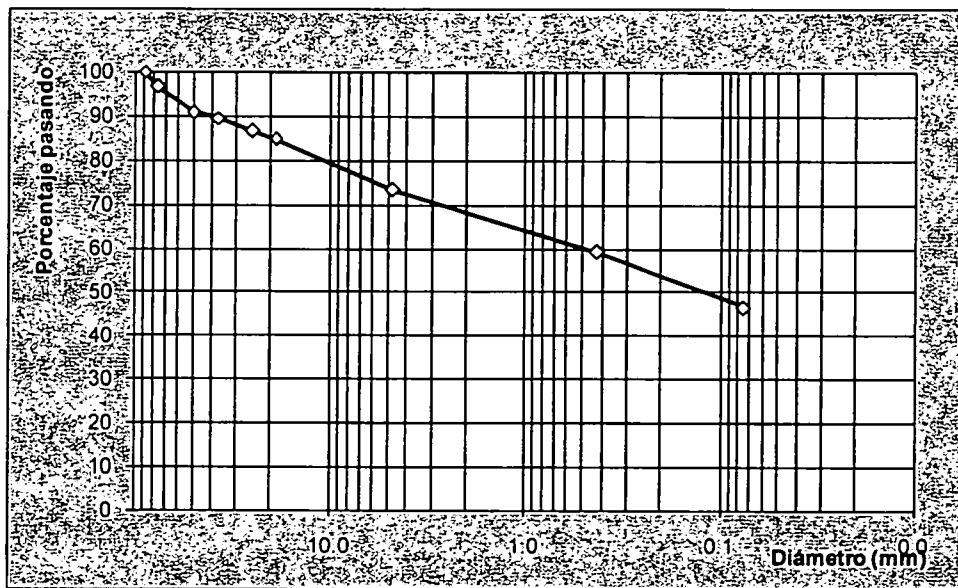
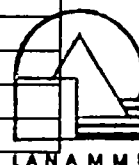


Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0595-10

MASA INICIAL: 17494 g

MASA FINAL: 13284 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 1/2"	37.5	534	3.1	3.1	97
1"	25.0	448	2.6	5.6	94
3/4"	19.0	210	1.2	6.8	93
3/8"	9.50	643	3.7	10.5	90
Nº 4	4.75	762	4.4	14.8	85
Nº 10	2.00	1414.4	8.1	22.9	77
Nº 40	0.425	4213.5	24.1	47.0	53
Nº 200	0.075	4945.1	28.3	75.3	25



No. de informe: I-0349-10

Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0595-10

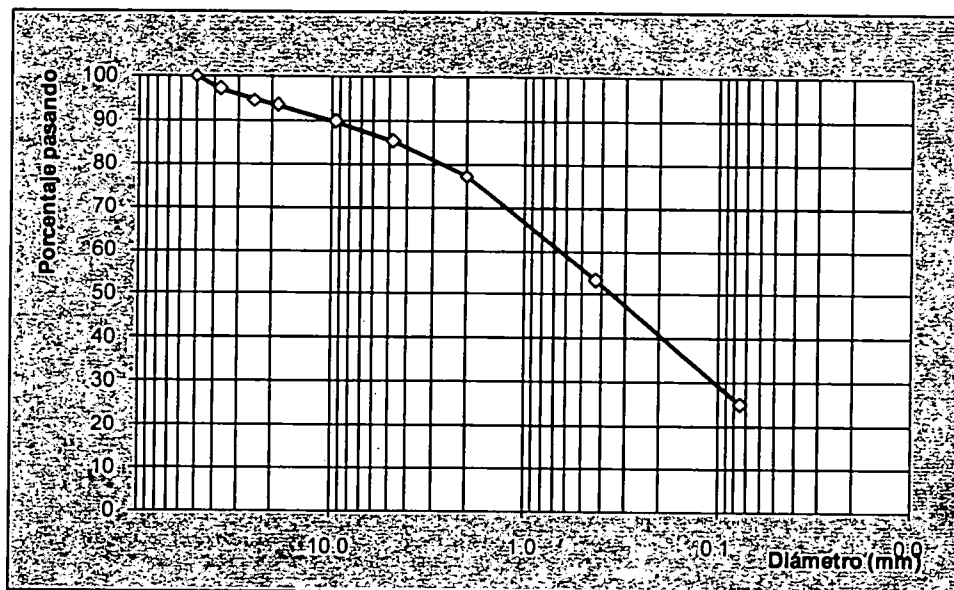


Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0596-10

MASA INICIAL: 20261 g MASA FINAL: 10629 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	37.5	193	0.95	0.95	99
1"	25.0	367	1.81	2.76	97
3/4"	19.0	321	1.59	4.35	96
N° 4	4.75	2260	11.15	15.50	84
N° 40	0.425	3900	19.25	34.8	65
N° 200	0.075	3532	17.4	52.2	48

No. de informe: I-0349-10

Gráfico 4: Curva granulométrica: muestra 0596-10

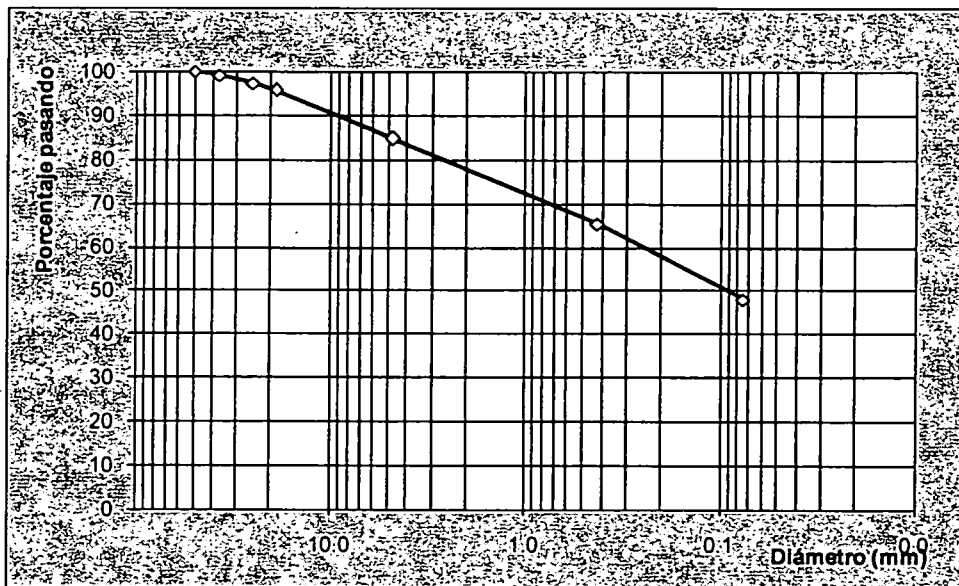


Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0597-10

MASA INICIAL: 22129 g MASA FINAL: 17892 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	402	1.82	1.82	98
1 1/2"	37.5	453	2.05	3.86	96
1"	25.0	1094	4.94	8.81	91
3/4"	19.0	777	3.51	12.3	88
3/8"	9.50	1698	7.67	20.0	80
N° 4	4.75	1517	6.86	26.8	73
N° 10	2.00	2139	9.67	36.5	63
N° 40	0.425	4676	21.1	57.6	42
N° 200	0.075	5026	22.7	80.4	20

No. de informe: I-0349-10

Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 0597-10

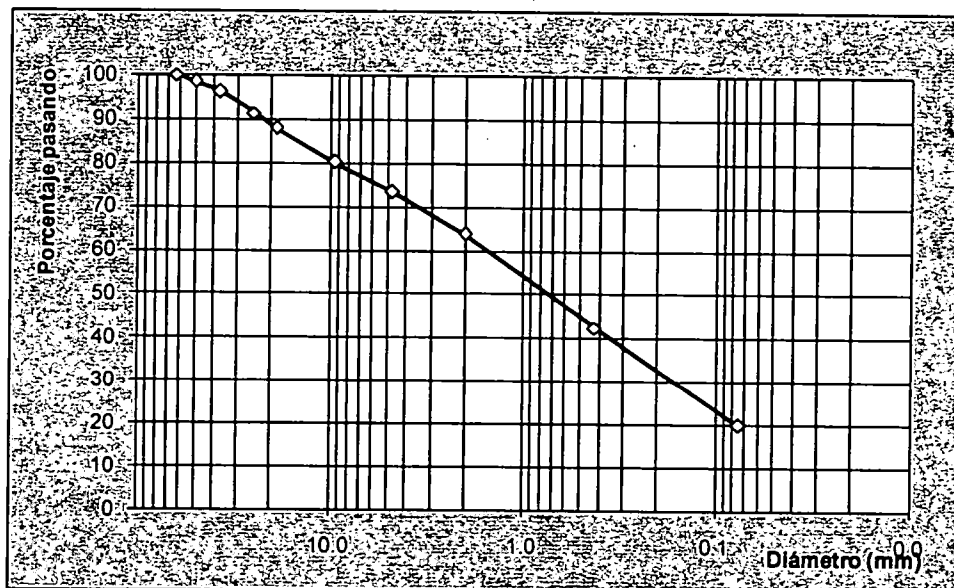


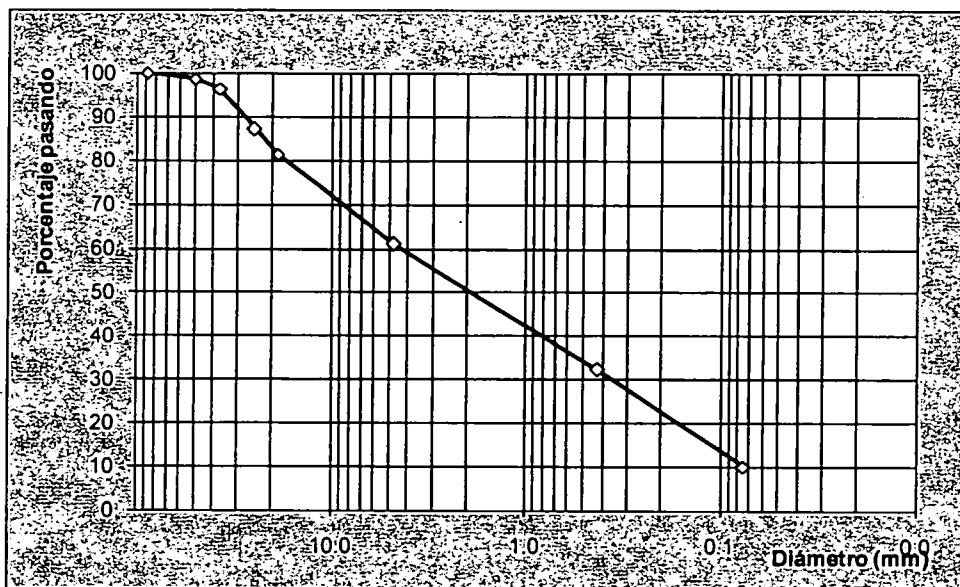
Tabla 6. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0598-10

MASA INICIAL: 20633 g MASA FINAL: 19284 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	88.8	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	299	1.45	1.45	99
1 1/2"	37.5	467	2.27	3.72	96
1"	25.0	1916	9.28	13.00	87
3/4"	19.0	1206	5.84	18.8	81
Nº 4	4.75	4176	20.24	39.1	61
Nº 40	0.425	5930	28.7	67.8	32
Nº 200	0.075	4575	22.2	90.0	10

No. de informe: I-0349-10

Gráfico 6: Curva granulométrica: muestra 0598-10

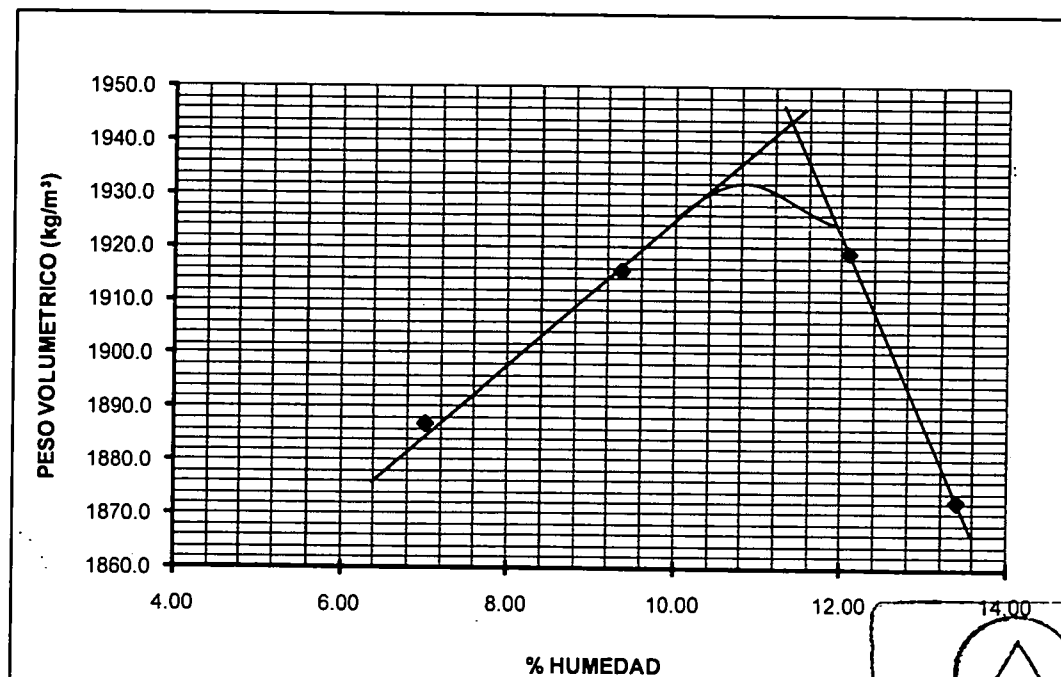


No. de informe: I-0349-10

Tabla 7 Resultados próctor modificado: muestra 0594-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	11.30%
Densidad seca máxima estándar	1932.0 kg/m³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 7 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0594-10

