



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura  
del transporte

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-071-14

## **AUDITORÍA TÉCNICA A LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO LGC EN LA PLANTA DE CONANSA EN CALLE BLANCOS**

***PROYECTO: Conservación de la Red Nacional Pavimentada.***

***Licitación Pública No. 2009LN-000003-CV.***

***Zona 1-4: Alajuela, Región Central***

INFORME FINAL

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, 2014



Información técnica del documento

<b>1. Informe Final</b> Informe Final LM-PI-AT-071-14.	<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> AUDITORÍA A LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO LGC EN LA PLANTA DE CONANSA EN CALLE BLANCOS. Licitación Pública No. 2009LN-000003-CV. Zona 1-4: Alajuela, Región Central.	<b>4. Fecha del Informe</b> Noviembre, 2014	
<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>Sobre el Plan de Calibración</u> Se detectaron varios equipos que no se encuentran en el plan de control metrológico del laboratorio. Dichos equipos se utilizan para realizar ensayos que fundamentan el cálculo del factor de pago. Para comprobar el grado de cumplimiento de los materiales que se incorporan a los proyectos de conservación vial y los procesos constructivos realizados, es fundamental que los equipos de medición y ensayo se encuentren bajo óptimas condiciones de operación que garanticen la exactitud y precisión de las mediciones realizadas con estos. <u>Sobre los Certificados de Calibración</u> Basados en los certificados de calibración se observó que algunos equipos se encuentran fuera de los rangos para poder realizar ensayos normalizados. Además a partir del historial de certificados de calibración se determinó que no se realiza un monitoreo de las variaciones de los parámetros de los equipos utilizados lo que puede generar ensayos con valores incorrectos. <u>Sobre las bitácoras de registro de ensayos de laboratorio</u> El laboratorio de LGC no utiliza bitácoras por lo que incumple los requerimientos solicitados en el cartel de licitación. Al revisar las hojas foliadas que utilizan para la realización de los ensayos se notó que varios folios faltaban por lo que se demuestra que hay un riesgo manifiesto por la no utilización de bitácoras encuadernadas. Adicionalmente, el equipo auditor determinó oportunidades de mejora en cuanto al manejo de información, ya que se detectaron algunas deficiencias en las correcciones que se realizan en las bitácoras, en faltantes de firmas que avalen los resultados reportados en los registros de ensayo y reporte de resultados en hojas sueltas. <u>Sobre la ejecución de los ensayos de laboratorio</u> Durante la testificación de ensayos el equipo auditor evidenció que el laboratorio de LGC realiza los ensayos de laboratorio según los procedimientos establecidos en las normas de ensayo correspondientes y las buenas prácticas de laboratorio por lo que, no se aprecia que existan desviaciones significativas que pudieran afectar los resultados de ensayo.		
<b>10. Palabras clave</b> Laboratorio, control de calidad	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 22



## INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

### AUDITORÍA A LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO LGC EN LA PLANTA DE CONANSA EN CALLE BLANCOS.

Licitación Pública No. 2009LN-000003-CV. Zona 1-4: Alajuela, Región Central

**Departamento encargado del proyecto:** Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI  
**Ingeniero de Conavi Zona 1-4 Alajuela:** Jason Pérez Anchía (Ingeniero de CONAVI)  
**Laboratorio de verificación de calidad:** ITP Ingeniería de Pavimentos.

**Empresa contratista:** Concreto Asfáltico Nacional  
**Laboratorio de control de calidad:** LGC Ingeniería de Pavimentos

**Monto original del contrato:** ₡4.608.863.388,58  
**Plazo original de ejecución:** 1095 días naturales

**Coordinador de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA:**  
Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD

**Coordinadora de Auditoría Técnica:**  
Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

**Audidores:**  
Ing. Víctor Cervantes Calvo  
Ing. Francisco Fonseca Chaves

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

**Alcance del informe:**

El alcance de esta auditoría técnica se centró en realizar dos visitas al laboratorio LGC 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 CONTENIDO

