



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-36-16

# AUDITORÍA TÉCNICA AL LABORATORIO DE CACISA UBICADO EN LA PLANTA DE HERNAN SOLÍS EN GUAPILES.

**PROYECTO: Conservación de la Red Nacional Pavimentada.  
Contratación Directa 2014CD-000140-0CV00.  
Zona Huétar Atlántica**



Preparado por:

**Unidad de Auditoría Técnica**



Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica  
Noviembre, 2016



## AUDITORÍA TÉCNICA AL LABORATORIO DE CACISA UBICADO EN LA PLANTA DE HERNAN SOLÍS EN GUÁPILES LM-PI-AT-36-2016

Cervantes-Calvo, Victor <sup>1</sup>; Fonseca-Chaves, Francisco <sup>2</sup>; Salas-Chaves, Mauricio<sup>3</sup>  
y Loria-Salazar, Luis Guillermo <sup>4</sup>

1. Ingeniero Auditor Técnico. PITRA LanammeUCR
2. Ingeniero Auditor Técnico. PITRA LanammeUCR
3. Coordinador a.i Unidad de Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR
4. Coordinador General Programa de Infraestructura del Transporte LanammeUCR

**Palabras Clave:** PITRA, Laboratorios, calidad, control de calidad, conservación vial.

**Resumen:** El presente informe presenta los resultados de la evaluación del laboratorio de verificación de calidad de Cacisa en la planta de Hernán Solís de Guápiles, el cual consta de control documental, calibración de equipos y testificación de ensayos de mezcla asfáltica en caliente.

---

### Referencias

- Cervantes-Calvo, V., & Fonseca-Chaves, F. (2014). *LM-PI-AT-071-14 Auditoria Técnica al Laboratorio de LGC en Calle Blancos*. Lanamme, PITRA.
- Cervantes-Calvo, V., Fonseca-Chaves, F., & Sequeira-Rojas, W. (2013). *LM AT-050-13 Auditoria Técnica al Laboratorio Central de OJM*. Lanamme, PITRA, San Jose.
- MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Cervantes-Calvo, V., Fonseca-Chaves, F., Salas-Chaves, M., & Loría-Salazar, L (2016). *Auditoría técnica al laboratorio de Cacisa ubicado en la planta de Hernán Solís en Guápiles*. LANAMME, PITRA, San José.

<b>1. Informe</b> Informe de Auditoría Técnica LM-PI-AT-36-16	<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> AUDITORÍA TÉCNICA AL LABORATORIO DE CACISA UBICADO EN LA PLANTA DE HERNAN SOLÍS EN GUÁPILES. CONSERVACIÓN DE LA RED NACIONAL PAVIMENTADA. CONTRATACIÓN DIRECTA 2014CD-000140-0CV00.	<b>4. Fecha del Informe</b> Noviembre de 2016
<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> ---**--	
<b>9. Resumen</b>  <u><i>Sobre las bitácoras de registro de ensayos de laboratorio</i></u> El laboratorio de Cacisa utiliza bitácoras encuadernadas por lo que el sistema implementado permite establecer y mantener trazabilidad y seguridad de la información relevante registrada durante la ejecución de los ensayos.  <u><i>Sobre los Certificados de Calibración y registros de verificación</i></u> Basados en los certificados de calibración y registros de verificación se observaron oportunidades de mejora basados en la documentación aportada con el fin de asegurar la veracidad de los ensayos realizados a los equipos.  <u><i>Sobre la ejecución de los ensayos de laboratorio</i></u> Durante la testificación de ensayos el equipo auditor evidenció que el laboratorio de Cacisa realiza los ensayos de laboratorio según los procedimientos establecidos en las normas de ensayo correspondientes y las buenas prácticas de laboratorio.	
<b>10. Palabras clave</b> Laboratorio, control de calidad, conservación vial	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno
<b>12. Núm. de páginas</b> 28	



**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA**  
**AUDITORÍA TÉCNICA AL LABORATORIO DE CACISA UBICADO EN LA PLANTA DE HERNAN SOLÍS EN**  
**GUÁPILES.**  
**Conservación de la Red Nacional Pavimentada. Contratación Directa 2014CD-000140-0CV00.**

**Departamento encargado del proyecto:** Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI

**Ingenieros de Zona:** Ing. Pablo Camacho Salazar (Zonas 1-1, 1-2, 1-3, 1-5 y 1-8)  
Ing. José Antonio Araya (Zona 6-2)

**Laboratorio de verificación de calidad:** Laboratorio Cacisa.

**Empresa contratista:** Constructora Hernán Solís

**Laboratorio de control de calidad:** Laboratorio OJM Ingenieros Consultores

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

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD

**Coordinador a.i de Auditoría Técnica:**

Ing. Mauricio Salas Chaves.

**Audidores:**

Ing. Víctor Cervantes Calvo (auditor líder)

Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA

**Asesor Legal:**

Lic. Miguel Chacón Alvarado

**Alcance del informe:**

El alcance de esta auditoría técnica se centró en realizar dos visitas al laboratorio Cacisa con el fin de evaluar aspectos generales relacionados con revisión de instalaciones (condiciones ambientales, orden, manejo de muestras), revisión de equipos (identificación, estado, correspondencia con los ensayos realizados, controles metrológicos), revisión de procedimientos de ensayo así como una revisión documental (certificados de calibración, programas de calibración, bitácoras).



