



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE  
INFRAESTRUCTURA DEL  
TRANSPORTE

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-097-11

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL DE SUBBASE Y AGREGADO PARA BASE ESTABILIZADA Y DE LA SEGURIDAD VIAL**

***PROYECTO: Mejoramiento de la Ruta Nacional N°21. Secciones:  
Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto.  
Licitación Pública No. 2008LN-000023-DI.***

***Período: Febrero-Mayo 2011.***

INFORME FINAL

Preparado por:

**Unidad de Auditoría Técnica**

San José, Costa Rica

DICIEMBRE 2011

<b>1. Informe Final</b> <p style="text-align: center;">LM-AT-097-11</p>	<b>2. Copia No.</b> <p style="text-align: center;">1</p>	
<b>3. Título y subtítulo:</b> EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL DE SUBBASE Y AGREGADO PARA BASE ESTABILIZADA Y DE LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°21. SECCIONES: QUEBRADA SAN PEDRO-QUEBRADA TRONCONAL Y JICARAL-LEPANTO. LICITACIÓN PÚBLICA NO. 2008LN-000023-DI.	<b>4. Fecha del Informe</b> <p style="text-align: center;">Diciembre 2011</p>	
<b>7. Organización y dirección</b> 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		
<b>8. Notas complementarias</b> De acuerdo con los procedimientos de Auditoría Técnica, se entregaron oficios dirigidos a la Ingeniería de Proyecto, por medio de los cuales se comunicaron oportunamente los resultados de ensayos de calidad al material de subbase y base estabilizada. El presente informe borrador contiene una recopilación de los resultados de calidad realizados al material de subbase y material estabilizado.		
<b>9. Resumen</b> Los siguientes aspectos relacionados con resultados realizados a los materiales fueron comunicados oportunamente al Ingeniero de Proyecto. <u>En relación con el material de subbase:</u> A partir del análisis estadístico realizado se determinó que en relación con el ensayo de granulometría y CBR del material de subbase, para 6 muestras ensayadas en el período febrero a marzo 2011, presentaron cumplimiento satisfactorio. <u>En relación con el agregado de base estabilizada:</u> Los resultados de granulometría para la malla N°40 y N°200 del agregado para base estabilizada muestreado en el período abril a mayo 2011, evidencian una variabilidad mayor que la establecida para un factor de calidad de 100%, es decir incumplen la especificación para esta malla. En relación con los resultados obtenidos de resistencia a la compresión, para tres muestras ensayadas en mayo 2011, se obtuvo que una de las muestras presenta un valor menor al mínimo especificado y otra, valores muy cercanos al límite inferior de especificación. Tanto en el caso de la subbase como del material de base estabilizada, corresponde al Ingeniero de Proyecto realizar una revisión completa a partir de los resultados de verificación y control de calidad, para determinar su aceptación y respectivo pago. <u>En relación con la seguridad vial:</u> El proyecto no cuenta con el diseño ni certificados de calidad de los sistemas de contención a instalar. Si bien es cierto el proyecto no ha sido recibido, representa un peligro el hecho de que aun no se hayan instalado los sistemas de contención y que no se encuentre con la respectiva señalización vertical y horizontal, más aun considerando que la ruta se encuentra en operación, por lo que es criterio de la Auditoría Técnica y basados en los requerimientos contractuales, de que es responsabilidad del contratista debe velar por la seguridad vial del proyecto, así como de la Ingeniería de Proyecto supervisar que se cumpla con las disposiciones en esta materia.		
<b>10. Palabras clave</b> Subbase, Base Estabilizada, Especificaciones, Sistemas de contención	<b>11. Nivel de seguridad:</b> <p style="text-align: center;">Ninguno</p>	<b>12. Núm. de páginas</b> <p style="text-align: center;">46</p>

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO Y METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>ALCANCE DE LA AUDITORÍA .....</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>RESPONSABLES DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
<b>6.</b>	<b>INTEGRANTES DEL EQUIPO AUDITOR DEL LANAMMEUCR .....</b>	<b>11</b>
<b>7.</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>11</b>
<b>8.</b>	<b>VALORACIÓN ESTADÍSTICA DE LA CALIDAD DEL TRABAJO REALIZADO</b>	<b>14</b>
<b>9.</b>	<b>HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA</b>	<b>15</b>
9.1	RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....	16
9.1.1	<i>SOBRE LOS RESULTADOS DEL MATERIAL DE SUBBASE.....</i>	<i>17</i>
9.1.2	<i>SOBRE LOS RESULTADOS DEL MATERIAL GRANULAR UTILIZADO PARA LA BASE ESTABILIZADA.....</i>	<i>22</i>
9.1.3	<i>SOBRE LA VERIFICACIÓN DE CALIDAD:.....</i>	<i>29</i>
9.1.4	<i>SOBRE LA SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN:.....</i>	<i>31</i>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>11.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de puntos de muestreo realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR, para material de subbase. ....	12
Tabla 2 Resumen de puntos de muestreo realizados por el Laboratorio de Infraestructura Civil del LanammeUCR, de agregado para base estabilizada.....	12
Tabla 3 Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría de Subbase, graduación D.....	18
Tabla 4 Análisis de variabilidad para los resultados de CBR de la Subbase.....	20
Tabla 5 Resultados del análisis granulométrico de las muestras de SUBBASE ensayadas. ....	21
Tabla 6 Resultados Límites de Atterberg.....	21
Tabla 7 Resultados Proctor Modificado.....	22
Tabla 8 Resultados de CBR.....	22
Tabla 9 Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría del agregado de base estabilizada. ....	24
Tabla 10 Resultados del análisis granulométrico de las muestras de BASE ensayadas. ....	25
Tabla 11 Resultados Límites de Atterberg.....	25
Tabla 12 Resultados de resistencia a la compresión (BE-25).....	26
Tabla 13 Resumen de resultados de resistencia a la compresión de base estabilizada para la muestra 0740-11. Proyecto Jicaral-Lepanto. Sentido Lepanto-Jicaral.....	27

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Granulometría muestras de subbase.....	19
Gráfico 2 Granulometría de las muestra de material granular para base estabilizada.....	23
Gráfico 3 Resistencia a la compresión de la base estabilizada.....	28



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

**Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 21 Secciones: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto. Licitación Pública No. 2008LN-000023-DI.**

**Departamento encargado del proyecto:** Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI  
**Laboratorio de verificación de calidad:** No oficial. Cuadrillas a cargo del Departamento de Calidad de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

**Empresa contratista:** Constructora Hernán Solís, S.R.L  
**Laboratorio de control de calidad:** LGC Ingeniería en Pavimentos S.A.

**Monto original del contrato:** ₡5.258.221.822,80 (colones)

**Plazo original de ejecución:** 136 días naturales

**Longitud del proyecto:** 11,7 kilómetros

**Coordinador de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA:**

Ing. Luís Guillermo Loría Salazar, PhD

**Coordinadora de Auditoría Técnica:**

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Eng.

**Audidores:**

Ing. Ana Hidalgo Arroyo

Ing. Raquel Arriola Guzmán

**Asesor Legal externo:**

Lic. Miguel Chacón Alvarado

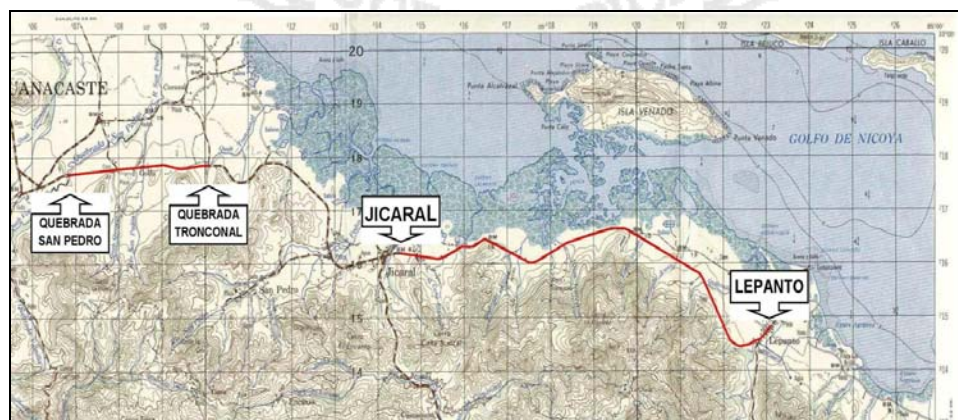
**Alcance del informe:**

Evaluación de la calidad del material de subbase (muestreado en el período febrero-marzo 2011) y base estabilizada (muestreado en el período abril-mayo 2011), así como aspectos de Seguridad Vial del proyecto.

**Referencias:**

- Informes de laboratorio: I-0202-11, I-0230-11, I-0411-11, I-0447-11, I-0391-11, I-0434-11

**Ubicación de la ruta auditada:**



**Figura 1.** Proyecto Ruta Nacional No. 21 Secciones: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto



**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.  
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°21, SECCIONES:  
QUEBRADA SAN PEDRO-QUEBRADA TRONCONAL Y JICARAL-LEPANTO  
LICITACIÓN PÚBLICA NO. 2008LN-000023-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.21, Secciones: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto, 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 final LM-AT-097-11	Fecha de emisión: Diciembre del 2011	Página 6 de 46
----------------------------	--------------------------------------	----------------



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. Adicionalmente se incluyen aspectos observados en el proyecto, desde el punto de vista de seguridad vial.

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

Como antecedentes a este informe de auditoría técnica se emitieron los siguientes oficios en los que oportunamente se informó a la Administración los resultados de calidad de los materiales de subbase y base estabilizada:

1. LM-IC-D-400-2011 del 7 de abril 2011: Resultados de ensayos realizados al material de subbase y base a estabilizar: granulometría, límites de consistencia y CBR. Informes I-0202-11 e I-0230-11.
2. LM-IC-D-580-2011 del 23 de mayo 2011: Resultados de ensayos realizados al material de subbase y base a estabilizar: granulometría, límites de consistencia y CBR. Informes I-0391-11, I-0411-11 e I-0447-11.
3. LM-IC-D-598-2011 del 26 de mayo 2011: Resultados de ensayos realizados al material de base estabilizada: granulometría, límites de consistencia y resistencia a la compresión. Informe I-0434-11.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN

De acuerdo con el cartel de licitación, la carretera existente presenta en su superficie de ruedo materiales granulares expuestos, de espesor variable, con un ancho promedio de 5,50 metros, la topografía es plana, 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 propiedades aledañas a la misma y la circulación vehicular y peatonal.

Los planos constructivos de la carretera y su diseño fueron elaborados por CACISA Ingenieros Consultores S.A., empresa contratada por el CONAVI.

El proyecto fue adjudicado a la Constructora Hernán Solís S.R.L y de acuerdo con el cartel de licitación los trabajos a realizar consistieron en:

1. Sección 1: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal
  - Construcción de los puentes sobre las Quebradas San Pedro y Quesera
  - Construcción de alcantarilla de cuadro en la estación 0+200
  - Se deberá realizar la demarcación vial horizontal con pintura y captaluces en toda la longitud de esta sección y la colocación de las señales verticales que se indican en los planos constructivos o en su defecto la unidad supervisora del proyecto.
  
2. Sección 2: Jicaral-Lepanto
  - Conformar y compactar al 95% (noventa y cinco por ciento) del Proctor modificado.
  - Colocar una subbase mejorada con cemento portland de 0.30 metros de espesor compactado
  - Colocar una base estabilizada con cemento portland(tipo BE-25 de 25 kg/cm<sup>2</sup>) de 0.20 metros de espesor compactado
  - Colocar una carpeta asfáltica de 0.05 metros de espesor compactado



- Realizar la demarcación vial horizontal con pintura y captaluces 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.
3. Diseño y construcción del puente sobre el Río Lepanto:
- Diseño: longitud de 20 (veinte) metros y un ancho de 13 (trece) metros desglosado de la siguiente manera:
    - Calzada de 7,30 metros
    - Espaldón de 0,60 metros a ambos lados
    - Baranda separadora de puente (media New Jersey) de 0,60 metros a ambos lados
    - Paso peatonal de 1,65 metros a ambos lados
    - Baranda para puentes de acero a ambos lados

El monto original del contrato era de  $\text{¢}5.258.221.822,80$  (colones) y el plazo de ejecución inicial de 136 días naturales contados a partir de la orden de inicio de la obra, dada el día 7 de diciembre del año 2010.

El proyecto tiene una longitud de 11,7 kilómetros, se ubica en la provincia de Puntarenas específicamente en la Ruta Nacional N°21. Iniciando la primera sección (Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal) en el km 117+490 y se continua por la misma ruta por 3.1 km hasta la Quebrada Tronconal. La segunda sección Jicaral-Lepanto también se encuentra sobre la Ruta Nacional N°21, iniciando en la comunidad de Jicaral y continúa hasta la comunidad de Lepanto, para una longitud de 8,6 km.



**Figura 1:** Ubicación del proyecto. Secciones: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto

#### 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 la sección Jicaral-Lepanto en el período febrero a mayo del 2011. Adicionalmente se abarca el tema de Seguridad Vial de la sección Jicaral-Lepanto.

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 Jicaral-Lepanto, 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.



## 5. RESPONSABLES DEL PROYECTO

a) Responsables por parte de la Administración:

- Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI.
- Laboratorio de Verificación de Calidad: Cuadrilla de control de calidad del CONAVI

b) Responsables por parte de la empresa constructora:

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

## 6. INTEGRANTES DEL EQUIPO AUDITOR DEL LANAMMEUCR

- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng. (Coordinadora de la Unidad de Auditorías Técnicas)
- Ing. Raquel Arriola Guzmán (Auditora Líder)
- Ing. Ana Hidalgo Arroyo (Auditora Técnica)

## 7. ANTECEDENTES

En el período febrero a mayo del 2011 se realizaron los muestreos y ensayos al material de subbase y agregado para base estabilizada del proyecto Jicaral-Lepanto.

El material de subbase y el de base estabilizada fueron extraídos de la misma fuente (Tajo de la empresa CEMEX), según lo indicado por la Ingeniería de Proyecto en el oficio GCTI-11-0351 del 3 de mayo 2011, 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 para el material de subbase y agregado de base estabilizada, 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 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-0202-11	23/02/2011	0+660	0282-11
		2+460	0280-11
		2+540	0281-11
I-0230-11	03/03/2011	3+406	0399-11
		1+900	0400-11
		1+810	0401-11
I-0411-11 I-0447-11	23/03/2011	5+120	0460-11
		5+200	0459-11
		5+395	0458-11

**Tabla 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-0391-11	10/04/2011	4+080	0601-11
		4+203	0600-11
		7+000	0599-11
I-0434-11	05/05/2011	1+415	0738-11
		1+638	0737-11
		1+835	0736-11





## **7.1 Audiencia a la parte auditada para análisis del informe preliminar LM-AT-097B-11**

Como parte de los procedimientos de Auditoría Técnica y en lo referente a la remisión del informe preliminar, el día 11 de noviembre del 2011 se envió el oficio LM-AT-163-2011 por medio del cual se hace entrega del informe preliminar LM-AT-097B-11, y también se solicita para el día 24 de noviembre del 2011 una audiencia a la parte auditada, para la presentación de dicho informe preliminar.

Los convocados a esta audiencia eran por parte del área auditada: el ing. Carlos Pereira Esteban, Gerente de Construcción de Vías y Puentes, Ing. Álvaro Ulloa Murillo, Director del Proyecto, Ing. Orlando Vargas Klarsson, ingeniero de proyecto y Lic. Reynaldo Vargas Sota, Auditor a.i; por parte del LanammeUCR y parte del equipo auditor encargado del desarrollo del informe, a saber, Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica e Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo.

Dado que no se recibió respuesta de la parte auditada en el plazo indicado, se procedió a enviar el oficio LM-AT-167-2011 por parte de Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, dirigido a los convocados a la audiencia, donde se señala que por tanto y de acuerdo con los procedimientos de auditoría, al no recibir comentarios relacionados al informe en el período indicado, se procederá a emitir cada uno de los informes en su versión definitiva para ser remitidos a las instituciones que especifica la ley.

Así mismo, es importante resaltar que por la situación descrita y de acuerdo a los procedimientos de auditoría técnica, una vez señalado, se procedió con la emisión del informe final.



## 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. Cabe destacar que aunque este procedimiento no es un requisito contractual, ya que para este contrato aplica el CR-77, es importante introducir este tipo de análisis que con la oficialización del CR-2010, serán de aplicación contractual en futuros proyectos.

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”.

Como parte del procedimiento se utilizarán las siguientes abreviaturas en el presente informe:

- Ls: Límite superior
- Li: Límite inferior
- Prom: Promedio
- Desv: Desviación estándar
- ICS: Índice de calidad superior
- ICI: Índice de calidad inferior
- PFL: Porcentaje de datos fuera de los límites de especificación
- PDL: Porcentaje de datos dentro de los límites de especificación

## **9. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA**

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el Equipo Auditor en este informe, se fundamentan en: evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría; el levantamiento en campo y el análisis propio de las evidencias.

Se entiende como “hallazgo de auditoría técnica”, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.



Por otra parte, una “observación de auditoría técnica” se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. 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 adviertan sobre el riesgo potencial del incumplimiento.

En este apartado 9.1 del informe, se detallan las observaciones que surgieron de las visitas realizadas a las obras de conservación en el tramo mencionado de la Ruta Nacional N°21. Secciones: Quebrada San Pedro-Quebrada Tronconal y Jicaral-Lepanto. Licitación Pública No. 2008LN-000023-DI.

### **9.1 Resultados de la Auditoría Técnica**

En el proyecto Jicaral-Lepanto, 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 reiterar 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 Jicaral-Lepanto, 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.

#### a. SOBRE LOS RESULTADOS DEL MATERIAL DE SUBBASE

**Hallazgo 1: Los resultados de granulometría para las 6 muestras ensayadas por el LanammeUCR cumplen satisfactoriamente la Especificación para la Graduación D.**

De acuerdo con los resultados de granulometría del material de subbase muestreado en el período febrero a marzo 2011, presentados en la Tabla N°5 se observa que los valores obtenidos cumplen con los rangos de especificación establecidos en el CR-77 para la graduación D.

Tal como se indicó en el apartado 8, en términos de evaluar, además del cumplimiento de las especificaciones, la variabilidad del proceso, la cual puede aumentar la probabilidad de que el producto cumpla o no con el nivel de calidad establecido por las especificaciones, se presenta a continuación la aplicación del 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”:

Para 6 muestras de subbase ensayadas y considerando un material de categoría II de calidad, la tabla 107-2 del CR2010 permite que el 23,6% de los resultados se encuentren fuera de los límites (PFL), por tanto se requiere que el 76,4% estén dentro de los límites de especificación (PDL).

A partir de la valoración estadística de la calidad del trabajo realizado mostrado en la Tabla N°3 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 de 90, 91 y 93%, respectivamente, lo cual muestra un cumplimiento satisfactorio en los resultados de granulometría las 6 muestras analizadas.

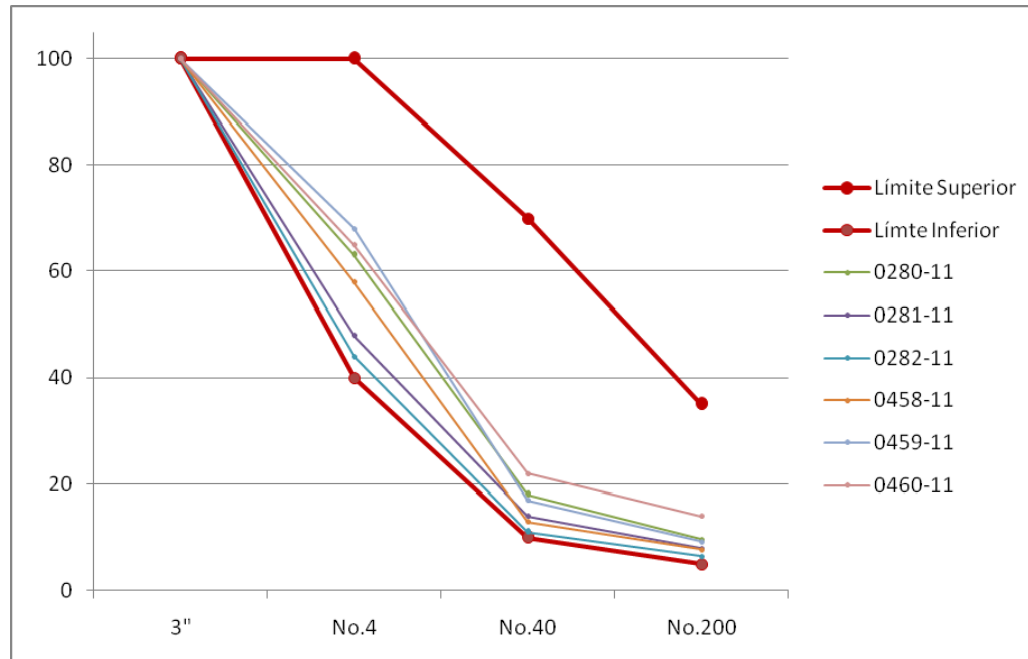
**Tabla 3** Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría de Subbase, graduación D.

Malla No.	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
<b>No.4</b>	100	40	57,7	9,7	4,37	1,82	7%	93%
<b>No.40</b>	70	10	15,8	4,0	13,64	1,47	10%	90%
<b>No.200</b>	35	5	9,2	2,6	9,86	1,60	9%	91%

Es importante indicar que si bien es cierto, estos resultados son satisfactorios, el número de muestras es reducido en comparación con la información de verificación de calidad con la que puede contar el CONAVI, por lo que le corresponde al Ingeniero de Proyecto realizar una revisión completa de toda la información disponible de ensayos de calidad de verificación realizada al material de subbase, para determinar la aceptación y respectivo pago de este material y así, la confirmación de los resultados presentados en este informe de Auditoría Técnica.

En el Gráfico N°1 se muestra la representación gráfica de los resultados de ensayo de las granulometrías obtenidas de las 6 muestras de subbase.

