



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe Final: EIC-Lanamme-INF-1275-2023

Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco en el proyecto Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón

Informe final
Preparado por:

**Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR**

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
Enero, 2024



Información Técnica del documento

1. Informe Informe Final: EIC-Lanamme-INF-1275-2023	2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco en el proyecto Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón	4. Fecha del Informe Enero 24
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
6. Notas complementarias --*--	
7. Resumen Sobre los ensayos realizados al concreto fresco: durante las testificaciones de la ejecución de cada uno de los ensayos que se efectúan al concreto fresco se lograron observar ligeras desviaciones a los procedimientos haciendo que la ejecución no se apegara estrictamente a los pasos indicados en la normativa de ensayo, estando entre los principales aspectos un acomodo adicional del concreto en los diferentes equipamientos, ausencia de marcado de los tercios de referencia en los diferentes equipos, profundización incompleta de la varilla en las capas individuales de concreto de compactación, entre otros aspectos. Sobre la documentación relacionada con los ensayos: se determina que para algunos de los equipos de ensayo no se realizan todas las comprobaciones que se solicitan en las normas de ensayo, ya que no se encuentran indicaciones relacionadas en el documento “Control de equipos de medida y ensayo”, ni evidencias en los registros de comprobación analizados. Para los moldes para concreto no se reportan actividades de al menos 6 comprobaciones relevantes. Para el cono de revenimiento solamente se realiza una comprobación en dos puntos y no en cuatro (parte superior e inferior). Los registros no contienen información relacionada a algunos aspectos físicos que se declara debe tener el equipo para contenido de aire. Condiciones varias: se determina que para algunos moldes para concreto se realizan las comprobaciones de dimensiones un mes (o más) después de lo programado. Se hace uso de un instrumento que no permite determinar si los cilindros de concreto tienen deformaciones, tal como lo solicita la norma. Se observan inconsistencias técnicas en los datos reportados en algunos de los registros de comprobación.	





8. Valoración de resultados

Resultado	Prioridad de atención
Hallazgo 1: Se identificaron algunas desviaciones sistemáticas en la ejecución de la mayoría de los procedimientos de ensayo de concreto fresco y concreto endurecido	
Hallazgo 2: Se evidencia que ciertas secciones del PG-11 "Control de equipos de medida y ensayo" y algunos de los registros de comprobación de equipos carecen de instrucciones o de información, respectivamente, requerida por la normativa de ensayo para asegurar que el equipo cumple los requisitos de la normativa.	
Hallazgo 3: Se determina que algunas de las comprobaciones (15%) de los moldes para cilindros para concreto, se realizan posterior a los 30 días o más, de lo indicado en la programación.	
Observación 1: Se observa que se utiliza un instrumento de medición no apto para el diámetro de los cilindros de concreto, que no permite corroborar posibles deformaciones del espécimen.	
Observación 2: Se observan inconsistencias técnicas en los datos escritos en algunos de los registros de comprobación de las mediciones de los moldes para cilindros de concreto.	

En el Anexo A1. se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración.

10. Palabras clave

Concreto fresco, Evaluación en campo, Trazabilidad de información

11. Nivel seguridad

Ninguno

12. Núm. de páginas

50





INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco en el proyecto Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

Departamento encargado del proyecto: Unidad Ejecutora Ruta 32, CONAVI

Supervisión del proyecto: Consorcio Supervisor RN32 CACISA-Camacho Fernández

Laboratorio de verificación de calidad: CACISA

Finalización de los servicios de supervisión: 08 de octubre de 2023

Empresa contratista: CHEC China Harbour Engineering Company

Laboratorio de control de calidad: OJM Consultores de Calidad y Laboratorios.

Monto original del contrato: US \$ 465.593.387,06

Plazo original de ejecución: 42 meses

Plazo actual del proyecto: 83 meses (abril, 2023)

Fecha de inicio del diseño: 14 de diciembre del 2016

Fecha de inicio de la construcción: 20 de noviembre del 2017

Proyecto: Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

Longitud del proyecto: 107,24 km

Director General LanammeUCR:

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.