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVO DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJETIVO DEL INFORME .....</b>	<b>8</b>
<b>4. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....</b>	<b>8</b>
<b>5. ALCANCE DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>8</b>
<b>6. INFORMACIÓN GENERAL DEL LABORATORIO DE CACISA.....</b>	<b>9</b>
<b>7. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR .....</b>	<b>9</b>
<b>8. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA .....</b>	<b>10</b>
A. <i>SOBRE LAS BITACORAS UTILIZADAS EN EL LABORATORIO .....</i>	<i>10</i>
<i>HALLAZGO 1. EL LABORATORIO DE CACISA MANTIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE REGISTRO DE INGRESO DE MUESTRAS E INSCRIPCIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYO, QUE PERMITE ESTABLECER LA TRAZABILIDAD DE LAS MUESTRAS QUE INGRESAN Y EL REGISTRO ORDENADO DE LOS RESULTADOS.....</i>	<i>10</i>
<i>OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIA QUE DURANTE EL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN EN LAS BITÁCORAS DE ENSAYO, ALGUNA INFORMACIÓN SE EXCLUYE LO QUE PODRÍA AFECTAR LA TRAZABILIDAD EXISTENTE ENTRE LAS MUESTRAS QUE INGRESAN, EL REGISTRO DE LOS RESULTADOS Y LA EMISIÓN DEL INFORME. ....</i>	<i>13</i>
B. <i>SOBRE EL CONTROL METROLÓGICO.....</i>	<i>15</i>
<i>HALLAZGO 2. EL LABORATORIO DE CACISA MANTIENE IMPLEMENTADO UN PLAN DE COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO, SIN EMBARGO EL REGISTRO DE ALGUNAS ACTIVIDADES NO SE MANTIENE VIGENTE. ....</i>	<i>15</i>
<i>HALLAZGO 3. LOS DOCUMENTOS DE COMPROBACIÓN DE ALGUNOS EQUIPOS MUESTRAN DESVIACIONES CON RELACIÓN A LAS TOLERANCIAS ESTABLECIDAS EN LA NORMA DE ENSAYO. ....</i>	<i>17</i>
<i>OBSERVACIÓN 2. OPORTUNIDAD DE MEJORA EN LA DOCUMENTACIÓN DE CONTROL METROLÓGICO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CACISA. ....</i>	<i>19</i>
C. <i>SOBRE LOS ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD.....</i>	<i>24</i>
<i>HALLAZGO 4. LAS PRUEBAS DE LABORATORIO QUE TESTIFICÓ EL EQUIPO AUDITOR CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS .....</i>	<i>24</i>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>10. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>11. REFERENCIAS.....</b>	<b>27</b>



**INFORME EN VERSIÓN FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.  
AUDITORÍA TÉCNICA AL LABORATORIO DE CACISA UBICADO EN LA PLANTA  
DE HERNAN SOLÍS EN GUÁPILES. CONSERVACIÓN DE LA RED NACIONAL  
PAVIMENTADA. CONTRATACIÓN DIRECTA 2014CD-000140-0CV00.**

## **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 N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°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 Técnica 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 DE LA AUDITORÍA TÉCNICA**

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.



### 3. OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo de este informe es evaluar aspectos generales de las instalaciones y actividades que realiza el laboratorio de Cacisa como parte de los servicios de verificación de calidad que brinda al Consejo de Vialidad (CONAVI), específicamente a la planta de Hernán Solís ubicada en Guápiles, examinándose en particular aquellos ensayos realizados a la producción de mezcla asfáltica.

### 4. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

La fiscalización que realiza la Auditoría Técnica del LanammeUCR es un proceso independiente, basado en normas y procedimientos establecidos, aplicando criterios objetivos en procura de lograr el cumplimiento del alcance y los objetivos definidos para cada uno de los estudios desarrollados. Este proceso no limita a que algunas actividades puedan realizarse en conjunto con el auditado.

Durante el proceso de auditoría realizado por la Auditoría Técnica del LanammeUCR se visitaron las instalaciones remotas del laboratorio Cacisa emplazadas en Guápiles en la planta de Hernán Solís los días 18 y 19 de agosto de 2016, con el fin evaluar aspectos generales relacionados con revisión de las instalaciones (condiciones ambientales, orden, manejo de muestras), revisión de equipos (identificación, estado, correspondencia con los ensayos realizados, controles metrológicos), revisión de procedimientos de ensayo así como una revisión documental (certificados de calibración, programas de calibración y bitácoras).

Posteriormente, como parte de la revisión documental, se solicita información adicional sobre las actividades metrológicas para diferentes equipos, se recibe dicha información el día 09 de setiembre de 2016 mediante oficio de Cacisa con identificación N°691-2016. La información contenida en este oficio se incluye como parte de los análisis realizados dentro del proceso de auditoría de evaluación del laboratorio.

### 5. ALCANCE DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

La auditoría se enfocó en las actividades de control de calidad que realiza el laboratorio de verificación de calidad Cacisa, evaluando solamente algunos aspectos relacionados con su Sistema de Acreditación mediante la norma ISO/IEC 17025. La realización de esta auditoría técnica no pretende asumir funciones que son competencia del Ente Costarricense de Acreditación (ECA), por lo que la evaluación se circunscribe a lo solicitado en los requisitos generales establecidos en el Cartel de Licitación N°2009LN-000003-CV, específicamente en la sección 4 "Control y Verificación de la Calidad", los cuales son los términos de referencia de La Contratación directa 2014CD-000140-0CV00.

Asimismo, queda fuera del alcance de esta auditoría evaluar los aspectos de gestión contemplados en el cartel, los cuales podrían ser analizados en una próxima auditoría enfocada exclusivamente en este tema.



## 6. INFORMACIÓN GENERAL DEL LABORATORIO DE CACISA

Las instalaciones visitadas del laboratorio Cacisa se encuentran ubicadas en la planta de Hernán Solís en Guápiles, en las cuales realizan las actividades de verificación de calidad.

Es importante mencionar que este laboratorio es una sede remota en donde se realiza toma de muestras y la ejecución de ensayos principalmente a los materiales de la mezcla asfáltica utilizados en planta. El personal técnico asignado consiste generalmente de un técnico de ensayos, que realiza sus labores en estas instalaciones. Desde el laboratorio remoto se envían los resultados de los ensayos ejecutados rutinariamente a la sede central en Santo Domingo, la cual es la encargada de la emisión de los informes definitivos para el Conavi, el cliente directo de este laboratorio.

## 7. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR

- Ing. Luís Guillermo Loria Salazar. PhD. (Coordinador General del Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA-LanammeUCR )
- Ing. Mauricio Salas Chaves (Coordinador a.i de la Unidad de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR)
- Ing. Víctor Cervantes Calvo (Auditor Técnico Líder)
- Ing. Francisco Fonseca Chaves. (Auditor Técnico Adjunto)
- Lic. Miguel Chacón Alvarado (Asesor Legal)

## 8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-PI-AT-036B-16

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante oficio LM-AT-164-16 de 18 de octubre de 2016 se envía el informe preliminar LM-PI-AT-036B-16 a la parte auditada para que sea analizado y de requerirse, se proceda a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría, por lo que se otorga un plazo de 15 días hábiles posteriores al recibo de dicho informe para el envío de comentarios al informe preliminar.

Como parte del proceso de Auditoría se propone una reunión el viernes 4 de noviembre de 2016 en las instalaciones del Lanamme en la cual participan por parte del auditado el Ing. Carlos Solís Molina y la señorita Patricia Daniels Chang funcionarios del laboratorio Cacisa. También se cuenta con la presencia de los Ing. Julio Carvajal S. e Ing. Jeyfer Martínez B. del Conavi y de la Auditoría Interna del Conavi participan la Inga. Melissa Salas Pérez y el Ing. Francisco Gómez Vega. Por parte del equipo auditor asisten el Ing. Francisco Fonseca Chaves, el Ing. Víctor Cervantes Calvo, la Ing. Wendy Sequeira Rojas y el Ing. Mauricio Salas Chaves en calidad de coordinador a.i de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.