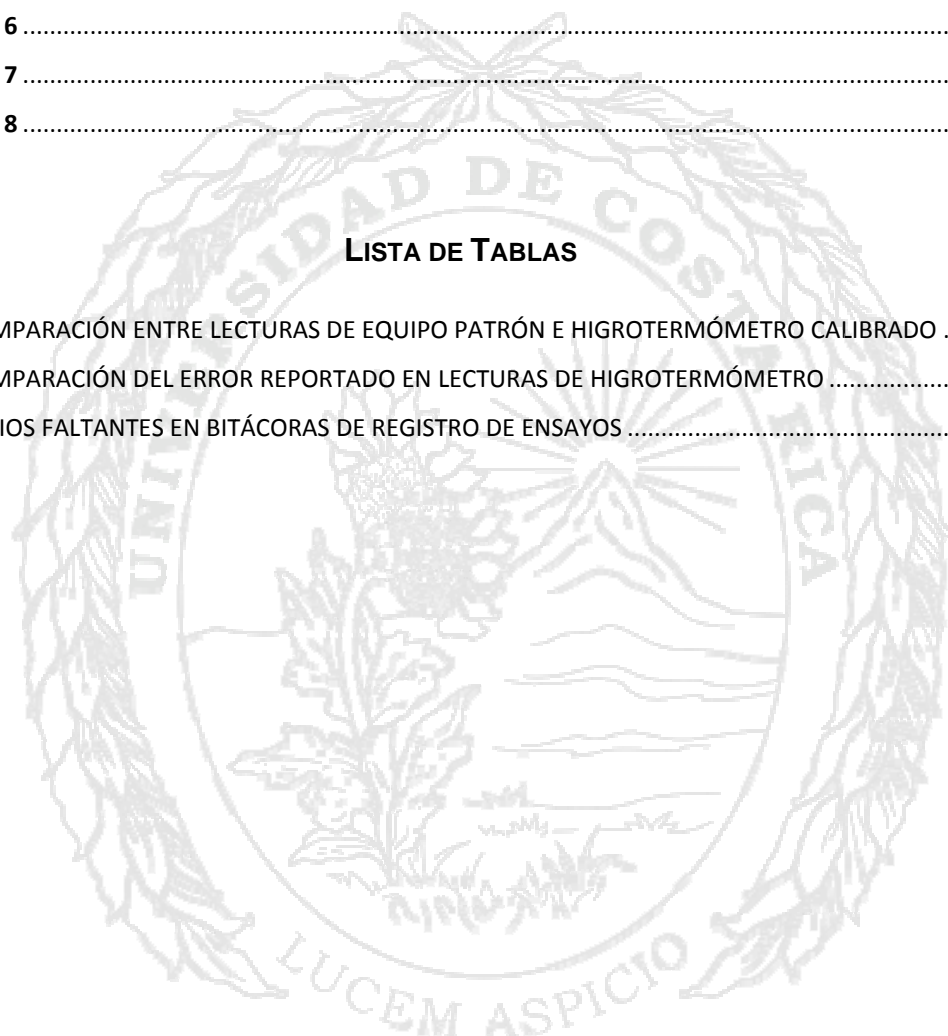
<b>1. FUNDAMENTACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVO DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS .....</b>	<b>6</b>
1. Objetivo del informe .....	6
2. Alcance del informe.....	7
<b>3. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORIA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR.....</b>	<b>7</b>
<b>4. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>7</b>
<b>5. INFORMACIÓN GENERAL DEL LABORATORIO DE LGC .....</b>	<b>7</b>
<b>6. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>8</b>
<b>7. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA .....</b>	<b>9</b>
HALLAZGO N° 1: ALGUNOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE LGC SE ENCUENTRAN FUERA DEL PLAN DE CONTROL METROLÓGICO.....	9
HALLAZGO N° 2: ALGUNOS EQUIPOS NO CUMPLEN CON LAS CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS PARA PODER REALIZAR ENSAYOS NORMALIZADOS.....	10
OBSERVACIÓN N° 1: OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN QUE CONTIENEN DE LOS CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.....	12
OBSERVACIÓN N° 2: OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS BAJO CONTROL METROLÓGICO.....	14
HALLAZGO N° 3: EL LABORATORIO DE LGC MANTIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE HOJAS SUeltas PARA EL REGISTRO DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO, DIFERENTE AL REQUERIDO EN EL CARTEL DE LICITACIÓN.....	15
OBSERVACIÓN N° 3: OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL MANEJO DE LA DOCUMENTACIÓN .....	17
OBSERVACIÓN N° 4: LAS PRUEBAS DE LABORATORIO QUE PRESENCIÓ EL EQUIPO AUDITOR CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS.....	18
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>20</b>

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFÍA 1.</b> CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL MAZO MARSHALL .....	11
<b>FOTOGRAFÍA 2:</b> UBICACIÓN ESPACIAL DE SENSORES DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 20140310-97 .....	13
<b>FOTOGRAFÍA 3:</b> UBICACIÓN ESPACIAL DE SENSORES DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 20130613-42-3.....	13
<b>FOTOGRAFÍA 4.</b> TOMA DE DATOS EN HOJAS SUELTAS .....	18
<b>FOTOGRAFÍA 5</b> .....	19
<b>FOTOGRAFÍA 6</b> .....	19
<b>FOTOGRAFÍA 7</b> .....	19
<b>FOTOGRAFÍA 8</b> .....	19

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> COMPARACIÓN ENTRE LECTURAS DE EQUIPO PATRÓN E HIGROTÉRMÓMETRO CALIBRADO .....	11
<b>TABLA 2.</b> COMPARACIÓN DEL ERROR REPORTADO EN LECTURAS DE HIGROTÉRMÓMETRO .....	14
<b>TABLA 3.</b> FOLIOS FALTANTES EN BITÁCORAS DE REGISTRO DE ENSAYOS .....	16





## INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA. AUDITORÍA A LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO LGC EN LA PLANTA DE CONANSA EN CALLE BLANCOS

### 1. FUNDAMENTACIÓN

La auditoría técnica externa a los procesos, controles, laboratorios, proyectos e instituciones públicas que efectúan sus labores 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 LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

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.

#### 1. OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo de este informe es evaluar aspectos generales de las instalaciones y actividades que realiza el laboratorio LGC como parte de los servicios de control de calidad que brinda a la planta de Conansa, examinándose en particular aquellos ensayos realizados a la producción de mezcla asfáltica.

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 6 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	----------------



## 2. ALCANCE DEL INFORME

La auditoría se enfocó en las actividades de control de calidad que realiza el laboratorio de autocontrol de LGC, 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".

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.