Asesoría Legal:

Lic. Nidia Segura Jiménez

Lic. Giovanni Sancho Sanz

Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Ing. Víctor Cervantes Calvo (Auditor Líder)

Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio (Auditora adjunta)

Experta Técnica:

Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Visitas realizadas al proyecto.....	8
Tabla 2 Lista de técnicos evaluados	10
Tabla 3 Revisión de procedimientos para pruebas de estanqueidad, planicidad y perpendicularidad	21
Tabla 4 Utilización de registros para comprobación	23
Tabla 5. Revisión de registros de comprobación	23
Tabla 6 Mediciones de diámetros	23
Tabla 7 Revisión de equipo de contenido de aire	26
Tabla 8 Días entre comprobaciones de moldes.....	28
Tabla 9 Revisión de registros de comprobación de moldes.....	30
Tabla 10 Revisión de cilindros de comprobación de moldes	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las instalaciones remotas del Laboratorio de Cacisa donde se ejecutó la testificación a los ensayos de concreto endurecido. Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32	9
Figura 2. Localización del proyecto de ampliación de la RN No. 32	12
Figura 3. Ejecución del ensayo de muestreo de concreto recién mezclado	14
Figura 4. Ejecución del ensayo de medición de temperatura de concreto recién mezclado.....	15
Figura 5. Ejecución del ensayo de asentamiento de concreto recién mezclado	16
Figura 6. Ejecución del ensayo, determinación de contenido de aire en el concreto fresco	17
Figura 7. Ejecución del ensayo de elaboración y curado de especímenes de concreto	18
Figura 8. Ejecución del ensayo de Uso de almohadillas no adheridas	19
Figura 9. Programa de comprobación RN 32, laboratorio de Cacisa.....	21
Figura 10. Procedimiento F-PG-23-6.....	22
Figura 11. F-PG-23-15 Rev. 6 F.E.: 16/01/17 Comprobación de equipo de revenimiento. Fuente: Cacisa.....	25
Figura 12. Procedimiento donde se usa agregados gruesos y finos. Fuente: Cacisa.....	27
Figura 13. F-PG-23-27 Rev7 “Comprobación equipo de contenido de aire”. Fuente: Cacisa.....	27
Figura 14. Medición de diámetro con cinta pi, ensayo resistencia a la compresión de cilindros.....	29



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco en el proyecto Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón.

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.”

2. OBJETIVO GENERAL 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 inciso f, 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. OBJETIVOS DEL INFORME

3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este informe es evaluar de forma general el proceso de realización de ensayos al concreto fresco y la calidad de la información asociada al proceso de emisión y realización de estos ensayos requeridos contractualmente en los proyectos de construcción de obra nueva, específicamente en el proyecto de **Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32** a cargo de la Unidad Ejecutora Ruta 32, CONAVI, por medio de los laboratorios de control de calidad contratados para tal fin.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar testificaciones del muestreo y los ensayos al concreto fresco -en el sitio de construcción- a cargo de los laboratorios de verificación.
- Evaluar el uso y cumplimiento de la documentación como guías, instructivos, registros y bitácoras con las que cuentan los laboratorios de verificación.
- Comprobar la existencia y el cumplimiento de la periodicidad en la información metrológica (calibraciones y comprobaciones) de los equipos utilizados para realizar los ensayos en el concreto.
- Determinación de la trazabilidad de los resultados obtenidos en campo y la emisión del informe final de resultados de ensayo.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe de auditoría técnica se centró en la testificación y evaluación de los ensayos realizados al concreto fresco en campo y la trazabilidad de la información. El estudio fue ejecutado en el periodo comprendido entre los meses de marzo y setiembre de 2023, en obras realizadas en los proyectos que forman parte de la **Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32**.



5. METODOLOGÍA

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.

Durante el proceso de auditoría realizado por la Auditoría Técnica del LanammeUCR se efectuaron varias visitas al proyecto, donde se realizó la testificación y evaluación de los procedimientos de ensayo al concreto fresco en campo, así como de los ensayos al concreto endurecido en las instalaciones remotas del laboratorio.