El día 10 de noviembre de 2016 se recibe en las instalaciones del LanammeUCR el oficio 847-2016 donde se presenta el descargo por parte del laboratorio auditado. Se Incluye además como anexo a este documento el oficio 691-2016 del 09 de setiembre de 2016 remitido con anterioridad a esta auditoría.

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en mención y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe LM-PI-AT-036-16 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

## 9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

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

Se entiende como hallazgo de auditoría 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 prevengan el riesgo potencial de incumplimiento.

### A. SOBRE LAS BITACORAS UTILIZADAS EN EL LABORATORIO

**Hallazgo 1. El laboratorio de Cacisa mantiene implementado un sistema de registro de ingreso de muestras e inscripción de resultados de ensayo, que permite establecer la trazabilidad de las muestras que ingresan y el registro ordenado de los resultados**

Durante las visitas realizadas en agosto del año 2016, se pudo evidenciar la forma en que se registra la información relevante y los resultados de los ensayos que se efectúan a las muestras que ingresan al laboratorio. El actual sistema de gestión documental aplicado para la implementación del sistema de calidad se realiza mediante el uso bitácoras numeradas (hojas encuadradas) de acuerdo a la siguiente descripción:

1. El técnico destacado realiza el muestreo del material y lo registra en la bitácora asignándole un número de consecutivo.

**REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS  
LABORATORIOS DE CAMPO**

**CACISA**

FECHA: 17-8-16      MUESTRA No: 4124-16

**DATOS DEL MUESTREO**      Cantidad de Muestra: 2 cajas

Cliente: CACISA

Ubicación (localización de la muestra): H3 - CACISA - MAC - Diseño - H3

Características de la muestra:

	Ensayo a Realizar	Ensayo a Realizar	Ensayo a Realizar
<b>AGREGADOS Y SUELOS</b>	<b>MEZCLA ASFÁLTICA</b>		<b>CONCRETO</b>
Humedades	Contenido de Asfalto	+	Revenimiento
Graduación	Contenido de Agua	+	Resistencia a la compresión de cilindros de concreto
Gravedad Específica y Absorción	Contenido de Ceniza	+	Flexión de concreto (carga en el punto medio)
Proctor Estándar	Graduación Agregado Extraído	+	Flexión de concreto (carga en tercios medios)
Proctor Modificado	Máxima Teórica	+	Contenido de Aire
Límite Líquido	Gravedad Específica Bruta	+	
Límite Plástico	Estabilidad y Flujo	+	
% de Partículas Fracturadas	Densidad de Núcleos	+	
Partículas planas y alargadas	Tensión diametral		
Densidad (con densímetro nuclear)	Paño de Prueba		
Equivalente de arena			
Durabilidad			
Pesos unitarios			
Sanidad con sulfato de amonio			
Colorimetría			
Cono de Penetración Estático			
Cono de Penetración Dinámico			

OBSERVACIONES: BMP: 49986

F-LAB-10-1      FE: 04/05/15      REV. 5

**BITÁCORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE LABORATORIO EN CAMPO**

**CACISA**  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
ISO 9001

Laboratorio H. Solís, Guápiles

**Fotografía 1.** Ingreso de muestra de mezcla asfáltica en caliente. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

2. Con el número asignado a las muestras se registran los resultados de los ensayos para Mezclas Asfálticas o los del material granular en las otras bitácoras, como se muestra en la Fotografía 2.



**CACISA** No. de Muestra: 399-16 No. Bitácora Conavi (si aplica): 49

Tipo de Muestra: Planta  Pavimento  Reproducida en el Lab.

Contenido de Asfalto Mediante el Método de Ignición IE-006 Fecha de Realización: 2-8-16

Código de la balanza: BA-019 Código del Incinerador: 11A-001

% H) Contenido de Agua de la Mezcla: 0.20 %

W1) Masa inicial de la mezcla: 1882.1 (g)

Ws) Masa corregida por contenido de agua  $W1 - (W1 \times H / 100)$ : 1876.34 (g)

WA) Masa luego de la ignición: 1759.6 (g)

CF) Factor de Calibración: 0.36 (g)

AC%) Porcentaje de Asfalto sobre la mezcla  $100 \times (Ws - WA) / Ws - CF$ : 5.96 (%)

Porcentaje de Asfalto sobre el agregado  $AC \% \times (1 + (AC \% / 100))$ : 6.32 (%)

Observaciones:  $V_{10} = 4$   $D_{15} = 0.2$   
Hora: 5:40 PM HS  
DAP: 499.72 1610

Técnico: MOR

FR-IE-006-1 REV. E F.E. 10/02/15

RESISTENCIA AL DAÑO INDUCIDO POR LA HUMEDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTAS (TENDÓN DIAMETRAL) - ASHTO T 283

Fecha inicio del ensayo: 3-7-16 Fecha finalización del ensayo: -

Pastilla N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de golpes recibidos	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altura, mm	701.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Masa seca, g	1173.1	1131.7	1124.3	1130.8	1132.4	1128.9	1128.5	1129.8	-	-
Masa superficie saturada seca, g	1140.2	1138.6	1137.5	1136.5	1140.5	1135.4	1138.9	1137.7	-	-
Masa sumergida, g	647.6	645.9	646.7	648.0	649.3	646.5	646.5	646.3	-	-
Volumen (B-C), cm <sup>3</sup>	2192.6	2192.7	2190.8	2190.5	2193.3	2190.3	2192.4	2188.4	-	-
Obs (A-E)	2300	2277	2201	2205	2226	2202	2226	2204	-	-
Máx. Técnica	2147.2									
% Vaciado (EQUÍVOCOS)	7.1	7.3	7.1	6.9	7.3	7.0	7.3	6.8	-	-
Vol. de vacíos (E) x f	35.0	36.0	-	-	-	34.3	35.9	-	-	-
Carga, lb	3363	3131	3733	3595	3650	3401	3377	3619	-	-

Saturación de las pastillas (entre 70 y 80 %)

Altura, mm	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
Wss, g	B	1159.6	1159.2	-	-	-	1153.7	1157.4	-	-
Vol. de agua abs (B-A), cm <sup>3</sup>	J	26.5	27.5	-	-	-	24.8	26.8	-	-
% de sat (100 x J / I)		75.7	76.4	-	-	-	72.3	74.7	-	-