## 3. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORIA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR

- Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc(Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica)
- Ing. Víctor Hugo Cervantes Calvo (Auditor Técnico)
- Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA (Auditor Técnico)
- Lic. Miguel Chacón Alvarado (Asesor Legal)

## 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 centrales del laboratorio LGC los días 2 de julio y 9 de julio de 2014, 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).

## 5. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANALISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR LM-PI-AT-071B-14

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante oficio LM-AT-116-14 del 23 de octubre de 2014 se envía el informe preliminar LM-PI-AT-071B-14 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. Este plazo se extendía hasta el 14 de noviembre de 2014.

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 7 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	----------------



Posterior al envío del informe preliminar se realiza una presentación a representantes de la Administración así como al personal del Laboratorio de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. para que se refieran al informe preliminar, dicha audiencia se realiza el 11 de noviembre de 2014 a las 9:00am en las instalaciones del LanammeUCR en donde se exponen los principales hallazgos y observaciones del informe LM-PI-AT-071B-14 en su versión preliminar y en la que participaron el Gerente del Área Técnica, ingeniero Jose Manuel Barrantes Castro y la Gestora de Calidad, Andrea Barrantes Pazos, ambos del Laboratorio LGC, los ingenieros Jason Pérez Anchía, Esteban Jarquín Vargas, Alexander Guerra y Julio César Carvajal, por parte del Conavi y los ingenieros Francisco Fonseca Chaves, Víctor Cervantes Calvo y Wendy Sequeira Rojas por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Durante la audiencia, se recibe el oficio 124-2014 emitido por el Ing. Luis Guillermo Chavarría Bravo, Manuel Barrantes Castro y Andrea Barrantes Pazos, en el cual se describen comentarios sobre el informe LM-PI-AT-071B-14. Por lo tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica y una vez analizado el documento en mención y considerando todos los aspectos técnicos, se procede a emitir el presente informe LM-PI-AT-071-14 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

## 6. INFORMACIÓN GENERAL DEL LABORATORIO DE LGC

Las instalaciones visitadas del laboratorio LGC<sup>1</sup> se encuentran ubicadas en la planta de Conansa en Calle Blancos en las cuales realizan las actividades de control de calidad.

Este laboratorio se encuentra acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 ante el Ente Costarricense de Acreditación desde el 2008 (acreditación número: LE-054), además ha realizado varias ampliaciones de alcance siendo la última en 2014 (acreditación número: LE-054A04). Actualmente cuenta con 27 ensayos acreditados que incluyen ensayos a diversos materiales, tales como agregados finos y gruesos, suelos, ensayos Marshall a la mezcla asfáltica y contenido de asfalto, entre otros.

## 7. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

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

<sup>1</sup> El laboratorio de LGC tiene las instalaciones de su Laboratorio Central ubicadas en Desamparados, las instalaciones visitadas corresponden a una sede remota en donde se realizan labores incluidas en el alcance de acreditación.

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 8 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	----------------





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.

## 8. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA

### Sobre el Plan de Calibración

#### **HALLAZGO Nº 1: ALGUNOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE LGC SE ENCUENTRAN FUERA DEL PLAN DE CONTROL METROLÓGICO.**

El laboratorio LGC cuenta un “Plan de mantenimiento y calibración anual” identificado como RC-29. En este registro se detalla el nombre de los equipos ubicados en el laboratorio con su respectiva identificación y el cronograma de caracterizaciones, comprobaciones y/o calibraciones que se le deben hacer cada año. Al hacer la revisión de los equipos que contienen este registro se evidencia que hay varios de éstos que no están incluidos en el documento. Entre el equipo faltante en el plan RC-29 se determinaron los siguientes:

- a. Termómetro digital LGC-021-42
- b. Celda de carga LGC-043-01
- c. Transductor de desplazamiento LGC-046-01
- d. Bomba de vacío LGC-057-08
- e. Graficador LGC-095-02

Tal como evidenció el grupo auditor, en la testificación de la realización de los ensayos, estos equipos son utilizados en ensayos para los cuales definen la calidad de la mezcla asfáltica y que son utilizados para calcular el factor de pago en función de la calidad, por tanto es conveniente que dichos ensayos se realicen con equipos que se encuentran en el plan de calibración del laboratorio, con el fin de asegurar una correcta medición y evitar el riesgo de obtener resultados inexactos.

Es criterio del equipo auditor que para comprobar el grado de cumplimiento de los materiales que se incorporan a los proyectos de conservación vial y los procesos constructivos realizados, es fundamental que los equipos de medición y ensayo se encuentren bajo óptimas condiciones de operación y bajo control metrológico, de manera que permitan garantizar la exactitud y precisión de las mediciones realizadas con estos.

Mediante oficio 124-2014 del Laboratorio de LGC Ingeniería de Pavimentos, se presentan medidas correctivas al RC-29 con el fin de incluir todos los equipos en el Plan de

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 9 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	----------------



mantenimiento y calibración anual así como capacitar al personal de laboratorio en su correcto uso.