Estas actividades se complementaron con una reunión virtual con personeros del laboratorio de verificación, en donde se evaluó la parte documental del proceso de ensayo evaluando el cumplimiento del plan de calibraciones en los equipos, entrenamientos y capacitaciones al personal a cargo de la ejecución, registros de ensayo, instructivos y manuales de ensayo, además de verificar la trazabilidad de los datos, desde el origen hasta la emisión del informe de resultados.

A continuación, se presenta una tabla que resume las visitas y las actividades realizadas durante el proceso de auditoría.

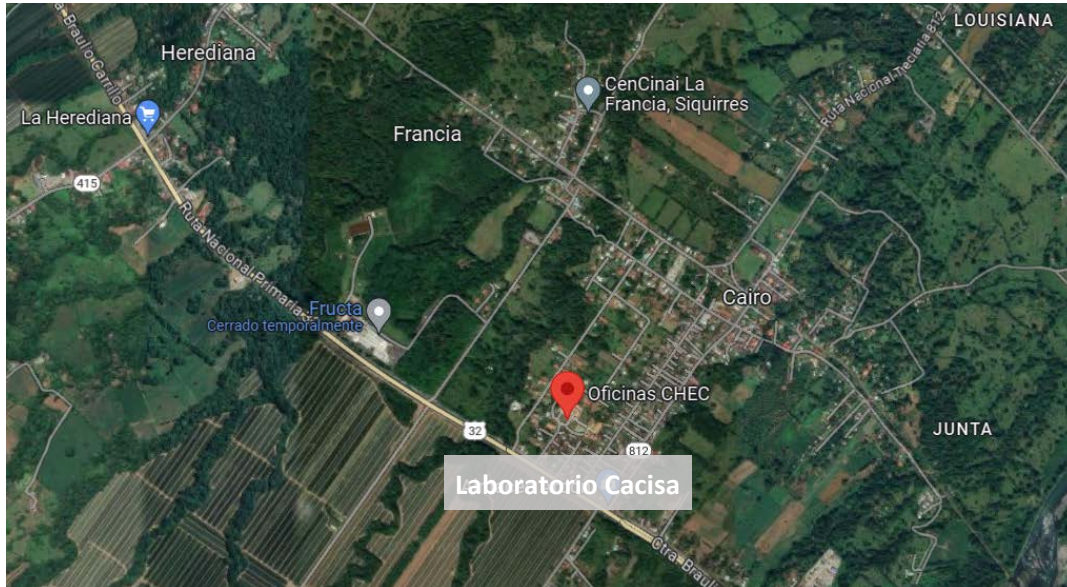
Tabla 1. Visitas realizadas al proyecto

No	Actividad realizada	Fecha de visita
1	Testificación de ensayos al concreto fresco (técnico A) <i>(cuneta DSM-B en km 100+622 a 100+650 Li Viaje 1. Camión B1-36. Guía 1673. Cantidad: 3,5m³)</i>	18/04/2023
2	Testificación de ensayos al concreto fresco (técnico A) <i>(losa de aproximación lado derecho del bastión B2, K73+517)</i>	27/04/2023
3	Testificación de ensayos al concreto fresco (técnico B) <i>(barrera New Jersey, K59+360)</i>	16/05/2023
4	Testificación de ensayos al concreto fresco (técnico B) <i>(Cuneta, K50+900, intersección Guápiles)</i>	25/05/2023
5	Testificación de ensayos al concreto endurecido (técnico C) <i>Laboratorio Cacisa, Instalaciones CHEC, El Cairo, Siquirres Figura 1</i>	26/05/2023
6	Reunión con personal de laboratorio	01/06/2023



Figura 1. Ubicación de las instalaciones remotas del Laboratorio de Cacisa donde se ejecutó la testificación a los ensayos de concreto endurecido. Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32

Fuente: Google Earth



Como parte de la visita realizada a los lugares donde se colaba concreto fresco y se realizaban los ensayos por parte del laboratorio de Cacisa, ubicadas en el proyecto de la Ampliación de la Ruta Nacional 32, el equipo auditor testificó la ejecución de los siguientes ensayos realizados al concreto fresco y endurecido:

- a) Muestreo de concreto recién mezclado INTE C17 (ASTM C172)
- b) Medición de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado INTE C43 (ASTM C1064)
- c) Método de ensayo para el asentamiento en el concreto del cemento hidráulico INTE C41 (ASTM C143)
- d) Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo en el campo. INTE C19 (ASTM C31)
- e) Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión INTE C42 (ASTM C231M)
- f) Moldes para el formado de cilindros verticales de concreto para ensayo. Especificaciones INTE C122 (ASTM C470/C470M)
- g) Uso de almohadillas no adheridas en la determinación del esfuerzo de compresión de cilindros de concreto endurecido INTE C22
- h) Resistencia a la compresión uniaxial de especímenes cilíndricos de concreto INTE C39



En lo que refiere a las fechas de testificación y técnicos evaluados, en la Tabla 2 se enumera estos antecedentes, además se asigna una identificación a cada técnico con el fin de referirse de aquí en adelante al colaborador del laboratorio de Cacisa.

Tabla 2 Lista de técnicos evaluados

Seudónimo	Iniciales	Fecha testificación	Ensayos testificados
Técnico A	HV	18/04/2023 y 27/04/2023	Concreto fresco (a, b, c, d, e y f)
Técnico B	IL	16/05/2023 y 25/05/2023	Concreto fresco (a, b, c, d, e y f)
Técnico C	JB	26/05/2023	Concreto endurecido (g y h)

5.1. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

En relación con los criterios utilizados en la ejecución del estudio corresponden con la normativa técnica especificada en los documentos siguientes:

- El cartel de licitación, incluyendo las Especificaciones Especiales, sus aclaraciones y sus enmiendas.
- La oferta adjudicataria.
- Los contratos, ofertas y sus respectivos documentos.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes (CR-2010) y su actualización.
- Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración
- Buenas prácticas de la ingeniería de calidad.
- Muestreo de concreto recién mezclado INTE C17:2018 (ASTM C172-17)
- Medición de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado INTE C43:2018 (ASTM C1064-17)
- Método de ensayo para el asentamiento en el concreto del cemento hidráulico INTE C41:2020 (ASTM C143-20)
- Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo en el campo. INTE C19:2022 (ASTM C31-21a)
- Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión INTE C42:2017 (ASTM C231M - 17a)
- Moldes para el formado de cilindros verticales de concreto para ensayo. Especificaciones INTE C122:2018 (ASTM C470/C470M-15)
- Uso de almohadillas no adheridas en la determinación del esfuerzo de compresión de cilindros de concreto endurecido INTE C22:2017 (ASTM C1231-15)





- Resistencia a la compresión uniaxial de especímenes cilíndricos de concreto INTE C39:2022 (ASTM C39-21)

6. ANTECEDENTES

La presente auditoría se lleva a cabo como parte de las responsabilidades asignadas en la ley 8114 en donde se establece realizar auditorías a los laboratorios que realizan actividades de control de calidad. Es por ello que desde el año 2020 se llevan a cabo auditorías a los laboratorios que realizan ensayos al concreto fresco y endurecido en los proyectos de construcción de obra nueva.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es realizar la ampliación de la calzada existente y la rehabilitación del pavimento existente en la Ruta Nacional N°32, en la sección comprendida entre: Intersección Ruta Nacional N°4 (Cruce de Sarapiquí) – Limón (Figura 2). El proyecto tiene una longitud de 107,24 km e incluye las siguientes actividades:

- 107,24 kilómetros de ampliación a cuatro carriles sobre la base de siete secciones transversales típicas, incluyendo ciclovías y aceras
- 5 intersecciones de dos niveles
- 36 puentes nuevos y los existentes a ser rehabilitados
- 23 puentes peatonales
- 176 bahías para autobuses
- 18 accesos a calles existentes
- 26 kilómetros de marginales de 4 metros de ancho

Las obras fueron desarrolladas a partir de las actividades y procesos constructivos como: movimiento de tierras, muros de concreto, elementos estructurales, obras de protección geotécnicas, topografía, obras de drenaje, pavimentos, señalización vial e iluminación.