Cálculo de la Tensión Diametral \*

Carga, N (0.81 x P(2.2))	P
Tensión diam., kPa (2000h/i) x f x e(1.6)	S
(2000hP)(e x f x d)	

Indice de tensión diametral, % (from Standard Dev. Formula) \* 100

\* Puede omitirse la realización de los cálculos de manera manual si los datos son ingresados a una hoja de cálculo y a partir de allí se extiende el informe de ensayo

Observaciones: 10 Quiucana Julio - HS Guápiles

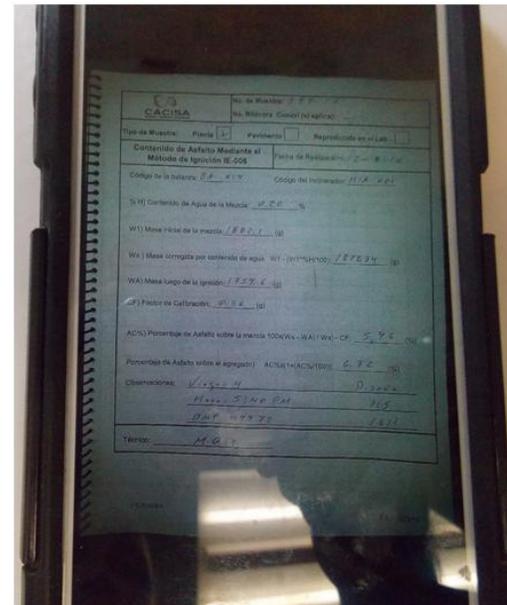
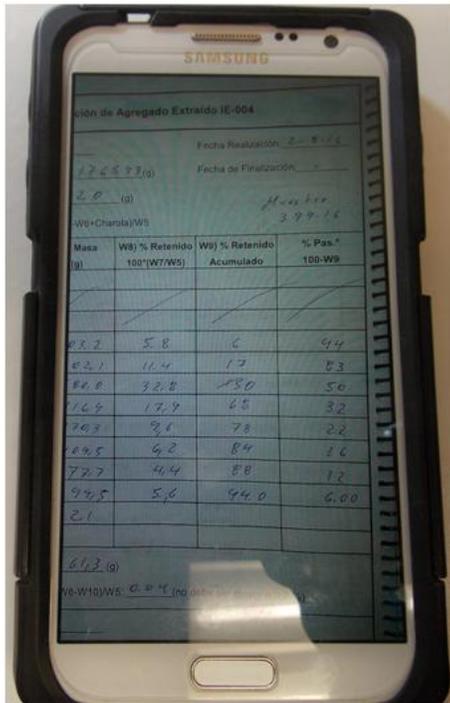
Dispersión (Holcim)	C	S
	3318	3649

Técnico: MOR

FR-IE-025-01 F.E. 23-02-2011 Rev. B

**Fotografía 2.** Registro de ensayos de mezcla asfáltica en caliente. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

- Una vez realizados todos los ensayos y llenados los registros con los resultados obtenidos, el técnico procede a enviar diariamente o semanalmente fotografías de los registros por medios electrónicos (dispositivo portátil de comunicación) a un encargado en las instalaciones centrales de ingresar y procesar los datos en una hoja electrónica que está programada para que se realicen los cálculos.
- Para comprobar el sistema, el equipo auditor escoge de forma aleatoria la muestra 399-16 ensayada el día 03/08/16 y se corrobora el envío de la fotografía de cada una de las bitácoras en las que se registró algún ensayo, tal como se observa en las fotografías 3 y 4.



**Fotografía 3 y 4.** Envío mediante medios electrónicos de resultados para ensayos de mezcla asfáltica en caliente. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

Es criterio del equipo auditor que este sistema de bitácoras encuadernadas empleado por el organismo de verificación permite la trazabilidad de las muestras y de los ensayos realizados.

**Observación 1.** Se evidencia que durante el registro de la información en las bitácoras de ensayo, alguna información se excluye lo que podría afectar la trazabilidad existente entre las muestras que ingresan, el registro de los resultados y la emisión final del informe.

Al realizar una revisión de la información que se registra en las diferentes bitácoras de ensayo de resultados se observan algunas omisiones de información o de datos relevantes no se consigna en estos registros.

1. Durante el primer día de la auditoria se evidencia que la bitácora de ingreso de muestras, a pesar de estar debidamente encuadernada, no se encuentra foliada. Posteriormente, durante el proceso de auditoría, se corrige esta deficiencia al foliar dicho documento.
2. Se evidencia que para algunas de las muestras que se ingresan en esta bitácora no se indica toda la información relativa a ensayos o muestras adicionales tomados durante el muestreo, como por ejemplo:



- a. La muestra tomada el día 06/07/16 identificada con el número 356-16 consigna en la bitácora de ingreso que está compuesta de Mezcla Asfáltica, sin embargo en las bitácoras del ensayo de Gravedad específica bruta del agregado fino y la bitácora de Gravedad específica y absorción de agregados gruesos (IE-024) se observa que, también bajo esta misma identificación, se tomó muestra de materiales granulares (agregados grueso, intermedio y fino) para el ensayo de gravedad específica bruta de los agregados.
- b. Asimismo la muestra 351-16 del día 03/07/16 registrada en la bitácora de ingreso de muestras indica que se realizarán los ensayos Marshall (Máxima teórica, gravedad específica bruta, estabilidad y flujo) y los ensayos relacionados al porcentaje de asfalto (contenido de asfalto, contenido de agua contenido de ceniza y graduación de agregado extraído). Sin embargo al revisar las bitácoras de ensayo se evidencia que también se tomó muestra para realizar el ensayo de Tensión Diametral y, tal como lo declara el personal entrevistado, el envío de la muestra a las instalaciones centrales para la realización del ensayo de Resistencia Retenida.

REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS LABORATORIOS DE CAMPO

CACISA

FECHA: 2-8-16 MUESTRA No: 356-16

DATOS DEL MUESTREO

Cliente: CACISA

Ubicación (localización de la muestra): MAC - DISEÑO - HIS

AGREGADOS Y SUELOS	Ensayo a Realizar	Ensayo a Realizar	Ensayo a Realizar
Mezcla Asfáltica	1	CONCRETO	1
Contenido de Agua	1	Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	1
Contenido de Ceniza	1	Flotación de concreto (carga en el punto medio)	1
Graduación Agregado Extraído	1	Flotación de concreto (carga en los tercios medios)	1
Máxima Teórica	1	Contenido de Aire	1
Gravedad Específica Bruta	1		
Estabilidad y Flujo	1		
Porcentaje de Hielo	1		
Tensión Diametral	1		
Paño de Prueba	1		

OBSERVACIONES:

RE-049076 REV.5

REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS LABORATORIOS DE CAMPO

CACISA

FECHA: 3-7-16 MUESTRA No: 351-16

DATOS DEL MUESTREO

Cliente: CACISA

Ubicación (localización de la muestra): HIS - CACISA

Características de la muestra: MAC

AGREGADOS Y SUELOS	Ensayo a Realizar	Ensayo a Realizar	Ensayo a Realizar
Mezcla Asfáltica	1	CONCRETO	1
Contenido de Asfalto	1	Revenimiento	1
Contenido de Agua	1	Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	1
Contenido de Ceniza	1	Flotación de concreto (carga en el punto medio)	1
Graduación Agregado Extraído	1	Flotación de concreto (carga en los tercios medios)	1
Máxima Teórica	1	Contenido de Aire	1
Gravedad Específica Bruta	1		
Estabilidad y Flujo	1		
Densidad de Nucleos	1		
Tensión Diametral	1		
Paño de Prueba	1		

OBSERVACIONES:

Fotografía 5. Registro de recepción de muestras. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

- 3. Se manifiesta que a las muestras de mezcla asfáltica en el ensayo de gravedad específica máxima teórica se les realiza el ensayo de absorción de agua, sin embargo al revisar la bitácora (IE-005) en donde se registra la información del ensayo



se observa alguna numeración faltante para mantener una continuidad de muestras de mezcla asfáltica, tal como se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Revisión de numeración para registro de ensayo de absorción de agua.

Identificación	Fecha	Numeración faltante
349-15	27/08/15	
350-15	28/08/15	351-15
352-15	29/08/15	353-15
354-15	30/08/15	
355-15	30/08/15	356-15, 357-15
358-15	01/09/15	359-15
360-15	02/09/15	
361-15	03/09/15	
362-15	03/09/15	
363-15	04/09/15	
364-15	04/09/15	365-15
366-15	09/09/15	

## B. SOBRE EL CONTROL METROLÓGICO.

**Hallazgo 2. El laboratorio de Cacisa mantiene implementado un plan de comprobación y calibración de equipo, sin embargo el registro de algunas actividades no se mantiene vigente.**

Durante las visitas realizadas durante los días 18 y 19 de agosto de 2016, se realizó una revisión de los equipos con los que contaba el laboratorio, así como de los documentos de metrología o certificados de calibración respectivos. También se revisaron los documentos que sustentaban las verificaciones de los equipos que se encontraban en el laboratorio. A partir de esta revisión se detectaron las siguientes oportunidades de mejora.

1. De la revisión del "Plan de comprobación y calibración de equipo y herramientas Laboratorio Hernán Solís Guápiles" se determina que:
  - a. El plan de calibración contiene información desactualizada debido que para la fecha de emisión de Agosto de 2016, la información contenida no ha sido puesta al día con las actividades metrológicas realizadas hasta este mes.



- b. Para la termocupla digital con identificación TDI 160 se establece que se debe efectuar una calibración para marzo de 2016. Al contrastar con el certificado de calibración 20160427-40-5-2 se observa que la calibración se realizó hasta el mes de mayo de 2016, lo que establece que durante 2 meses dicho instrumento no contó con la calibración indicada. Asimismo se encuentra una comprobación de termocuplas, para este instrumento de medición, realizada en el mismo mes de mayo de 2016.

Fecha →		agosto del 2016		Responsable			Calibración	
Código	Descripción	Comprobación			Frec	Anterior	Próxima	
		Frec	Anterior	Próxima		Anterior	Próxima	
BM-007	Baño María L=49,5 A=29,75 P=20 cm	6	mar-16	sep-16	24	NA	NA	
BA-019	Balanza digital 8100 g * 0,1 g(clase III)	4	may-16	sep-16	24	NA	NA	
MOI-75	Moldes pastillas Marshall Unidad	6	may-16	nov-16	24	mar-16	mar-18	
TDI-160	Termocupla digital Unidad	12	may-16	may-17		NA	NA	
C-107	Cinta métrica 5m	12	may-16	may-17		NA	NA	
HIA-001	Horno incinerador	6	may-16	nov-16		NA	NA	
HOR-015	Horno con controlador digital	6	may-16	nov-16		NA	NA	
		4	may-16	sep-16		NA	NA	

Fecha →		agosto del 2016		Responsable			Calibración	
Código	Descripción	Comprobación			Frec	Anterior	Próxima	
		Frec	Anterior	Próxima		Anterior	Próxima	
BM-007	Baño María L=49,5 A=29,75 P=20 cm	6	mar-16	sep-16	24	NA	NA	
BA-019	Balanza digital 8100 g * 0,1 g(clase III)	4	may-16	sep-16	24	NA	NA	
MOI-75	Moldes pastillas Marshall Unidad	6	may-16	nov-16	24	mar-16	mar-18	
TDI-160	Termocupla digital Unidad	12	may-16	may-17		NA	NA	
C-107	Cinta métrica 5m	12	may-16	may-17		NA	NA	
HIA-001	Horno incinerador	6	may-16	nov-16		NA	NA	
HOR-015	Horno con controlador digital	6	may-16	nov-16		NA	NA	
		4	may-16	sep-16		NA	NA	

**Fotografía 6.** Certificado de calibración termocupla TDI-160. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.



### **Hallazgo 3. Los documentos de comprobación de algunos equipos muestran desviaciones con relación a las tolerancias establecidas en la norma de ensayo.**

La revisión de los documentos evidenció que se presentan desviaciones entre las magnitudes reportadas por el equipo evaluado y las mediciones del instrumento patrón. Algunos de los documentos de comprobación de equipos contienen valores que incumplen con las tolerancias permitidas en la normativa de ensayo:

- a. La normativa que establece la tolerancia para el mazo Marshall (INTE-04-01-11-06) indica que la caída libre del martillo es de 457,2 mm con una tolerancia de 1,524 mm, lo que establece un ámbito de valores entre 455,676 mm y 458,724 mm. La comprobación establece un valor de 445 mm se evidencia que dicho valor se encuentra fuera del ámbito de valores.
- b. En cuanto los diámetros de los moldes Marshall la normativa de ensayo Marshall (INTE-04-01-11-06) establece que dicho valor debe encontrarse entre 101,473 mm y 101,727 mm. Al revisar los valores contenidos en el documento "comprobación de diámetros internos de los moldes Marshall" se establece que el promedio de 8 moldes evidencian dimensiones fuera de lo permitido en la norma y al menos 4 dimensiones individuales de otros 3 moldes presentan un valor fuera de lo permitido. Inclusive el molde identificado MOL-043 tiene valores que sobrepasan ambos límites aceptables en -0,063 mm y 0,023 mm respectivamente.