*Normativa técnica de referencia que respalda lo descrito anteriormente, se detalla a continuación: Sección 4.1 de las Especificaciones Especiales "Laboratorios de control de calidad (autocontrol)" del cartel de Licitación para los Proyectos de Conservación Vial Red Vial Nacional Pavimentada Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV.*

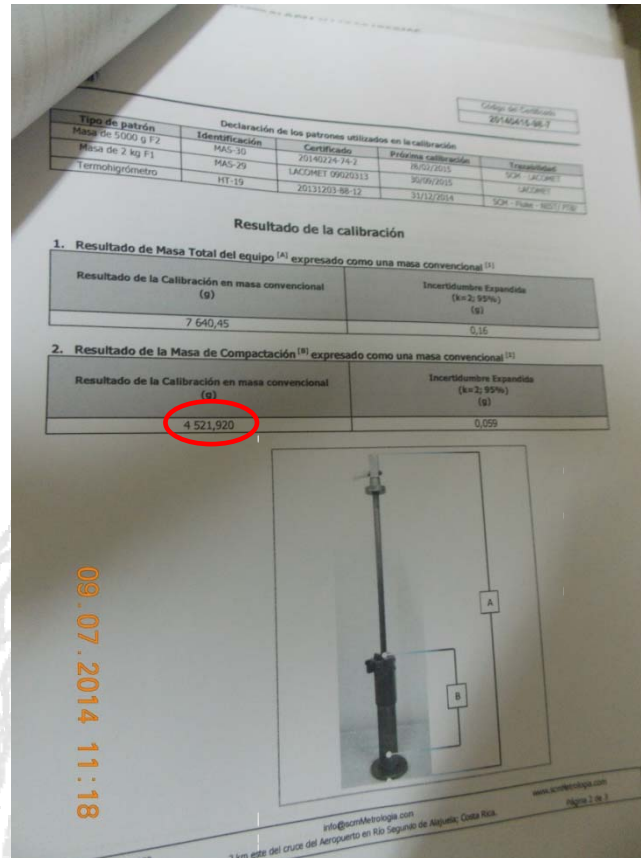
### **Sobre los resultados de Calibración**

#### **HALLAZGO N° 2: ALGUNOS EQUIPOS NO CUMPLEN CON LAS CARACTERISTICAS REQUERIDAS PARA PODER REALIZAR ENSAYOS NORMALIZADOS.**

Durante el proceso de auditoría se procedió a la revisión de los certificados de calibración de los equipos. De la revisión de estos certificados se evidenció que algunos de los equipos que se encuentran en el laboratorio exceden algunos parámetros requeridos en los procedimientos de ensayo para poder usarse en procesos normalizados. A manera de ejemplo se enumeran algunas de las situaciones detectadas:

El certificado de calibración con identificación 20140415-98-7 correspondiente al Mazo Marshall LGC-096-05 indica un valor para la masa de compactación de 4.521,92g. La masa indicada por la norma de ensayo INTE 04-01-11-06 " Método de ensayo para estabilidad y flujo Marshall de mezclas asfálticas" es de 4.536±9 g. Por lo anteriormente indicado la masa reportada estaría 5,08 g por debajo del valor normalizado (con relación al límite inferior de 4.527 g).

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 10 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	-----------------



**Fotografía 1.** Certificado de calibración del mazo Marshall

Adicionalmente, se observó que algunos otros equipos presentan desviaciones significativas entre las magnitudes reportadas por el equipo calibrado y las mediciones realizadas con los instrumentos patrón, según se detalla a continuación:

- El certificado 20140415-82-6 correspondiente al horno incinerador LGC-015-13 reporta un error en la medida promedio de 31,9 °C (valor promedio patrón 516,10 °C y valor promedio instrumento calibrando 548,0 °C). E
- El certificado 20140408-46-2 correspondiente al higrotermómetro LGC-037-06 indica una desviación en la medición de la humedad relativa de:

**Tabla 1.** Comparación entre lecturas de equipo patrón e higrotermómetro calibrado

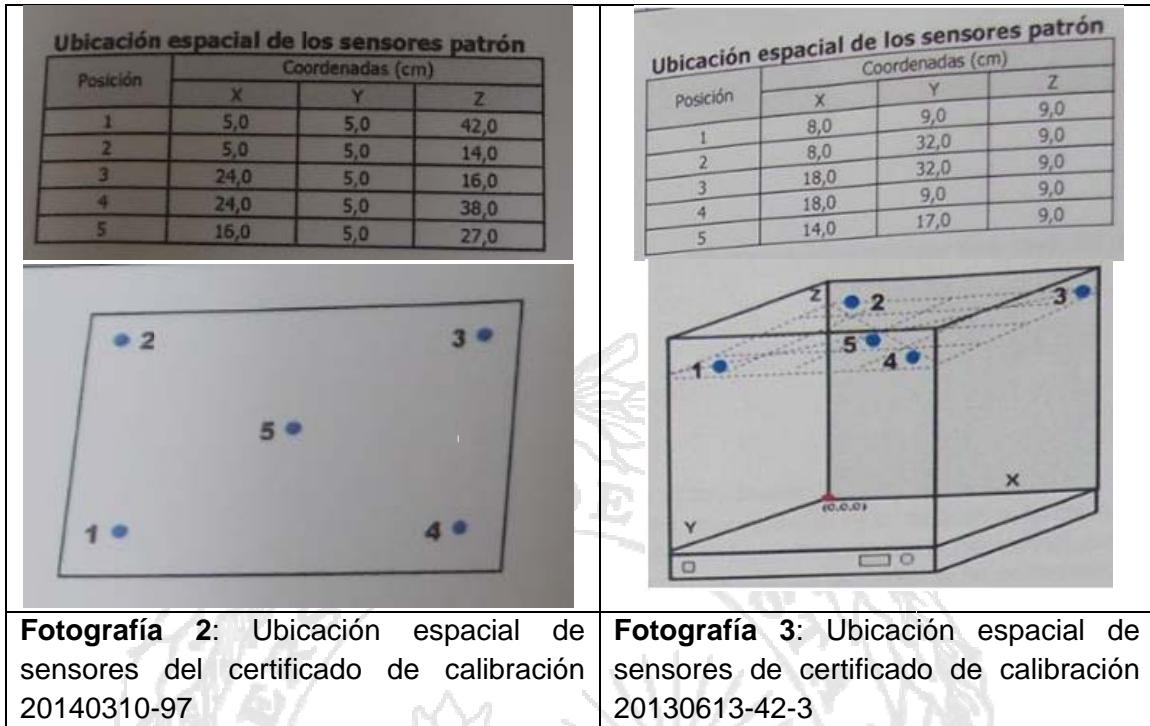
Lectura de Equipo patrón (%)	Lectura de Equipo Calibrado (%)	Error (%)
50,1	32,0	-18,1
70,1	50,0	-20,1
85,1	71,4	-13,7