**Gráfico 1** Granulometría muestras de subbase



**Nota:** El análisis se realiza con las muestras tomadas por el LanammeUCR, le corresponde a la Ingeniería de Proyecto realizar estos análisis con los resultados de verificación.

**Hallazgo 2: Los resultados del ensayo de CBR (0.1 y 0.2 pulg>30) para las muestras de subbase obtenidas por el LanammeUCR presentan una variabilidad satisfactoria.**

En la Tabla N°8 se presentan los resultados obtenidos de CBR para el material de subbase, los cuales para las 6 muestras ensayadas, se presenta el cumplimiento de la especificación para este parámetro, de acuerdo con el CR-77. Los informes de ensayo correspondientes se presentan en el Anexo 1.

Lo anterior se complementa con la aplicación del análisis estadístico de variabilidad, en donde se tiene que para 6 muestras de subbase ensayadas y considerando un material de categoría II de calidad, la tabla 107-2 del CR2010 permite que el 23,6% de los resultados se encuentren fuera de los límites (PFL), por tanto se requiere que el 76,4% estén dentro de los límites de especificación (PDL).

Al analizar los resultados del ensayo de CBR, tal como se muestra en la Tabla N°4, se determina que para el caso del ensayo CBR (0.1 pulg>30), que el 91% de los resultados están dentro del PDL lo cual confirma una variabilidad satisfactoria, es decir, una variabilidad significativa menor que la permitida para un factor de calidad del 100%. De manera similar para el caso del ensayo CBR (0.2 pulg>30) se obtiene que el PFL es de un 2% (PDL=98%), lo cual confirma una variabilidad satisfactoria.

**Tabla 4** Análisis de variabilidad para los resultados de CBR de la Subbase

	n=6	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL	
% CBR calculado (95% de compactación)	0,1 pulg	>	-	30	69,9	25,3	-	1,58	9%	91%
% CBR calculado (95% de compactación)	0,2 pulg	30	-	30	102,4	27,9	-	2,59	2%	98%

Por tanto, los datos obtenidos de los ensayos de composición granulométrica realizados a las 6 muestras de material de subbase en el período febrero a marzo 2011, cumplen de manera aceptable con las especificaciones técnicas y la normativa vigente para el material utilizado como subbase. No obstante, le corresponde al Ingeniero de Proyecto realizar una revisión completa con toda la información disponible de verificación de calidad realizada al material de subbase, para determinar la aceptación y respectivo pago de este material.



**Tabla 5** Resultados del análisis granulométrico de las muestras de SUBBASE ensayadas.

Malla No.	Abertura (mm)	Graduación D	I-0202-11			I-0411-11		
			2+460	2+540	0+660	5+395	5+200	5+120
			0280-11	0281-11	0282-11	0458-11	0459-11	0460-11
			% Pas			% Pas		
3"	76,2	100	-	-	-	-	-	-
2"	50,00	-	-	100	-	-	-	-
1 1/2"	37,50	-	100	98	100	-	-	-
1"	25,00	-	100	92	97	-	-	-
3/4"	19,00	-	97	86	93	100	100	100
1/2"	12,50	-	93	78	-	-	-	-
3/8"	9,50	-	87	70	-	94	96	95
No.4	4,75	40-100	63	48	44	58	68	65
No.8	2,36		42	33	-	-	-	-
No.10	2,00		38	30	-	32	44	43
No.16	1,18		29	23	-	-	-	-
No.20	0,850		24	19	-	-	-	-
No.30	0,600		20	16	-	-	-	-
No.40	0,425	10-70	18	14	11	13	17	22
No.50	0,300		15	12	-	-	-	-
No.60	0,250		14	12	-	-	-	-
No.100	0,150		12	9,8	-	-	-	-
No.200	0,075	5-35	9,7	8	6,5	7,7	9,2	14

**Tabla 6** Resultados Límites de Atterberg.

		I-0202-11			I-0411-11		
		2+460	2+540	0+660	5+395	5+200	5+120
		0280-11	0281-11	0282-11	0458-11	0459-11	0460-11
		% Pas			% Pas		
LL	< 30	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP	-	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP	≤ 7	NP	NP	NP	NP	NP	NP

**Tabla 7** Resultados Proctor Modificado.

	I-0202-11			I-0411-11		
	2+460	2+540	0+660	5+395	5+200	5+120
	0280-11	0281-11	0282-11	0458-11	0459-11	0460-11
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	2204	2265	2260	2248	2262	2285
Humedad (%)	7,4	6,5	6,4	6,6	7	7

**Tabla 8** Resultados de CBR.

		I-0202-11			I-0447-11		
		2+460	2+540	0+660	5+395	5+200	5+120
		0280-11	0281-11	0282-11	0458-11	0459-11	0460-11
0,1 pulg	> 30	41	59	44	89	83	102
0,2 pulg		63	93	82	116	121	139

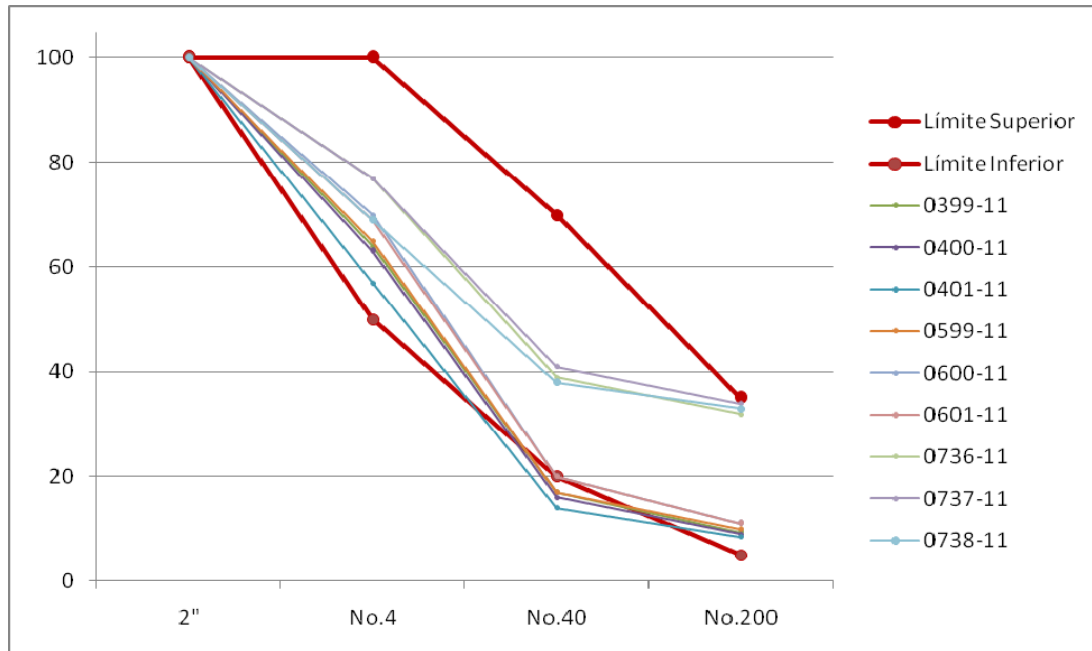
**b. SOBRE LOS RESULTADOS DEL MATERIAL GRANULAR UTILIZADO PARA LA BASE ESTABILIZADA**

**Hallazgo 3:** Los resultados de granulometría de las muestras tomadas por el LanammeUCR para el material granular utilizado para la base estabilizada en la malla N°40 y N°200, presentaron una variabilidad mayor que la permitida por la especificación.

En la Tabla N°10 se presentan los resultados de granulometría para el material de base estabilizada muestreado en el período abril a mayo 2011. Del total de 9 muestras analizadas se tiene que 4 muestras presentan incumplimiento de la especificación para la malla N°40.

En el Gráfico N°2 se observa que para la malla N°40, los valores obtenidos de porcentaje pasando de las muestras 0399-11, 0400-11, 0401-11 y 0599-11 de material de base estabilizada, están fuera del límite inferior de especificación.

**Gráfico 2** Granulometría de las muestra de material granular para base estabilizada



Al respecto es importante destacar, que mediante los oficios LM-IC-D-400-11 del 7 de abril del 2011 y el LM-IC-D-580-11 del 23 de mayo del 2011, ambos emitidos por el Ing. Alejandro Navas Carro, Director del LanammeUCR, se informó a la Ingeniería de Proyecto sobre el incumplimiento de especificación en la granulometría (detectado en la malla N°40), para que tomara las medidas correspondientes. Como respuesta al oficio LM-IC-D-400-11, se recibió el oficio GCTI-11-0351 del 3 de mayo del 2011 emitido por el Ing. Marco Bonilla, en donde indica textualmente lo siguiente:

*“ 3. La granulometría de la malla N°40 aparece en varias muestras de base, cumpliendo con los requerimientos más sin embargo en otras no, por lo tanto se están realizando pruebas para agregar un material para vías con este problema”*

La importancia de la aplicación de herramientas estadísticas en el control de procesos de producción, específicamente el análisis para evaluar la variabilidad de los datos se puede constatar en el caso de la malla N°200, en donde tal como se observa tanto en la Tabla N°10 como en el Gráfico N°2, a pesar de que los valores obtenidos están dentro del rango de

especificación (5-35), se observa que tienden hacia valores muy cercanos a ambos límites de especificación, lo cual puede aumentar la probabilidad de que el material no cumpla con el nivel de calidad establecido por las especificaciones.

De acuerdo con el análisis estadístico, para el conjunto de 9 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 20,55%, es decir, el porcentaje dentro de los límites de especificación esperado es de 79,5%, sin embargo, tal como se observa en la Tabla N°9, la malla N°40 presenta un porcentaje fuera de los límites de especificación de 35%, es decir, una variabilidad significativa mayor a la permitida (20,55%) para un factor de calidad del 100%.

Por consiguiente, para la malla N°200, desde el punto de vista estadístico, si se considera el conjunto de 9 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 20,55%, 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 79,5%, sin embargo como se observa en la Tabla N°9, para la malla N°200 se tiene que el porcentaje fuera de los límites (27%) es mayor que el permitido, por tanto, presenta una variabilidad mayor que la permitida para un factor de calidad de 100%.

**Tabla 9** Análisis de variabilidad para los resultados de granulometría del agregado de base estabilizada.

Especificación	Malla No.	Ls	Li	Prom	Desv	ICS	ICI	PFL	PDL
50-100	No.4	100	50	67,9	6,5	4,93	2,75	1%	99%
20-70	No.40	70	20	24,7	11,2	4,05	0,42	35%	65%
05-35	No.200	35	5	21,8	12,3	1,07	1,37	27%	73%

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



“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, a partir del análisis estadístico se tiene que los resultados obtenidos de los ensayos realizados a las 9 muestras de material granular para la base estabilizada del período febrero a abril 2011, en las mallas N°40 y N°200, presentados en la Tablas N°10, presentan porcentajes fuera de límites mayores al permitido para un factor de calidad del 100%. 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. De igual forma, es de gran importancia la aplicación de herramientas estadísticas tendientes a establecer el pago en función del nivel de calidad del material aportado, tal como se observó en el caso de la malla N°200.

**Tabla 10** Resultados del análisis granulométrico de las muestras de BASE ensayadas.

Malla No.	Abertura (mm)	Graduación BE	I-0230-11			I-0391-11			I-0434-11		
			3+406	1+900	1+810	7+000	4+203	4+080	1+835	1+638	1+415
			0399-11	0400-11	0401-11	0599-11	0600-11	0601-11	0736-11	0737-11	0738-11
			% Pas			% Pas			% Pas		
2"	50,00	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/2"	37,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1"	25,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4"	19,00	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3/8"	9,50	-	94	93	92	95	95	96	98	97	94
No.4	4,75	50-100	64	63	57	65	70	69	77	77	69
No.10	2,00		38	38	32	39	45	43	58	59	52
No.40	0,425	20-70	17	16	14	17	20	20	39	41	38
No.200	0,075	05-35	9,3	9	8,5	10	11	11	32	34	33
Lavado	-		16,1	15,5	16,7	16,7	16,4	16,7	26	21,9	21

**Tabla 11** Resultados Límites de Atterberg

Informe final LM-AT-097-11	Fecha de emisión: Diciembre del 2011	Página 25 de 46
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

		I-0230-11			I-0391-11			I-0434-11		
		3+406	1+900	1+810	7+000	4+203	4+080	1+835	1+638	1+415
		0399-11	0400-11	0401-11	0599-11	0600-11	0601-11	0736-11	0737-11	0738-11
LL	<40	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP		NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP	< 8	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

**Tabla 12** Resultados de resistencia a la compresión (BE-25)

			I-0434-11					
Esfuerzo Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )		Resistencia Mínima 7d	Resistencia Promedio 7d	1+835	1+638	1+415		
		21 kg/cm <sup>2</sup>	30 kg/cm <sup>2</sup>	0739-11	0740-11	0741-11		
Esfuerzo Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	1					45	23,4	24,3
	2					37,5	19	22,5
	3					34,7	20	21,1
Esfuerzo Máximo Promedio				39,1	20,8	22,6		
Desviación estándar				5,32	2,31	1,57		

**Observación 1:** Los resultados obtenidos de resistencia a la compresión de 1 de 3 muestras de base estabilizada, presentó un valor inferior a la resistencia mínima establecida en las especificaciones.

En la Tabla N°12 se presentan los resultados obtenidos para tres muestras ensayadas en el mes de mayo 2011. De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene lo siguiente para la muestra 0740-11 correspondiente al estacionamiento 1+618:

**Tabla 13** Resumen de resultados de resistencia a la compresión de base estabilizada para la muestra 0740-11. Proyecto Jicaral-Lepanto. Sentido Lepanto-Jicaral.

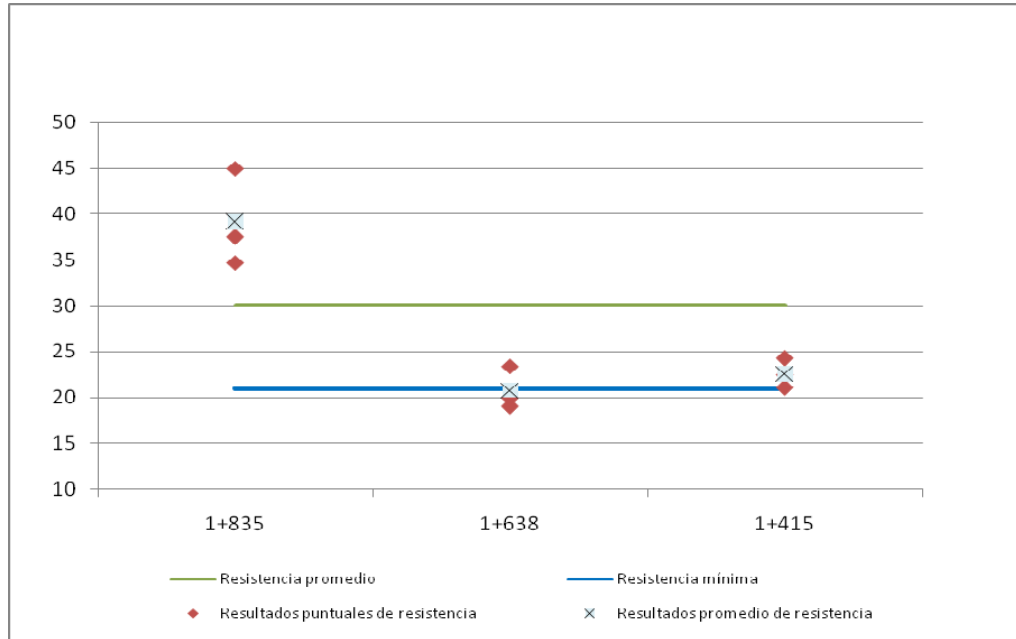
No. Muestra	Est.	Resistencia a la compresión MÍNIMO: 21 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión PROMEDIO: 30 kg/cm <sup>2</sup>	Observaciones
0740-11	1+638	23,4 19,0 20,0	20,8	Se presenta incumplimiento de la especificación de valor mínimo de resistencia a la compresión en dos especímenes. El valor promedio de resistencia a la compresión de la muestra es inferior al valor mínimo permisible.

Tal como se indica en la Tabla N°13, dos especímenes de la muestra 0740-11 tomados en el estacionamiento 1+638, presentan valores individuales de resistencias a la compresión inferiores al límite mínimo permisible de especificación (21 kg/cm<sup>2</sup>). En el caso de la muestra 0741-11 tomada del estacionamiento 1+415, cabe indicar que el valor promedio de resistencia a la compresión de la muestra se acerca al valor mínimo permisible, situación que es de gran importancia se controle para evitar mayores incumplimientos en las especificaciones.

En relación con la resistencia a la compresión de los cilindros de base estabilizada, de acuerdo con el CR-77, el valor de resistencia mínima permisible a los 7 días es de 21 kg/cm<sup>2</sup> y el valor de resistencia promedio es de 30 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráficamente, los resultados obtenidos para las tres muestras de resistencia a la compresión de la base estabilizada, se presentan a continuación:

**Gráfico 3** Resistencia a la compresión de la base estabilizada.



En el Gráfico N°3 se puede observar que para dos de las tres muestras tomadas, los resultados muestran valores cercanos al límite mínimo permisible de resistencia a la compresión. Por el contrario, en el caso de la muestra tomada en el estacionamiento 1+835, los resultados obtenidos tienden a valores más altos que el promedio especificado, que si bien es cierto no existe especificación para valor máximo de resistencia a la compresión, esto podría ser un indicio de variabilidad en el proceso de mezclado en sitio de la base estabilizada, situación que corresponde a la Ingeniería de Proyecto corroborar con la información de control y verificación de calidad existente.

En bases estabilizadas el objetivo es tener un diseño de mezcla balanceado, en donde el cemento que se utiliza (que está asociado al valor de resistencia a la compresión a alcanzar) sea suficiente para que la base estabilizada resultante sea resistente, durable y relativamente impermeable, pero no tanto como para que genere otros tipos de deterioros en el pavimento, esto de acuerdo con la Guía de Bases Tratadas con Cemento (CTB) de la PCA (Portland Cement Association).



De igual forma, estos resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada, fueron comunicados a la Ingeniería de Proyecto mediante el oficio LM-IC-D-598-11 del 26 de mayo del 2011, emitido por el Ing. Alejandro Navas Carro, MSc, Director del LanammeUCR, con el propósito de que se tomaran las medidas pertinentes en virtud de su función y en procura de un buen desempeño del proyecto y en lo específico del desempeño de la base estabilizada, sin embargo no se recibió respuesta por parte del CONAVI.

Cabe reiterar que es responsabilidad del Ingeniero de Proyecto realizar una revisión completa con toda la información disponible tanto de verificación como de control de calidad realizada al material de base estabilizada, para determinar la aceptación y respectivo pago de este material.

#### **c. SOBRE LA VERIFICACIÓN DE CALIDAD:**

**Hallazgo 4: En la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, no hay un sistema implementado de gestión de calidad de materiales y procesos constructivos, que incluya un laboratorio de ensayos propio y un modelo de aceptación y pago en función de la calidad, por parte del MOPT-CONAVI, que permita garantizar sosteniblemente la calidad de las obras en ejecución.**

En relación con la ausencia de un sistema de verificación de calidad consolidado, al que se refiere esta auditoría técnica, se manifiesta ante la inexistencia de un laboratorio de verificación de calidad debidamente acreditado y la aplicación de un modelo de aceptación y pago en función de la calidad. La práctica internacional, establece que para la aceptación de los materiales que se incorporan a las obras, se utilizan necesariamente los resultados generados por dicho laboratorio de verificación de calidad por parte de la Administración, quien por ser la parte contratante debe recibir a satisfacción las obras para su respectivo pago, teniendo la responsabilidad primaria de velar y garantizar la eficiencia y eficacia de los fondos públicos, aspectos en los cuales, está ampliamente inmersa la calidad de las obras viales.





Por otra parte, es de conocimiento de esta auditoría técnica, que para la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes opera una Unidad de Calidad, según lo comunicado mediante oficio GCTR-10-1860 del 8 de octubre del 2010, el cual, según lo indica dicho oficio, tiene a cargo el aseguramiento de la calidad, así como el control de calidad de todos los proyectos que ejecuta esa gerencia y todos los funcionarios que se han destacado en las cuadrillas de control de calidad.

Entre las funciones de esta Unidad de Calidad conducentes a establecer buenas prácticas para un laboratorio de verificación de calidad están:

- Promover las mejores prácticas en la ejecución de ensayos
- Implementar la norma ISO-17025, en las cuadrillas de verificación de la calidad
- Promover la adquisición de instalaciones acorde a los objetivos de cada proyecto

Por otra parte, con respecto al pago en función de calidad, esta Unidad de Calidad tiene como funciones:

- Implementación de la normativa de pago en función de la calidad de los proyectos que se ejecuten en esta Gerencia.
- Establecer los procedimientos para la aceptación de aquellos materiales que demanden los proyectos en ejecución y a los cuales por falta de capacidad instalada de la Gerencia no se puedan realizar ensayos de verificación de la calidad

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, aunado a los hallazgos relacionados con la variabilidad encontrada en algunos resultados de las muestras tomadas por el LanammeUCR de los materiales analizados y la importancia de que la ingeniería de proyecto cuente con suficientes resultados de verificación de calidad, es criterio de esta Auditoría Técnica que se evidencia que existe una gran debilidad en el sistema de verificación de calidad con el que cuenta el MOPT-CONAVI, ya que en la práctica, las inversiones que realiza la Administración, como es el caso de este proyecto, con un monto original de



contrato de  $\$5.258.221.822,80$  (colones), deberían estar respaldadas con resultados de verificación de calidad de los materiales, generados por el laboratorio u organismo de ensayo de la Administración para la aceptación y pago respectivo, tal como se habitúa en la práctica a nivel internacional.

Los esfuerzos que realiza la Unidad de Calidad de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, por implementar procesos de control y verificación de calidad en los proyectos, deberían fortalecerse y materializarse, a través de una política institucional contundente en materia del principio de verificación, en este caso particular, del tema de calidad el cual debe ejercer la Administración, de manera que para todo proyecto se garantice que tanto la aceptación de los materiales incorporados y su respectivo pago, responde a una metodología que tiene como base la calidad del producto que se está recibiendo y que adicionalmente se refleja en el desempeño y vida útil de las obras. Consecuentemente, de esta forma la Administración podrá garantizar la efectiva inversión de fondos públicos que realiza en la infraestructura vial del país.