COMPROBACIÓN EN (cm) DE DIÁMETROS INTERNOS DE MOLDES MARSHALL. A MAY 16 > VER-016  
Responsable : Mario A. Solís S.

Cant	Código de identificación	Diámetro 1	Promedio	Diámetro 2	Promedio	Conformidad
1	MOL-041	101,520	101,560	101,600	101,670	Apto
		101,600		101,740		
2	MOL-043	101,650	101,700	101,620	101,515	Apto
		101,750		101,410		
3	MOL-039	101,740	101,760	101,700	101,705	Apto
		101,780	101,710			
4	MOL-064	101,630	101,625	101,740	101,735	Apto
		101,620		101,730		
5	MOL-075	101,730	101,700	101,880	101,875	Apto
		101,670		101,870		
6	MOL-027	101,580	101,528	101,770	101,725	Apto
		101,476		101,680		
7	MOL-071	101,740	101,705	101,780	101,775	Apto
		101,670		101,770		
8	MOL-75	101,230	101,300	101,600	101,605	Apto
		101,370	101,610			
9	MOL-068	101,740	101,755	101,730	101,740	Apto
		101,770	101,750			
10	MOL-060	101,720	101,730	101,760	101,750	Apto
		101,740	101,740			
11	MOL-063	101,770	101,775	101,740	101,720	Apto
		101,780	101,700			
12	MOL-062	101,420	101,490	101,570	101,560	Apto
		101,560		101,550		
13	MOL-042	101,630	101,600	101,530	101,540	Apto
		101,570		101,550		

**Fotografía 7.** Mediciones realizadas para comprobación de moldes Marshall. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

**Tabla 2.** Diferencias encontradas con respecto a valores límites permitidos.

Identificación	Promedio diámetro	Valor permitido ensayo	Excede límite
MOL039	101,760 mm	101,473 a 101,727 mm	0,033
MOL064	101,735 mm		0,008
MOL075	101,875 mm		0,148
MOL071	101,775 mm		0,048
MOL75	101,300 mm		-0,173
MOL068	101,755 mm		0,028
MOL060	101,750 mm		0,023
MOL063	101,775 mm		0,048

Las magnitudes reportadas deben valorarse detenidamente, ya que estas no corresponden a suciedad adherida a las paredes de los moldes (tal como se manifiesta el oficio N°691-2016) ya que de ser así se obtendrían mediciones menores del diámetro. Como se denota en el cuadro resumen la mayoría de los incumplimientos superan la



dimensión mayor de deformación permitida, lo que es un advertencia que el diámetro de los moldes evidencia que existe una deformación mayor a la permitida.

- c. El registro de comprobación del baño de agua (BM-007) muestra para la zona 4 valores similares o mayores al permitido por la especificación de ensayo INTE 04-01-11-06 a partir de los 12 minutos. Además se observan valores cercanos a la máxima temperatura permitida en las zonas identificadas como 2 y 5.

Minutos	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
0	59,5	59,3	59,2	59,3	59,8
3	59,9	60,1	59,6	60,5	60,1
6	60,2	60,4	59,8	60,6	60,6
9	60,3	60,5	60,6	60,7	60,1
12	60,5	60,7	60,8	60,9	60,1
15	60,7	60,7	60,9	60,9	60,9
18	60,6	60,9	60,2	61	60,8
21	60,7	60,8	60,2	61	60,8
24	60,7	60,8	60,2	61,1	60,8
27	60,7	60,8	60,2	61	60,8
30	60,7	60,8	60,2	61,1	60,8

Se indica en el oficio N°691-2016 que algunas de las actividades metrológicas efectuadas en los equipos de ensayo se realizaron en condiciones inadecuadas (moldes sucios, altura caída mazo incorrecta) por lo que debido a las diversas situaciones evidenciadas por el equipo auditor, con relación a las actividades metrológicas de comprobación de equipos, se efectúa un refrescamiento de ejecución de estas actividades al Gestor de Equipos.

Es criterio del equipo auditor que el personal clave para la adecuada gestión del sistema de acreditación del laboratorio debe proporcionar una confianza razonable de que los ensayos rutinarios del laboratorio se realicen con equipos que cumplan los requisitos establecidos en las normas de ensayo. Todo esto con el fin de proporcionar confiabilidad y rigurosidad técnica en la información que se genera. Es por ello que se debe garantizar que el proceso de capacitación del personal clave sea efectivo (charlas, entrenamiento, instructivos o cualquier otro mecanismo) con la finalidad de prevenir incurrir en algunos errores al momento de realizar las comprobaciones en algunos equipos.

**Observación 2. Oportunidad de mejora en la documentación de control metrológico de los equipos del laboratorio de Cacisa.**

Durante las visitas realizadas a las instalaciones del laboratorio también se realizó una revisión documental de los documentos de calibración y comprobación de actividades metrológicas de varios equipos. Encontrando algunas situaciones que se describen a continuación.

Con relación a la información contenida en los documentos de comprobación



Se observa que se registra alguna información que podría causar confusión de interpretación en estos documentos. Entre las situaciones observadas se citan:

1. En algunos de los documentos donde se registra la comprobación de equipos se muestra la indicación de 2 códigos de identificación de equipos en la información descrita en el mismo, lo que produce confusión para la identificación unívoca del instrumento sometido a comprobación y el correspondiente documento. Ejemplo de ello:
  - a. En el documento de la termocupla TDI-160 (incluido en la tabla de mediciones) también se incluye en el encabezado del título indica la identificación TDI-14, posiblemente del instrumento de comparación utilizado.
  - b. El documento de comprobación del vernier VER-014, en el encabezado se incluye la anotación VER-016, eventual identificación del instrumento de comparación empleado.

Comprobación de termocuplas a may 16 > TDI-14 <

Responsable : Mario A. Solís S.

FD-PG-23-23  
REV-1 F.E.: 15/03/16

Cant	Código del equipo	Descripción	Control de temperatura en °C	Factor de corrección del patrón	Patrón, realizar en °C			Promedio obtenido	Factor de corrección del equipo	Equipo, realizar en °C			Promedio obtenido	Diferencia	Conformidad del promedio	Observaciones
					1	2	3			1	2	3				
	TDI-160	termocupla digital	48	0,9945	49,60	48,40	49,00	68,49	0,9961	50,30	48,90	49,30	68,94	-0,45	Apto	
			57		57,00	57,20	57,40			57,20	57,50	57,60				
			100		100,10	100,30	100,80			100,60	100,50	101,00				

COMPROBACIÓN EN (mm) DE VERNIER A JUN 16 > VER-016 <

Responsable : Mario A. Solís S.