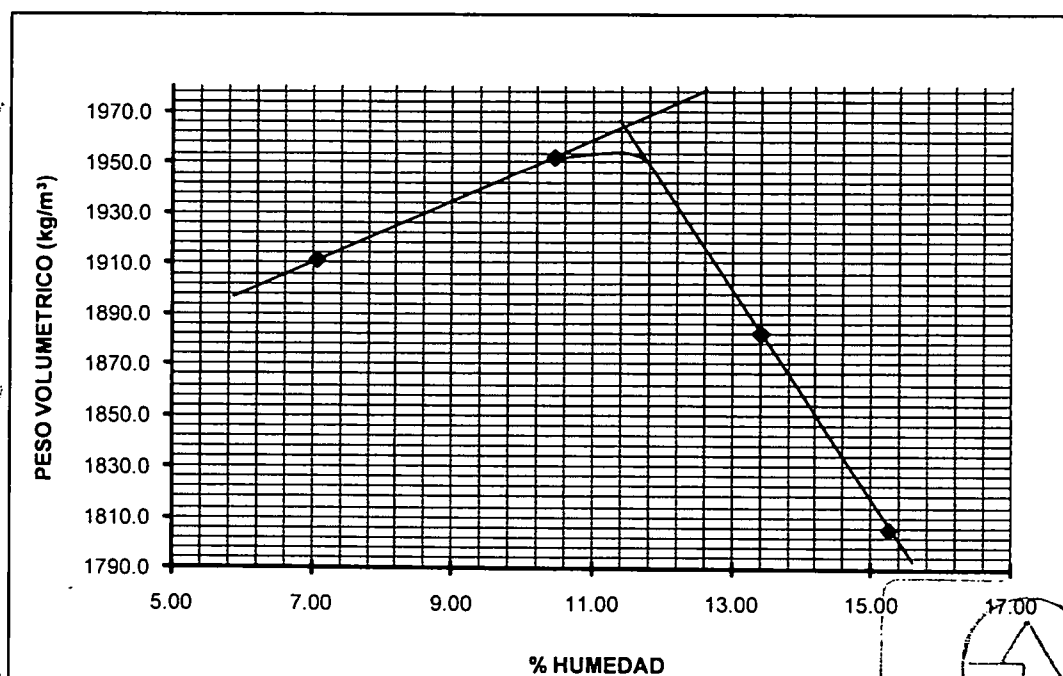


No. de informe: I-0349-10

Tabla 8 Resultados próctor modificado: muestra 0596-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	11.20%
Densidad seca máxima estándar	1960.0 kg/m ³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 8 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0596-10

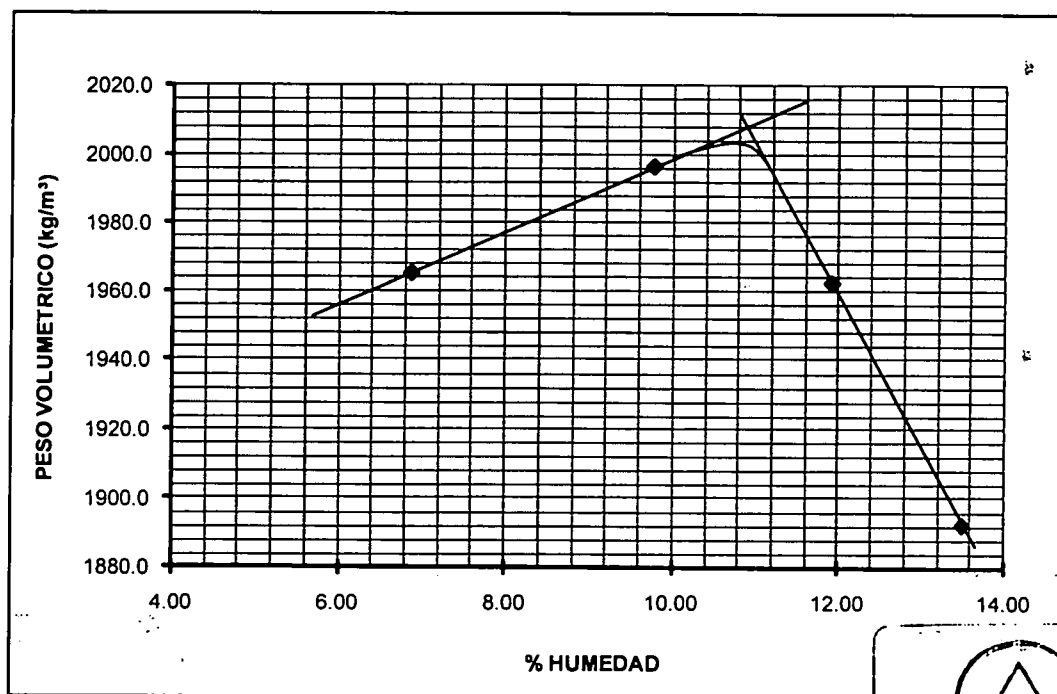


No. de informe: I-0349-10

Tabla 9 Resultados próctor modificado: muestra 0598-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	10.80%
Densidad seca máxima estándar	2004.0 kg/m³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 9 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0598-10



No. de informe: I-0349-10

Tabla 10 Resultados de Límites Atterberg

MUESTRA No.	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0593-10	NP	NP	NP
0594-10	NP	NP	NP
0595-10	NP	NP	NP
0596-10	NP	NP	NP
0597-10	NP	NP	NP
0598-10	NP	NP	NP

Nota:

NP: No desarrolla plasticidad.

Tabla 11 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0600-10

FECHA DE MOLDEO: 10/03/11

FECHA FALLA: 10/03/18

EDAD (DÍAS): 7

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	118	81.1	1.16	5107	63.0	6173
2	102	117	81.1	1.15	5021	61.9	6069
3	102	117	81.0	1.15	4572	56.4	5527

PROMEDIO: 60.4 5923
DESV. EST: 3.54 347

Tabla 12 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0601-10

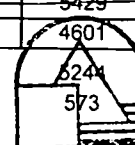
FECHA DE MOLDEO: 10/03/11

FECHA FALLA: 10/03/18

EDAD (DÍAS): 7

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	117	81.1	1.15	4717	58.1	5702
2	102	117	81.1	1.15	4491	55.4	5429
3	102	117	81.1	1.15	3806	46.9	4601

PROMEDIO: 53.5 5244
DESV. EST: 5.85 573



No. de informe: I-0349-10

Tabla 13 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0602-10

FECHA DE MOLDEO: 10/03/11

FECHA FALLA: 10/03/18

EDAD (DÍAS): 7

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	117	81.1	1.16	3379	41.7	4087
2	102	117	81.0	1.15	3302	40.8	3997
3	102	117	81.2	1.15	3211	39.6	3887

PROMEDIO: 40.7 3990
DESV. EST: 1.02 100

Aclaraciones:

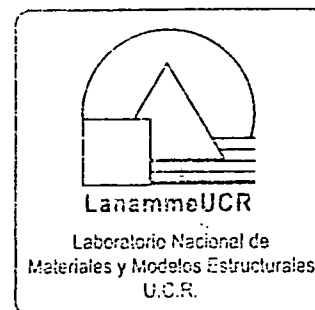
- El presente informe anula y sustituye el informe I-0331-10.
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



No. de informe: I-0363-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

Informe Parcial

ST-0324 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales
y Modelos Estructurales

27 ABR 2010

RECIBIDO

2. Método de ensayo:

IT-CA-02 (ASTM C 136) (*) Granulometría de agregados.

IT-GC-07 (AASHTO T-180) (*) Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 y una caída de 457 mm.

IT-GC-08 (AASHTO T-193) (*) Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*) Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.

ASTM D 1633 (**) Resistencia a la compresión de bases estabilizadas.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

(**) Ensayo no acreditado.

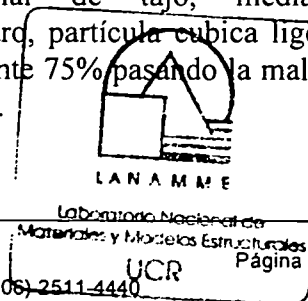
3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

0757-10

Descripción:

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 14+560. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.



No. de informe: I-0363-10

0758-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 14+560. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0759-10

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 15+200. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0760-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 15+200. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0761-10

7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 15+600. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0762-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 15+600. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

0763-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: BE3, BE4 y 5 Estacionamiento: 25+930. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho.

0764-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: BE5, BE6 y BE7 Estacionamiento: 26+000. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho.

0765-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: BE8, BE9y BE10 Estacionamiento: 26+160. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho.

No. de informe: I-0363-10

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/04/07

Fecha de realización del ensayo:

10/04/12 – 10/04/20

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0757-10

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	251	1.01	1.01	99
1 1/2"	37.5	698	2.81	3.82	96
1"	25.0	732	2.95	6.77	93
3/4"	19.0	798	3.21	10.0	90
3/8"	9.50	1590	6.40	16.4	84
Nº 4	4.75	1432	5.77	22.2	78
Nº 10	2.00	2034	8.19	30.3	70
Nº 40	0.425	5038	20.3	50.6	49
Nº 200	0.075	7248	29.2	79.8	20

No. de informe: I-0363-10

Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0757-10

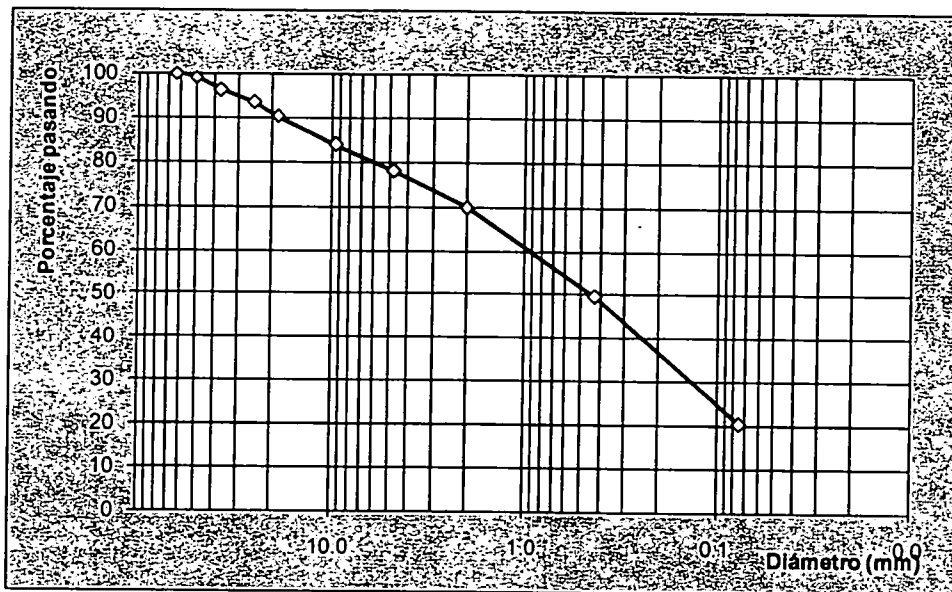


Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0758-10

MASA INICIAL: 24695 g MASA FINAL: 18995 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	37.5	559	2.26	2.26	98
1"	25.0	901	3.65	5.91	94
3/4"	19.0	931	3.77	9.68	90
Nº 4	4.75	3240	13.1	22.8	77
Nº 40	0.425	6726	27.2	50.0	50
Nº 200	0.075	6639	26.9	76.9	23