Durante el proceso de auditoría al laboratorio no se observó acción correctiva alguna, relacionada con estas desviaciones. En el caso del horno incinerador, este se utiliza en el ensayo de contenido de asfalto por ignición por lo que esto podría afectar el resultado final en el ensayo, ya que la temperatura meta del controlador de temperatura en el horno era de 548°C, cuando en realidad por el error en el instrumento debería tener una corrección a 579,9°C. Además la gerente de calidad, al realizarle la consulta sobre la medición del efecto de dicha desviación en los resultados, indica que no se ha valorado la incidencia de esta desviación del método de ensayo en el resultado final. Es criterio del equipo de Auditoría que en caso de que los equipos estén fuera de los límites permitidos para poder realizar ensayos normalizados se deben de eliminar, o al menos comprobar que no afectan los resultados de los ensayos del laboratorio con el fin de poder asegurar la precisión de los resultados obtenidos.

### **OBSERVACIÓN N° 1: OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL ANALISIS DE LA INFORMACIÓN QUE CONTIENEN DE LOS CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.**

Durante la revisión documental se nota que por la cantidad de errores detectados en los certificados de calibración, no se revisa la información general contenida cuando son recibidos para corroborar el contenido. Entre las situaciones observadas se citan:

1. Algunos de los certificados de calibración no incluyen la identificación asignada por el laboratorio a cada uno de los equipos, sino que hace referencia a una identificación general. Caso de ello es el certificado 20140317-97-1 correspondiente al manómetro, ya que se no indica la codificación designada a este equipo por el laboratorio (LGC-022-02), si no que se indica una identificación general.
2. El certificado de calibración 20140310-97-2 correspondiente al baño de agua LGC-006-04, en el apartado de ubicación espacial de los sensores patrón, no se especifica a que ejes corresponden las mediciones asignadas a las letras X, Y y Z en el diagrama que se adjunta (Fotografía 2). Además no se indica el punto tomado como origen de las mediciones, ya que se presentan diferentes valores para las posiciones de Z y X, pero la posición Y se mantiene invariante con un valor de 5. Sin embargo, el certificado de calibración correspondiente al mes de junio de 2013 (20130613-42-3) incluye un esquema espacial comprensible.



- Con relación al certificado de calibración correspondiente a la celda de carga (LGC-043-01), identificado respectivamente como 201400310-42-2 se puede indicar que los resultados incluidos de valor de escala se reportan en función del graficador que se utiliza como parte del equipo de ensayo, sin embargo no se incluye en la información la identificación del equipo graficador (LGC-095-02) con el que se realizó la comparación. Esto establece un riesgo, ya que se podría cambiar el graficador y al no estar identificado en el certificado de calibración las mediciones seguirían siendo efectivas, a pesar de que ya se habría perdido toda validez de las mediciones.

Durante las entrevistas se le comenta al cuerpo auditor que algunos de estos certificados de calibración corresponden a un acuerdo que existe entre la empresa Conansa y el Laboratorio de Control de Calidad, que es por ello que los certificados no se revisan. Sin embargo, al examinar el plan de mantenimiento y calibración de equipos del laboratorio, dichos equipos se encuentran dentro del plan. Por lo que es criterio de esta auditoría que al estar estos equipos contemplados en el plan de calibración es responsabilidad del laboratorio controlar la programación de las calibraciones, y por ende a la recepción, revisión y análisis de la información contenida en los certificados de calibración. Lo anterior toma mayor peso, que al ser el laboratorio el usuario principal de los equipos tiene el criterio técnico para establecer los puntos o parámetros de calibración y por ende revisar los certificados de calibración.

Mediante el descargo presentado a esta Auditoría, el laboratorio de LGC pretende implementar mejoras en el manejo de los certificados de calibración para poder detectar anomalías como las presentadas en esta observación. Incluso en el descargo muestran un

oficio de fecha del 11 de noviembre [de 2014](#) al laboratorio de Conansa en el cual se solicitan realizar mejoras al horno incinerador y al higrotermómetro en aras de eliminar las desviaciones encontradas por esta Auditoría.