REV-1 F.E.: 15/03/16

Cant	Código de identificación	Humedad	Temperatura	Equipo comprobado				datos del Patrón			Observación
				1	2	3	Promedios	1	2	3	
1	VER-014	50	22	50,50	75,44	151,98	50,24	50,19	75,64	152,05	Apto
				50,13	75,76	152,10	75,56				Apto
				50,10	75,48	152,00	152,03				Apto
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
				NA	NA	NA	NA				NA
				NA	NA	NA	NA				NA

**Fotografía 8.** Certificados de calibración con identificaciones de equipo. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

2. Además en la mayoría de los documentos donde se registra la comprobación de equipos, la fecha de realización de la actividad metrológica se indica como parte del título del documento, lo cual no permite que sea simple determinar con certeza la fecha de realización. El indicar expresamente la fecha de realización de la actividad metrológica ayuda a comprobar el cumplimiento del plan de calibraciones.

FD-PG-23-33  
REV.-1 F.E.: 15/03/16

**CACISA**

COMPROBACIÓN EN (mm) DE VERNIER A JUN 16 VER-016 <  
Responsable : Mario A. Solís S.

Cont	Código de identificación	Humedad	Temperatura	Equipo comprobado				datos del Patrón				Observación
				1	2	3	Promedios	1	2	3	Conformidad	
1	VER-014	50	22	50,50	75,44	151,98	50,24	50,19	75,64	152,05	Apto	
				50,13	75,76	152,10	75,56				Apto	
				50,10	75,48	152,00	152,03				Apto	
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		

**Fotografía 9.** Inclusión de fecha en un registro de comprobación de equipo. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles , Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

- En el documento de comprobación de la termocupla TDI-160, se utilizan tres diferentes puntos de temperaturas para efectuar la comprobación 48°C, 57°C y 100°C. Para cada uno de estos puntos se efectúan tres mediciones, comparando simultáneamente el valor en el equipo patrón y el del instrumento de medición. Para cada una de estas series debería de resultar un valor promedio del patrón y otro del instrumento comparado, en otras palabras tres valores promedio en cada uno. Sin embargo se determina un valor promedio general de las 9 mediciones realizadas, tal como se muestra en la figura.

Cont	Código del equipo	Descripción	Control de temperatura en °C	Factor de corrección del patrón	Patrón, realizar en °C			Promedio obtenido	Factor de corrección del equipo	Equipo, realizar en °C			Promedio obtenido
					1	2	3			1	2	3	
1	TDI-160	Termocupla digital	48	0,9945	49,60	48,40	49,00	68,49	0,9961	50,30	48,90	49,30	68,94
			57		57,00	57,20	57,40			57,20	57,50	57,60	
			100		100,10	100,30	100,80			100,60	100,50	101,00	

**Fotografía 10.** Mediciones realizadas para la comprobación de termocuplas. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

- Se observa que algunos de los registros de comprobación de equipos contienen información adicional respecto a las mediciones realizadas en la comprobación de equipos, por ejemplo el registro de comprobación de la cinta métrica, se observa que en la primera fila se registran las respectivas mediciones de comprobación. Sin embargo se observan valores adicionales en las filas 2 a 5 en los que se indica NA en la columna de aptitud, los cuales no corresponden a mediciones realizadas, lo cual podría causar una confusión de la aptitud metrológica del equipo.



COMPROBACION DE CINTA METRICA A MAY 16  
Responsable : Mario A. Solís S.

Cant	Código de identificación	Humedad	Temperatura	Equipo	Equipo (cm )				Patrón (cm) > C-237 <				Conformidad	Observación
					1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio		
1	C-107	NA	NA	Cinta	100	150	200	150	100	150	200	150	Apta	
		NA	NA	NA	100	150	200	NA	100	150	200	NA	NA	
		NA	NA	NA	100	150	200	NA	100	150	200	NA	NA	
		NA	NA	NA	100	150	200	NA	100	150	200	NA	NA	
		NA	NA	NA	100	150	200	NA	100	150	200	NA	NA	
		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

**Fotografía 11.** Mediciones realizadas para comprobación de cinta métrica. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

5. Algunos documentos en donde se registran las comprobaciones de equipos evidencian valores que no corresponden con los indicados en la normativa de ensayo, entre estos:
  - a. La tolerancia para la caída del mazo indicada en el documento "comprobación del mazo Marshall" muestra un valor de 1524 mm, cuando el valor establecido en la normativa de ensayo es de 1,524 mm.
  - b. Las dimensiones para el diámetro indicadas en el documento denominado "comprobación de diámetros internos de los moldes Marshall" establece que las dimensiones deben estar entre 101,473 mm y 11,727 mm. La normativa de ensayo Marshall (INTE-04-01-11-06) establece que dicho valor está referido entre 101,473 mm y 101,727 mm.

Con relación al contenido de las calibraciones

Además no se indica alguna información relevante para la correcta interpretación de las comprobaciones de equipos realizadas. A continuación se describen las situaciones observadas:

6. Los registros de comprobación de los equipos de acondicionamiento de muestras (hornos y baños) no indican información relevante para la correcta interpretación de la actividad metrológica realizada, entre lo que se puede destacar:
  - a. El documento correspondiente al Horno con controlador digital (HOR-015) no indica las dimensiones de la cámara de calentamiento (largo, ancho, altura). De igual manera no indica la ubicación espacial (x, y, z) de las mediciones realizadas referenciadas a un punto origen.
  - b. El registro de la comprobación del baño de agua (BM-007) si bien indica las dimensiones del contenedor (largo, ancho, altura), no indica la ubicación espacial (x, y, z) de las mediciones realizadas referenciadas a un punto origen.
  - c. Los registros de comprobación de los equipos térmicos (hornos y baños) no se incluye información relacionada con el tiempo necesario para la estabilización de la temperatura en espacio de trabajo del equipo. Con el fin de tener una referencia del tiempo mínimo en el cual un equipo de calentamiento logra estabilizar la temperatura de trabajo.



7. En el documento comprobación de temperatura del horno (HOR-015) se indica el uso de un instrumento patrón (TDI-14) sin embargo se indica el uso de cinco termopares tipo K a saber TK-15, TK-13, TK-11, TK-14 y TK-16. De acuerdo con buenas prácticas metrológicas cada termopar debe estar asociado a un instrumento de medición, siendo lo habitual un par de termopares para un instrumento de medición, por lo que faltarían de señalar instrumentos de medición, según la cantidad de termopares indicados. Similar situación se evidencia en el registro de la comprobación del baño de agua (BM-007) en donde se indica el uso de cinco termopares tipo K se indican TK-21, TK-22, TK-11, TK-16 y TK-25 para el instrumento patrón (TDI-14), por lo que siguiendo lo argumentado anteriormente faltarían de indicar instrumentos de medición, según la cantidad de termopares indicados.