No. de informe: I-0363-10

Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0758-10

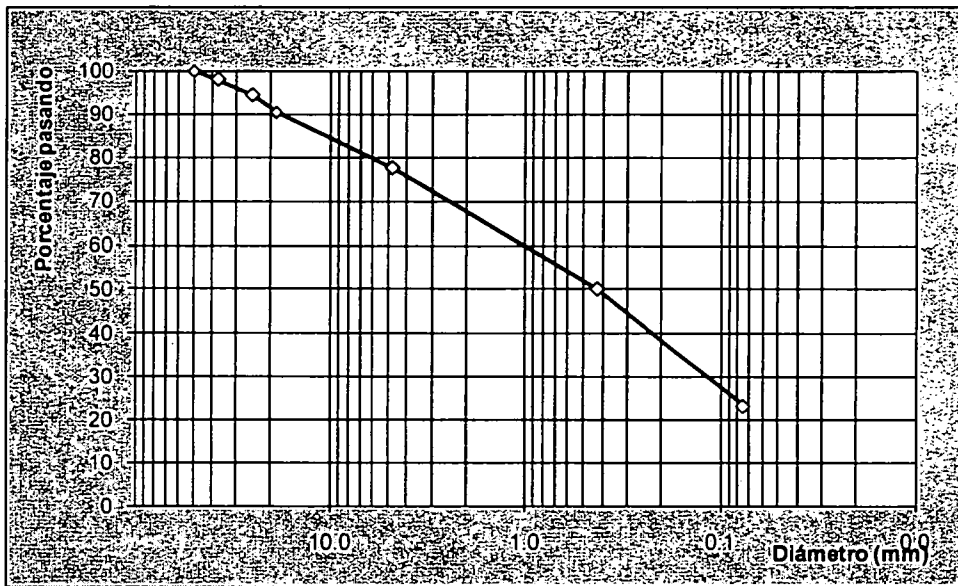


Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0759-10

MASA INICIAL: 28387 g MASA FINAL: 22590 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	62.5	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	163.9	0.58	0.58	99
1 1/2"	37.5	801	2.82	3.40	97
1"	25.0	954	3.36	6.76	93
3/4"	19.0	744	2.62	9.38	91
3/8"	9.50	1572	5.54	14.9	85
Nº 4	4.75	1537	5.41	20.3	80
Nº 10	2.00	1961	6.9	27.2	73
Nº 40	0.425	6292	22.2	49.4	51
Nº 200	0.075	8293	29.2	78.6	21

No. de informe: I-0363-10

Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0759-10

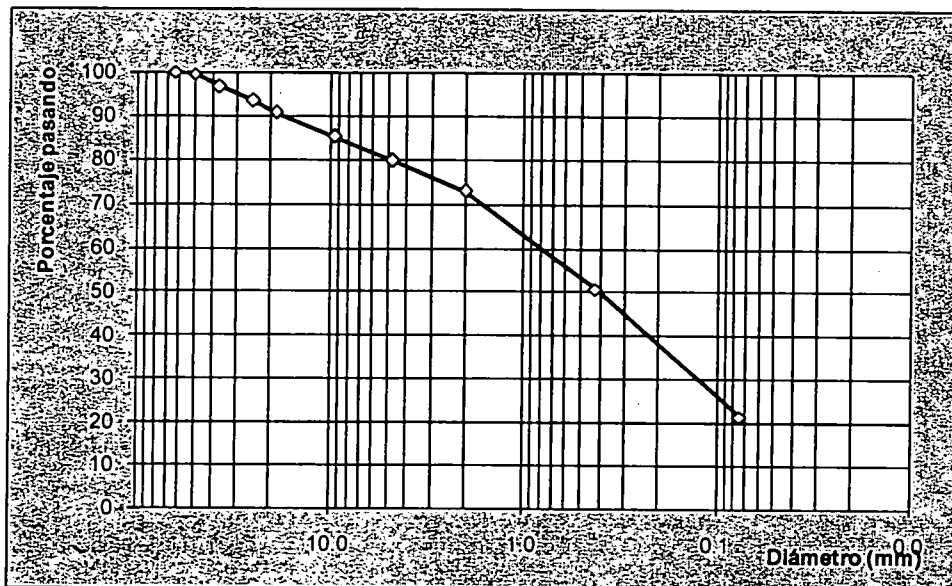


Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0760-10

MASA INICIAL: 21737 g

MASA FINAL: 16613 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	37.5	439	2.02	2.02	98
1"	25.0	731	3.36	5.38	95
3/4"	19.0	546	2.51	7.89	92
N° 4	4.75	2568	11.8	19.70	80
N° 40	0.425	6016	27.7	47.4	53
N° 200	0.075	6314	29.0	76.4	24

No. de informe: I-0363-10

Gráfico 4: Curva granulométrica: muestra 0760-10

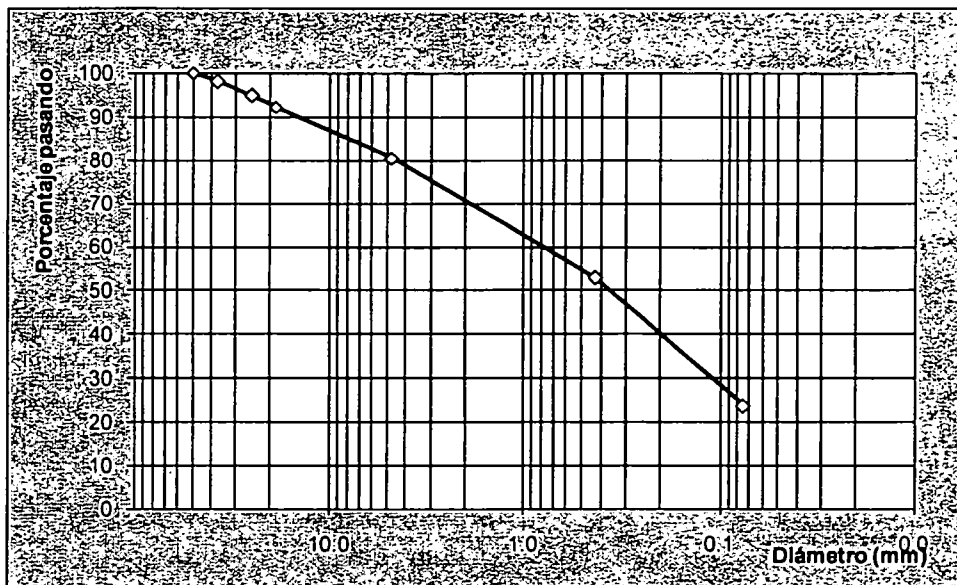


Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0761-10

MASA INICIAL: 23562 g

MASA FINAL: 18301 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	37.5	327	1.39	1.39	99
1"	25.0	258	1.09	2.48	98
3/4"	19.0	396	1.68	4.16	96
3/8"	9.50	1150	4.88	9.04	91
Nº 4	4.75	1368	5.80	14.8	85
Nº 10	2.00	1771	7.52	22.4	78
Nº 40	0.425	5157	21.9	44.2	56
Nº 200	0.075	7576	32.2	76.4	24

No. de informe: I-0363-10

Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 0761-10

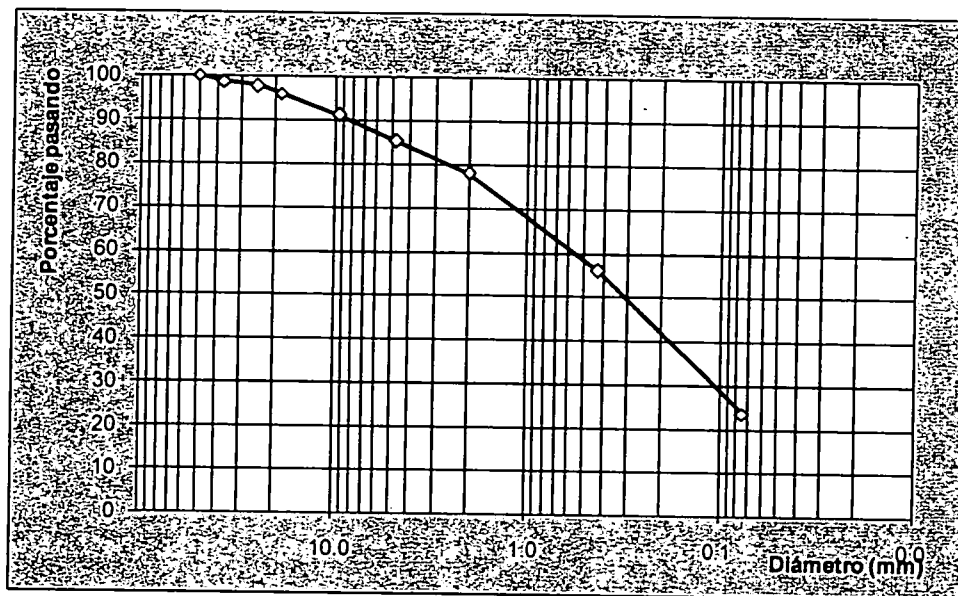


Tabla 6. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0762-10

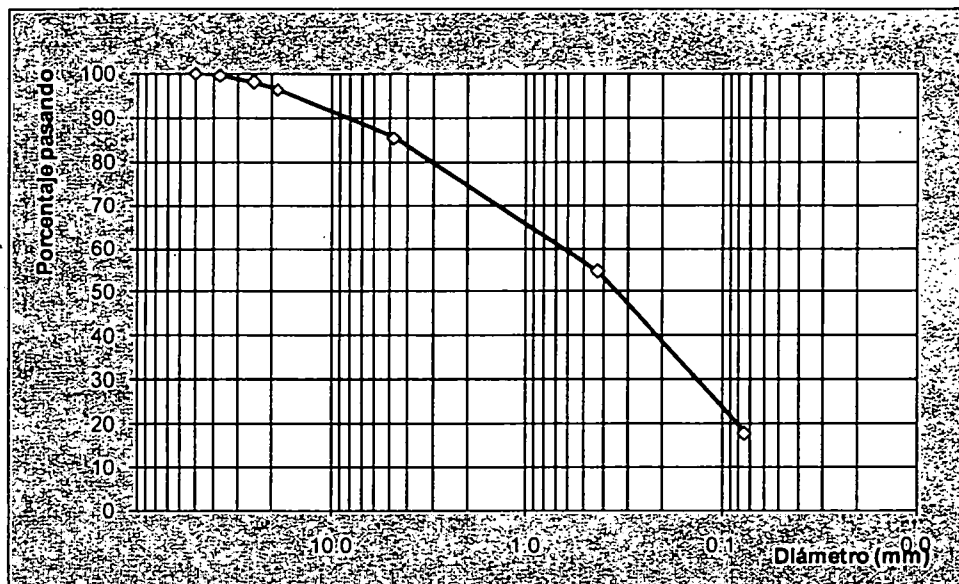
MASA INICIAL: 25219 g

MASA FINAL: 21835 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	37.5	150	0.60	0.60	99
1"	25.0	398	1.58	2.17	98
3/4"	19.0	408	1.62	3.79	96
N° 4	4.75	2754	10.92	14.7	85
N° 40	0.425	7794	30.9	45.6	54
N° 200	0.075	9271	36.8	82.4	18

No. de informe: I-0363-10

Gráfico 6: Curva granulométrica: muestra 0762-10

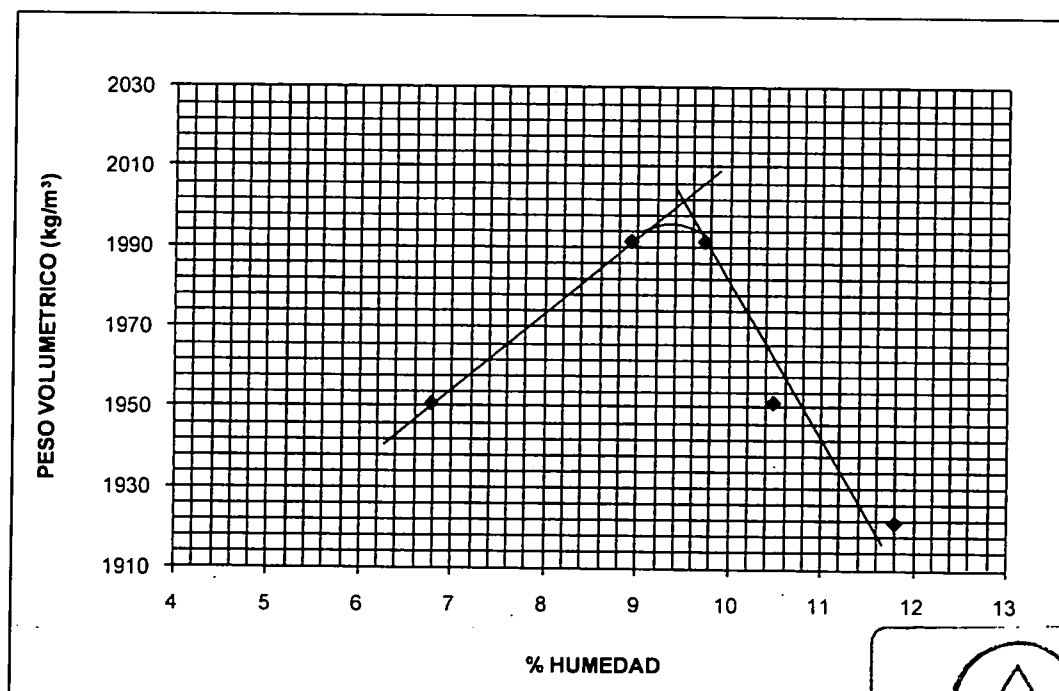


No. de informe: I-0363-10

Tabla 7 Resultados próctor modificado: muestra 0758-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	9.40%
Densidad seca máxima estándar	1998.0 kg/m ³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 7 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0758-10