## OBSERVACIÓN Nº 2: OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS BAJO CONTROL METROLÓGICO.

Además del análisis efectuado a la información contenida en los certificados de calibración se evidencia que no se valora la repercusión o incidencia que podría tener en los ensayos, ya que se detectaron dos certificados con desviaciones significativas, sin que se evidenciara acción alguna con relación de las mediciones reportadas (evidencia documental), ni que se observaran correcciones. Asimismo, no se observó que se haya definido algún procedimiento en el que se demostrara un análisis de la incidencia de estas desviaciones en los ensayos. Algunos de estos casos serían:

1. Se observó que el higrotermómetro reporta desviaciones significativas reportadas en la actividad de calibración realizada en el año 2014. Sin embargo, al revisar la calibración (20130613-57-3) efectuada en el año 2013 se denota que el equipo reportaba desde junio desviaciones importantes, tal como se muestra en el cuadro. Es importante analizar la información contenida en los certificados de calibración, ya que además de la información de calibración, muestran la tendencia histórica de comportamiento de un equipo, lo que permite definir acciones preventivas o definitivas.

**Tabla 2.** Comparación del error reportado en lecturas de higrotermómetro

Lectura de Equipo patrón (%)	Lectura de Equipo Calibrado 2013 (%)	Error 2013 (%)	Lectura de Equipo Calibrado 2014 (%)	Error 2014 (%)
50,1	33,0	-17,1	32,0	-18,1
70,1	53,0	-17,1	50,0	-20,1
85,1	79,6	-5,5	71,4	-13,7

2. Igual situación se observa para el horno de incineración, en donde desde la calibración realizada en junio de 2013 (certificado 20130614-57-2), mostraba una tendencia de variación de temperatura con una desviación significativa en la medición del equipo calibrado con respecto al patrón, reportando para ese entonces una diferencia de 13,06 °C. Para el año 2014 la desviación de temperatura con respecto al valor patrón es de 31,9°C.
3. Con relación al mazo Marshall se observa que desde junio de 2013 se reportaba en el certificado de calibración (20130613-42-12) un valor de la masa de compactación de 4522,07 g mostrando una tendencia de variación de pérdida de masa en el tiempo con respecto a la masa establecida por la norma de ensayo de 4536±9 g. (El límite

inferior es 4527 g por lo que se reporta 4,93 g por debajo de este límite.) Como se observó anteriormente la desviación alcanzada para el año 2014 es de 5,08 g.

Es criterio del equipo auditor que en aras de asegurar el adecuado mantenimiento de los equipos que certifique que los valores reportados por los ensayos sean los correctos, los certificados de calibración se usen para poder observar cuales son las desviaciones que presentan los equipos pertenecientes al laboratorio y así de esta manera poder definir acciones preventivas para los equipos y para con las mediciones que de ellos se deriven tales como mantenimiento, ajustes, reparaciones y verificaciones. Inclusive este tipo de análisis sirve para definir cuando un equipo tiene una desviación significativa que no permite garantizar la exactitud y precisión de los resultados obtenidos y que se deba considerar la permanencia dentro del sistema de acreditación.

Mediante el descargo presentado a esta Auditoría en la audiencia el laboratorio de LGC pretende implementar mejoras en el manejo de los certificados de calibración para poder detectar anomalías como las presentadas en esta observación. Inclusive en el descargo presentado muestran un oficio de fecha del 11 de noviembre de 2014 al laboratorio de Conansa en el cual se solicitan realizar mejoras al horno incinerador y al higrotermómetro en aras de eliminar las desviaciones encontradas por esta Auditoría. No se indican acciones correctivas para esta observación concernientes al mazo Marshall.

### **Sobre los registros de ensayo del laboratorio**

#### **HALLAZGO N° 3: EL LABORATORIO DE LGC MANTIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE HOJAS SUELTAS PARA EL REGISTRO DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO, DIFERENTE AL REQUERIDO EN EL CARTEL DE LICITACIÓN.**

Durante las visitas realizadas, se pudo presenciar la forma en que se registran la información relevante y los resultados de los ensayos que se efectúan a las muestras que ingresan al laboratorio. En primera instancia se muestra que las bitácoras no están encuadernadas, lo cual en principio, contraviene las condiciones cartelarias. De acuerdo con las declaraciones recogidas en el momento de la visita lo que se mantiene implementado es un sistema de registros para cada uno de los ensayos en hojas individuales. Cada uno de estos registros mantiene un número consecutivo, el cual una vez que está lleno y con las firmas de aprobaciones requeridas, se almacena en un ampo con su identificación general. Este sistema, tal como se tiene concebido asegura de forma suficiente la trazabilidad de la información y reduce el riesgo de pérdida de la documentación.

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 15 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	-----------------

Sin embargo, según lo manifestado por los personeros de LGC, dichos registros deben ser llevados por lo menos semanalmente a las instalaciones principales del Laboratorio de LGC ubicadas en San Francisco de Dos Ríos, para que la información sea digitada y de esta forma confeccionar los informes de control de calidad, correspondientes a la planta Conansa. Tal situación acrecienta el riesgo de salvaguardar los registros y la integridad de la información contenida en estos, ya que durante las visitas fue posible evidenciar una discontinuidad en la numeración en los distintos registros que se mantienen almacenados en este laboratorio.

Esto se pudo evidenciar en el registro en RC-136 "Ensayo máxima teórica método A", ya que faltaba el folio 2678. Al consultar al personal entrevistado se indica que dicho registro no se encuentra en las instalaciones del laboratorio porque forma parte del expediente de un ensayo demostrativo realizado durante la auditoría efectuada por el ECA, el cual se encuentra en el laboratorio central. Esto demuestra el riesgo existente en el control de la documentación disponible, ya que con facilidad se puede retirar un folio de esta bitácora.