Figura 2. Localización del proyecto de ampliación de la RN No. 32



8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-1275-2023

Como parte de los procedimientos de Auditoría Técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-1023-2023, se envió al Gerente de la Unidad Ejecutora RN32 del Conavi el presente informe en versión preliminar (identificado como EIC-Lanamme-INF-1275-2023) a la parte auditada para su análisis, y en caso de requerirse, se procedería a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría. Para tales efectos se otorgó un plazo de 15 días hábiles, el cual finalizaba el 14 de noviembre de 2023. En vista de que no se recibió respuesta de parte del auditado, en dicho periodo, no fue posible coordinar la presentación; sin embargo, viendo la importancia de realizar la exposición del contenido del informe y de común acuerdo con el ente auditado, el 11 de enero de 2024, se realizó la reunión para la presentación del presente informe, a fin de explicar los pormenores del mismo.

En la presentación participaron los ingenieros Jorge Sánchez Rivera, supervisión UNOPS (en representación del ingeniero Ronny Sánchez Chaves Gerente General ai Unidad ejecutora); Andrés Núñez Hernández, Ingeniero FIDIC RN32. Por parte de la Unidad de Auditoría del LanammeUCR estuvieron presentes los ingenieros Víctor Hugo Cervantes Calvo, Rose Mary Cabalceta Rubio, así como la coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica, la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc.



El día 15 de enero de 2024 se recibe oficio UE32-DRA-09-2024-0007 (0397) suscrito por el Gerente General ai de la Unidad Ejecutora RN32, donde se remite de manera oficial el documento CACISA-CR-CON-01005-2023, emitido el pasado 6 de noviembre de 2023, en donde se realiza el descargo al Informe Preliminar EIC-Lanamme-INF-1275-2023. Por lo que, el día 16 de enero de 2023 en cumplimiento con los procedimientos de auditoría técnica, se procede a emitir el informe EIC-Lanamme-1275-2023 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.

9. 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.

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.

9.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA

A continuación, se describen una serie de aspectos observados durante la testificación de los ensayos y la visita a las instalaciones centrales del laboratorio de verificación para que sean tomados en cuenta para su atención.

Hallazgo 1. Se identificaron algunas desviaciones sistemáticas en la ejecución de la mayoría de los procedimientos de ensayo de concreto fresco y concreto endurecido.

Sobre la testificación de ensayos de concreto fresco

- *Muestreo de concreto recién mezclado*

En lo que concierne al muestreo de concreto recién mezclado ejecutado según la norma INTE C17 (ASTM C172), se identificaron algunas desviaciones al método de muestreo por parte del técnico A, debido a que la muestra de concreto se tomó en una sola descarga, y no en incrementos tal como se indica en el apartado 5.2.1 de la norma (ver Figura 3).

Por otra parte, como oportunidad de mejora se observa que al finalizar el muestreo dicho técnico arrastra el concreto remanente en la canaleta con la pala, lo cual no se considera una buena práctica ya que no permite “fluir libremente el material”, tal como lo requiere la norma y podría causar segregación del material.

En cuanto al técnico B, ejecuta el método de muestreo según lo requerido por la norma técnica correspondiente.

Figura 3. Ejecución del ensayo de muestreo de concreto recién mezclado



a) Ejecución del técnico A



b) Ejecución del técnico B

Si bien en el descargo se quiere achacar la responsabilidad de la ejecución del ensayo a la llegada tardía del equipo auditor al sitio donde se realizaban las obras de colocación de concreto, es criterio de esta auditoría que el muestreo se debe realizar en total apego a la norma (en porciones), independientemente de si se retrasa o no la entrega del concreto. Por tanto se considera que el haber tomado la decisión de hacer la toma de una sola muestra, es completa responsabilidad del laboratorio.

- *Medición de la temperatura del concreto*

Durante la ejecución del método de ensayo de medición de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado según la norma INTE C43 (ASTM C1064), se observa que ambos técnicos (A y B) **Figura 4**, lo realizan dentro de un carretillo, lo que hace imposible afirmar que exista (o no) 75 mm de concreto alrededor y en todos los sentidos de la espiga del dispositivo de medición, según lo especificado en el apartado 5.2 de la norma. Lo cual podría afectar la correcta toma de la temperatura del concreto.