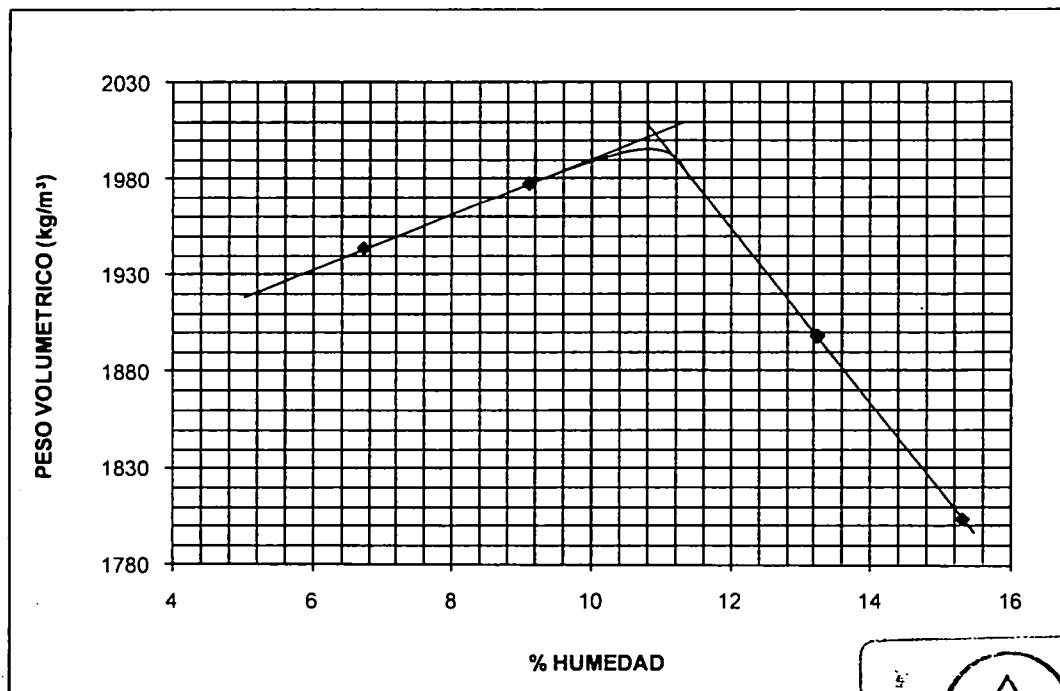


No. de informe: I-0363-10

Tabla 8 Resultados próctor modificado: muestra 0760-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	10,80%
Densidad seca máxima estándar	1995,0 kg/m³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 8 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0760-10

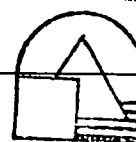
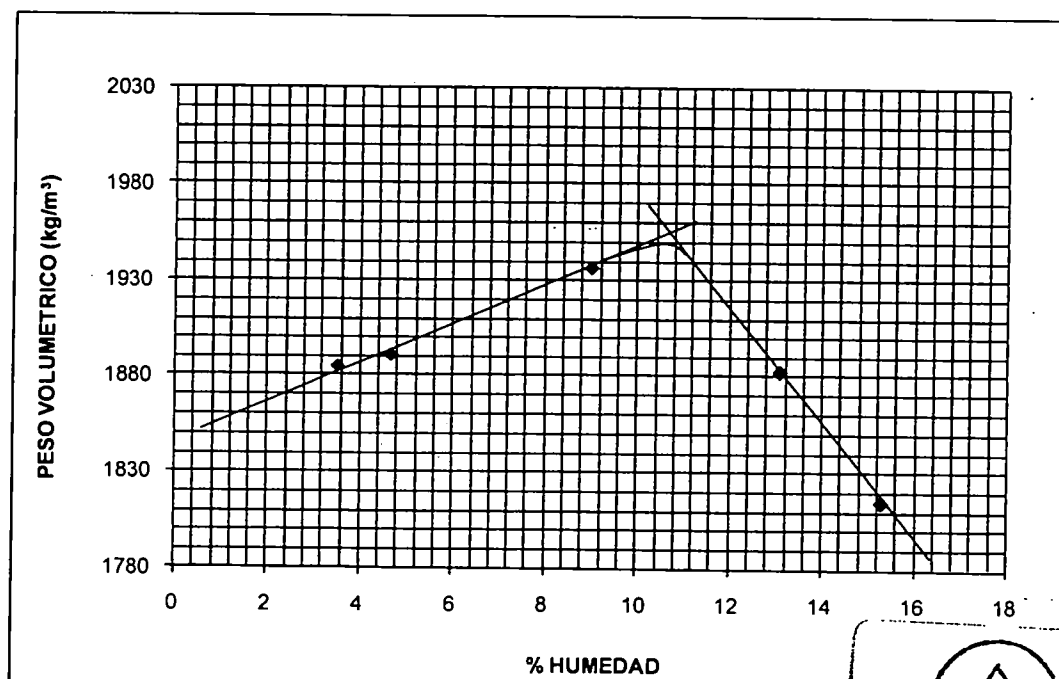


No. de informe: I-0363-10

Tabla 9 Resultados próctor modificado: muestra 0762-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	10,60%
Densidad seca máxima estándar	1950,0 kg/m³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 9 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0762-10



No. de informe: I-0363-10

Tabla 10 Resultados de Límites Atterberg

MUESTRA No.	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0757-10	NP	NP	NP
0758-10	NP	NP	NP
0759-10	NP	NP	NP
0760-10	NP	NP	NP
0761-10	NP	NP	NP
0762-10	NP	NP	NP

Nota:

NP: No desarrolla plasticidad.

Tabla 11 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0763-10

FECHA DE MOLDEO: 10/04/06

FECHA FALLA: 10/04/13

EDAD (DÍAS): 7

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kgf)	ESFUERZO MÁXIMO (kgf/cm²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	118	81.0	1.16	4758	58.7	5759
2	102	117	81.3	1.15	5801	71.3	6994
3	102	117	81.2	1.15	5053	62.1	6092

PROMEDIO: 64.1 6282

DESV. EST: 6.51 639

No. de informe: I-0363-10

Tabla 12 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0764-10

FECHA DE MOLDEO: 10/04/06

FECHA FALLA: 10/04/13

EDAD (DÍAS): 7

ESPECÍMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kgf)	ESFUERZO MÁXIMO (kgf/cm²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	117	81.1	1.15	6128	75.5	7408
2	102	117	81.0	1.15	5792	71.5	7011
3	102	117	81.2	1.15	5674	70.0	6868

PROMEDIO: 72.4 7095

DESV. EST: 2.85 280

Tabla 13 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0765-10

FECHA DE MOLDEO: 10/04/06

FECHA FALLA: 10/04/13

EDAD (DÍAS): 7

ESPECÍMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kgf)	ESFUERZO MÁXIMO (kgf/cm²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	117	81.3	1.15	3080	37.9	3713
2	102	117	81.4	1.15	3343	41.1	4028
3	102	117	81.3	1.15	2703	33.2	3257

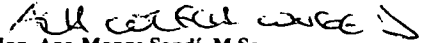
PROMEDIO: 37.4 3666

DESV. EST: 3.95 388

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR

No. de informe: I-0459-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio de Ensayo y Modelos Estructurales
ST-0412-10^{es}

18 MAYO 2010

RECIBIDO

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica - Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito- Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

IT-CA-02 (ASTM C 136) (*) Granulometría de agregados.

IT-GC-07 (AASHTO T-180) (*) Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 y una caída de 457 mm.

IT-GC-08 (AASHTO T-193) (*) Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*) Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.

ASTM D 1633 (**) Resistencia a la compresión de bases estabilizadas.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

(**) Ensayo no acreditado.

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

Descripción:

1000-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: BE3, BE4 y 5. Estacionamiento: 28+600. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho.

1001-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: BE5, BE6 y BE7. Estacionamiento: 28+360. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho

1002-10

3 Pastillas de base estabilizadas, identificadas como: BE8, BE9y BE10. Estacionamiento: 28+140. Sentido Las Mellizas-Sabalito. Carril derecho.

No. de informe: I-0459-10

- 1003-10 7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 27+800. Sentido -Sabalito-Las Mellizas. Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.
- 1004-10 7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 27+800. Sentido -Sabalito-Las Mellizas. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.
- 1005-10 7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 27+900. Sentido -Sabalito-Las Mellizas. Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.
- 1006-10 7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 27+900. Sentido -Sabalito-Las Mellizas. Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.
- 1007-10 7 Sacos con material de base, identificados como: Estacionamiento: 27+980. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de tajo, medianamente degradable, color gris claro, partícula cubica ligeramente compacto, aproximadamente 75% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.
- 1008-10 7 sacos con material de Subbase, identificados como: Estacionamiento: 27+980. Sentido Sabalito-Las Mellizas Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable aproximadamente 60% pasando la malla No. 4, ligeramente mal graduado.

No. de informe: I-0459-10

1009-10

7 sacos con material de Subbase, identificados como:
Estacionamiento: 27+980. Sentido Sabalito-Las Mellizas
Carril derecho. Material de color gris claro ligeramente
compacto, partícula cúbica, medianamente degradable
aproximadamente 60% pasando la malla No. 4,
ligeramente mal graduado.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/04/29

Fecha de realización del ensayo:

10/05/03 – 10/05/10

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los
agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados de Límites Atterberg

MUESTRA No.	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
1003-10	NP	NP	NP
1004-10	NP	NP	NP
1005-10	NP	NP	NP
1006-10	NP	NP	NP
1007-10	NP	NP	NP
1008-10	NP	NP	NP

Nota:

NP: No desarrolla plasticidad.

No. de informe: I-0459-10

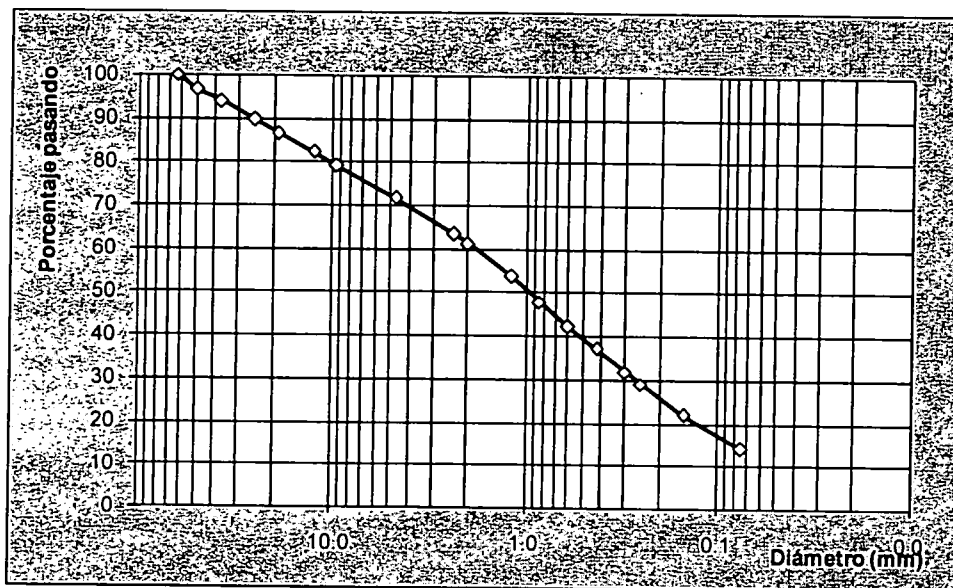
Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 1003-10

MASA INICIAL: 38167 g

MASA FINAL: 34219 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	1338	3.51	3.5	96
1 1/2"	37.5	1026	2.69	6.2	94
1"	25.0	1607	4.21	10.4	90
3/4"	19.0	1206	3.16	13.6	86
1/2"	12.5	1661	4.35	17.9	82
3/8"	9.50	1241	3.25	21.2	79
N° 4	4.75	2817	7.38	28.5	71
N° 8	2.36	3126	8.19	36.7	63
N° 10	2.00	816	2.14	38.9	61
N° 16	1.18	2909	7.62	46.5	54
N° 20	0.850	2149	5.63	52.1	48
N° 30	0.600	2193	5.75	57.9	42
N° 40	0.425	1962	5.14	63.0	37
N° 50	0.300	2032	5.33	68.3	32
N° 60	0.250	1023	2.68	71.0	29
N° 100	0.150	2773	7.27	78.3	22
N° 200	0.075	2981	7.81	86.1	14

Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 1003-10



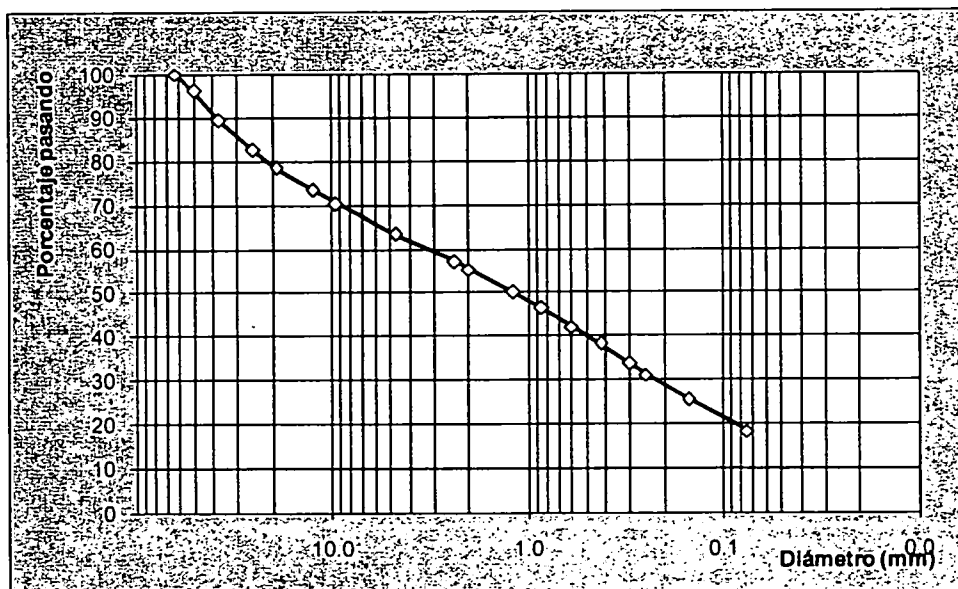
No. de informe: I-0459-10

Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 1004-10

MASA INICIAL: 28346 g MASA FINAL: 23385 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	1105	3.90	3.90	96
1 1/2"	37.5	1998	7.05	10.9	89
1"	25.0	1903	6.71	17.7	82
3/4"	19.0	1178	4.16	21.8	78
1/2"	12.5	1386	4.89	26.7	73
3/8"	9.50	904	3.19	29.9	70
N° 4	4.75	1948	6.87	36.8	63
N° 8	2.36	1802	6.36	43.1	57
N° 10	2.00	473	1.67	44.8	55
N° 16	1.18	1522	5.37	50.2	50
N° 20	0.850	1049	3.70	53.9	46
N° 30	0.600	1191	4.20	58.1	42
N° 40	0.425	1138	4.02	62.1	38
N° 50	0.300	1272	4.49	66.6	33
N° 60	0.250	679	2.40	69.0	31
N° 100	0.150	1608	5.67	74.6	25
N° 200	0.075	2029	7.16	81.8	18

Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 1004-10



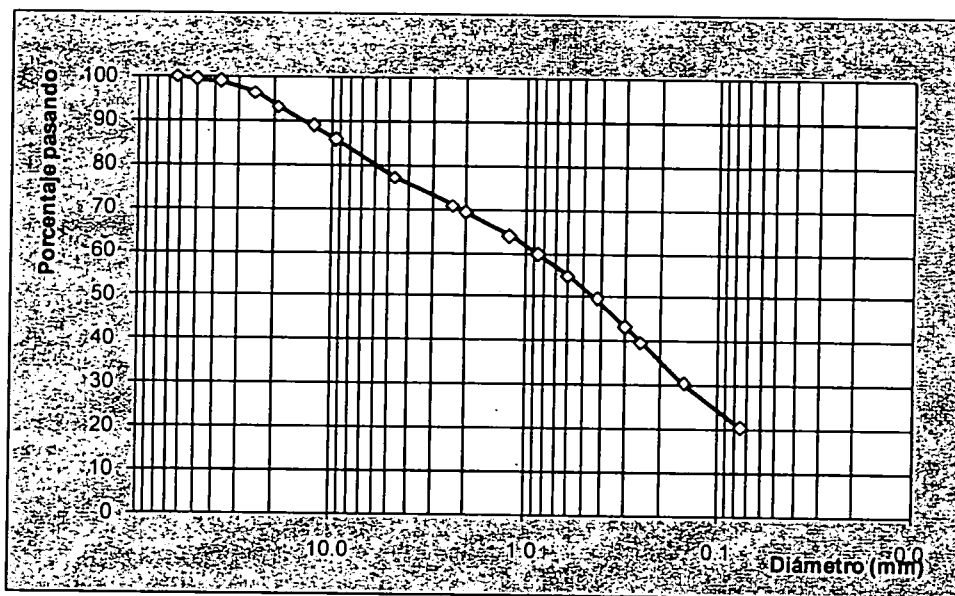
No. de informe: I-0459-10

Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 1005-10

MASA INICIAL: 22293 g MASA FINAL: 17985 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	188	0.8	0.8	99
1 1/2"	37.5	81.4	0.4	1.2	99
1"	25.0	551	2.5	3.7	96
3/4"	19.0	720	3.2	6.9	93
1/2"	12.5	979	4.4	11.3	89
3/8"	9.50	734	3.3	14.6	85
N° 4	4.75	1856	8.3	22.9	77
N° 8	2.36	1410	6.3	29.2	71
N° 10	2.00	365	1.6	30.9	69
N° 16	1.18	1209	5.4	36.3	64
N° 20	0.850	948	4.3	40.6	59
N° 30	0.600	1049	4.7	45.3	55
N° 40	0.425	1188	5.3	50.6	49
N° 50	0.300	1444	6.5	57.1	43
N° 60	0.250	733	3.3	60.4	40
N° 100	0.150	2109	9.5	69.8	30
N° 200	0.075	2240	10.0	79.9	20

Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 1005-10

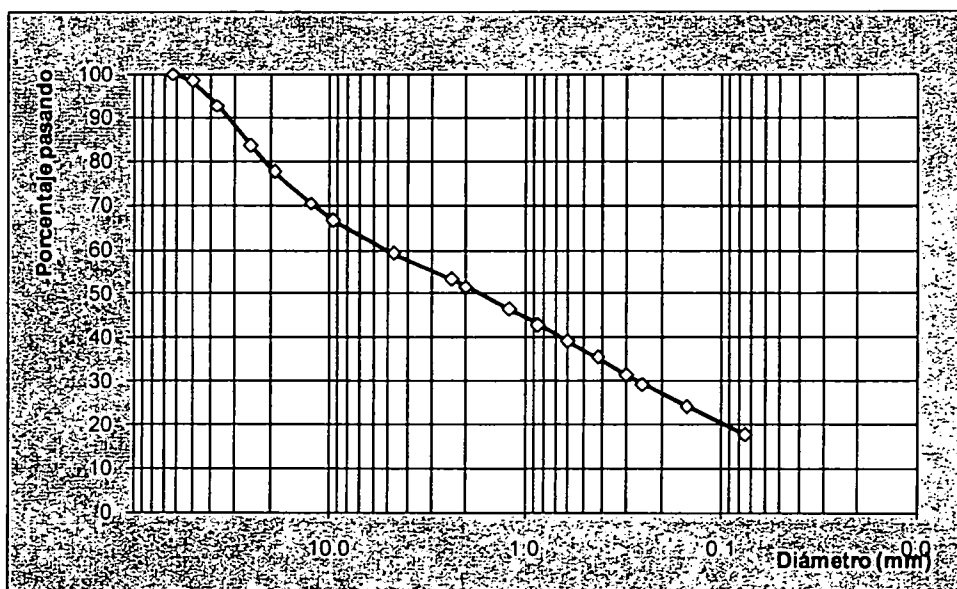


No. de informe: I-0459-10

Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico: muestra 1006-10

MASA INICIAL:		41099 g	MASA FINAL:		34166 g
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	721	1.8	1.8	98
1 1/2"	37.5	2326	5.7	7.4	93
1"	25.0	3824	9.3	16.7	83
3/4"	19.0	2466	6.0	22.7	77
1/2"	12.5	2915	7.1	29.8	70
3/8"	9.50	1616	3.9	33.7	66
N° 4	4.75	2945	7.2	40.9	59
N° 8	2.36	2461	6.0	46.9	53
N° 10	2.00	664	1.6	48.5	51
N° 16	1.18	2134	5.2	53.7	46
N° 20	0.850	1461	3.6	57.3	42.7
N° 30	0.600	1606	3.9	61.2	38.8
N° 40	0.425	1495	3.6	64.8	35.2
N° 50	0.300	1645	4.0	68.8	31.2
N° 60	0.250	873	2.1	70.9	29.1
N° 100	0.150	2091	5.1	76.0	24.0
N° 200	0.075	2718	6.6	82.6	17.4

Gráfico 4: Curva granulométrica: muestra 1006-10



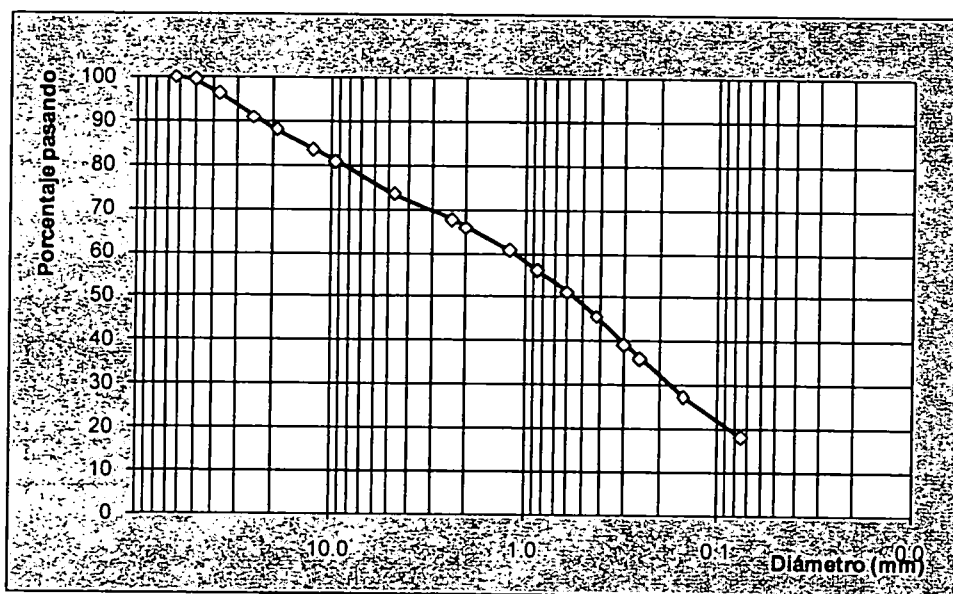
No. de informe: I-0459-10

Tabla 6. Resultados del análisis granulométrico: muestra 1007-10

MASA INICIAL: 22429 g MASA FINAL: 18788 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	196	0.87	0.87	99
1 1/2"	37.5	719	3.21	4.08	96
1"	25.0	1136	5.06	9.14	91
3/4"	19.0	712	3.17	12.3	88
1/2"	12.5	969	4.32	16.6	83
3/8"	9.50	620	2.76	19.4	81
Nº 4	4.75	1652	7.37	26.8	73
Nº 8	2.36	1316	5.87	32.6	67
Nº 10	2.00	375	1.67	34.3	66
Nº 16	1.18	1191	5.31	39.6	60
Nº 20	0.850	997	4.45	44.1	56
Nº 30	0.600	1092	4.87	48.9	51
Nº 40	0.425	1231	5.49	54.4	46
Nº 50	0.300	1458	6.50	60.9	39
Nº 60	0.250	713	3.18	64.1	36
Nº 100	0.150	1955	8.72	72.8	27
Nº 200	0.075	2067	9.21	82.0	18

Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 1007-10



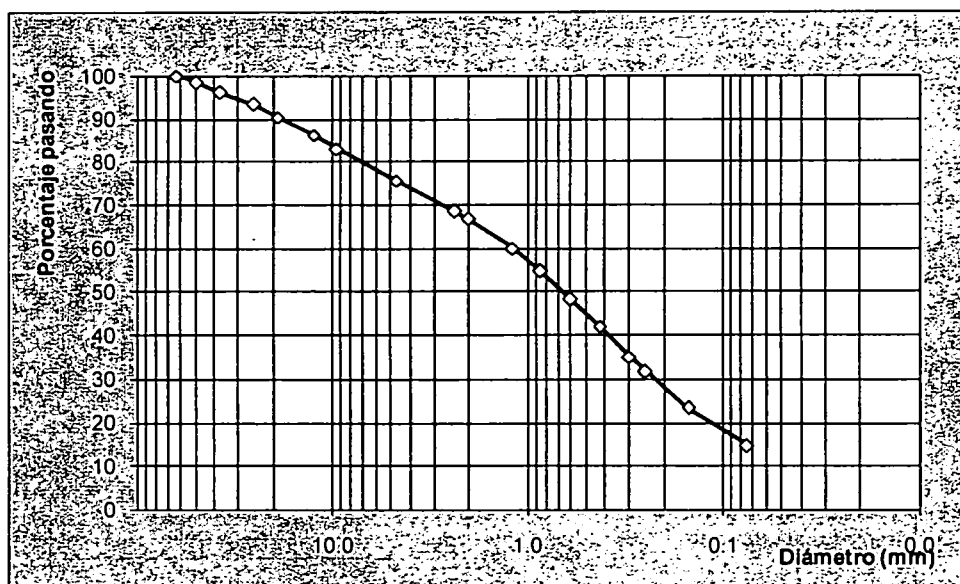
No. de informe: I-0459-10

Tabla 7. Resultados del análisis granulométrico: muestra 1008-10

MASA INICIAL: 30717 g MASA FINAL: 27461 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.0	486	1.58	1.58	98
1 1/2"	37.5	742	2.42	4.00	96
1"	25.0	883	2.87	6.87	93
3/4"	19.0	863	2.81	9.68	90
1/2"	12.5	1299	4.23	13.9	86
3/8"	9.50	989	3.22	17.1	83
N° 4	4.75	2247	7.32	24.4	76
N° 8	2.36	2225	7.24	31.7	68
N° 10	2.00	575	1.87	33.6	66
N° 16	1.18	2013	6.55	40.1	60
N° 20	0.850	1668	5.43	45.5	54
N° 30	0.600	1955	6.37	51.9	48
N° 40	0.425	1928	6.28	58.2	42
N° 50	0.300	2108	6.86	65.0	35
N° 60	0.250	1023	3.33	68.4	32
N° 100	0.150	2602	8.47	76.8	23
N° 200	0.075	2633	8.57	85.4	15