De igual manera en visita del 9 de julio de 2014 en una posterior revisión de otras bitácoras se evidenció el faltante de folios consecutivos, tal como se detalla a continuación:

**Tabla 3.** Folios faltantes en bitácoras de registro de ensayos

Nombre del registro	Numeración de folios	Folios faltantes
RC-87 "Análisis de mezcla asfáltica"	[2332 a 2400]	2339, 2340, 2341, 2342, 2358, 2364, 2365
	[2752 a 2834]	2754, 2789
RC-152 "Análisis de especímenes de mezcla asfáltica"	[0001 a 0100]	0019, 0020, 0021, 0022, 0023, 0024, 0039, 0040, 0046, 0047, 0083, 0086
RC-136 " Ensayo máxima teórica método A"	[2669 a 2695]	2683, 2684, 2685, 2686
	[2801 a 2900]	2807, 2813, 2814, 2852, 2855

Es recomendable realizar el ejercicio de trazabilidad de la información relacionada con los registros anteriormente indicados, uniendo toda la línea de custodia de los mismos registros y también la línea de información de los respectivos registros desde el muestreo, ingreso, asignación de identificación y registro de resultados contenidos en cada uno de estos registros. De manera tal que se garantice que no corresponde a alguna muestra de un día en particular o alguna otra deficiencia no detectada hasta el momento.

Adicionalmente, durante la testificación del ensayo granulométrico que se realiza al agregado obtenido de los baches calientes de la planta se observó que no existe bitácora para el registro de los resultados de ensayo. Según se declara, la anotación de estos resultados se realiza directamente en una hoja de cálculo en un programa en computadora. Similar situación se observa con el ensayo de Moldeo de especímenes Marshall, en el cual su ejecución, no se registra, ni queda evidencia de la realización de este ensayo, hasta la posterior medición de la medición de diámetros y toma de masa de los especímenes Marshall.





El equipo auditor, a pesar de no estar en contra del uso de hojas sueltas, sí es del criterio que el sistema de registro de ingreso y ensayo de muestras implementado por el laboratorio LGC debe revisarse cuidadosamente e implementar mecanismos que permitan asegurar la calidad de la información durante todo la cadena del proceso (creación, numeración, uso, custodia y almacenamiento), ya que el tener registros en hojas sueltas y no encuadernados en bitácoras dificulta la trazabilidad en ciertos casos y aumenta la posibilidad de pérdida de los resultados y anotaciones relevantes. Estas acciones toman mayor relevancia al evidenciar que este riesgo se vio materializado debido a la ausencia de varios folios en las bitácoras utilizadas.

En el oficio 124-2014 emitido por el laboratorio de LGC se indica que como parte de las medidas correctivas, se pretende utilizar bitácoras encuadernadas de ahora en adelante para evitar esta ausencia de folios en el laboratorio remoto.

El cartel de licitación indica claramente en la sección 4.1.5 " **Bitácoras de registro de ensayos de laboratorio**":

*"El uso de las bitácoras es de carácter obligatorio. Tanto los Consultores de Calidad, a través de sus laboratorios de ensayo, así como la Administración, por medio de sus encargados de verificar la calidad y Unidades de Supervisión, deberán registrar todos los muestreos que se realicen. El no registrar ensayos en las bitácoras, invalida los ensayos que se reporten. Todos los muestreos que se incluyan en las bitácoras deberán ser estrictamente procesados, excepto cuando el tamaño de la muestra no sea el apto para realizar el ensayo. Todas las bitácoras deben tener numeración continua."*

*Normativa técnica de referencia que respalda lo descrito anteriormente, se detalla a continuación: Sección 4.1 de las Especificaciones Especiales "Laboratorios de control de calidad (autocontrol)" del cartel de Licitación para los Proyectos de Conservación Vial Red Vial Nacional Pavimentada Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV.*

### **OBSERVACIÓN N° 3: OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL MANEJO DE LA DOCUMENTACIÓN**

Como parte de las labores realizadas por el equipo auditor durante las visitas al laboratorio LGC, se revisaron los registros utilizados por el laboratorio para poder realizar los ensayos de laboratorio. En estos registros (Análisis de Mezcla Asfáltica Caliente RC-87, Máxima teórica RC-136, contenido de asfalto RC-152 y granulometría RC-173) se observaron las siguientes oportunidades de mejora:

- a. El único nombre y firma que se plasma en los registros es el del técnico de laboratorio, aunque se observa que más personas intervienen en el llenado del registro. Esto se evidenció debido a los evidentes diferentes tipos de letras que se encontraban en los registros y la declaración de la gestora de calidad que el cálculo

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 17 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	-----------------

- de incertidumbre la realiza el gerente técnico en las instalaciones del laboratorio central.
- b. Se presentan correcciones de datos sin fecha de realización o con iniciales distintas a las del técnico que firma el registro; puesto que más de una persona se encarga del llenado del registro es importante que la persona quede debidamente identificada.
  - c. Algunos datos fueron tomados en hojas sueltas en lugar de ser apuntados directamente en la bitácora como se recomienda en el cartel.