Tomando como referencia la ley de Contratación Administrativa en su artículo 9, este indica textualmente:

*Artículo 9.-Previsión de verificación.*

*Para comenzar el procedimiento de contratación, la Administración deberá acreditar, en el expediente respectivo, que dispone o llegará a disponer, en el momento oportuno, de los recursos humanos y la infraestructura administrativa suficiente para verificar el fiel cumplimiento del objeto de la contratación, tanto cuantitativa como cualitativamente.*

**d. SOBRE LA SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN:**

**Hallazgo 5: Se identificaron zonas que no cuentan con señalización provisional y presentan ausencia de sistema de contención, aspectos que al estar la carretera en operación, representan un riesgo desde el punto de vista de seguridad vial.**

Es de conocimiento de esta Auditoría Técnica que en este proyecto a setiembre del 2011, ha habido retrasos en la ejecución del proyecto por aspectos administrativos que debieron ser

previstos con antelación (suspensión parcial debido a que no se había aprobado la licitación del ingeniero diseñador del puente Lepanto, aprobación de addendum), por tanto, aun no se ha concluido este proyecto y por ende, no se ha realizado la recepción final, sin embargo, dado que el proyecto está en operación, el contratista es el responsable de la seguridad vial en el proyecto por lo que es criterio de esta Auditoría Técnica, que se debe colocar señalización vial provisional que alerte a los usuarios de los peligros que ésta presenta, particularmente en condiciones nocturnas y de lluvia en la que la visibilidad es más crítica, mientras se instala la señalización vial definitiva.

En visita realizada el 6 y 7 de septiembre del 2011, en general a lo largo de todo el proyecto, se pueden observar altas pendientes debido a los rellenos realizados para dar el nivel final de la estructura de pavimento, éstos no cuentan con barreras de contención lateral que ayuden a los usuarios de la vía en caso de que al perder el control, el vehículo sea encauzado y permanezca dentro de la vía. En las siguientes fotografías se presenta la condición indicada anteriormente:



**Fotografía 1 y 2.** Secciones del proyecto sin barreras de contención lateral  
Fecha: 07/09/2011

De igual forma, en la visita realizada por el equipo auditor el 6 y 7 de septiembre de 2011, se observó que el proyecto en su totalidad no cuenta con demarcación vial vertical ni horizontal que alerte a los usuarios de las condiciones peligrosas existentes en la vía. Si bien es cierto el proyecto aun no ha sido concluido ya que está pendiente la aprobación de un addendum,



es importante que exista al menos señalización provisional en zonas críticas, dado que el proyecto está en operación, por lo que el riesgo de ocurrencia de un accidente es mayor.



Fotografía 3



Fotografía 4

**Fotografía 3 y 4.** Falta de señalización provisional  
Fecha: 07/09/2011

El tema de seguridad vial debe ser fundamental en una obra vial en construcción e incorporarse en el quehacer cotidiano y estar conscientes de que las consecuencias de no contar con las condiciones de seguridad necesarias, tales como señalización preventiva, de canalización y de regulación en una vía, aumentan la probabilidad de que se presenten accidentes graves en donde se pone en peligro la integridad de las personas que transitan por la vía, tanto conductores de vehículos, peatones, ciclistas y hasta los mismos trabajadores de la empresa contratista y de la Administración.

Aunado a estos hechos, en condición nocturna la seguridad de circulación en el proyecto es crítica, en cuanto a que incrementa potencialmente el riesgo de algún accidente, al no existir una señalización preventiva provisional adecuada y suficiente, que se adapte a las condiciones existentes de la vía.

En la práctica internacional, se considera la colocación de demarcación horizontal provisional mediante cintas reflectivas en vías que están en operación y que por diferentes razones, la señalización y demarcación definitiva no es posible colocarla de forma inmediata.



**Hallazgo 6: Al momento de ejecución de esta auditoría técnica, el proyecto no cuenta con un diseño y certificados de calidad de los sistemas de contención lateral.**

Mediante oficio LM-AT-126-11 del 12 de septiembre 2011 emitido por la Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MsEng, Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, se realizó la solicitud al Ingeniero de Proyecto, Ing. Marco Bonilla Torres, de aportar los diseños y certificados de calidad de los sistemas de contención a utilizar en el proyecto. Posteriormente se envía un recordatorio de solicitud de información mediante oficio LM-AT-143-11 del 5 de octubre 2011 dirigido al Ing. Álvaro Ulloa, quien fungía al momento de ejecución de esta auditoría técnica, como Ingeniero de Proyecto, quien responde por medio del oficio GCTI-11-0800 del 26 de septiembre 2011 pero recibido en el LanammeUCR el 18 de octubre 2011, en el cual indica que de acuerdo con el cuadro de cantidades, existen dos ítemes para los sistemas de contención: 606(5) Guardacaminos de viga galvanizada clase B3 y 611(1) Baranda de acero para puentes tipo flex beam.

Adicionalmente el Ingeniero de Proyecto indica que en los planos se dan las dimensiones de ambos sistemas de contención, pero no se especifica un determinado diseño de barrera que defina cada uno de sus elementos y otras características por lo que le solicitará al contratista que defina el tipo de sistema de contención a instalar en cada sitio del proyecto y sus correspondientes especificaciones.

Sobre el tema de sistemas de contención, es importante resaltar que en el 2008, mediante el informe de Auditoría Técnica LM-AT-116-2008 del proyecto Puerto Carrillo-Estrada-Lajas se planteó, entre otros temas, dos aspectos relevantes:

1. La importancia de que a falta de normativa propia de Costa Rica, en los carteles de licitación de proyectos se incluya como referencia y de manera supletoria, la normativa internacional (al menos de forma temporal) que rija el proceso de diseño de los sistemas de contención.
2. Las disposiciones de la Contraloría General de la República emitidas en el informe DFOE-OP-6/2006 del 16 junio 2006 dirigida a la Administración en cuanto a *elaborar*





*los procedimientos a seguir y el tipo de estudios que se deberán realizar para determinar las necesidades reales de colocación de barreras, no se han cumplido en su totalidad. A pesar de la elaboración de la Disposición MN-06-2006 “Barreras de acero tipo viga flexible”, esta disposición fue oficializada dos años después de haber sido elaborada y presenta el problema de que no se indican los procedimientos a seguir, el tipo de estudios que se deben realizar y la verificación de la calidad por parte de la Administración. Esta disposición solamente incluye información sobre materiales, normas, diseño y especificaciones de barreras de acero tipo viga flexible (flex beam), por lo tanto excluye los demás tipos de barreras de contención vehicular existentes en el mercado internacional, limitando así su alcance.*

Por tanto, de acuerdo con la información brindada por la Ingeniería de Proyecto, al momento de ejecución de esta auditoría técnica, el proyecto Jicaral-Lepanto, con cartel elaborado en el 2008 y ejecutándose en el 2011, no cuenta con un diseño y certificados de calidad de los sistemas de contención que se van a utilizar, aspecto que es recurrente tomando en cuenta que este tema se había señalado en el informe citado LM-AT-116-08 del año 2008.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que por tratarse de un aspecto de protección a la vida de los usuarios de las vías y por existir el sustento legal en materia de Seguridad Vial, resultaría justificada la incorporación a los contratos de proyectos en ejecución y futuros carteles de licitación, de la Disposición MN-06-2006 en complemento con normativa internacional, por ejemplo, la “Guía de Diseño Lateral de Carreteras” (Roadside Design Guide) de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 2002 o su última versión), así como la aplicación de las buenas prácticas de la ingeniería en esta materia, de manera que en la realidad de los proyectos, se convierta en un requisito básico a solicitar por parte de la Administración. Lo anterior mientras se cumple a cabalidad con el contenido de dicha Disposición y por tanto, con la disposición girada por la Contraloría General de la República en este tema.

Tal como se menciona en el informe LM-AT-116-08, la experiencia internacional prueba que los estudios previos y el diseño de los sistemas de contención vehicular son indispensables



para garantizar un adecuado nivel de seguridad en las carreteras. Cada sistema ha sido ensayado y aprobado con un cierto diseño, bajo ciertas condiciones y especificaciones; por ende, si estos aspectos se modifican, el sistema se va a comportar de manera diferente.

Los principales aspectos que se deben considerar en el diseño son: el nivel de contención, el hincamiento de los postes, el tipo de suelo en el cual se hincarán los postes, la profundidad de hincamiento, el tipo de viga o valla, el espesor y el tipo de material de cada componente del sistema (incluyendo el galvanizado), el espaciamiento de los postes, la torsión de las tuercas, la longitud de trabajo del sistema, el tipo de anclaje y/o esviaje, las transiciones entre sistemas, la topografía del terreno, entre otros aspectos. Adicionalmente, una normativa de diseño implica que la longitud y tipo de la barrera están en función de los factores de diseño propios de cada carretera, tales como la topografía, el diseño geométrico, las condiciones climáticas, el volumen de tránsito, entre otros aspectos. Al no existir una normativa de diseño, estos y otros aspectos no son tomados en cuenta, lo que conduce a una incertidumbre sobre si el sistema colocado se desempeñará adecuadamente ante un impacto con un vehículo que transite por esa vía.

Los siguientes fundamentos normativos en materia de Seguridad Vial, aplican para el hallazgo 5 y 6:

De conformidad con lo establecido en el cartel de licitación y el contrato vigente del proyecto deben cumplirse las regulaciones de seguridad vial. Específicamente, el cartel de licitación en los apartados 25.9 y el 26.5, indican que debe cumplirse con el Decreto No. 26041-MOPT “Reglamento de Dispositivos de Seguridad para Protección de Obras” y el artículo 206 de la “Ley de Tránsito por Vías Públicas y Terrestres, Ley 7331”.

El apartado 25.9 señala que: *...”Durante la ejecución de las actividades y cuando interfiera de alguna manera con el tráfico de vehículos en la carretera principal, el contratista estará en la obligación de instalar el señalamiento preventivo, según lo establece el artículo 206 de la “Ley de Tránsito por Vías Públicas y Terrestres y su Reglamento publicado mediante Decreto No. 26041-MOPT, por lo tanto el contratista deberá de contar con los dispositivos de*

*seguridad requeridos*”. La ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres (Ley N° 7331) en su artículo 206 exige el uso de señales de tránsito en cualquier tipo de trabajos en las vías públicas del país.

El contrato del proyecto, en su cláusula primera que trata sobre los documentos de acatamiento obligatorio, establece que debe considerarse en la etapa constructiva el componente de seguridad vial consignada en el Decreto No. 33148 del 8 de mayo del 2006.

La Administración debe velar por el cumplimiento de todos estos aspectos utilizando como herramienta la supervisión. En términos generales, estas regulaciones especifican claramente las acciones que el contratista debe llevar a cabo para garantizar la seguridad en el sitio de trabajo, tanto para los trabajadores como para los conductores y peatones.

**Observación 2: Se identificaron elementos laterales de entrada y salida de drenaje que representan obstáculos en la vía.**

A lo largo del proyecto también se pudo observar que los cabezales de las alcantarillas de tubo colocadas en las entradas a propiedades representan un obstáculo lateral de la vía, ya que existe la probabilidad de que un vehículo impacte estos elementos, aumentando el riesgo de sufrir un accidente. Esta condición se puede observar en las siguientes fotografías:



**Fotografía 5 y 6. Cabezales de alcantarillas en entradas a casas.**  
Fecha: 07/09/2011





Si bien es cierto que este tipo de proyectos conllevan un mejoramiento de la estructura de pavimento y otros elementos (alcantarillas, cunetas, muros, puentes), se diseña sobre el mismo trazado existente, lo cual implica que desde el punto de vista geométrico las variaciones o mejoras no son sustanciales (por ejemplo ampliación de la sección, incorporación de espaldones, radios de curvatura, etc). Si a esto se combinan factores como el entorno rural en el que se encuentra la carretera, el volumen de tránsito y la velocidad de operación, la existencia de estos accesos directos a lo largo de la carretera hacia viviendas y comercio propio de la zona, se hace más crítica por representar un peligro para el usuario; sin embargo, su erradicación resulta económicamente poco factible en la realidad de nuestro país. En vista de lo anterior, es criterio de esta Auditoría Técnica que en este tipo de rutas, cobra vital importancia una buena señalización vial, tanto horizontal como vertical, de manera que, a pesar de que existan este tipo de obstáculos, el usuario que transite la ruta esté prevenido ante la presencia de éstos y tenga una buena visibilidad tanto diurna como nocturna.

No obstante lo anterior, es importante que el MOPT-CONAVI considere para futuros proyectos, aspectos que a nivel internacional, son de aplicación en el diseño de obras de drenaje, tal como se establece en la “Guía de Diseño Lateral de Carreteras” (Roadside Design Guide) de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 2002,) en donde se presentan algunas consideraciones en relación con este tipo de obstáculos:

- *Al igual que con las estructuras de drenaje transversal, la principal preocupación del diseñador debe ser el diseño, en general, de elementos con pendiente traspasable<sup>1</sup> y que las aberturas de la alcantarilla coincidan con las pendientes adyacentes.*
- *En el punto 3.2.3 se recomienda que las pendientes transversales que puedan ser impactadas a 90 grados por un vehículo fuera de control, se construirán lo más plano posible, con una relación 1V:6H o más plano, en el caso de lugares susceptibles a los impactos por alta velocidad.*

<sup>1</sup> Diseño que permita que un vehículo descontrolado pase por encima del elemento, durante las maniobras de retorno.



- *En carreteras de bajo volumen o de baja velocidad, donde el historial de accidentes no indica un número elevado de ocurrencias de vehículos fuera de control, se pueden considerar pendientes transversales más pronunciadas como una solución efectiva de bajo costo (relación costo-beneficio apropiada).*

*Con el uso de estas directrices, las opciones para un tratamiento seguro de estos elementos, son similares a los de las estructuras de drenaje transversal, en orden de preferencia:*

- *Eliminar la estructura*
- *Usar diseños traspasables*
- *Mover la estructura lateralmente a una ubicación menos vulnerable*
- *Proteger la estructura*
- *Delinear la estructura si las alternativas anteriores no son apropiadas*

A manera de ejemplo, en las Fotografías 7 y 8 se presenta el tipo de solución que se utiliza en otros países, para la entrada y salida de obras de drenaje con diseño traspasable:



**Fotografía 7 y 8.** Ejemplos de elementos de entrada y salida de drenaje con diseño traspasable. Fuente: Roadside Design Guide, AASHTO 2002.

## 10. CONCLUSIONES

**10.1** En relación con el ensayo de granulometría para las 6 muestras de material de subbase tomadas en el período febrero a marzo 2011 y con base en el análisis estadístico realizado, se concluye que estas muestras presentaron cumplimiento satisfactorio de la especificación.

**10.2** Con respecto a los resultados del ensayo de CBR (0.1 y 0.2 pulg>30) realizados al material de subbase, presentaron una variabilidad menor que la permitida para un factor de calidad del 100%.

**10.3** Los resultados de granulometría del agregado para base estabilizada muestreado en el período abril a mayo 2011, evidencian una variabilidad mayor que la establecida para un factor de calidad de 100%, para las siguientes mallas:

Malla	Variabilidad permitida	Porcentaje fuera de los límites de especificación
Malla N°40	20,55%	35%
Malla N°200		27%

**10.4** Los resultados de resistencia a la compresión de cilindros de base estabilizada para tres muestras ensayadas en el mes de mayo 2011, para una de las muestras, tomada en el estacionamiento 1+638, se presentó incumplimiento de este parámetro ya que el valor obtenido de resistencia ( $20,8 \text{ kg/cm}^2$ ) es inferior a la resistencia mínima especificada ( $21 \text{ kg/cm}^2$ ) en la normativa.

**10.5** La aplicación de herramientas estadísticas para el control de procesos de producción de materiales que posteriormente se incorporan a un proyecto, es de vital importancia ya que 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 material no cumpla con el nivel de calidad establecido por las especificaciones como

resultado de la variabilidad inherente del proceso. Lo anterior se corroboró en el caso de los resultados de granulometría del material de base estabilizada, obtenidos para la malla N°200, los cuales, a pesar de estar dentro de los límites de especificación, presentaron una variabilidad mayor a la permitida para un factor de calidad del 100%.

- 10.6** El MOPT-CONAVI no cuenta con un sistema consolidado de verificación de calidad que incluya un laboratorio de verificación acreditado y un modelo de pago en función de la calidad, que permita garantizar la aceptación y pago de los materiales que se incorporan a las obras de acuerdo con su calidad, así como garantizar la efectiva inversión de los fondos públicos que se destinan a la infraestructura vial.
- 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.
- 10.8** El retraso en la conclusión del proyecto por aspectos administrativos que podrían preverse con antelación, tal como lo es la aprobación de la licitación de un ingeniero diseñador del puente Lepanto y de un addendum al contrato, ha postergado la ejecución de la etapa de señalización vial, tanto horizontal como vertical, así como la colocación de sistemas de contención, aspectos todos de Seguridad Vial que deben ser considerados igualmente como prioritarios en la gestión de un proyecto, aun más cuando la vía se encuentra en operación y el riesgo de accidentes puede aumentar, particularmente en condiciones nocturnas en la que la visibilidad es más crítica.
- 10.9** El proyecto Jicaral-Lepanto no cuenta con diseños ni certificados de calidad de los sistemas de contención lateral a incorporar en el proyecto, aspecto que es recurrente desde el 2008, a pesar de las disposiciones giradas por la Contraloría General de la República en su informe DFOE-OP-6/2006 del 16 junio 2006.

**10.10** Desde el punto de vista de seguridad vial, los sistemas de contención vehicular y la demarcación vial son dos elementos básicos que mejoran significativamente las condiciones de seguridad vial de la carretera, por lo que en el proyecto se identificaron las siguientes debilidades:

- Ausencia de sistemas de contención en puntos críticos
- Falta demarcación y señalización horizontal y vertical
- Elementos que representan obstáculos en la vía, tales como cabezales del drenaje en las entradas a casas.

Los puntos señalados representan un riesgo desde el punto de vista de seguridad vial de un proyecto en construcción y que se encuentra en operación, por lo que el contratista es responsable de velar por este aspecto.

## **11. RECOMENDACIONES**

Le corresponde a la Administración definir e implementar las medidas correctivas y preventivas que procedan con el fin de subsanar los hallazgos y observaciones 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 la rigurosa evaluación y cumplimiento de la calidad 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** Para futuros proyectos velar por la aplicación de herramientas estadísticas para evaluar tanto el cumplimiento de especificaciones como la variabilidad de los procesos de producción de materiales que se incorporan a las obras, para que de esta forma se aplique el pago en función del nivel de calidad de los materiales.



**11.3** Ejercer la supervisión rigurosa en cuanto a los requerimientos de Seguridad Vial de proyectos en construcción que debe cumplir el contratista, principalmente el proyecto, a pesar de no estar concluido, se encuentran en operación. Asimismo velar por el cumplimiento de lo establecido en el cartel de licitación, apartado 32 “Multas”, en el que se establece una multa por atraso en colocación de señalamiento preventivo.

• **A la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes:**

**11.4** Incorporar en los carteles de licitación de proyectos de construcción, reconstrucción, mejoramiento o rehabilitación, el modelo de aceptación y pago en función de la calidad que la Administración considere conveniente en términos de garantizar el recibo y respectivo pago a satisfacción, de acuerdo con la calidad de los materiales que son incorporados a los proyectos. Esto mientras se logra establecer como práctica que los resultados de verificación de calidad sean utilizados para definir el pago de la obra en función de su calidad, tal como se aplica a nivel internacional.

**11.5** Incorporar en los carteles de licitación el uso de demarcación horizontal provisional cuando la vía entre en operación y que por razones que afectan el avance de ejecución programado del proyecto, generen el retraso de la demarcación definitiva.

**11.6** Exigir que en los carteles de licitación se indique que para los sistemas de contención lateral se debe aportar el diseño en cada sitio particular donde se deban instalar dichos sistemas y sus certificados de calidad de acuerdo con las disposición MN-06-2006 en complemento con la normativa internacional, tal como lo es la “Guía de Diseño Lateral de Carreteras” (Roadside Design Guide) de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 2002 o su última versión). Esto hasta tanto se cumpla a cabalidad con las disposiciones giradas por la Contraloría General de la República en su informe DFOE-OP-6/2006 del 16 junio 2006, en relación con este tema.

• **A la Dirección Ejecutiva y el Consejo Administrativo de CONAVI:**

**11.7** Velar para que en los carteles de futuros proyectos y sus respectivos contratos, se establezca el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010, como la normativa que debe regir, particularmente en lo referente a la sección 107.05 “Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor de trabajo)”.

**11.8** Promover como política institucional el fortalecimiento del sistema de gestión de calidad de las obras y materiales ejecutadas/supervisadas por el MOPT-CONAVI, es decir impulsar la centralización de las actividades desarrolladas por las unidades de calidad, así como la unificación de criterios, de las diversas gerencias soportadas por la existencia de un laboratorio de verificación de calidad acreditado y la incorporación de un modelo en función de calidad en los carteles de licitación, elementos que deberían regir todo proyecto a cargo de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, que contribuyen a garantizar las inversiones en infraestructura vial y la vida útil de las obras.

**11.9** En vista de los hallazgos identificados en relación con la base estabilizada y los aspectos de Seguridad Vial 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”*



- 11.10** Cumplir con las disposiciones de la Contraloría General de la República emitidas en el informe DFOE-OP-6/2006 del 16 junio 2006 dirigida a la Administración, en cuanto a elaborar los procedimientos a seguir y el tipo de estudios que se deberán realizar para determinar las necesidades reales de colocación de barreras (sistemas de contención), las cuales no se han cumplido en su totalidad, a pesar de la elaboración de la Disposición MN-06-2006 “Barreras de acero tipo viga flexible”.
- 11.11** Promover en futuros proyectos, la aplicación de tratamientos más seguros en el diseño de elementos de drenaje, tales como diseños traspasables de entradas y salidas de alcantarillas, tanto paralelo como transversal a la carretera, de manera que el componente de Seguridad Vial que por decreto debe incorporarse en todo proyecto de carreteras, se extienda hacia este tipo de elementos que tradicionalmente se han construido bajo un diseño que no es compatible con los requerimientos bajo la óptica de Seguridad Vial.