Gráfico 6: Curva granulométrica: muestra 1008-10



No. de informe: I-0459-10

Tabla 8 Resultados de CBR: muestra 1004-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m³)	C (%)	W (%)
56	2	2005	98.8	8.1
25	3	1916	94.4	8.1
10	6	1773	87.4	8.2

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
2	0.02	-	-	0.06
3	0.04	-	-	0.06
6	0.03	-	-	0.03

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	2	3	6
(pulg)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	7.74	6.68	0.90
0.050	18.0	15.38	1.46
0.075	34.7	24.92	1.78
0.100	57.0	34.84	2.08
0.125	78.9	45.2	2.31
0.150	101.5	54.1	2.62
0.200	139.7	68.4	3.23
0.300	184.2	88.2	4.41
0.400	204.3	103.4	5.6
0.500	231.1	116.3	7.0

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98.8	80.9	133	118	148
25	94.4	49.5	65.1	49.5	65.1
10	87.4	2.96	3.07	2.96	3.07

No. de informe: I-0459-10

Gráfico 7: Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 1004-10

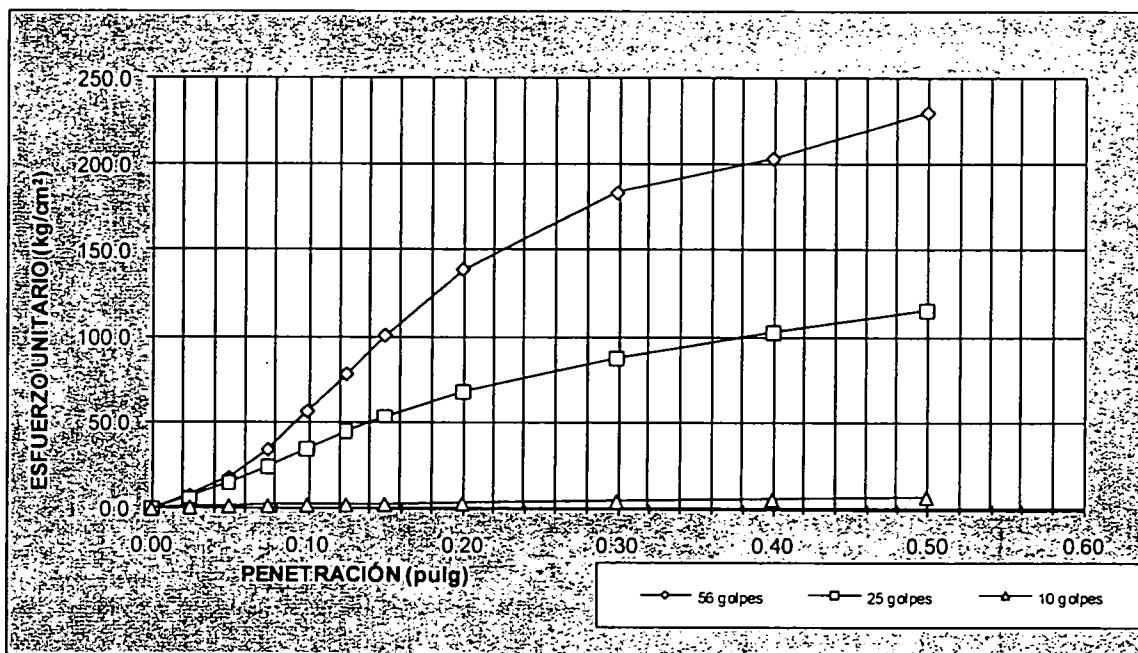
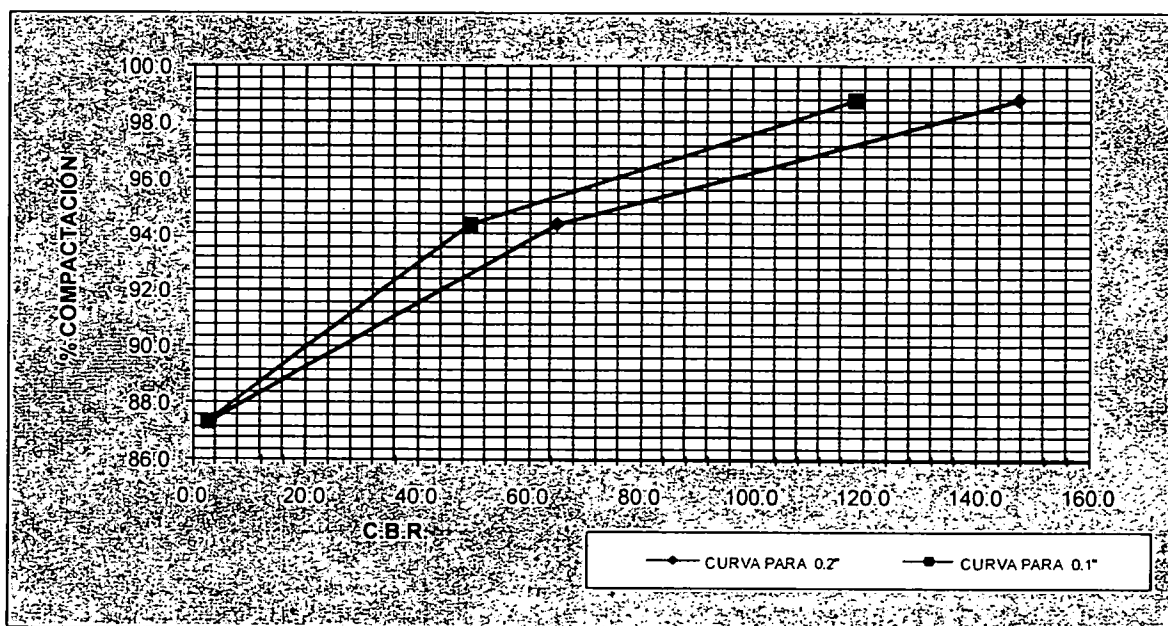


Gráfico 8: Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 1004-10



No. de informe: I-0459-10

Tabla 9 Resultados de CBR: muestra 1006-10

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	7	1986	96.0	8.55
25	8	1905	92.1	8.58
10	9	1822	88.1	8.72

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
7	0.02	-	-	0.03
8	0.15	-	-	0.15
9	0.10	-	-	0.12

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	7	8	9
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	11.62	18.39	2.95
0.050	34.1	46.9	5.44
0.075	59.4	57.0	6.92
0.100	84.5	63.6	7.82
0.125	109.3	69.4	8.37
0.150	129.5	74.5	8.77
0.200	164.0	83.7	9.94
0.300	219.5	97.8	12.37
0.400	259.1	110	14.97
0.500	293.5	120	18.20

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	96.0	120.0	156
25	92.1	90.3	79.7
10	88.1	11.1	9.47

No. de informe: I-0459-10

Gráfico 9: Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 1006-10

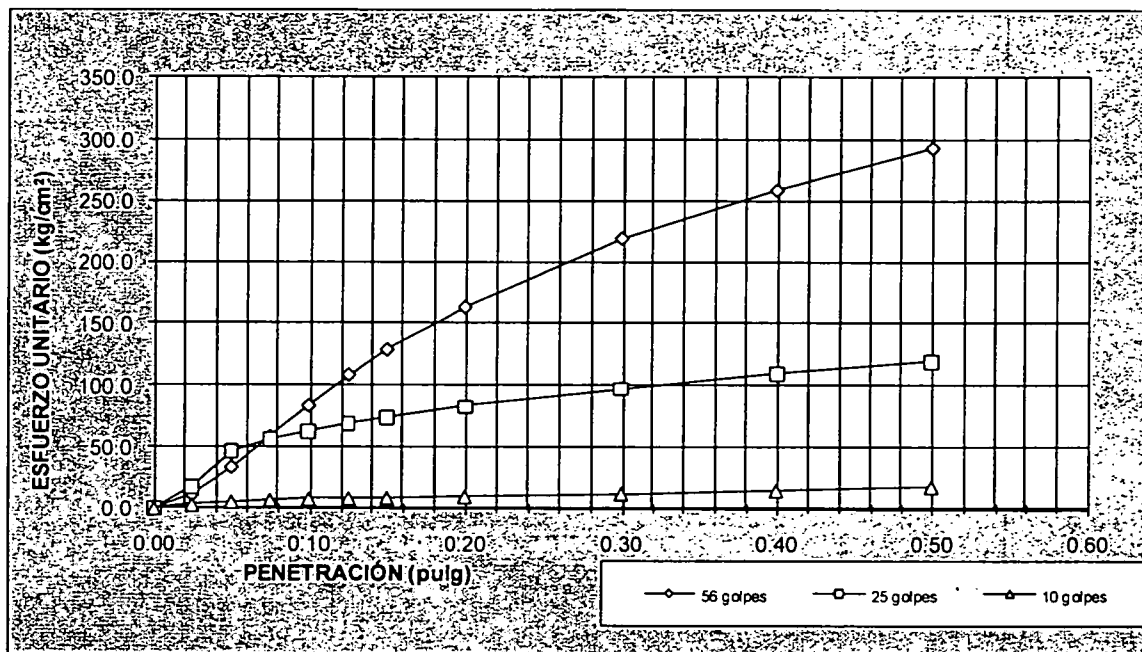
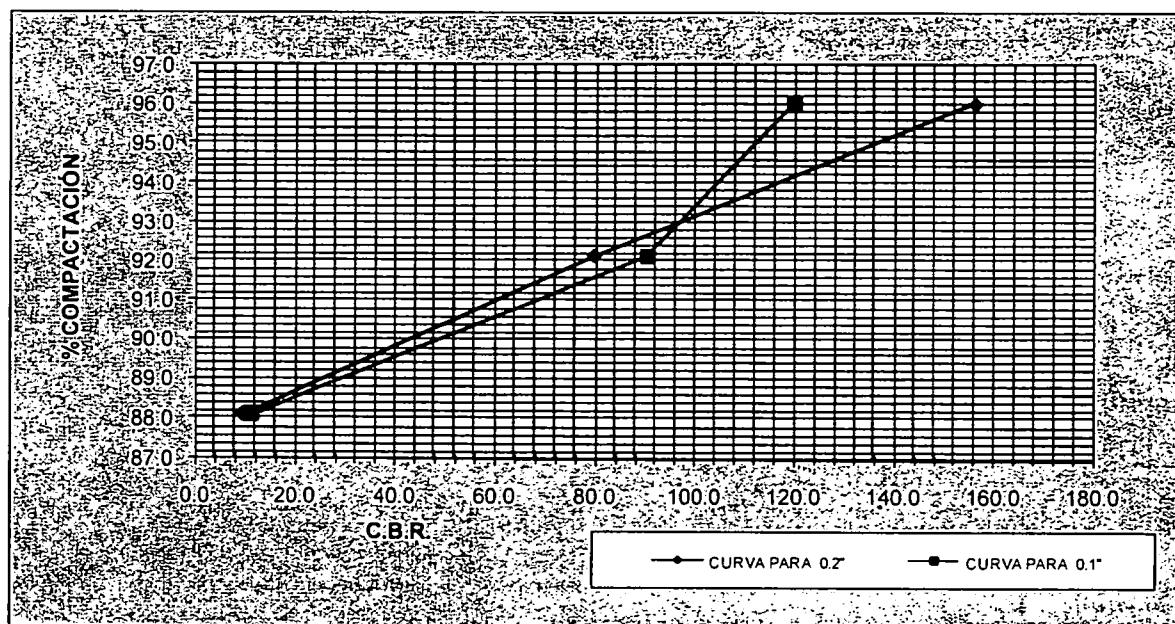


Gráfico 10: Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 1006-10



No. de informe: I-0459-10

Tabla 10 Resultados de CBR: muestra 1008-10

SIMBOLOGÍA				
δ s	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δ s (kg/m³)	C (%)	W (%)
56	13	1995	98.2	8.55
25	14	1914	94.2	8.84
10	20	1784	87.8	8.96

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
13	0.15	-	-	0.20
14	0.05	-	-	0.07
20	0.11	-	-	0.14