Si bien no se puede tener certeza completa de la distancia existente entre la superficie inferior del carrtillo y la punta de la espiga, las buenas prácticas de laboratorio sugieren utilizar un recipiente adicional, que permita certeramente asegurar los 75 mm de cemento alrededor de la espiga del termómetro..

Asimismo, en la testificación del día 25 de mayo del 2023, el técnico B inició la medición a los 12 minutos, después de la toma de la muestra, siendo lo correcto iniciar la medición en el período mínimo de 2 min pero no más de 5 min, según lo solicitado en el apartado 8.2 de la norma.

El equipo auditor no está de acuerdo con la afirmación que se realiza en el descargo, ya que en el apartado de 4.1.2 de la norma que compete Muestreo de concreto recién mezclado INTE C17 (versión vigente) indica: *“se deben iniciar los ensayos para asentamiento, temperatura y contenido de aire dentro de los 5 min después de obtenida la porción final de la muestra compuesta. Completar estos ensayos prontamente. Iniciar el moldeo de los especímenes para ensayos de resistencia dentro de los 15 min después de preparada la muestra compuesta”*.

Figura 4. Ejecución del ensayo de medición de temperatura de concreto recién mezclado



a) Ejecución del técnico A



b) Ejecución del técnico B



- *Asentamiento en el concreto*

En lo que se refiere al método de ensayo para el asentamiento en el concreto del cemento hidráulico según el estándar INTE C41 (ASTM C143), se debe destacar que el técnico A cumplió con la ejecución del ensayo de acuerdo con el procedimiento establecido en la normativa técnica; no obstante se detectaron aspectos a mejorar como lo son: la ausencia del marcado de cada uno de los tercios en el cono de asentamiento y el inadecuado agarre de la varilla, que no permite asegurar el ingreso de los 25 mm a través de la capa. Además, se recomienda evitar la manipulación del material con la varilla o la cuchara al momento de colocarlo en el cono. Dichos aspectos no afectan la ejecución del ensayo, pero mayores desviaciones podrían llegar a afectar a futuro.

En lo que respecta al técnico B, en las dos testificaciones realizadas, se identificaron desviaciones relacionadas con el punto 7.1 de la normativa de ensayo, en virtud a la apreciación visual que realiza el auditor cuando se evalúa el ingreso de la varilla -que realiza el técnico de ensayo- en las diferentes capas que componen el espécimen (usualmente 3). En donde se visualiza que no atravesó toda la profundidad primera capa con los golpes dados con la varilla. Situación similar sucedió durante la compactación de las capas 2 y 3, ya que no ingresó los 25 mm a través de la capa anterior, incumpliendo el apartado 7.2. Incidiendo en la adhesión que se procura entre capas.

Otro aspecto importante para considerar es que el técnico B no elimina la totalidad del concreto alrededor del molde (punto 7.3), eliminando solo parte del material al cual tiene más fácil acceso.

Figura 5. Ejecución del ensayo de asentamiento de concreto recién mezclado



a) Ejecución del técnico A



b) Ejecución del técnico B



- *Contenido de aire en el concreto*

En lo relacionado al método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión INTE C42 (ASTM C231M), en lo que respecta al técnico A (testificaciones de 18/04/2023 y 27/04/2023) se identifican algunas acciones a mejorar a la hora de ejecutar el ensayo como lo son: evitar la manipulación del material en el momento de colocarlo en el recipiente, tanto con la cuchara como con la varilla de apisonamiento, similar a lo observado en el apartado de “asentamiento en el concreto”.

Además, se aconseja evitar el uso de la varilla de apisonamiento para enrasar el recipiente, ya que el método INTE solo permite utilizar la barra enrasadora o la placa enrasadora para este propósito. Finalmente, se recomienda trazar una guía en el recipiente para marcar los tercios y asegurar el ingreso de los 25mm de la varilla de apisonamiento, en la capa anterior, tal como lo establece dicha norma.