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE  
INFRAESTRUCTURA DEL  
TRANSPORTE

### Equipo Auditor

**Ing. Ana Hidalgo Arroyo.**

Auditor Técnico, LanammeUCR

**Ing. Raquel Arriola Guzmán.**

Auditora Técnica, LanammeUCR

### Aprobado por:

**Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc. Eng.**  
Coordinadora Auditoría Técnica, LanammeUCR

### Aprobado por:

**Ing. Luis Guillermo Loria Salazar, PhD.**  
Coordinador General Programa de Infraestructura de Transporte,  
LanammeUCR

### Visto bueno de legalidad

**Lic. Miguel Chacón Alvarado.**  
Asesor Legal LanammeUCR

Informe Final  
LM-PI-AT-97-11

Fecha de emisión: Diciembre 2011





Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE  
INFRAESTRUCTURA DEL  
TRANSPORTE

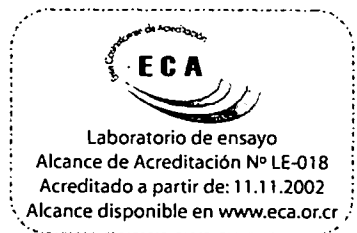
# ANEXO 1

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

D-400



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0202-11

# Informe de Ensayo

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

ST-0126 -11

## 1. Información del cliente:

**Nombre:** Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.  
**Proyecto:** Jicaral - Lepanto.  
**Domicilio:** San Pedro, Montes de Oca, San José.

## 2. Método de ensayo:

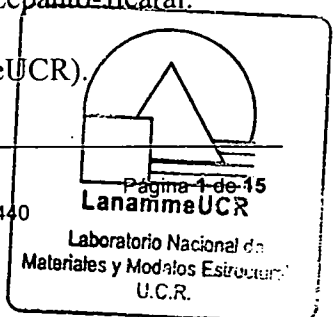
IT-CA-02, IT-CA-03 (ASTM C 136– C 117) (\*) Análisis Granulométrico.  
IT-GC-07 (AASHTO T-180) (\*) Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 kg y una caída de 457 mm.  
IT-GC-08 (AASHTO T-193) (\*) Método estándar de ensayo para determinar el índice 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](http://www.eca.or.cr)

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

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0280-11	7 Sacos con material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 2+460, Sentido Jicaral- Lepanto.
0281-11	7 Sacos con material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 2+540, Sentido Jicaral- Lepanto. Material calizo de color blanco, bien graduado y compacto de partículas cubicas.
0282-11	7 Sacos con material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 0+660, Sentido Lepanto-Jicaral.

**Aportadas por:** Sr. Francisco González. (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](http://www.eca.or.cr)

**No. de informe: I-0202-11**

**Fecha de recepción :** 2011/02/23

**Fecha de realización del ensayo:** 2011/02/07 – 2011/02/14

**4. Información del muestreo:**

**Fecha de muestreo:** 2011/02/21

**Ubicación:** Carretera Jicaral – Lepanto, Puntarenas.

**Procedimiento de muestreo:**

Realizado por personal del Laboratorio de Campo (LanammeUCR).

**Condiciones ambientales:** Soleado.

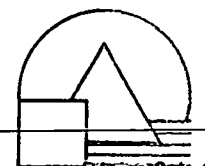
**5. Resultados:**

**Tabla 1 Resultados de Límites Atterberg**

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0280-11	NP	NP	NP
0281-11	NP	NP	NP
0282-11	NP	NP	NP

Nota:

NP: No desarrolla plasticidad.



Página 2 de 15  
LanammeUCR

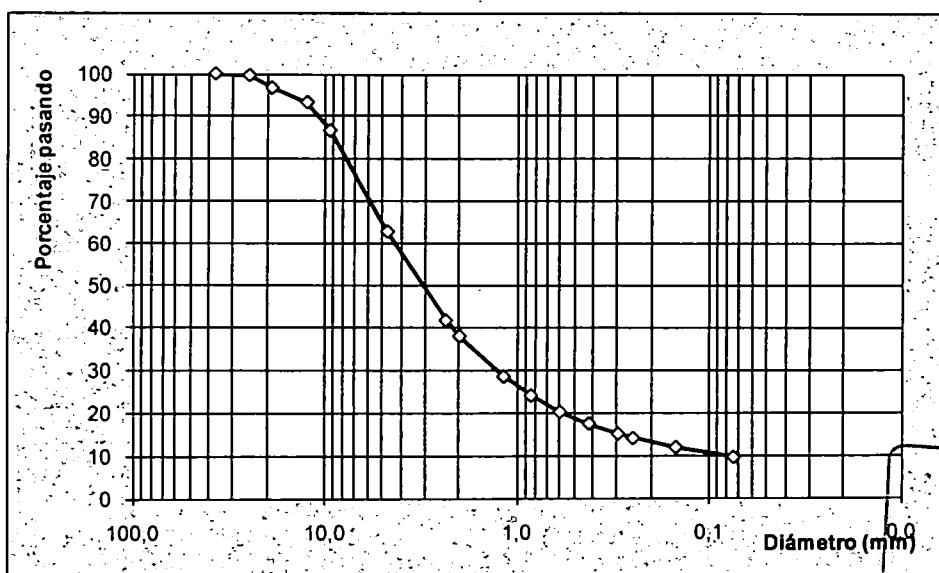
Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales  
U.C.R.

**No. de informe: I-0202-11**

**Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0280-11**

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
1 1/2"	37,5	0,00	0,00	0,00	100
1"	25,0	28,5	0,41	0,41	100
3/4"	19,0	207,1	2,96	3,37	97
1/2"	12,5	236,7	3,39	6,75	93
3/8"	9,50	463,2	6,62	13,4	87
N° 4	4,75	1652,5	23,6	37,0	63
N° 8	2,36	1481,6	21,2	58,2	42
N° 10	2,00	259,5	3,71	61,9	38
N° 16	1,18	666,5	9,53	71,4	29
N° 20	0,850	311,4	4,45	75,9	24
N° 30	0,600	267,1	3,82	79,7	20
N° 40	0,425	191,2	2,73	82,4	18
N° 50	0,300	167,0	2,39	84,8	15
N° 60	0,250	74,9	1,07	85,9	14
N° 100	0,150	149,0	2,13	88,0	12
N° 200	0,075	160,3	2,29	90,3	9,7
MODULO DE FINURA					4,36
% LAVADO					16,1

**Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0280-11**



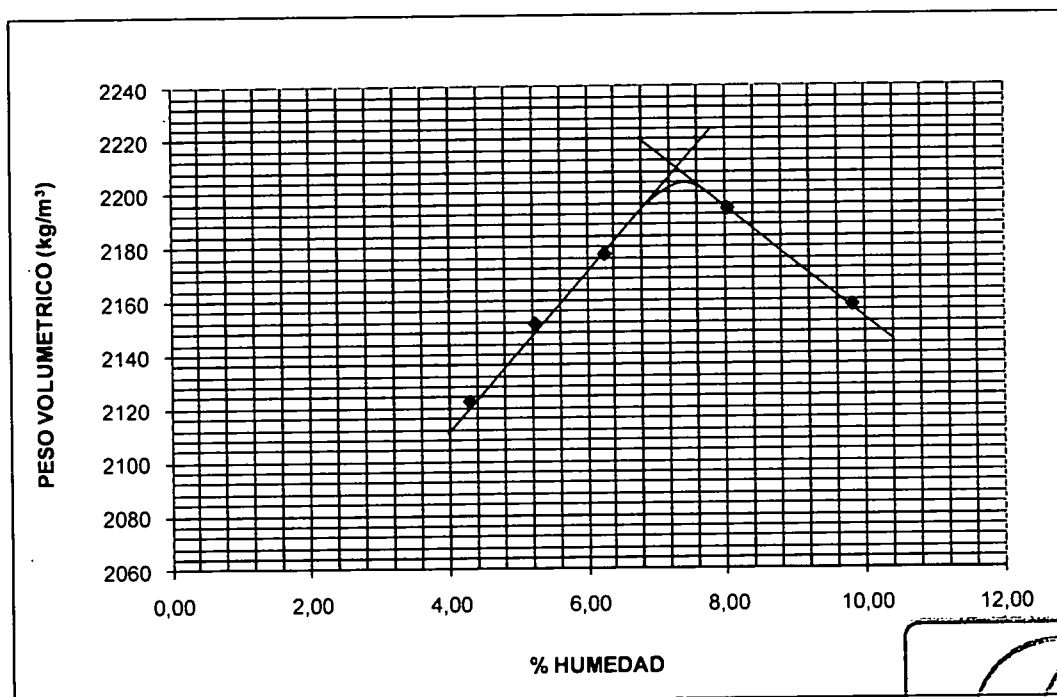


**No. de informe: I-0202-11**

**Tabla 3 Resultados próctor modificado: muestra 0280-11**

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	7,40%
Densidad seca máxima estándar	2204,0 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

**Gráfico 2 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0280-11**



No. de informe: I-0202-11

**Tabla 4 Resultados de CBR: muestra 0280-11**

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

GOLPES	MOLDE	$\delta s$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (%)	W (%)
56	22	2220	101	6,99
25	23	2165	98,2	7,02
10	24	1985	90,1	6,89

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
22	0,000	-	-	-0,017
23	0,026	-	-	0,026
24	-0,043	-	-	-0,043

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	22 (kgf/cm <sup>2</sup> )	23 (kgf/cm <sup>2</sup> )	24 (kgf/cm <sup>2</sup> )
(pulg)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	4,27	3,64	8,67
0,050	13,6	11,0	14,39
0,075	24,8	21,1	19,58
0,100	38,3	31,9	25,2
0,125	53,5	43,9	30,7
0,150	69,9	55,4	36,9
0,200	102	78,6	48,2
0,300	171	126	69,2
0,400	231	171	86,9
0,500	288	216	105

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	101	54,4	96,8
25	98,2	45,2	74,9
10	90,1	35,8	45,9

No. de informe: I-0202-11

Gráfico 3 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0280-11

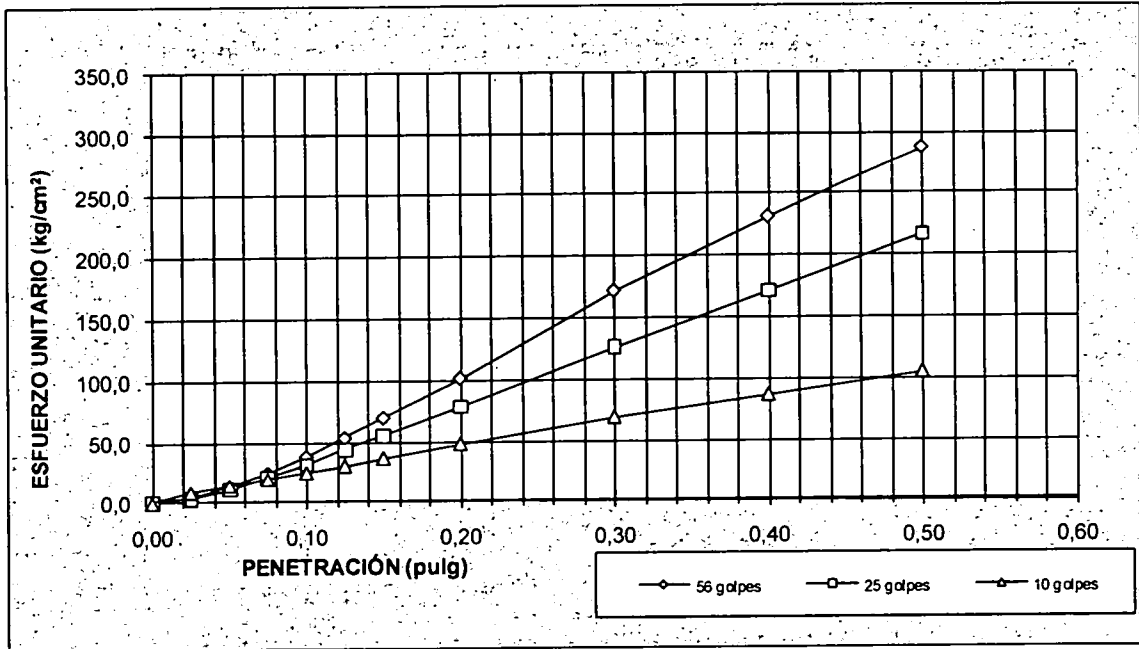
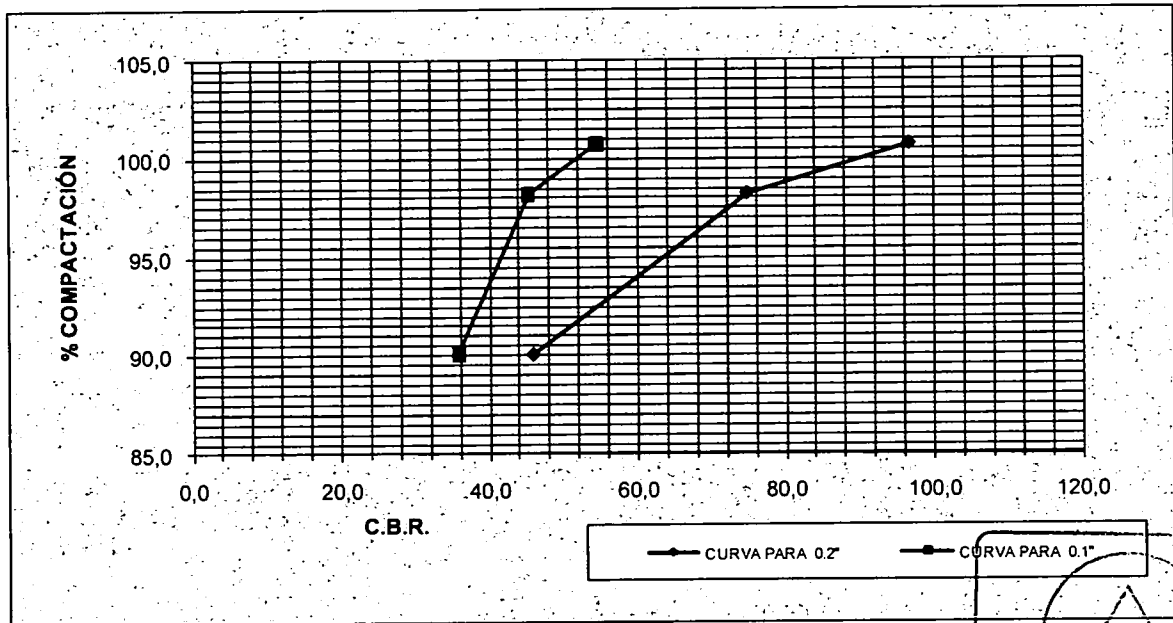


Gráfico 4 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0280-11

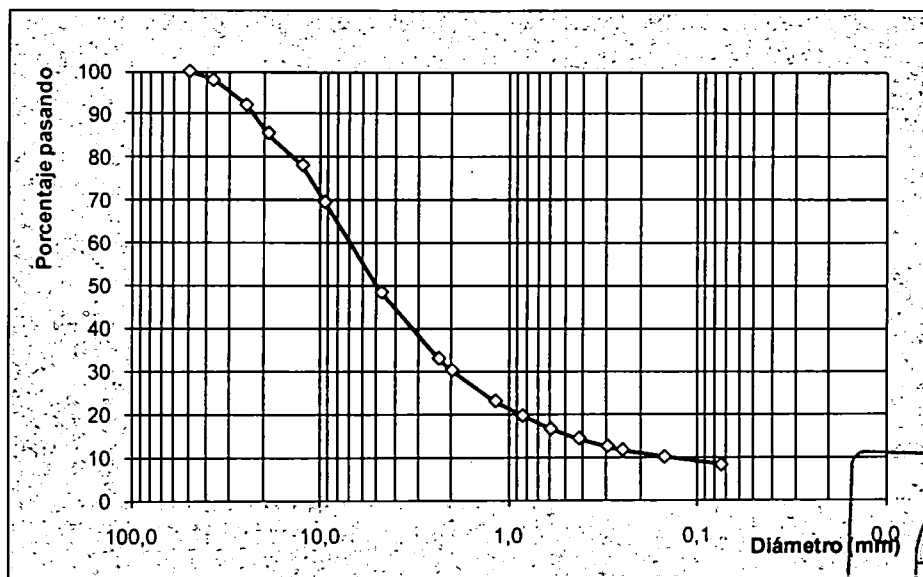


No. de informe: I-0202-11

**Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0281-11**

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	255	2,05	2,05	98
1"	25,0	726	5,85	7,90	92
3/4"	19,0	812	6,53	14,4	86
1/2"	12,5	930	7,49	21,9	78
3/8"	9,50	1063	8,56	30,5	70
Nº 4	4,75	2624	21,1	51,6	48
Nº 8	2,36	1915	15,4	67,0	33
Nº 10	2,00	342	2,75	69,8	30
Nº 16	1,18	903	7,27	77,1	23
Nº 20	0,850	432	3,48	80,5	19
Nº 30	0,600	378	3,04	83,6	16
Nº 40	0,425	272	2,19	85,8	14
Nº 50	0,300	234	1,88	87,6	12
Nº 60	0,250	104	0,84	88,5	12
Nº 100	0,150	208	1,67	90,2	9,8
Nº 200	0,075	228	1,83	92,0	8,0
MODULO DE FINURA					5,04
% LAVADO					17,0

**Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 0281-11**



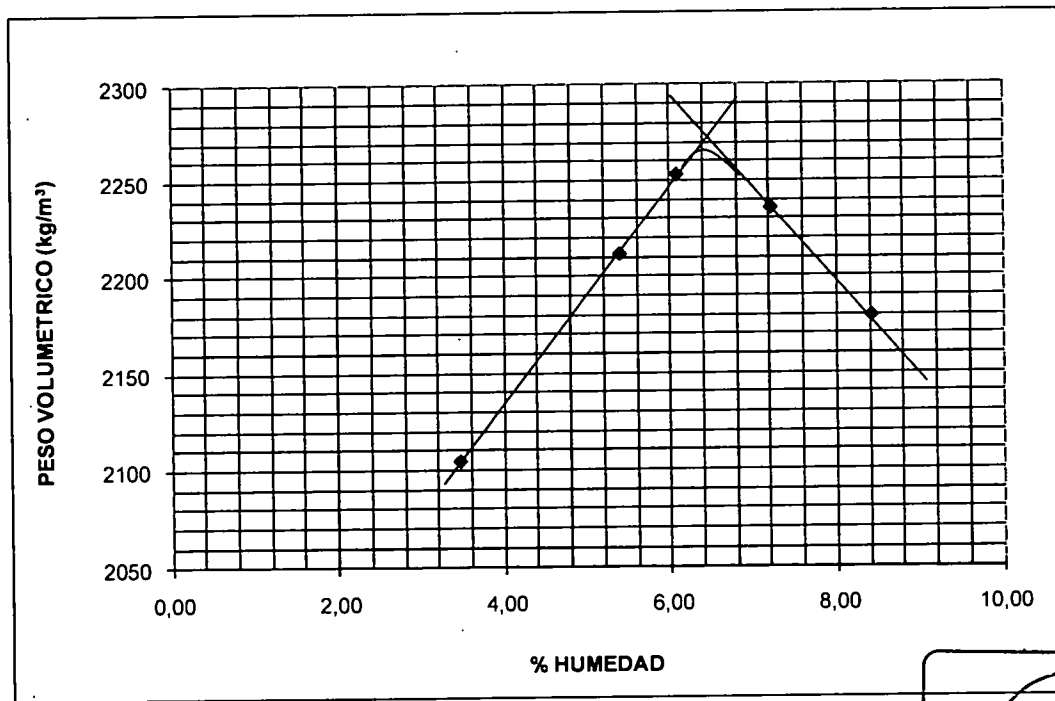


No. de informe: I-0202-11

**Tabla 6 Resultados próctor modificado: muestra 0281-11**

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,50%
Densidad seca máxima estándar	2265,0 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

**Gráfico 6 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0281-11**



No. de informe: I-0202-11

**Tabla 7 Resultados de CBR: muestra 0281-11**

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

GOLPES	MOLDE	$\delta s$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (%)	W (%)
56	25	2255	100	5,97
25	26	2136	94,3	6,00
10	27	2049	90,5	6,13

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
25	-0,017	-	-	-0,017
26	-0,060	-	-	-0,060
27	-0,009	-	-	-0,009

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	25 (kgf/cm <sup>2</sup> )	26 (kgf/cm <sup>2</sup> )	27 (kgf/cm <sup>2</sup> )
(pulg)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	4,05	1,92	2,89
0,050	13,7	13,4	9,03
0,075	27,9	27,9	15,63
0,100	45,6	40,8	22,4
0,125	64,5	54,1	29,4
0,150	85,9	67,6	36,7
0,200	131	93,2	50,2
0,300	236	140	76,7
0,400	341	183	101
0,500	451	223	126

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	100	64,7	125
25	94,3	57,9	88,8
10	90,5	31,9	47,8