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	13	14	20
(pulg)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)	(kgf/cm²)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	3.30	4.49	2.77
0.050	18.7	10.8	4.85
0.075	43.0	18.2	6.07
0.100	70.5	26.1	6.91
0.125	102.0	35.3	7.53
0.150	128.3	43.6	8.00
0.200	167.5	58.4	8.78
0.300	224.2	81.0	10.7
0.400	259.4	97.5	13.1
0.500	287.0	113	15.7

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98.2	100	160	163	160
25	94.2	37.1	55.6	37.1	55.6
10	87.8	9.81	8.36	9.81	8.36

No. de informe: I-0459-10

Gráfico 11: Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 1008-10

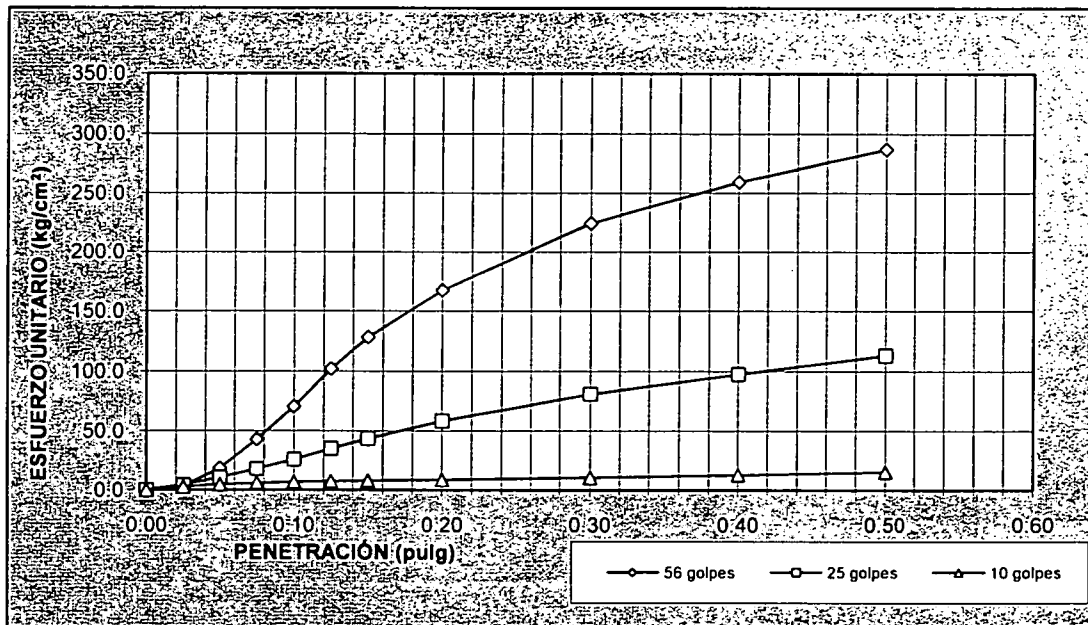
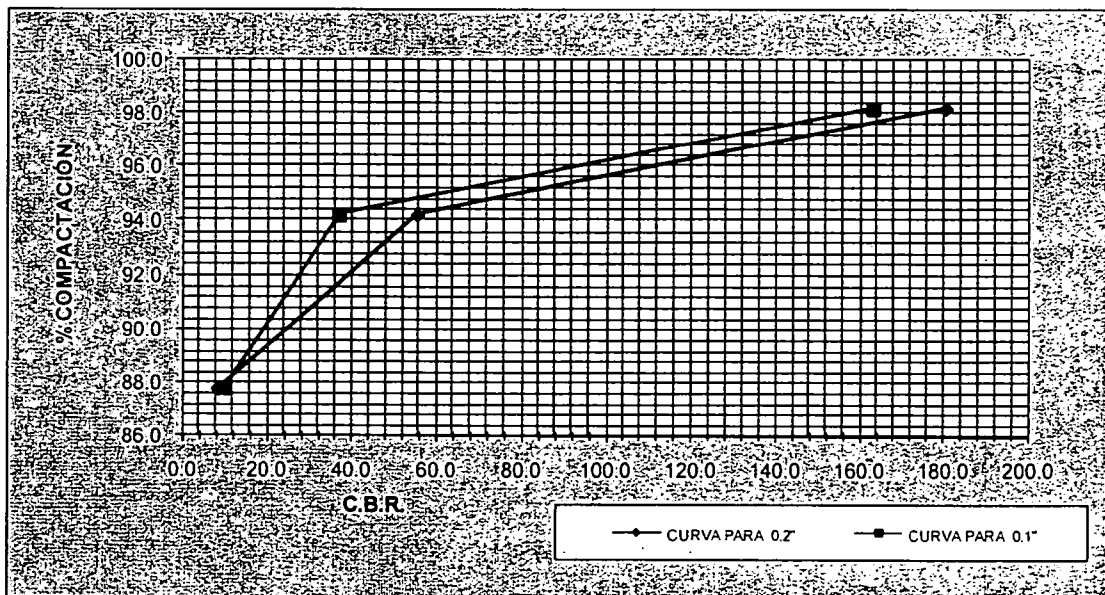


Gráfico 12: Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 1008-10



Nota:

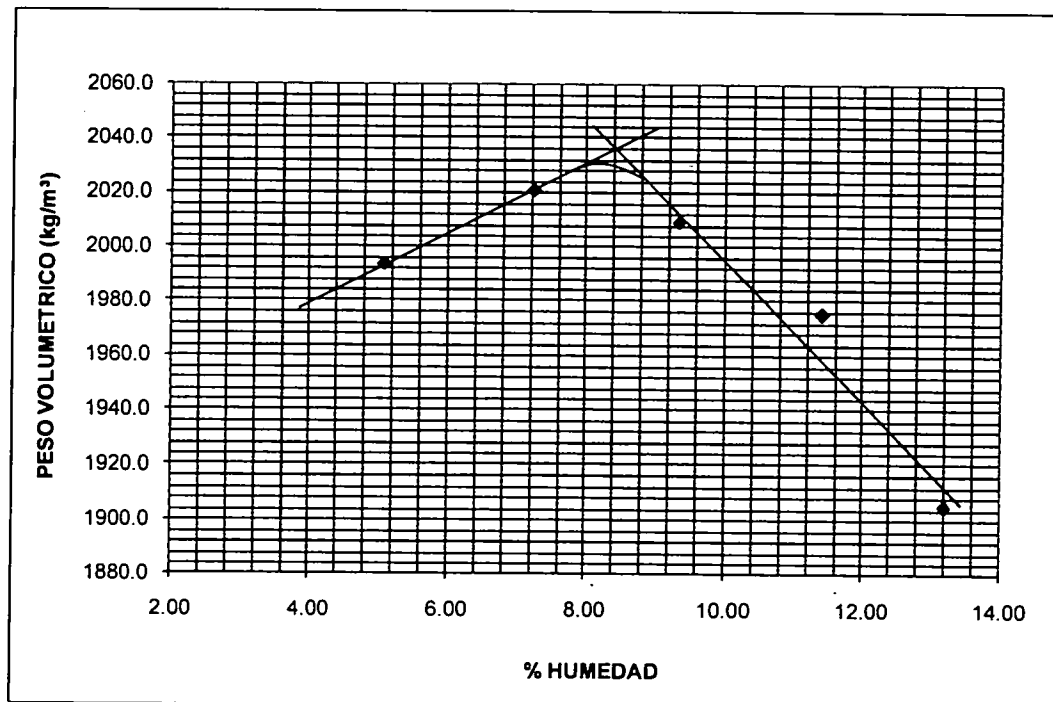
- Los valores de CBR para la curva de 56 golpes para la muestra 1006-10 y 1008-10 fueron corregidos por curvatura de acuerdo con la norma.

No. de informe: I-0459-10

Tabla 11 Resultados próctor modificado: muestra 1004-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	8.20%
Densidad seca máxima estándar	2030.0 kg/m ³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 13: Peso volumétrico contra humedad: muestra 1004-10

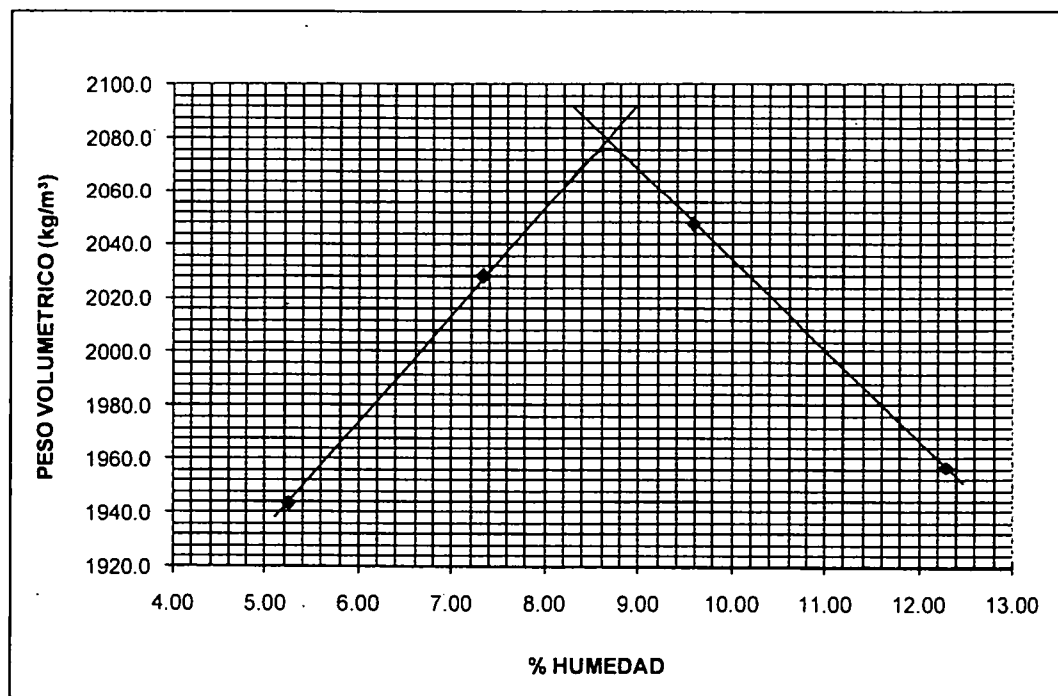


No. de informe: I-0459-10

Tabla 12 Resultados próctor modificado: muestra 1006-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	8.60%
Densidad seca máxima estándar	2068.0 kg/m ³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 14: Peso volumétrico contra humedad: muestra 1006-10

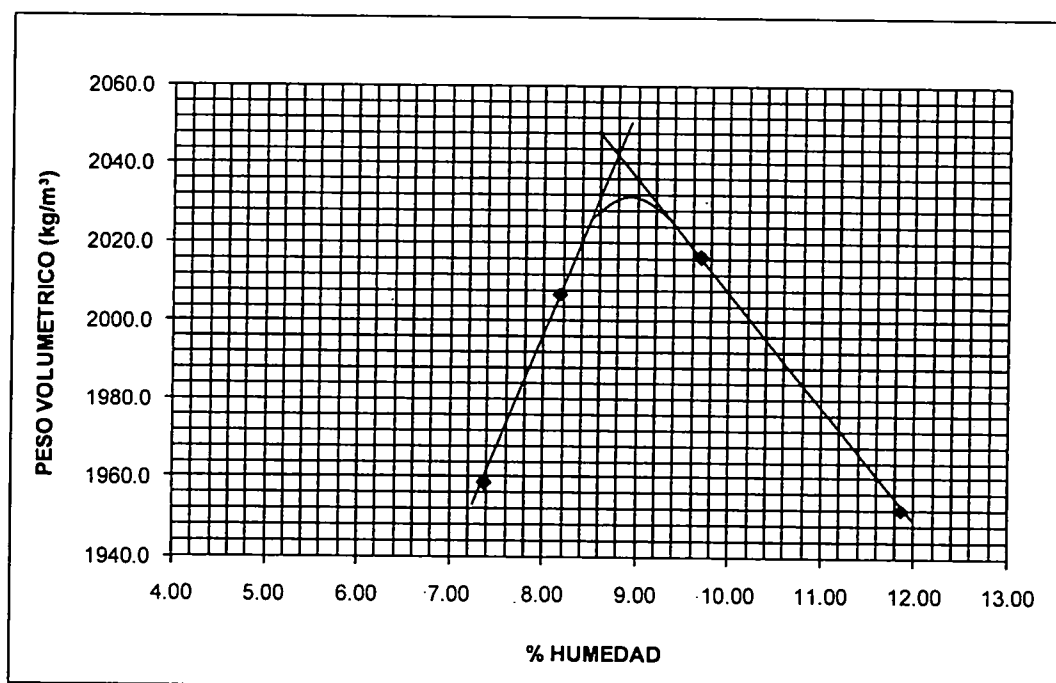


No. de informe: I-0459-10

Tabla 13 Resultados próctor modificado: muestra 1008-10

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	8.90%
Densidad seca máxima estándar	2032.0 kg/m³
Dosificación:	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 15: Peso volumétrico contra humedad: muestra 1008-10



No. de informe: I-0459-10

Tabla 14 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 1000-10

FECHA DE MOLDEO: 10/04/28

FECHA FALLA: 10/05/05

EDAD (DÍAS): 7

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	118	81.3	1.16	5343	65.7	6442
2	102	117	81.4	1.15	4831	59.4	5821
3	102	117	81.2	1.15	4314	53.0	5198

PROMEDIO: 59.3 5820

DESV. EST: 6.34 622

Tabla 15 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 1001-10

FECHA DE MOLDEO: 10/04/28

FECHA FALLA: 10/05/05

EDAD (DÍAS): 7

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	118	81.0	1.16	3280	40.5	3970
2	102	117	81.4	1.15	3665	45.0	4413
3	102	117	81.4	1.15	3583	44.0	4314

PROMEDIO: 43.2 4232

DESV. EST: 2.37 232

Tabla 16 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 1002-10

FECHA DE MOLDEO: 10/04/28

FECHA FALLA: 10/05/05

EDAD (DÍAS): 7

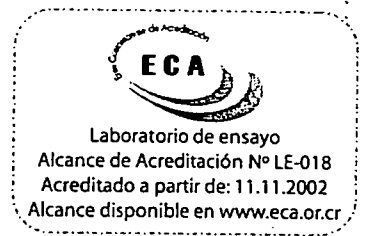
ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²)	L/D	CARGA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm ²)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)
1	102	118	81.1	1.16	4563	56.2	5516
2	102	117	81.5	1.15	4536	55.7	5458
3	102	117	81.2	1.15	4128	50.7	4967

PROMEDIO: 54.2 5314

DESV. EST: 3.07 301



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0459-10

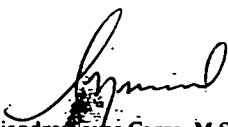
Aclaraciones:

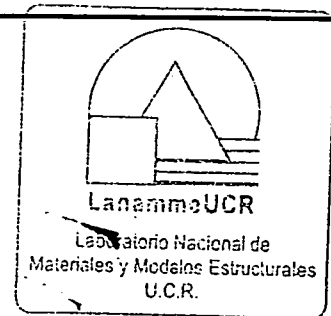
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0542-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0413 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.