Es criterio de esta auditoría que estas deficiencias en la información, a pesar de no ser graves, si pueden generar un riesgo potencial en las lecturas de los equipos que puedan arrojar como consecuencia resultados inexactos a los ensayos realizados en el laboratorio.

### C. SOBRE LOS ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD.

#### Hallazgo 4. Las pruebas de laboratorio que testificó el equipo auditor cumplen con las especificaciones técnicas requeridas

Como parte de las visitas realizadas al laboratorio de Cacisa, el equipo auditor testificó la ejecución de los siguientes ensayos:

- a) Método para el cuarteo de muestras de mezcla asfáltica (Fotografía 12).
- b) Método para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas y el porcentaje de vacíos (Fotografía 13).



**Fotografía 12 y 13.** Testificación de ensayos . Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles , Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

- c) Método de ensayo para determinar la gravedad específica máxima teórica y la densidad de mezclas asfálticas para pavimentos (Fotografía 10).
- d) Método para el Moldeo de especímenes Marshall y determinación de la estabilidad y flujo. (Fotografía 11).
- e) Método de ensayo para determinar el contenido de asfalto de mezclas asfálticas en caliente mediante método de ignición (Fotografía 12).
- f) Método de ensayo para determinar la granulometría del agregado extraído. (Fotografía 13).



**Fotografía 14, 15, 16 y 17.** Testificación de ensayos. Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

El equipo auditor realizó una evaluación de los aspectos más relevantes indicados en los procedimientos normalizados de cada uno de los ensayos señalados anteriormente, los cuales fueron ejecutados en el momento de la visita por un único técnico de laboratorio y se pudo evidenciar que en aspectos generales se siguieron todos los pasos estipulados en las respectivas normas de ensayo.

Sin embargo se detectó una oportunidad de mejora con relación a la ejecución del ensayo de "Graduación de agregado extraído" proveniente del contenido de asfalto, en las mallas N<sup>o</sup>4, N<sup>o</sup>8 y N<sup>o</sup>16 en donde la muestra ensayada excede la cantidad de masa retenida permitida por la normativa de ensayo INTE 06-02-09-07. De acuerdo con las cantidades retenidas observadas, para las mallas N<sup>o</sup>8 y N<sup>o</sup>16 es necesario dividir la muestra tamizada en 2 porciones, sin embargo en el caso de la malla N<sup>o</sup>4 podría requerirse dividir la muestra en 3 incrementos para cumplir con el requerimiento de menos de 227 gramos (7 kg/m<sup>2</sup> para mallas circulares de 8 pulgadas de diámetro) de material retenido en cada malla.



1"	25,4		
3/4"	19,0	92,4	5,5
1/2"	12,7	141,5	8,4
3/8"	9,5	568,5	33,6
N°4	4,75	258,9	15,3
N°8	2,0	224,6	13,3
N°16	1,18	114,5	6,8
N°30	0,6	76,7	4,5
N°50	0,3	114,0	6,7
N°200	0,075	6,7	
Charola			

**Fotografía 18 y 19.** Testificación de ensayos . Ubicación: Laboratorio de Cacisa en Planta de Producción de Guápiles, Fecha 18 de agosto de 2016. Fuente: LanammeUCR.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que la ejecución de los ensayos realizados el día de la visita a las instalaciones del laboratorio de Cacisa en las instalaciones remotas, siguieron los procedimientos establecidos en las normas de ensayo correspondientes y las buenas prácticas de laboratorio y que por lo tanto, no se aprecia que existan desviaciones en el procedimiento de ensayo que pudieran afectar los resultados.



## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 El laboratorio utiliza bitácoras encuadernadas para registrar el ingreso de muestras y resultados de los ensayos, según lo establece el cartel de licitación. Además se comprueba que el sistema permite asegurar la trazabilidad de la información de las muestras.
- 10.2 Con respecto a los controles metrológicos se encontraron oportunidades de mejora tanto en calibraciones como en verificaciones, las cuales, a pesar de no ser graves, podrían generar un riesgo potencial en la ejecución de los ensayos o de los equipos que puedan ocasionar resultados inexactos.
- 10.3 Los ensayos testificados por el equipo auditor, se realizaron siguiendo los procedimientos establecidos en las normas de ensayo respectivas.

## 11. RECOMENDACIONES

Le corresponde a la Administración definir e implementar las medidas correctivas y preventivas pertinentes, que contribuyan a subsanar los hallazgos y observaciones planteados en el presente informe. A continuación se indican algunas recomendaciones.

- 11.1 Velar porque todos los equipos del laboratorio cuenten con el debido control metrológico ya sea de calibraciones y/o verificaciones con el fin de asegurar la exactitud de los ensayos.
- 11.2 Garantizar que las actividades de comprobación sean realizadas de forma adecuada, apegándose a los procedimientos aplicables a cada equipo que se analiza de modo que no hayan desviaciones relacionadas con las magnitudes examinadas en cada equipo.
- 11.3 Se recomienda, como parte de las diferentes pruebas que se realizan a los equipos de calentamiento, determinar el tiempo en el que un equipo llega a su temperatura de trabajo, partiendo desde una temperatura ambiente promedio del sitio de trabajo.

## 12. REFERENCIAS

- Cervantes-Calvo, V., & Fonseca-Chaves, F. (2014). *LM-PI-AT-071-14 Auditoria Técnica al Laboratorio de LGC en Calle Blancos*. Lanamme, PITRA.
- Cervantes-Calvo, V., Fonseca-Chaves, F., & Sequeira-Rojas, W. (2013). *LM AT-050-13 Auditoria Técnica al Laboratorio Central de OJM*. Lanamme, PITRA, San Jose.
- MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.



**EQUIPO AUDITOR**

**Preparado por:**  
**Ing. Víctor Cervantes Calvo.**  
**Auditor Técnico**

**Preparado por:**  
**Ing. Francisco Fonseca Chaves.**  
**Auditor Técnico**

**Aprobado por:**  
**Ing. Mauricio Salas Chaves**  
**Coordinador a.i Unidad de Auditoría**  
**Técnica PITRA**

**Aprobado por:**  
**Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph.D.**  
**Coordinador General PITRA**

**Visto Bueno de Legalidad:**  
**Lic. Miguel Chacón Alvarado**  
**Asesor Legal Externo LanammeUCR**