No. de informe: I-0202-11

Gráfico 7 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0281-11

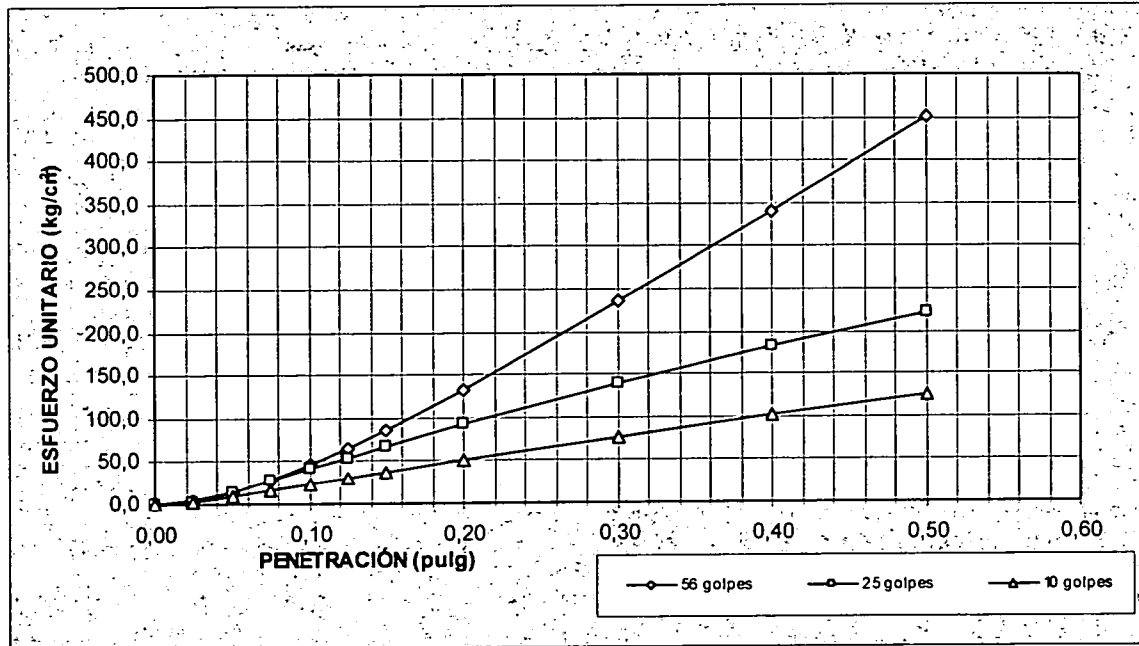
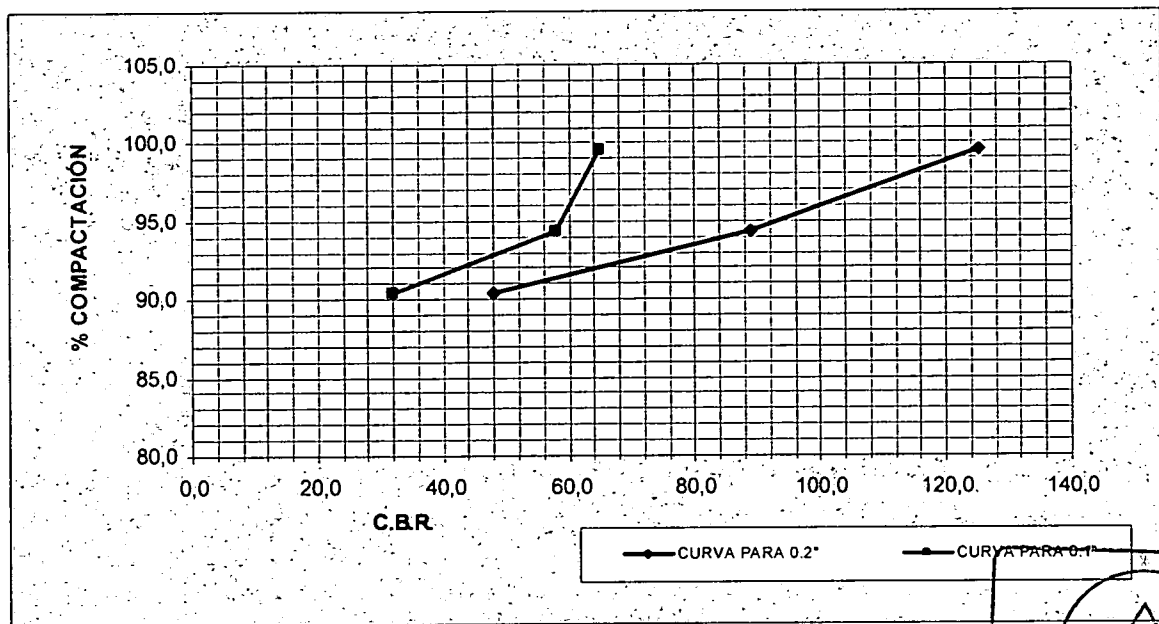


Gráfico 8 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0281-11



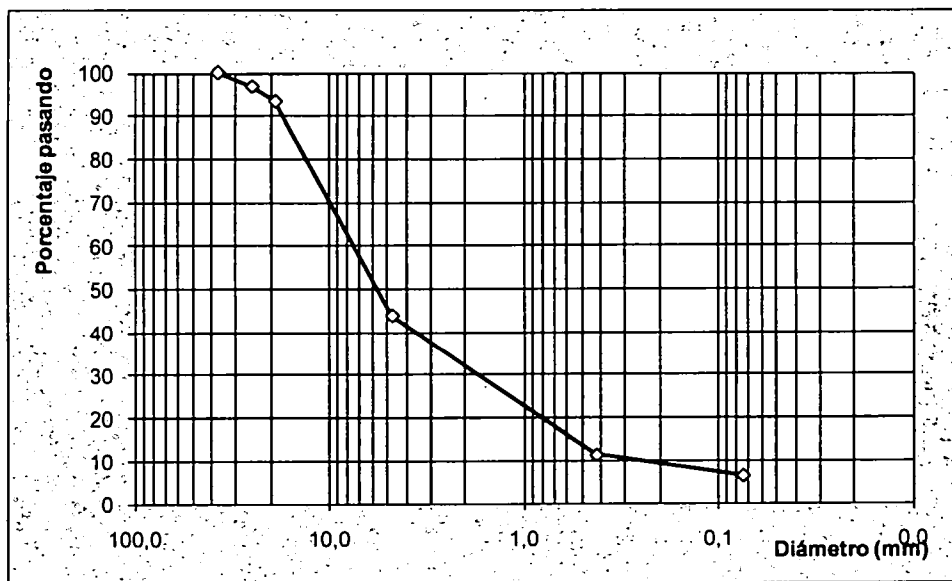
**No. de informe: I-0202-11**

**Tabla 8. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0282-11**

MASA INICIAL: 14531 g                      MASA FINAL: 13643,3 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
1 1/2"	37,5	0,00	0,00	0,00	100
1"	25,0	460	3,17	3,17	97
3/4"	19,0	501	3,45	6,61	93
Nº 4	4,75	7189	49,5	56,1	44
Nº 40	0,425	4734	32,6	88,7	11
Nº 200	0,075	707	4,86	93,5	6,5
MODULO DE FINURA					0,953
% LAVADO					14,1

**Gráfico 9: Curva granulométrica: muestra 0282-11**



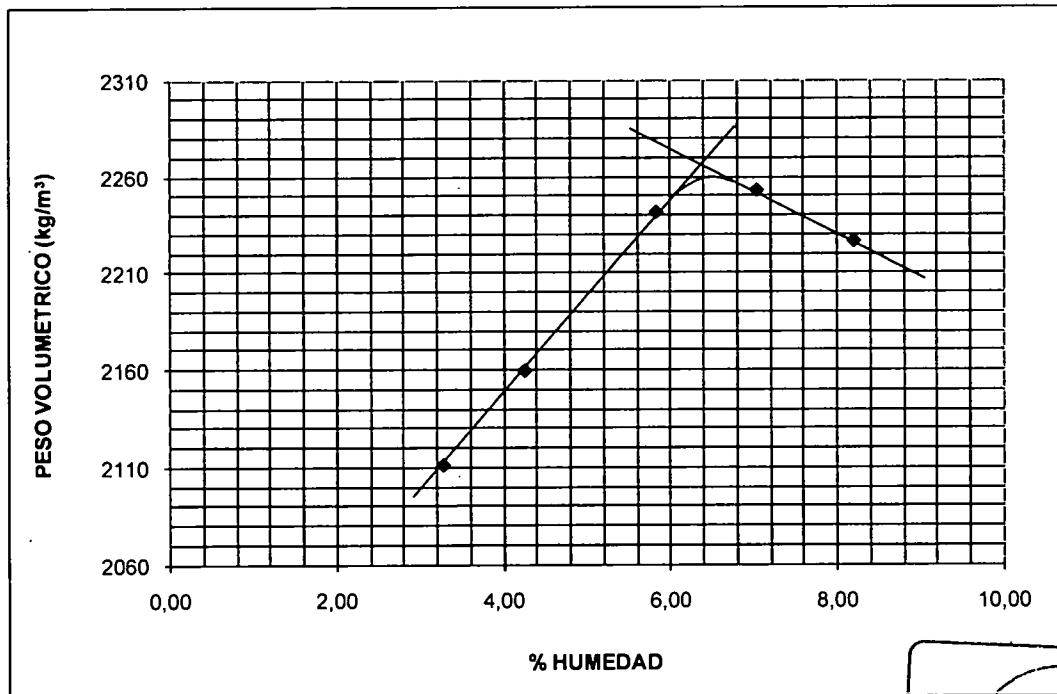


**No. de informe: I-0202-11**

**Tabla 9 Resultados próctor modificado: muestra 0282-11**

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,40%
Densidad seca máxima estándar	2260,0 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

**Gráfico 10 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0282-11**



No. de informe: I-0202-11

**Tabla 10 Resultados de CBR: muestra 0282-11**

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

GOLPES	MOLDE	$\delta s$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (%)	W (%)
56	28	2211	98	5,85
25	29	2105	93,2	6,07
10	30	1978	87,5	6,35

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
28	-	-	-0,1	-0,1
29	-	-	-0,043	-0,051
30	-	-	0,000	-0,052

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	28 (kgf/cm <sup>2</sup> )	29 (kgf/cm <sup>2</sup> )	30 (kgf/cm <sup>2</sup> )
(pulg)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	3,94	1,44	3,45
0,050	14,5	4,81	8,68
0,075	29,2	11,8	14,2
0,100	46,8	21,2	19,1
0,125	65,0	31,4	23,4
0,150	84,5	41,9	27,2
0,200	123	61,9	35,9
0,300	200	106	52,6
0,400	274	142	70,5
0,500	339	178	88,7

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97,8	66,5	117
25	93,2	30,1	58,9
10	87,5	27,1	34,2

No. de informe: I-0202-11

Gráfico 11 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0282-11

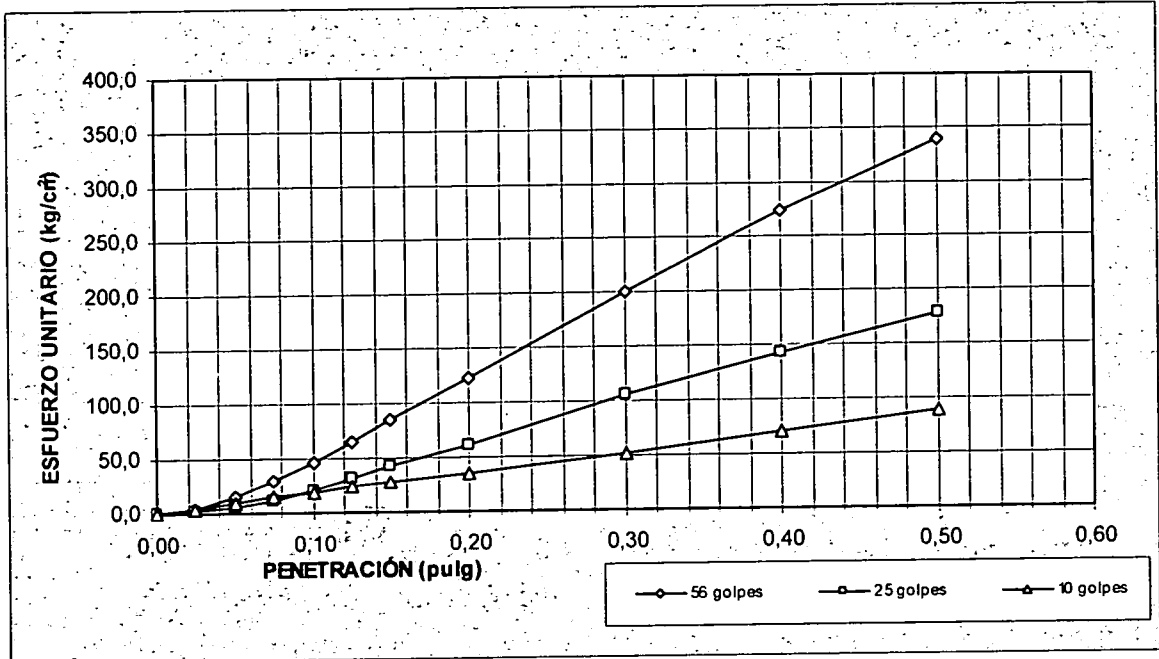
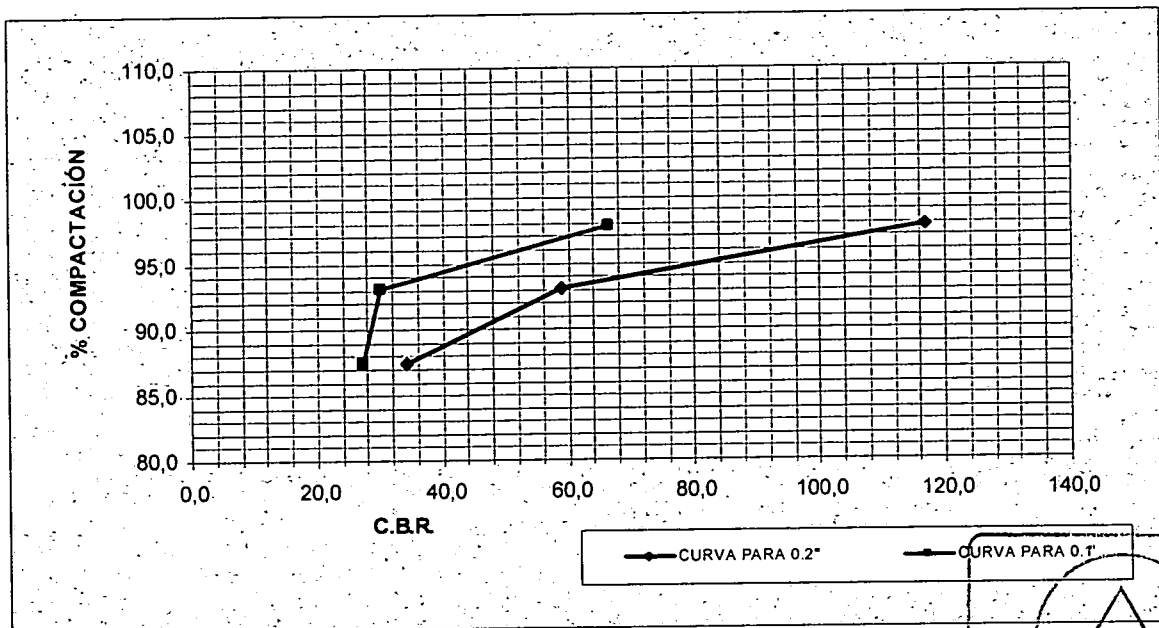


Gráfico 12 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0282-11





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](http://www.eca.or.cr)

**No. de informe: I-0202-11**

**Nota:**

Los valores de CBR para 0,2" de penetración son mayores que los valores para 0,1" de penetración, para las muestras 0280-11, 0281-11 y 0282-11, según la norma se recomienda la repetición de los ensayos.

**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. Guillermo González Beltrán, Ph.D.  
Coordinadora de Laboratorios  
de Infraestructura Civil a.i.

Aprobó:



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

Recibido AT-D  
23/03/11 E/f4





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0230-11

# Informe de Ensayo

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

ST-0241 -11

## 1. Información del cliente:

**Nombre:** Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.

**Proyecto:** Jicaral – Lepanto, Puntarenas.

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

## 2. Método de ensayo:

IT-CA-02, IT-CA-03 (ASTM C 136– C 117) (\*) Análisis Granulométrico.

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](http://www.eca.or.cr)

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

### No. de identificación:

### Descripción:

0399-11

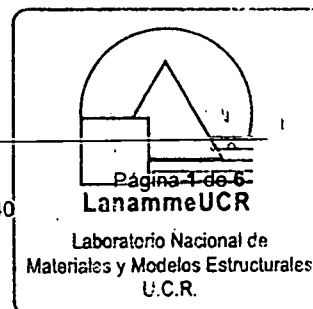
7 sacos de material de base, identificados como: (sello para la subbase). Material aparentemente calizo, color blanco, tamaño máximo nominal 2,54 cm, no hay evidencia de contaminación orgánica.

0400-11

8 sacos de material de base, identificados como: (sello para la subbase). Material aparentemente calizo, color blanco, tamaño máximo nominal 2,54 cm, no hay evidencia de contaminación orgánica.

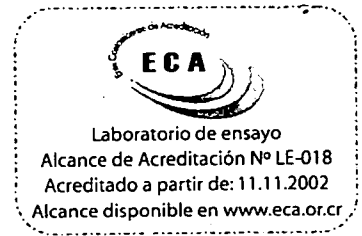
0401-11

7 sacos de material de base, identificados como: (sello para la subbase). Material aparentemente calizo, color blanco, tamaño máximo nominal 2,54 cm, no hay evidencia de contaminación orgánica.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



**No. de informe: I-0230-11**

**Aportadas por:** Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

**Fecha de recepción :** 2011/03/03

**Fecha de realización del ensayo:** 2011/03/11 -2011/03/16

**4. Información del muestreo:**

**Fecha de muestreo:** 2011/03/09

**Ubicación:**

0399-11 Estacionamiento 3+406. Sentido Jicaral-Lepanto.  
0400-11 Estacionamiento 1+900. Sentido Jicaral-Lepanto.  
0401-11 Estacionamiento 1+810. Sentido Jicaral-Lepanto.

**Procedimiento de muestreo:**

Realizado por personal del Laboratorio de Campo (LanammeUCR). El muestreo se realiza del apilamiento que se forma cuando en el sitio de obra, la vagoneta descarga el material. El muestreo consiste en la obtención de material en tres puntos seleccionados de forma aleatoria, mediante una pala.

**Condiciones ambientales:** Soleado.

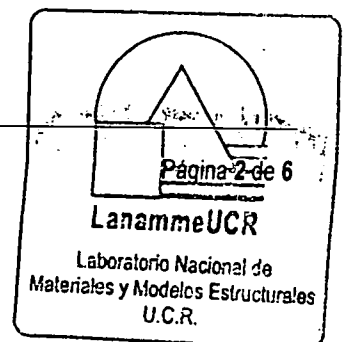
**5. Resultados:**

**Tabla 1 Resultados de Límites Atterberg**

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD	RETENIDO EN MALLA Nº 40 (%)
0399-11	NP	NP	NP	21,0
0400-11	NP	NP	NP	21,8
0401-11	NP	NP	NP	17,6

**NOTA:**

NP: No desarrolla plasticidad.



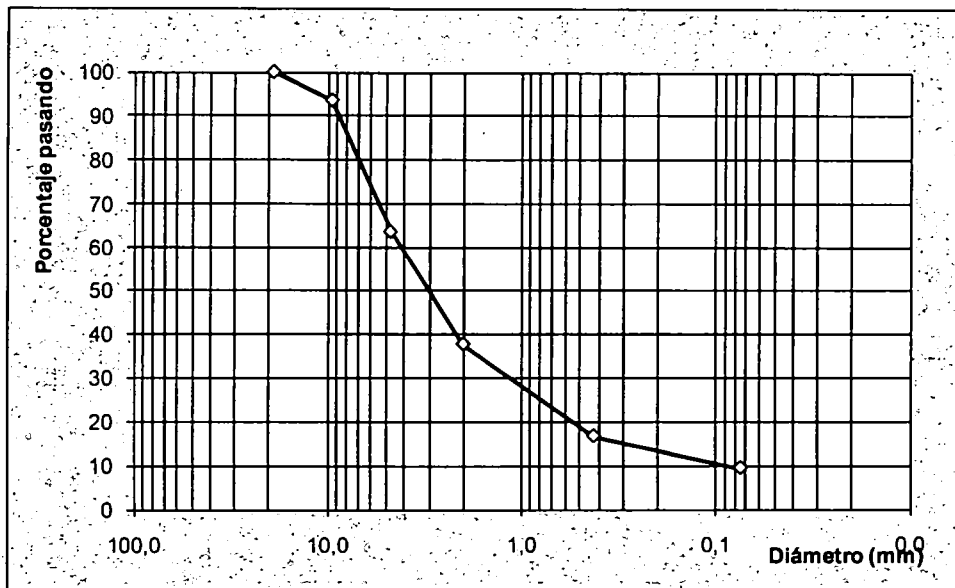
No. de informe: I-0230-11

**Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0399-11**

MASA INICIAL: 8828 g      MASA FINAL: 10932 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	564	6,38	6,38	94
Nº 4	4,75	2639	29,9	36,3	64
Nº 10	2,00	2304	26,1	62,4	38
Nº 40	0,425	1852	21,0	83,4	17
Nº200	0,075	645	7,31	90,7	9,3
% LAVADO					16,1

**Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0399-11**

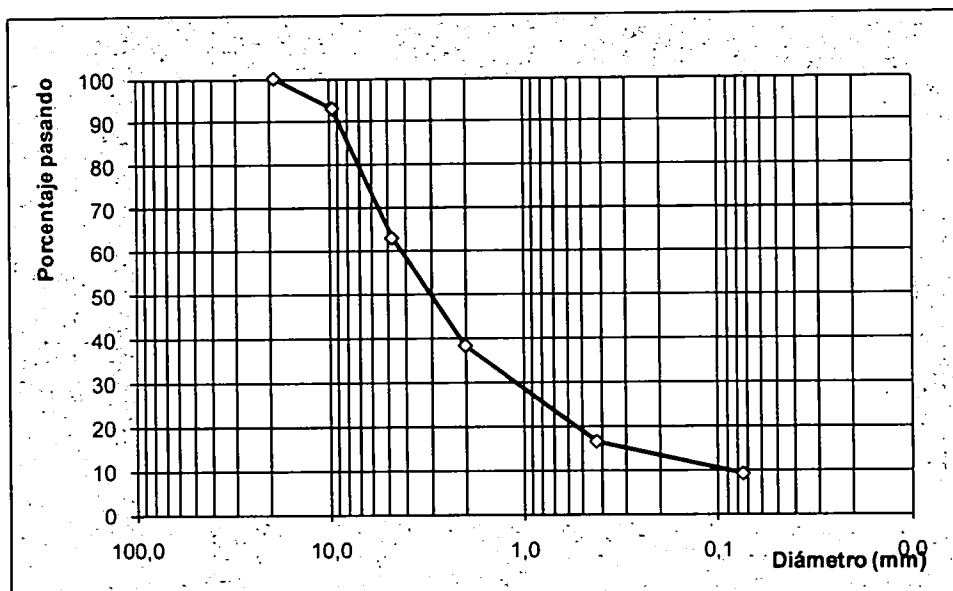


No. de informe: I-0230-11

**Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0400-11**

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	656	6,96	6,96	93
Nº 4	4,75	2835	30,1	37,0	63
Nº 10	2,00	2327	24,7	61,8	38
Nº 40	0,425	2056	21,8	83,6	16
Nº200	0,075	698	7,41	91,0	9,0
% LAVADO					15,5

**Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0400-11**

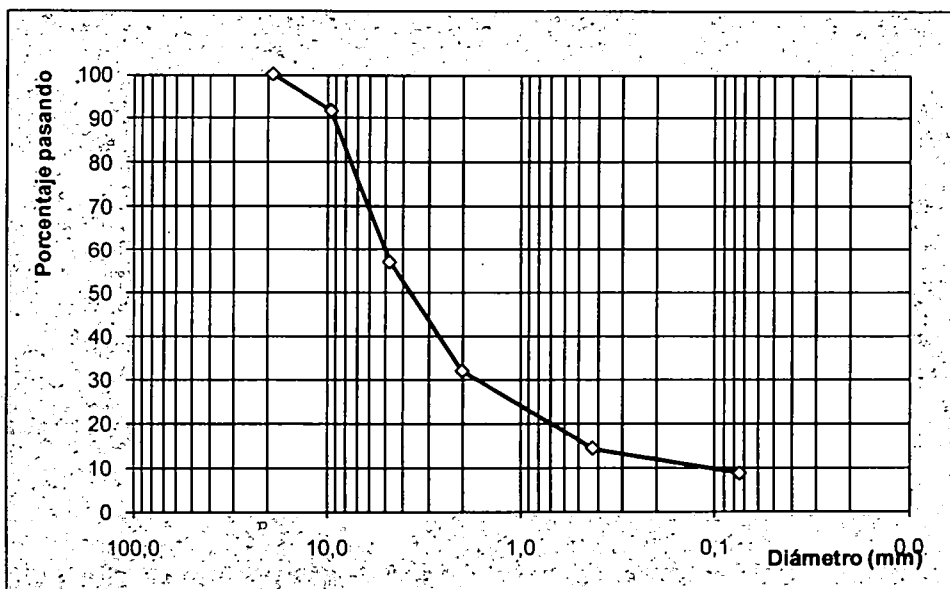


No. de informe: I-0230-11

**Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0401-11**

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	770	8,34	8,34	92
Nº 4	4,75	3198	34,6	43,0	57
Nº 10	2,00	2320	25,1	68,1	32
Nº 40	0,425	1627	17,6	85,7	14
Nº 200	0,075	532	5,76	91,5	8,5
% LAVADO					16,7

**Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0401-11**







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](http://www.eca.or.cr)

**No. de informe: I-0230-11**

**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.

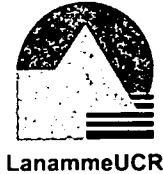
Revisó:

*Ana Monge Sandí*  
Ing. Ana Monge Sandí, Ms.C,  
Coordinadora de Laboratorios  
de Infraestructura Civil

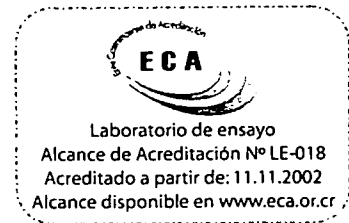
Aprobó:

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

Recibido AT-0  
25/03/11 *E. J. P. S.*



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0391-11

## Informe de Ensayo

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

ST-0373 -11

### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.

**Proyecto:** Jicaral – Lepanto, Puntarenas.

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

### 2. Método de ensayo:

IT-CA-02, IT-CA-03 (ASTM C 136– C 117) (\*) Análisis Granulométrico.

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](http://www.eca.or.cr)

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

**No. de identificación:**

**Descripción:**

0599-11

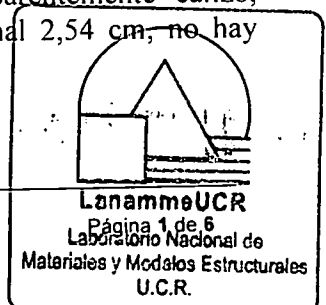
7 sacos de material de base, identificados como: estacionamiento 7+000, apilado en estacionamiento 8+300. Material aparentemente calizo, color blanco, tamaño máximo nominal 2,54 cm, no hay evidencia de contaminación orgánica.

0600-11

8 sacos de material de base, identificados como: estacionamiento 4+203. Material aparentemente calizo, color blanco, tamaño máximo nominal 2,54 cm, no hay evidencia de contaminación orgánica.

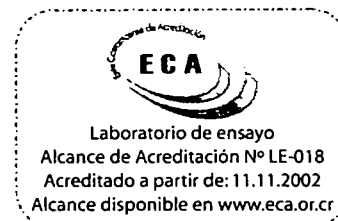
0601-11

7 sacos de material de base, identificados como: estacionamiento 4+080. Material aparentemente calizo, color blanco, tamaño máximo nominal 2,54 cm, no hay evidencia de contaminación orgánica.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



**No. de informe: I-0391-11**

**Aportadas por:**

Sr. Sergio Castillo (LanammeUCR).

**Fecha de recepción :**

2011/04/10

**Fecha de realización del ensayo:**

2011/04/15 – 2011/04/29

***4. Información del muestreo:***

**Fecha de muestreo:**

2011/04/08

**Ubicación:**

0599-11

Estacionamiento 7+000. Sentido Lepanto - Jicaral.

0600-11

Estacionamiento 4+203. Sentido Lepanto - Jicaral.

0601-11

Estacionamiento 4+080. Sentido Lepanto - Jicaral.

**Procedimiento de muestreo:**

Según ASTM D-75.

**Condiciones ambientales:**

Soleado.

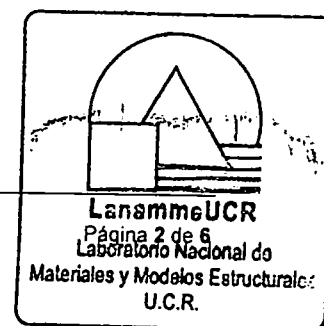
***5. Resultados:***

**Tabla 1 Resultados de Límites Atterberg**

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD	RETENIDO EN MALLA Nº 40 (%)
0599-11	NP	NP	NP	21,6
0600-11	NP	NP	NP	25,4
0601-11	NP	NP	NP	23,4

**NOTA:**

NP: No desarrolla plasticidad.



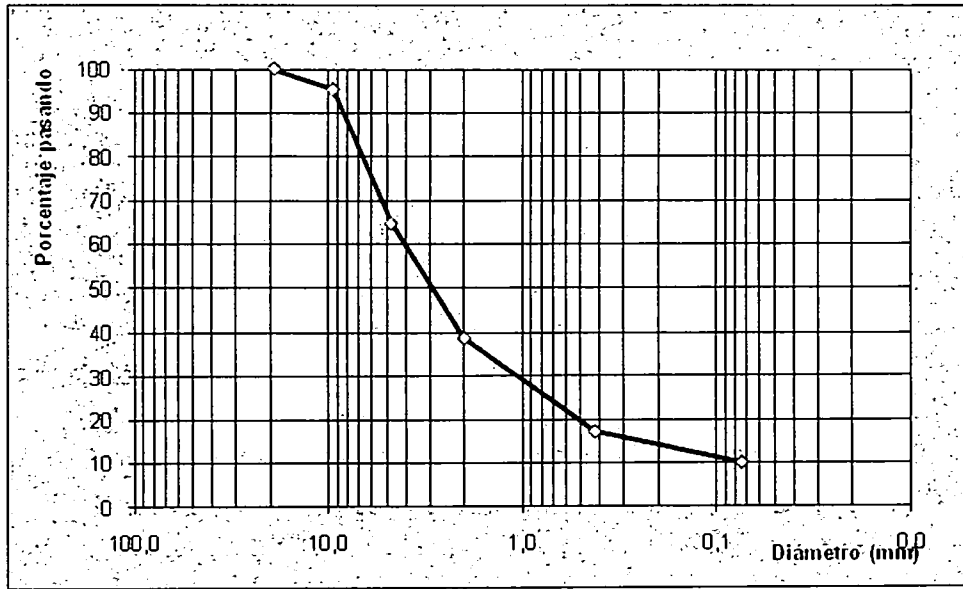
No. de informe: I-0391-11

**Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0599-11**

MASA INICIAL: 5424 g                      MASA FINAL: 4890 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	255	4,70	4,70	95
Nº 4	4,75	1660	30,6	35,3	65
Nº 10	2,00	1405	25,9	61,2	39
Nº 40	0,425	1170	21,6	82,8	17
Nº 200	0,075	387	7,14	89,9	10
% LAVADO:					16,7

**Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0599-11**



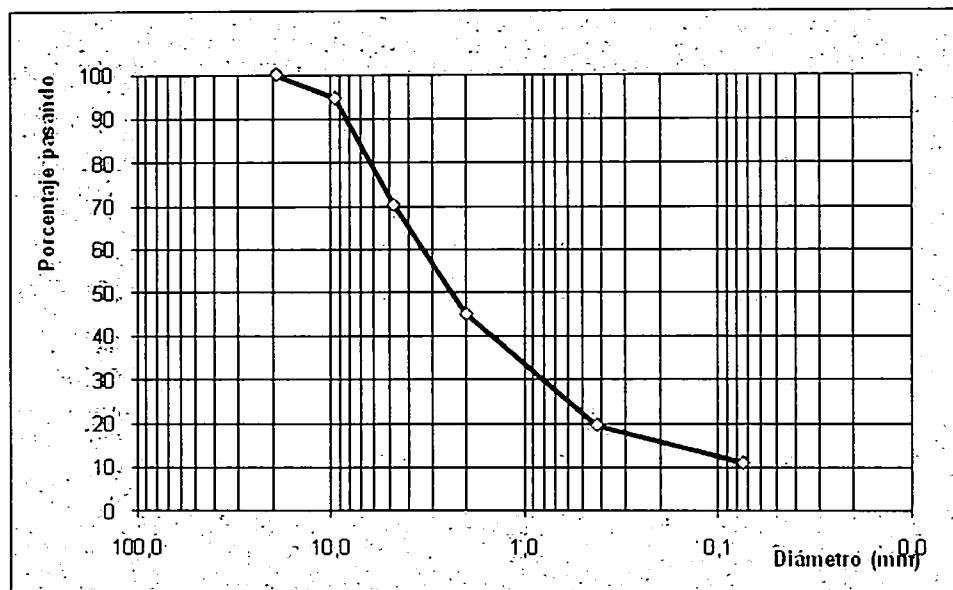
No. de informe: I-0391-11

**Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0600-11**

MASA INICIAL: 5939 g                      MASA FINAL: 5294 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	315	5,3	5,3	95
Nº 4	4,75	1447	24,4	29,7	70
Nº 10	2,00	1504	25,3	55,0	45
Nº 40	0,425	1508	25,4	80,4	20
Nº200	0,075	509	8,6	89,0	11
% LAVADO:					16,4

**Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0600-11**



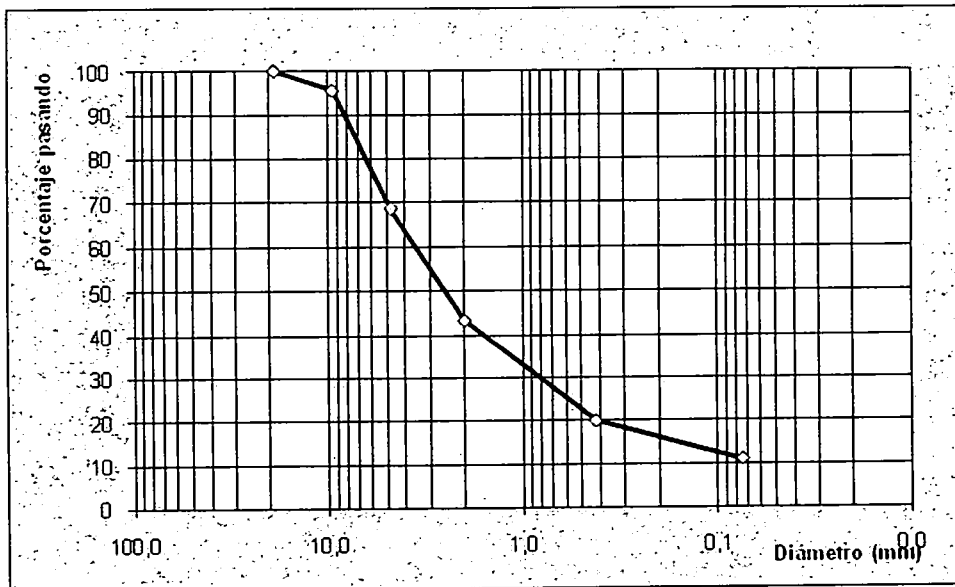


**No. de informe: I-0391-11**

**Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0601-11**

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	253	4,5	4,5	96
Nº 4	4,75	1523	26,8	31,3	69
Nº 10	2,00	1443	25,4	56,7	43
Nº 40	0,425	1327	23,4	80,1	20
Nº 200	0,075	507	8,9	89,0	11
% LAVADO:					16,7

**Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0601-11**





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](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0391-11

**Aclaraciones:**

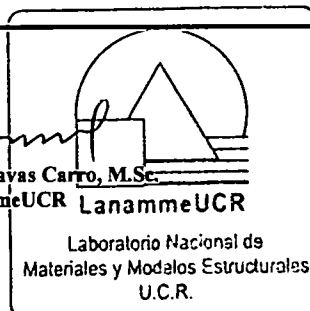
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite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

Revisó:

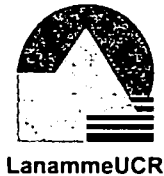
*Ana Monge Sandi*  
Ing. Ana Monge Sandi, Ms.C,  
Coordinadora de Laboratorios  
de Infraestructura Civil

Aprobó:

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



*R/E*  
*11/05/11*



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0411-11

## Informe de Ensayo

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

### Informe Parcial

ST-0299 -11

#### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.

**Proyecto:** Jicaral - Lepanto.

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

#### 2. Método de ensayo:

IT-CA-02, IT-CA-03 (ASTM C 136– C 117) (\*) Análisis Granulométrico.

IT-GC-07 (AASHTO T-180) (\*) Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 kg 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.

(\*) Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

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

##### No. de identificación:

##### Descripción:

0458-11

7 Sacos de material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 5+395, sentido Lepanto-Jicaral. Material calizo color blanco, bien graduado y compacto de partículas cúbicas.

0459-11

7 Sacos de material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 5+200, Sentido Jicaral- Lepanto. Material calizo de color blanco, bien graduado y compacto de partículas cubicas.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



**No. de informe: I-0411-11**

0460-11

7 Sacos de material Subbase. Identificado como:  
Estacionamiento: 5+120, Sentido Lepanto-Jicaral.  
Material calizo de color blanco, bien graduado y compacto  
de partículas cubicas.

**Aportadas por:**

Sr. Sergio Castillo. (LanammeUCR).

**Fecha de recepción :**

2011/03/23

**Fecha de realización del ensayo:**

2011/03/25 – 2011/04/12

***4. Información del muestreo:***

**Fecha de muestreo:**

2011/03/23

**Ubicación:**

Carretera Jicaral – Lepanto, Puntarenas.

**Procedimiento de muestreo:**

Realizado por personal del Laboratorio de Campo (LanammeUCR). Según lo establecido por la norma ASTM D-75, con respecto a los apilamientos.

**Condiciones ambientales:**

Soleado.

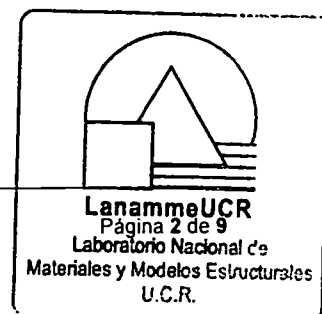
***5. Resultados:***

**Tabla 1 Resultados de Límites Atterberg**

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0458-11	NP	NP	NP
0459-11	NP	NP	NP
0460-11	NP	NP	NP

Nota:

NP: No desarrolla plasticidad.



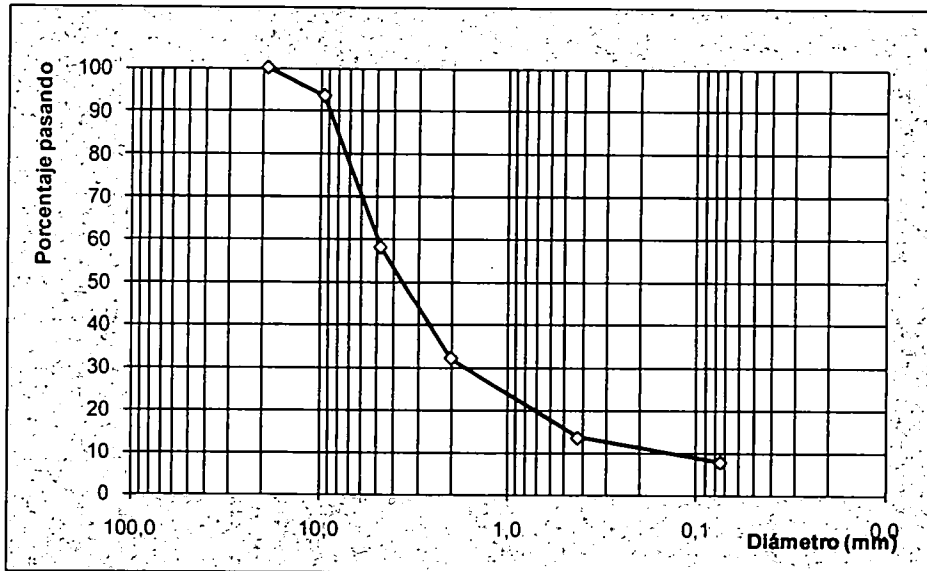
**No. de informe: I-0411-11**

**Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0458-11**

MASA INICIAL: 4636 g                      MASA FINAL: 4285 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. A.C.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	295	6,37	6,37	94
N° 4	4,75	1645	35,5	41,9	58
N° 10	2,00	1205	26,0	67,9	32
N° 40	0,425	865	18,7	86,5	13
N°200	0,075	268	5,77	92,3	7,7
% LAVADO:					14,2

**Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0458-11**



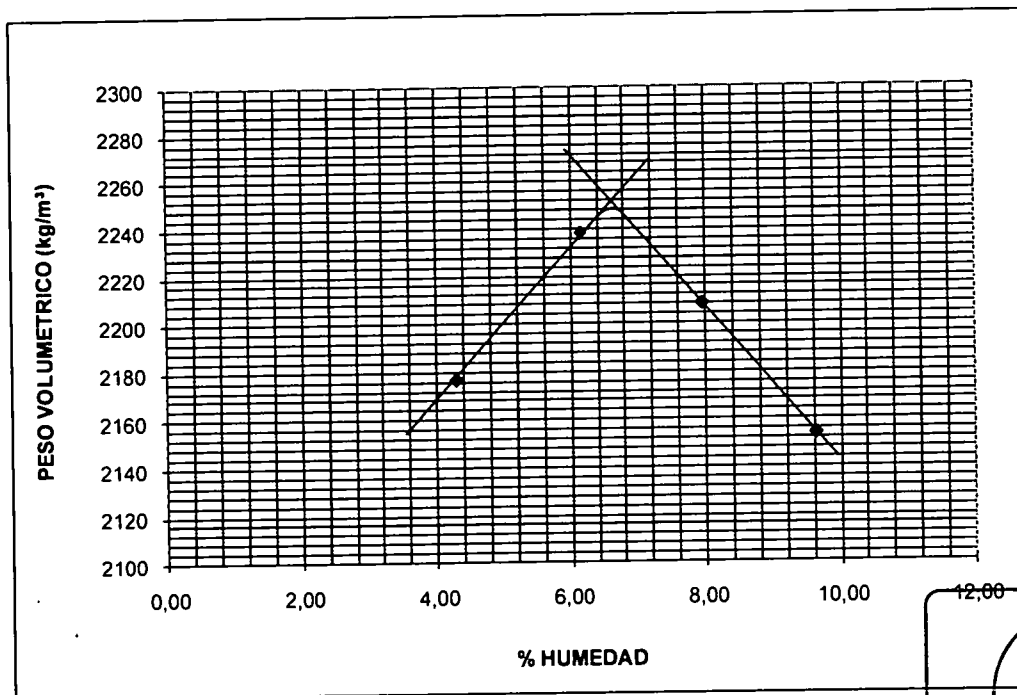


No. de informe: I-0411-11

Tabla 3 Resultados próctor modificado: muestra 0458-11

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,60%
Densidad seca máxima estándar	2248,0 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 2 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0458-11