Proyecto: Sabalito – Las Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

IT-CA-09 (ASTM C 88) (*). Disgregabilidad de agregados en sulfato de sodio.

IT-CA-11 (ASTM D2419) (*). Equivalente de arena.

IT-CA-12 (ASTM D3744) (*). Índice de Durabilidad.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

Descripción:

1004-10

7 Sacos con material de subbase. Agregado color gris claro, ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable y ligeramente mal graduado.

1006-10

7 Sacos con material de subbase. Agregado color gris claro, ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable y, ligeramente mal graduado.

1008-10

7 Sacos con material de subbase. Agregado color gris claro, ligeramente compacto, partícula cúbica, medianamente degradable y ligeramente mal graduado.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

Fecha de recepción :

10/04/29

No. de informe: I-0542-10

Fecha de realización del ensayo:

10/05/19 – 10/06/01

4. Información del muestreo:

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los agregados. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

5. Resultados:

Tabla 1. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio: muestra 1004-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
2 1/2"	63.00	---	---	---	---	---
2"	50.00	10.6	---	---	---	---
1 1/2"	37.50	19.2	1996	1981	---	---
	subtotal fracción	29.8	1996	1981	0.71	0.21
1"	25.00	18.3	1001	977	---	---
3/4"	19.00	11.3	502	479	---	---
	subtotal fracción	29.6	1504	1456	3.18	0.94
1/2"	12.50	13.3	670	634	3.62	0.79
3/8"	9.50	8.7	331	303	2.78	0.61
	subtotal fracción	22.0	1001	937	6.39	1.40
N° 4	4.75	18.7	300	283	5.93	1.11
	subtotal fracción	18.7	300	283	5.93	1.11
TOTAL		100	% DISGREGABILIDAD		3.66	

Tabla 2. Disgregabilidad de agregado fino en sulfato de sodio: muestra 1004-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
N° 4	4.75	14.1	100	92.6	7.40	1.04
N° 8	2.36	15.6	100	89.4	10.60	1.65
N° 16	1.18	17.5	100	94.3	5.7	1.00
N° 30	0.60	18.8	100	94.9	5.1	0.96
N° 50	0.30	17.9	---	---	---	---
N° 100	0.15	15.8	---	---	---	---
<N° 100	<0,15	0.18	---	---	---	---
TOTAL		100	% DISGREGABILIDAD		4.65	

No. de informe: I-0542-10

Tabla 3. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio: muestra 1006-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
2 1/2"	63.00	---	---	---	---	---
2"	50.00	4.29	---	---	---	---
1 1/2"	37.50	13.84	2013	1954	---	---
	subtotal fracción	18.1	2013	1954	2.94	0.53
1"	25.00	22.7	1001	992	---	---
3/4"	19.00	14.7	499	468	---	---
	subtotal fracción	37.4	1500	1460	2.63	0.98
1/2"	12.50	17.3	670	645	2.45	0.66
3/8"	9.50	9.6	331	321	0.96	0.26
	subtotal fracción	26.9	1001	967	3.41	0.92
N° 4	4.75	17.5	300	286	4.73	0.83
	subtotal fracción	17.5	300	286	4.73	0.83
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	3.26

Tabla 4. Disgregabilidad de agregado fino en sulfato de sodio: muestra 1006-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PERDIDA
N° 4	4.75	14.3	100	91.4	8.60	1.23
N° 8	2.36	16.3	100	91.2	8.80	1.43
N° 16	1.18	17.8	100	94.1	5.9	1.05
N° 30	0.60	18.3	100	96.6	3.4	0.62
N° 50	0.30	17.2	---	---	---	---
N° 100	0.15	15.8	---	---	---	---
<N° 100	<0,15	0.13	---	---	---	---
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	4.33

No. de informe: I-0542-10

Tabla 5. Disgregabilidad de agregado grueso en sulfato de sodio: muestra 1008-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PÉRDIDA
2 1/2"	63.00	---	---	---	---	---
2"	50.00	6.47	---	---	---	---
1 1/2"	37.50	9.88	---	---	---	---
1"	25.00	11.8	---	---	---	---
3/4"	19.00	11.5	---	---	---	---
1/2"	12.50	17.3	671	627	4.35	3.05
3/8"	9.50	13.2	330	305	2.48	1.74
	subtotal fracción	70.1	1001	932	6.83	4.78
N° 4	4.75	29.9	300	284	5.56	1.67
	subtotal fracción	29.9	300	284	5.56	1.67
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	6.45

Tabla 6. Disgregabilidad de agregado fino en sulfato de sodio: muestra 1008-10

TAMAÑO NOMINAL MALLA	ABERTURA MALLA (mm)	RETENIDO (%)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE PÉRDIDA	% PONDERADO DE PÉRDIDA
N° 4	4.75	11.8	100	90.5	9.50	1.12
N° 8	2.36	13.7	100	90.4	9.60	1.32
N° 16	1.18	19.2	100	81.1	18.9	3.63
N° 30	0.60	21.4	100	71.3	28.7	6.14
N° 50	0.30	19.2	---	---	---	---
N° 100	0.15	14.0	---	---	---	---
<N° 100	<0,15	0.46	---	---	---	---
TOTAL		100			% DISGREGABILIDAD	12.2

Tabla 7. Equivalente de arena: muestra 1004-10

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Material de Subbase	178	62.0	35.0
	194	66.0	35.0
	193	66.0	35.0
PROMEDIO:			35.0
DESV. ESTD:			0.00

No. de informe: I-0542-10

Tabla 8. Equivalente de arena: muestra 1006-10

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Material de Subbase	178	64.0	36.0
	192	65.0	34.0
	194	65.0	34.0
PROMEDIO:			35.0
DESV. ESTD:			1.15

Tabla 9. Equivalente de arena: muestra 1008-10

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	LECTURA ARCILLA (mm)	LECTURA ARENA (mm)	EQUIVALENTE DE ARENA
Material de Subbase	175	64.0	37.0
	188	67.0	36.0
	183	66.0	37.0
PROMEDIO:			37.0
DESV. ESTD:			0.577

Tabla 10. Índice de durabilidad: muestra 1004-10

IDENTIF. MUESTRA	LECTURA ARCILLA	LECTURA ARENA	ÍNDICE DE DURABILIDAD
1	154	80.0	52.0
2	160	80.0	50.0
3	162	78.0	49.0

Tabla 11. Índice de durabilidad: muestra 1006-10

IDENTIF. MUESTRA	LECTURA ARCILLA	LECTURA ARENA	ÍNDICE DE DURABILIDAD
1	162	80.0	50.0
2	162	80.0	50.0
3	162	80.0	50.0

No. de informe: I-0542-10

Tabla 12. Índice de durabilidad: muestra 1008-10

IDENTIF. MUESTRA	LECTURA ARCILLA	LECTURA ARENA	INDICE DE DURABILIDAD
1	150	80,0	54,0
2	152	82,0	54,0
3	156	80,0	52,0

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:



Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:



Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



No. de informe: I-0572-10

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0535 -10

1. Información del cliente:

Nombre: Auditoría Técnica -Ing. Raquel Arriola

Proyecto: Sabalito – La Mellizas.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

ASTM D1556 (**). Densidad en sitio por medio del método del cono de arena.

(**) Ensayo no acreditado.

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

Descripción:

1288-10	1 Bolsa material de subbase. Identificada como: Estacionamiento: 27+800.
1289-10	1 Bolsa material de subbase. Identificada como: Estacionamiento: 13+080.
1290-10	1 Bolsa material de subbase. Identificada como: Estacionamiento: 13+890.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo.

Fecha de recepción :

10/05/31

Fecha de realización del ensayo:

10/05/31 – 10/06/01

No. de informe: I-0572-10

4. Información del muestreo:

Muestreo realizado por el interesado. Responsable de las muestras Ing. Raquel Arriola.

5. Resultados:

Tabla 1. Densidad en sitio por medio del método del cono de arena: muestra 1288-10

PROPIEDADES DEL MATERIAL

Densidad Máxima (kg/m^3) **2030** (*)
Humedad Optima (%) **8.2** (*)

ARENA

Peso Arena en cono (g) **1440.5**
Peso Unitario masivo (kg/m^3) **1305.1**

MUESTRA No.	$M_{SH} +$ M_{CAP} (g)	$M_{SS} +$ M_{CAP} (g)	M_{CAP} (g)	$M_{INICIAL}$ ARENA (g)	M_{FINAL} ARENA (g)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (kg/m^3)	COMPACTACIÓN (%)
1288-10	3524	3192	293	5000	1490	11.47	1829	90.1

Tabla 2. Densidad en sitio por medio del método del cono de arena: muestra 1289-10

PROPIEDADES DEL MATERIAL

Densidad Máxima (kg/m^3) **1932** (*)
Humedad Optima (%) **11.3** (*)

ARENA

Peso Arena en cono (g) **1440.5**
Peso Unitario masivo (kg/m^3) **1305.1**

MUESTRA No.	$M_{SH} +$ M_{CAP} (g)	$M_{SS} +$ M_{CAP} (g)	M_{CAP} (g)	$M_{INICIAL}$ ARENA (g)	M_{FINAL} ARENA (g)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (kg/m^3)	COMPACTACIÓN (%)
1289-10	4167	3807	296	5000	1295	10.25	2024	100.0

No. de informe: I-0572-10

Tabla 3. Densidad en sitio por medio del método del cono de arena: muestra 1290-10

PROPIEDADES DEL MATERIAL

Densidad Máxima (kg/m^3) **1960** (*)
Humedad Optima (%) **11.2** (*)

ARENA

Peso Arena en cono (g) **1440.5**
Peso Unitario masivo (kg/m^3) **1305.1**

MUESTRA No.	$M_{SH} +$ M_{CAP} (g)	$M_{SS} +$ M_{CAP} (g)	M_{CAP} (g)	$M_{INICIAL}$ ARENA (g)	M_{FINAL} ARENA (g)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (kg/m^3)	COMPACTACIÓN (%)
1290-10	4199	3840	231	5000	1011	9.93	1848	94.3

Simbología

M: Masa
 M_{sh} : Masa del suelo húmedo
 M_{ss} : Masa del suelo seco
 M_{cap} : Masa de cápsula

Nota:

- La muestra 1288-10, utiliza como parámetro de referencia los resultados del ensayo próctor de la muestra 1004-10 ($\gamma_{máxd} = 2030 \text{ kg/m}^3$ y $w_{opt} = 8.2\%$) (*)
- La muestra 1289-10, utiliza como parámetro de referencia los resultados del ensayo próctor de la muestra 0594-10 ($\gamma_{máxd} = 1932 \text{ kg/m}^3$ y $w_{opt} = 11.3\%$) (*)
- La muestra 1290-10, utiliza como parámetro de referencia los resultados del ensayo próctor de la muestra 0596-10 ($\gamma_{máxd} = 1960 \text{ kg/m}^3$ y $w_{opt} = 11.2\%$) (*)

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

Ana Monge Sandi
Ing. Ana Monge Sandi, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:

Alejandro Navas Carro
LanammeUCR
Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales
U.C.R.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Laboratorio Nac. de Materiales
y Modelo, Estructurales

18 JUN 2019
E. P. S.
RECIBIDO