**Fotografía 4.** Toma de datos en hojas sueltas

Es criterio de esta Auditoría que este tipo de situaciones deben ser atendidas con la finalidad de asegurar la trazabilidad de las personas involucradas en el proceso y el buen manejo de los documentos durante la ejecución del ensayo. El laboratorio de LGC manifestó en el oficio 124-2014 que pretende implementar mejoras en el manejo documental de su personal mediante capacitaciones para poder evitar las situaciones presentadas en esta observación.

#### **OBSERVACIÓN Nº 4: LAS PRUEBAS DE LABORATORIO QUE PRESENCIÓ EL EQUIPO AUDITOR CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS**

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

- Método para el cuarteo de muestras de mezcla asfáltica (Fotografía 5).
- Método para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas y el porcentaje de vacíos (Fotografía 6).
- Método de ensayo para determinar la gravedad específica máxima teórica y la densidad de mezclas asfálticas para pavimentos (Fotografía 7).
- Método de ensayo para determinar el contenido de asfalto de mezclas asfálticas en caliente mediante método de ignición (Fotografía 8).



**Fotografía 5**



**Fotografía 6**



**Fotografía 7**



**Fotografía 8**

**Ensayos realizados ante el equipo auditor el 28 de agosto de 2014**

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. En el caso de los equipos utilizados se detectaron algunas oportunidades de mejora, las cuales ya fueron detalladas en secciones anteriores de este informe.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que la ejecución de los ensayos realizados el día de la visita a las instalaciones del laboratorio de LGC en las instalaciones de la empresa Conansa, 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 significativas que pudieran afectar los resultados de ensayo.

## 9. CONCLUSIONES

Después de la realización de dos visitas al laboratorio de LGC, se destacan las siguientes conclusiones generales:

- Existen equipos del laboratorio que se encuentran fuera del plan de mantenimiento y calibración anual establecido por el laboratorio LGC. Al estar realizando dichas pruebas con equipos que se encuentran fuera de control metrológico, no hay certeza de que los resultados reportados son precisos y exactos.
- Algunos equipos están fuera de los límites permitidos para ejecución de ensayos de laboratorio normalizados. Esta situación propicia que exista más riesgo de obtener resultados incorrectos a la hora de ejecutar los ensayos.
- La información consignada en los certificados de calibración no es utilizada para plasmar un proceso de seguimiento y monitoreo de los equipos, que permita establecer cuáles son las desviaciones que tienen, si estas influyen significativamente en los resultados de ensayo o si se encuentran fuera de los límites permitidos.
- El laboratorio no utiliza el sistema de bitácoras para registrar el ingreso de muestras y resultados de los ensayos, según lo establece el cartel de licitación. Al examinar la trazabilidad de la información generada durante el proceso de ensayo de las muestras, la cual se plasma en los diferentes registros usados en el laboratorio, el equipo auditor se percata de que varios folios de los registros de ensayo no siguen la continuidad numérica establecida, lo que demuestra que pueden existir debilidades en el sistema empleado.
- Se encontraron oportunidades de mejora con respecto al manejo de documentación, ya que se evidenciaron situaciones tales como correcciones inadecuadas en las bitácoras, registros de ensayo que no contemplan espacios para que el técnico ni el supervisor firmen y resultados de ensayos apuntados en hojas sueltas.
- Los ensayos que el equipo auditor presencié, se realizaron siguiendo los procedimientos establecidos en las respectivas normas de ensayo por lo que no se aprecia que existan desviaciones significativas que pudieran afectar los resultados de ensayo.

## 10. RECOMENDACIONES

Al Laboratorio de LGC:

- Mantener un plan de calibración actualizado en donde se encuentren todos los equipos del laboratorio con el fin de que se pueda cumplir con todas las actividades metrológicas que se realicen.
- Garantizar que todos los equipos utilizados para comprobar el grado de cumplimiento de los materiales que se incorporan a los proyectos de conservación vial y los procesos constructivos realizados, se encuentren bajo óptimas condiciones de operación que garanticen la exactitud y precisión de las mediciones realizadas con estos.
- Revisar detalladamente los certificados de calibración para incorporar de manera efectiva los resultados que éstos suministren y así reportar con precisión los resultados de ensayo. Asimismo, establecer las consecuentes medidas correctivas y preventivas para todos los equipos que se encuentren fuera de los límites permitidos.

Informe final LM-PI-AT-71-14	Fecha de emisión: Noviembre de 2014	Página 20 de 22
---------------------------------	-------------------------------------	-----------------

- Incluir en los registros de ensayo que así lo ameriten los espacios necesarios para que todo el personal técnico del laboratorio involucrado en la generación de cálculos intermedios y finales, así como el supervisor puedan firmar, haciendo constar quién ejecutó el ensayo y quién efectuó los análisis y revisión correspondiente.
- Mantener un sistema de control documental que permita tener trazabilidad además de contar con un respaldo en el laboratorio remoto.
- Reforzar en el personal técnico las buenas prácticas para el correcto llenado de los registros con el fin de asegurar un mejor manejo documental en el laboratorio.



### Equipo Auditor



**Ing. Víctor Cervantes Calvo.**  
Auditor Técnico, LanammeUCR



**Ing. Francisco Fonseca Chaves.**  
Auditor Técnico, LanammeUCR

Aprobado por:



**Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.**

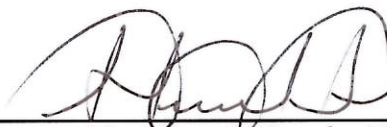
Coordinadora Auditoría Técnica, LanammeUCR

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