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica

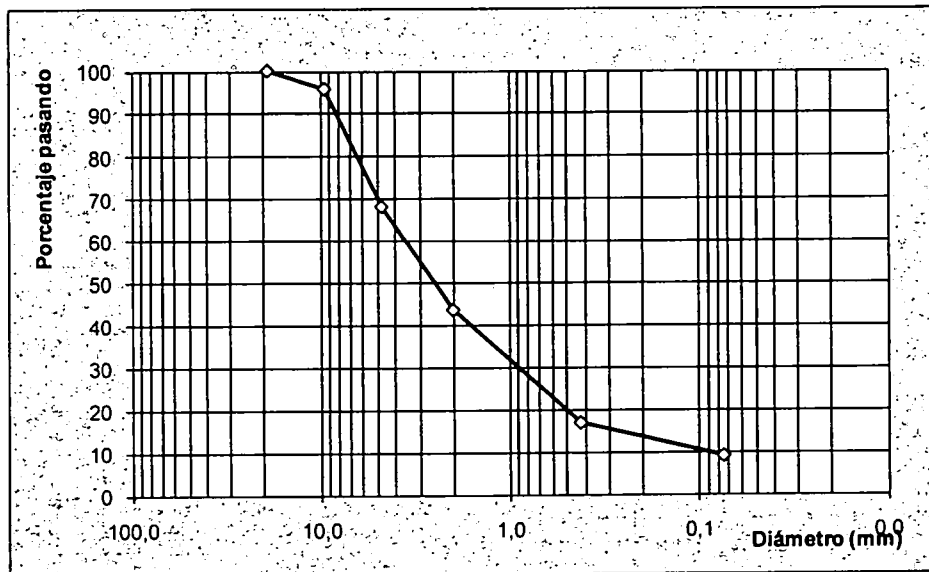


**No. de informe: I-0411-11**

**Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0459-11**

MASA INICIAL:	4723 g	MASA FINAL:	4295 g		
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	197	4,17	4,17	96
Nº 4	4,75	1303	27,6	31,8	68
Nº 10	2,00	1156	24,5	56,2	44
Nº 40	0,425	1262	26,7	83,0	17
Nº200	0,075	369	7,81	90,8	9,2
% LAVADO:					14,0

**Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0459-11**

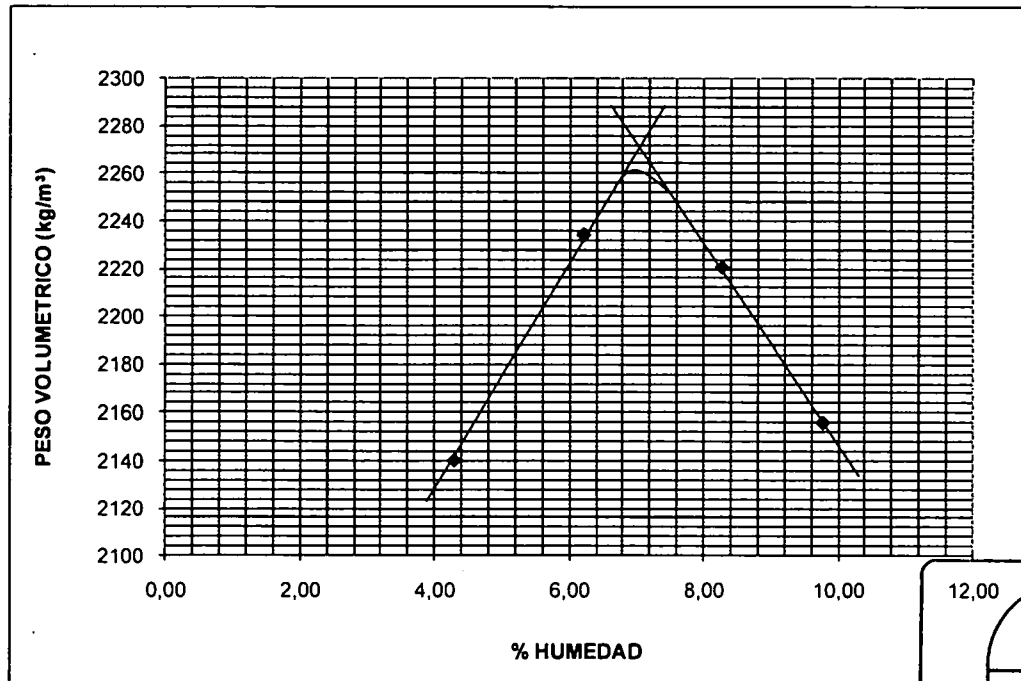


No. de informe: I-0411-11

**Tabla 5 Resultados próctor modificado: muestra 0459-11**

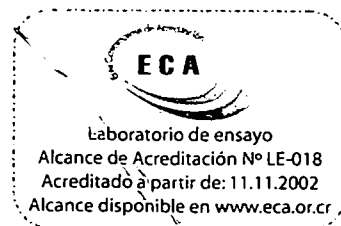
RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	7,00%
Densidad seca máxima estándar	2262,0 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

**Gráfico 4 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0459-11**





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica



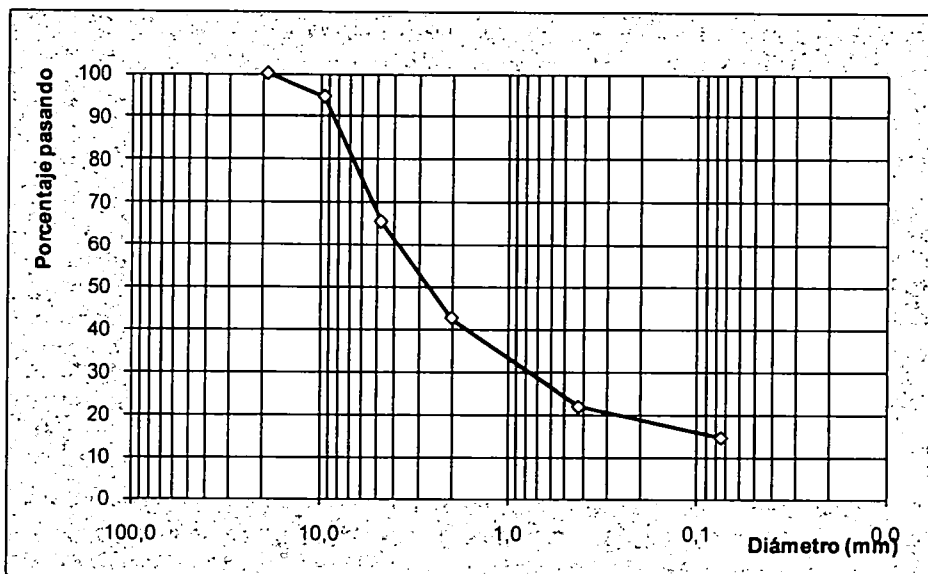
**No. de informe: I-0411-11**

**Tabla 6. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0460-11**

MASA INICIAL: 4723 g                      MASA FINAL: 4075 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	252	5,33	5,33	95
Nº 4	4,75	1379	29,2	34,5	65
Nº 10	2,00	1077	22,8	57,3	43
Nº 40	0,425	986	20,9	78,2	22
Nº 200	0,075	346	7,33	85,5	14
% LAVADO:					14,2

**Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 0460-11**





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



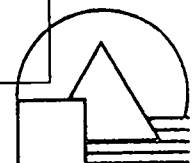
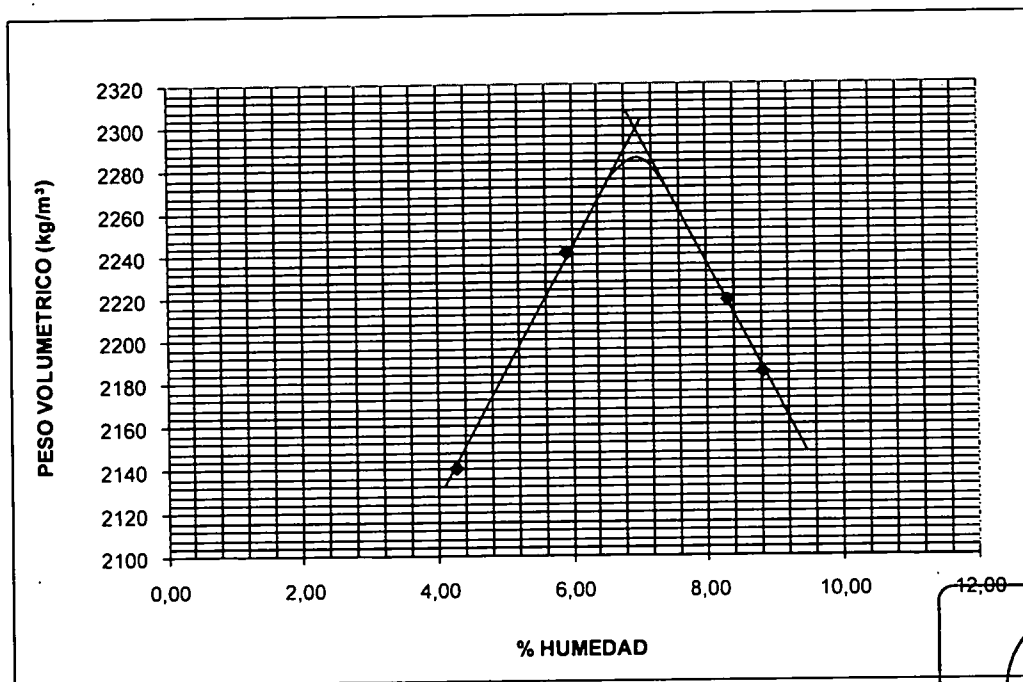
Laboratorio de ensayo  
Alcance de Acreditación N° LE-018  
Acreditado a partir de: 11.11.2002  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0411-11

Tabla 7 Resultados próctor modificado: muestra 0460-11

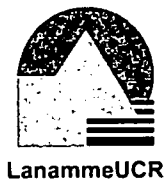
RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	7,00%
Densidad seca máxima estándar	2285,0 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 6 Peso volumétrico contra humedad: muestra 0460-11

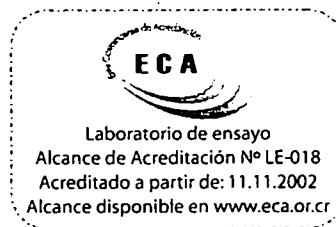


LanammeUCR  
Página 8 de 9  
Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales  
U.C.R.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



**No. de informe: I-0411-11**

**Aclaraciones:**

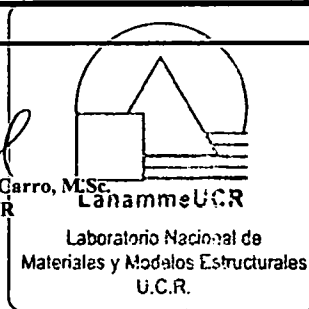
- Este informe anula y sustituye el informe I-0342-11.
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente 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

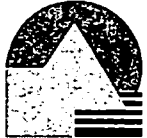
Aprobó:

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



11/05/11

R/E P. 11/05/11



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](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0434-11

## Informe de Ensayo

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

ST-0450 -11

### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.

**Proyecto:** Jicaral – Lepanto: Sub base.

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

### 2. Método de ensayo:

IT-CA-02, IT-CA-03 (ASTM C 136– C 117) (\*) Análisis Granulométrico.

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](http://www.eca.or.cr)

(\*\*) Ensayo no acreditado.

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

#### No. de identificación:

#### Descripción:

0736-11

4 Sacos con material de base, identificados como: estacionamiento 1+835, sentido Lepanto – Jicaral. Material aparentemente calizo no graduado, color café claro.

0737-11

4 Sacos con material de base, identificados como: estacionamiento 1+638, sentido Lepanto – Jicaral. Material aparentemente calizo no graduado, color café claro.

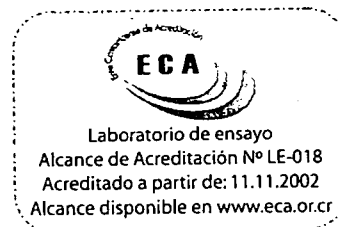
0738-11

4 Sacos con material de base, identificados como: estacionamiento 1+415, sentido Lepanto – Jicaral. Material aparentemente calizo no graduado, color café claro.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



**No. de informe: I-0434-11**

0739-11

3 Pastillas de base estabilizada, identificadas como: 1, 2, 3 estacionamiento 1+835 sentido Lepanto – Jicaral.

0740-11

3 Pastillas de base estabilizada, identificadas como: 4, 5, 6 estacionamiento 1+638 sentido Lepanto – Jicaral.

0741-11

3 Pastillas de base estabilizada, identificadas como: 7, 8, 9 estacionamiento 1+415 sentido Lepanto – Jicaral.

**Aportadas por:**

Sr. Oscar Navarrete (LanammeUCR).

**Fecha de recepción :**

2011/05/05

**Fecha de realización del ensayo:**

2011/05/10 - 2011/05/17

#### **4. Información del muestreo:**

Realizado por personal del laboratorio de campo de LanammeUCR según ASTM D 75 para los agregados. La recolección del material para moldeo de bases estabilizadas es de acuerdo a la norma ASTM D-75. La elaboración de los especímenes es de acuerdo a la norma AASHTO T-134. Persona responsable de las muestras: Ing. Raquel Arriola.

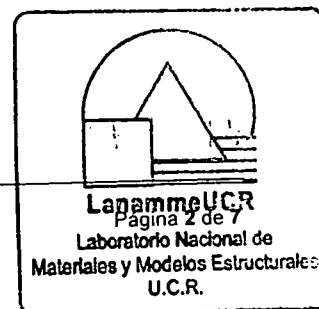
#### **5. Resultados:**

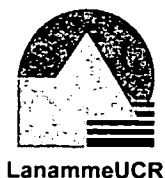
**Tabla 1 Resultados de Límites Atterberg**

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD	RETENIDO EN MALLA Nº 40 (%)
0736-11	NP	NP	NP	18,3
0737-11	NP	NP	NP	17,9
0738-11	NP	NP	NP	13,9

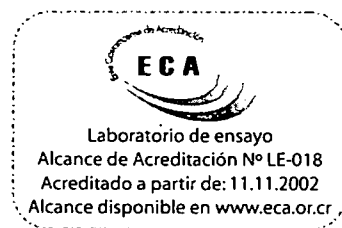
**NOTA:**

NP: No desarrolla plasticidad.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
 Universidad de Costa Rica



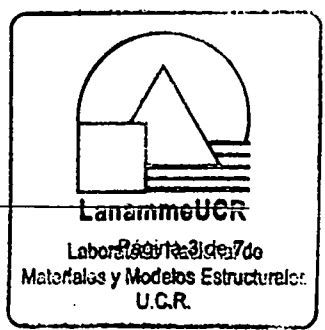
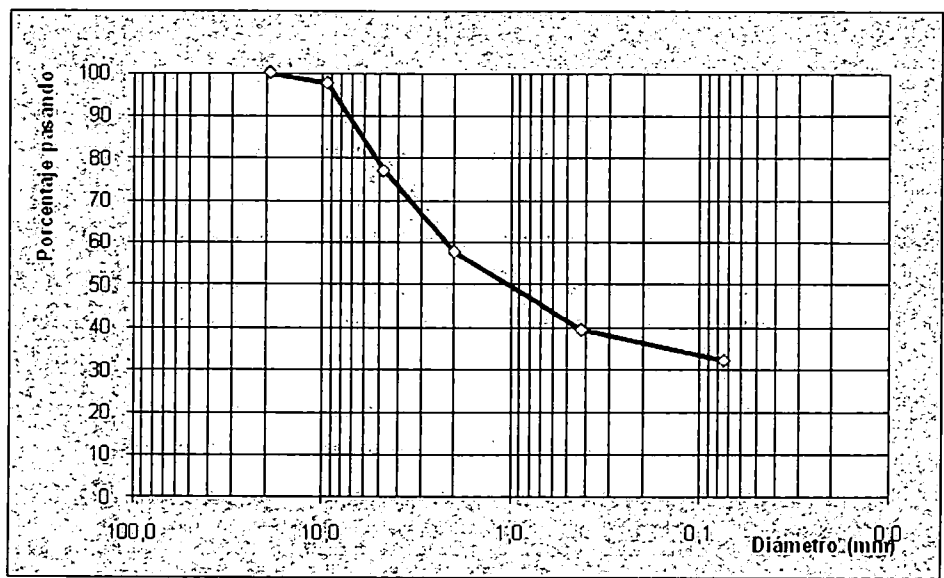
**No. de informe: I-0434-11**

**Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0736-11**

MASA INICIAL: 4824 g                      MASA FINAL: 3273 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	117	2,43	2,43	98
Nº 4	4,75	992	20,6	23,0	77
Nº 10	2,00	931	19,3	42,3	58
Nº 40	0,425	881	18,3	60,6	39
Nº200	0,075	349	7,23	67,8	32
% LAVADO					26,0

**Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0736-11**



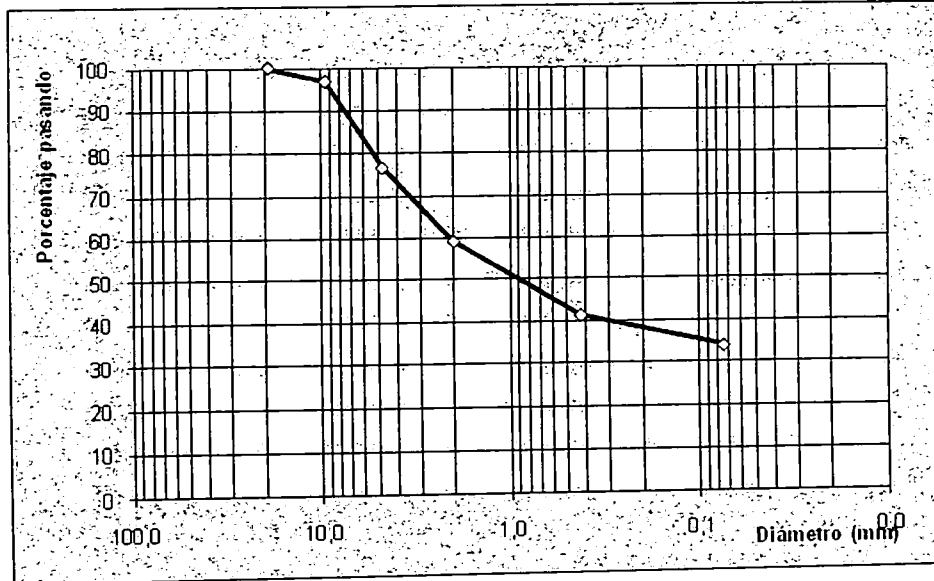
**No. de informe: I-0434-11**

**Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0737-11**

MASA INICIAL: 4024 g                      MASA FINAL: 2664 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	131	3,25	3,25	97
Nº 4	4,75	810	20,1	23,4	77
Nº 10	2,00	699	17,4	40,7	59
Nº 40	0,425	719	17,9	58,6	41
Nº200	0,075	300	7,46	66,1	34
% LAVADO					21,9

**Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0737-11**





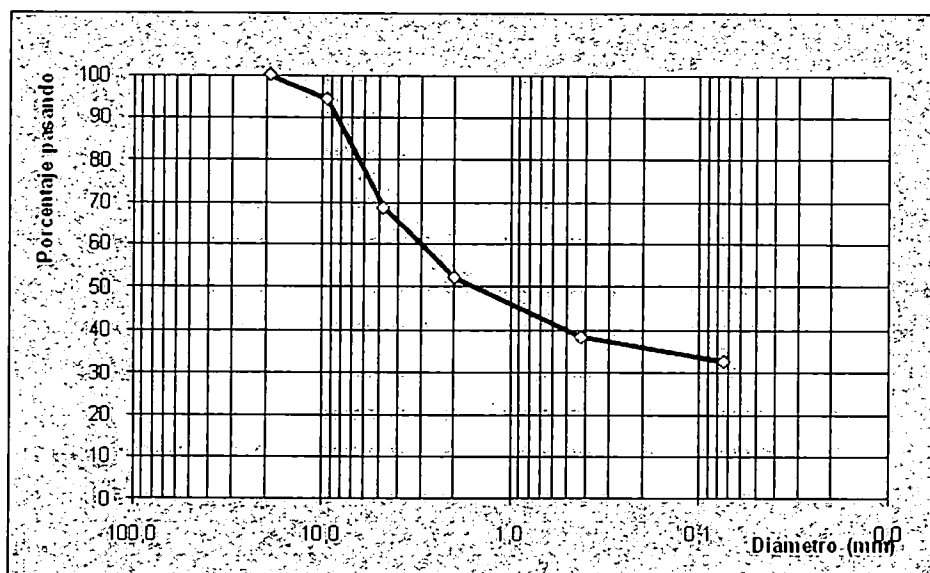
No. de informe: I-0434-11

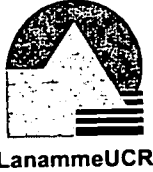
**Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0738-11**

MASA INICIAL: 4510 g                      MASA FINAL: 3038 g

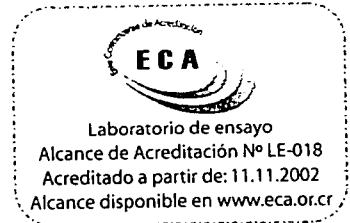
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	253	5,61	5,61	94
Nº 4	4,75	1157	25,7	31,3	69
Nº 10	2,00	740	16,4	47,7	52
Nº 40	0,425	628	13,9	61,6	38
Nº 200	0,075	255	5,65	67,3	33
				% LAVADO	21,0

**Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0738-11**





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0434-11

**Tabla 5 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0739-11**

FECHA DE MOLDEO: 11/05/03  
FECHA FALLA: 11/05/10

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	L/D	CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)	ESFUERZO MÁXIMO (kgf/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE FALLA (días)
1	102	117	81,02	1,15	35,8	4412	45,0	7
2	102	116	81,07	1,14	29,8	3676	37,5	7
3	102	116	80,97	1,14	27,6	3404	34,7	7

PROMEDIO: 3831  
DES. EST: 522

PROMEDIO: 39,1  
DES. EST: 5,32

**Tabla 6 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0740-11**

FECHA DE MOLDEO: 11/05/03  
FECHA FALLA: 11/05/10

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	L/D	CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)	ESFUERZO MÁXIMO (kgf/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE FALLA (días)
1	102	116	80,9	1,14	18,6	2293	23,4	7
2	102	116	81,2	1,14	15,1	1860	19,0	7
3	102	116	81,1	1,14	15,9	1959	20,0	7

PROMEDIO: 2037  
DES. EST: 227

PROMEDIO: 20,8  
DES. EST: 2,31

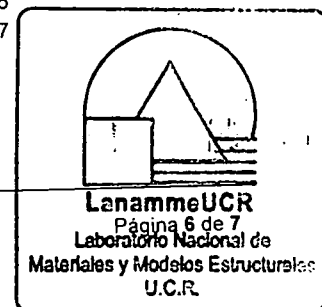
**Tabla 7 Resultados de resistencia a la compresión de bases estabilizadas: muestra 0741-11**

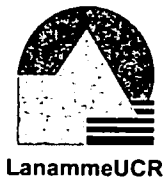
FECHA DE MOLDEO: 11/05/03  
FECHA FALLA: 11/05/10

ESPÉCIMEN No.	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	L/D	CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO MÁXIMO (kPa)	ESFUERZO MÁXIMO (kgf/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE FALLA (días)
1	102	117	80,91	1,15	19,25	2379	24,3	7
2	101	117	80,86	1,15	17,85	2208	22,5	7
3	102	116	81,07	1,14	16,75	2071	21,1	7

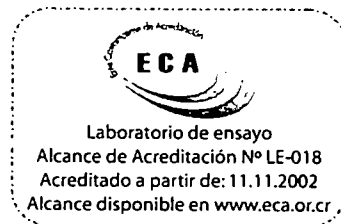
PROMEDIO: 2219  
DES. EST: 154

PROMEDIO: 22,6  
DES. EST: 1,57





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

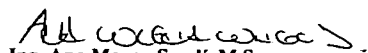


**No. de informe: I-0434-11**

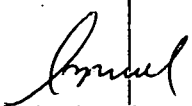

**Aclaraciones:**

- 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:

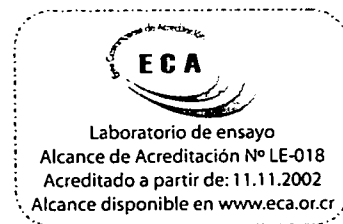
  
Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc. LanammeUCR  
Director LanammeUCR  
  
Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales  
U.C.R.

23/05/11

Recibido AT-O  
23/05/11  
ZP-AJ.



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0447-11

## Informe de Ensayo

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

ST-0299 -11

### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Auditoría Técnica – Ing. Raquel Arriola.

**Proyecto:** Jicaral - Lepanto.

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

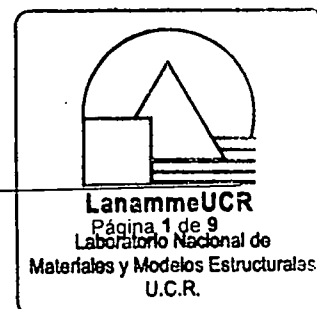
### 2. Método de ensayo:

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](http://www.eca.or.cr)

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

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0458-11	7 Sacos de material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 5+395, sentido Lepanto-Jicaral. Material calizo color blanco, bien graduado y compacto de partículas cúbicas.
0459-11	7 Sacos de material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 5+200, Sentido Jicaral- Lepanto. Material calizo de color blanco, bien graduado y compacto de partículas cubicas.
0460-11	7 Sacos de material Subbase. Identificado como: Estacionamiento: 5+120, Sentido Lepanto-Jicaral. Material calizo de color blanco, bien graduado y compacto de partículas cubicas.





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](http://www.eca.or.cr)

**No. de informe: I-0447-11**

**Aportadas por:** Sr. Sergio Castillo. (LanammeUCR).

**Fecha de recepción :** 2011/03/23

**Fecha de realización del ensayo:** 2011/05/09 – 2011/05/13

***4. Información del muestreo:***

**Fecha de muestreo:** 2011/03/23

**Ubicación:** Carretera Jicaral – Lepanto, Puntarenas.

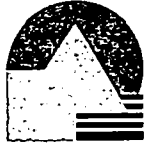
**Procedimiento de muestreo:**

Realizado por personal del Laboratorio de Campo (LanammeUCR). Según lo establecido por la norma ASTM D-75, con respecto a los apilamientos.

**Condiciones ambientales:** Soleado.



LanammeUCR  
Página 2 de 9  
Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales  
U.C.R.



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](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0447-11

5. Resultados:

Tabla 1 Resultados de CBR: muestra 0458-11

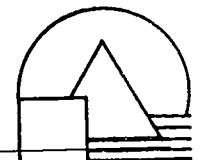
SIMBOLOGÍA	
$\delta s$	Densidad seca
C	Porcentaje de compactación
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen
*	No se tomaron lecturas de deformación

GOLPES	MOLDE	$\delta s$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (%)	W (%)
56	35	2189	97,4	6,44
25	36	2083	92,6	6,35
10	37	1980	88,1	6,41

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
35	0,00	-0,06	-0,05	-0,05
36	0,00	-0,12	-0,08	-0,10
37	0,00	-0,02	-0,03	-0,03

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
(pulg)	35 (kgf/cm <sup>2</sup> )	36 (kgf/cm <sup>2</sup> )	37 (kgf/cm <sup>2</sup> )
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	2,29	2,44	2,65
0,050	12,68	7,5	7,02
0,075	32,6	14,6	11,74
0,100	58,2	22,2	16,8
0,125	84,3	30,6	21,9
0,150	109	39,3	26,5
0,200	159	59	36,1
0,300	245	96	55,2
0,400	318	132	73,8
0,500	387	165	91,4

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97,4	82,6	151	134	180
25	92,6	31,5	56,1	31,5	56,1
10	88,1	23,9	34,4	23,9	34,4



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



No. de informe: I-0447-11

Gráfico 1 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0458-11

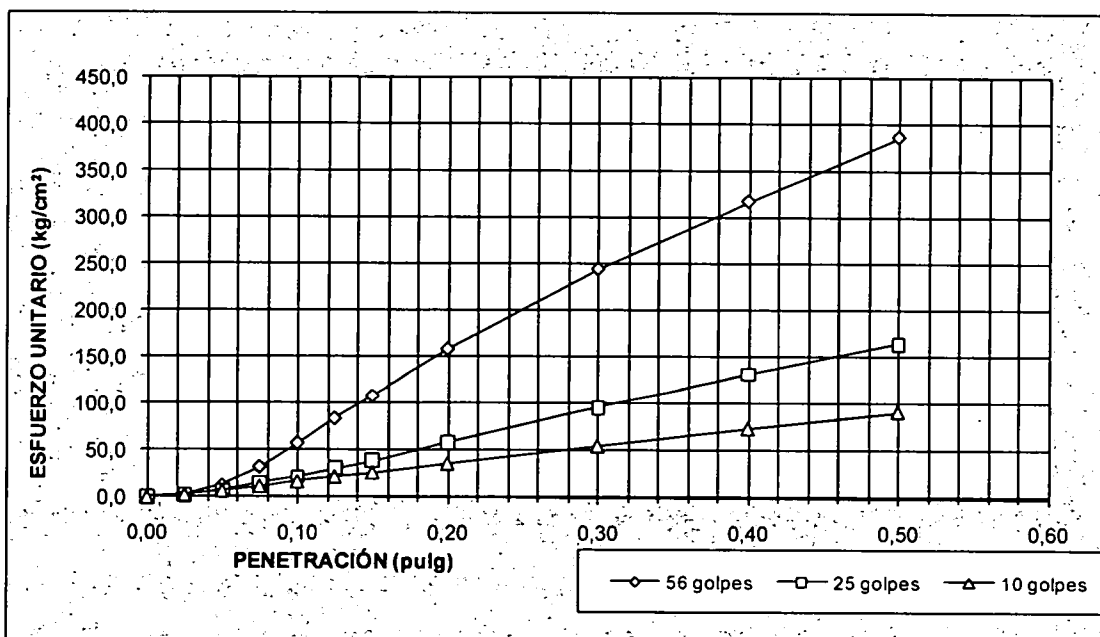
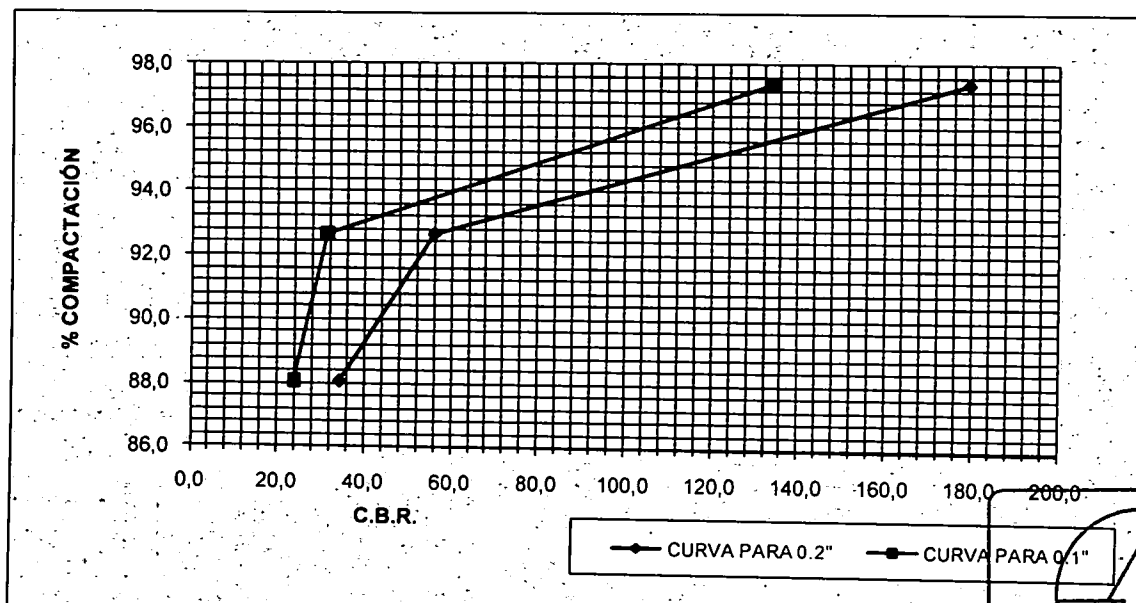


Gráfico 2 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0458-11





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](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0447-11

**Tabla 2 Resultados de CBR: muestra 0459-11**

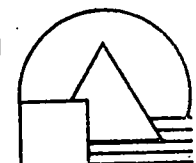
SIMBOLOGÍA	
$\delta s$	Densidad seca
C	Porcentaje de compactación
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen
*	No se tomaron lecturas de deformación

GOLPES	MOLDE	$\delta s$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (%)	W (%)
56	38	2227	98,4	6,91
25	39	2109	93,3	6,86
10	40	2036	90,0	6,92

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
38	0,00	-0,06	-0,06	0,00
39	0,00	-0,21	-0,21	-0,21
40	0,00	-0,04	-0,04	-0,04

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	38	39	40
(pulg)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	1,99	1,11	11,5
0,050	7,51	6,3	18,1
0,075	18,2	16,2	24,1
0,100	33,6	28,4	30,1
0,125	54,0	40,9	35,9
0,150	76,0	53,3	42,1
0,200	128	78	54,4
0,300	227	121	79,3
0,400	318	157	102
0,500	405	191	121

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98,4	47,7	122	133,7	179
25	93,3	40,4	73,9	50,1	84,0
10	90,0	42,7	51,9	42,7	51,9



LanammeUCR  
Página 5 de 9  
Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales  
U.C.R.

No. de informe: I-0447-11

Gráfico 3 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0459-11

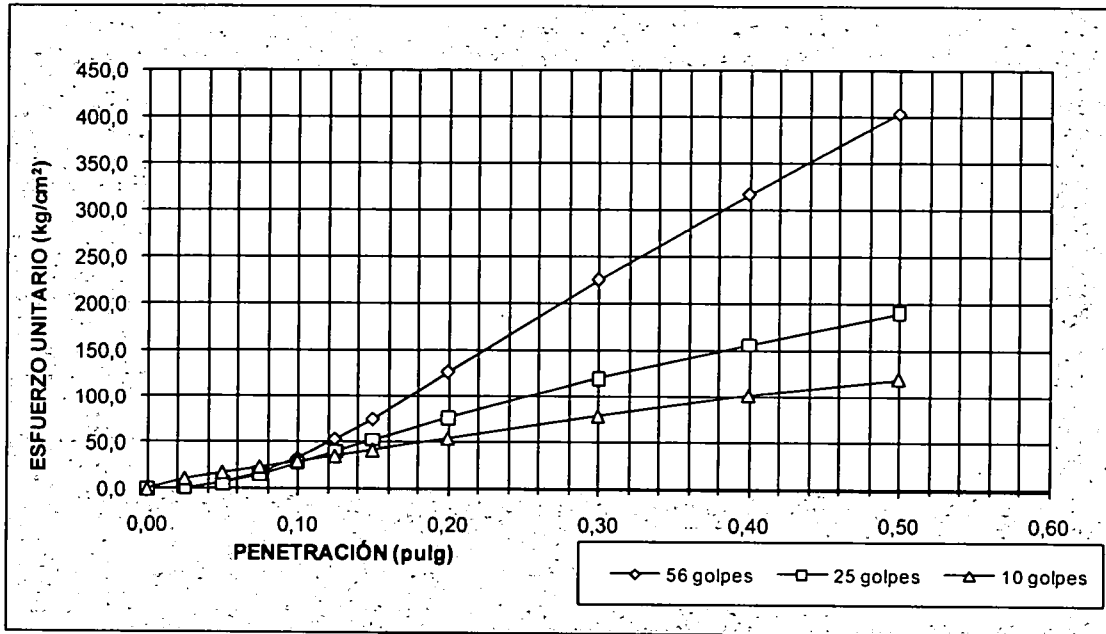
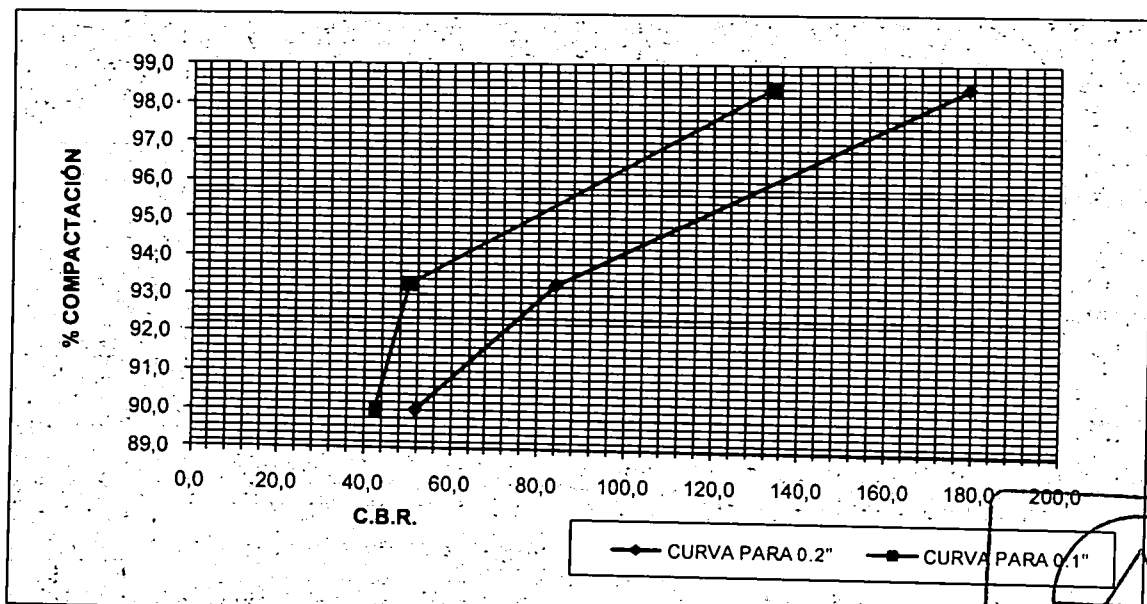


Gráfico 4 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0459-11



No. de informe: I-0447-11

**Tabla 3 Resultados de CBR: muestra 0460-11**

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

GOLPES	MOLDE	$\delta s$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (%)	W (%)
56	54	2242	98,1	6,84
25	55	2106	92,2	6,75
10	56	1904	83,3	6,87

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
54	0,00	0,05	0,04	0,08
55	0,00	-0,05	-0,02	-0,06
56	0,00	-0,15	-0,12	-0,10

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	54 (kgf/cm <sup>2</sup> )	55 (kgf/cm <sup>2</sup> )	56 (kgf/cm <sup>2</sup> )
(pulg)			
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	4,70	2,99	0,57
0,050	15,94	6,3	1,01
0,075	34,7	10,9	0,13
0,100	59,8	16,8	1,96
0,125	86,7	22,8	3,19
0,150	115	29,6	4,43
0,200	173	45,3	8,51
0,300	273	78,5	23,1
0,400	362	113	37,6
0,500	445	144	50,3

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98,1	85,0	165	154,6	202
25	92,2	23,8	43,1	23,8	43,1
10	83,3	2,78	8,11	2,78	8,11

**NOTA:** En la tabla No. 3, para el molde de 10 golpes, en la cuarta lectura se presenta una reducción en el esfuerzo, debido a que se presentó un movimiento sísmico durante dicha lectura. Pero esto no afecta el valor de CBR para dicho ensayo.

No. de informe: I-0447-11

Gráfico 5 Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0460-11

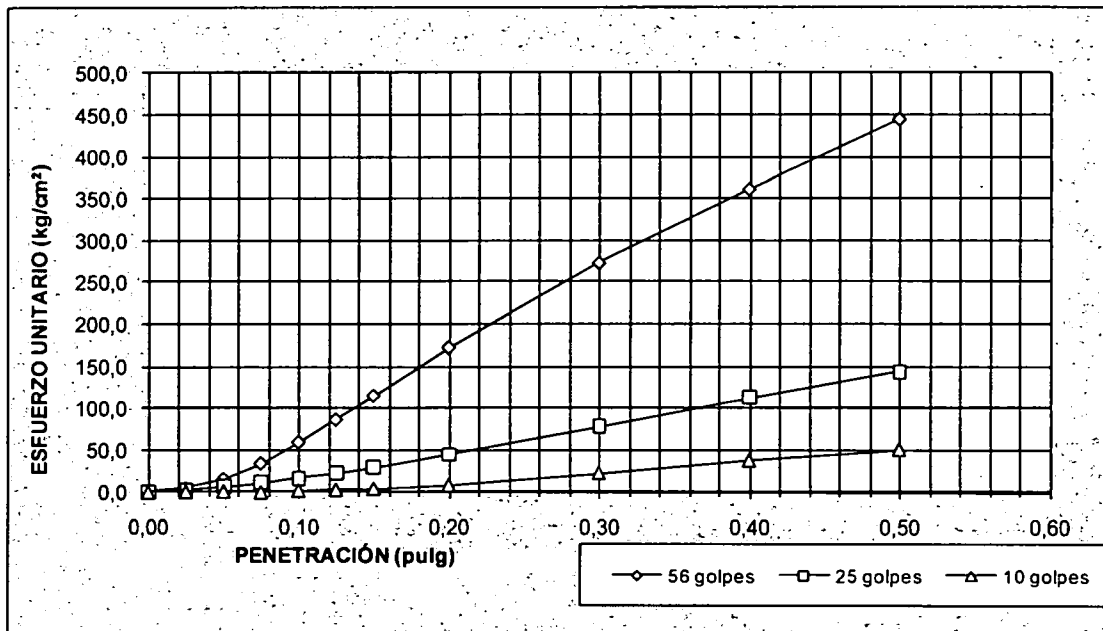
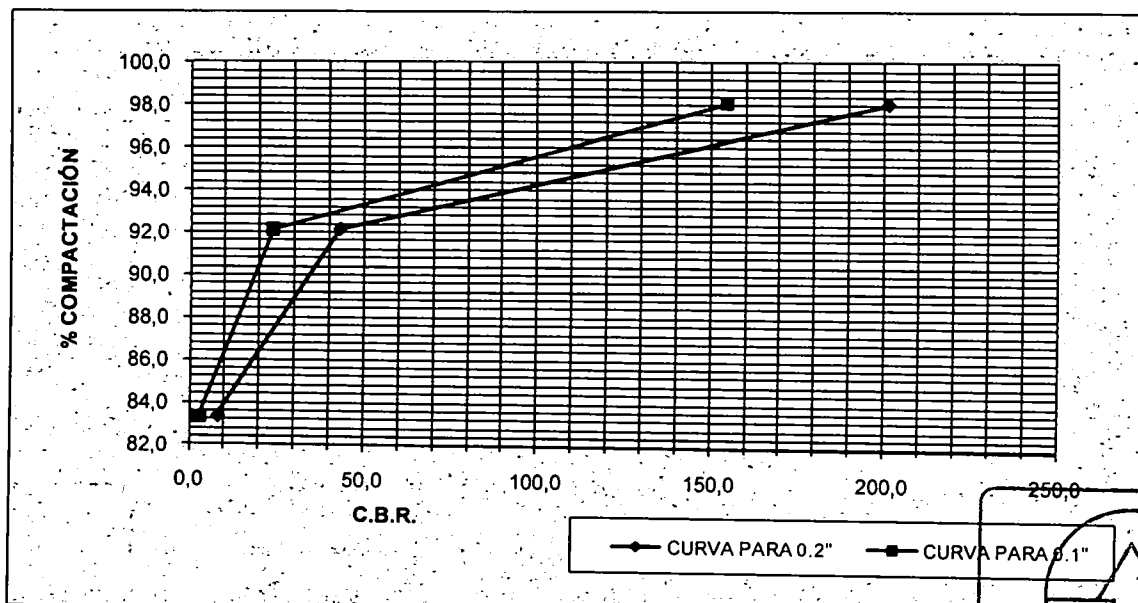
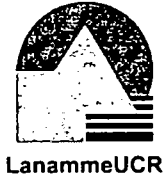


Gráfico 6 Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0460-11





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



**No. de informe: I-0447-11**

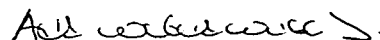
**Nota:**

Para el CBR 458-11, la curva de 56 golpes fue corregida por curvatura según norma AASHTO T-193.  
Para el CBR 459-11, las curvas de 56 y 25 golpes fueron corregidas por curvatura según norma AASHTO T-193.  
Para el CBR 460-11, la curva de 56 golpes fue corregida por curvatura según norma AASHTO T-193.


**Aclaraciones:**

- Este informe complementa el I-0411-11.
- 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.

9-10-11-12-13 -  
14-18-19

Recibido ATZ  
E. P. S.  
19/05/11