Asimismo, durante la testificación del 16 de mayo del 2023 se observó que el técnico B no humedeció la totalidad del equipo (punto 8.1.1) ejemplo de ello sucedió con la tapa del equipo que fue colocada sin este paso.

Finalmente, para este ensayo se observó en las testificaciones del 27 de abril de 2023 y 16 de mayo de 2023 que el equipo para la medición del contenido de aire no se encontraba en las condiciones óptimas, a consecuencia de esto el agua no fluyó libremente a través del dispositivo por lo que se recomienda una revisión en relación con este tema (Ver **Figura 6**).

En cuanto al registro de los resultados se observa que ambos técnicos anotan en el campo de “factor de corrección por agregado” un valor de cero, cuando en realidad dicho factor no se determina en laboratorio para los correspondientes agregados y el equipo utilizado.

Figura 6. Ejecución del ensayo, determinación de contenido de aire en el concreto fresco



a) Ejecución del técnico A



c) Ejecución del técnico B



- Elaboración y curado de especímenes de concreto

En tanto, en la elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo en el campo de acuerdo con el estándar INTE C19 (ASTM C31), el técnico A si bien es cierto cumple con lo establecido en la norma de ensayo, se identifican algunos movimientos a mejorar que podrían incidir en una apropiada ejecución del ensayo, como lo son evitar acomodar el concreto con la cuchara al momento de colocarlo en el recipiente, además de marcar las alturas de las capas para tener una referencia segura.

En cuanto al técnico B se observa el incumplimiento del punto 9.4.1, de la citada norma, ya que de acuerdo a la apreciación visual que realiza el auditor cuando se evalúa el ingreso de la varilla -que realiza el técnico de ensayo- en las diferentes capas que componen el espécimen (usualmente 3) se visualiza que no se produce para cada capa superior, la penetración a través de la capa que está siendo apisonada y por la capa que está inmediatamente debajo hasta aproximadamente 25 mm. Se reitera evitar el acomodo del concreto con la cuchara, en cuanto no permite el “libre fluir” del concreto.

Sin embargo, en términos generales se identifica que el método de curado se cumple según el punto 10 del estándar, tanto para el técnico A, como el B, a modo de oportunidad de mejora se recomienda el llenado con arena hasta el borde superior del cilindro con el fin de asegurar un patrón similar de temperatura en la totalidad de la altura de los especímenes (Ver **Figura 7**).

Figura 7. Ejecución del ensayo de elaboración y curado de especímenes de concreto



a) Ejecución del técnico A



b) Ejecución del técnico B

Sobre la testificación de ensayos de resistencia a la compresión de cilindros

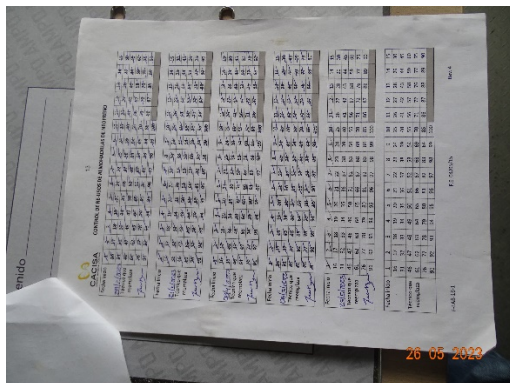
- *Almohadillas no adheridas*

En la testificación al técnico C en concordancia al estándar INTE C22 (ASTM C1231) Uso de almohadillas no adheridas en la determinación del esfuerzo de compresión de cilindros de concreto endurecido, se evidenció un cumplimiento parcial del punto 6.1, debido a que no se asegura la redondez del cilindro. El detalle se encuentra en la OBSERVACION 1.

Otro punto que se observó consiste en que no se realiza en su totalidad el procedimiento indicado en el apartado 6.2 que indica “se miden las depresiones bajo un borde recto medido con un calibrador de alambre a través de cualquier diámetro y las cuales no deben exceder 5 mm”, además no se comprueba si los extremos del cilindro no reúnen esta tolerancia, tal como indica la norma “el cilindro no debe ser ensayado a menos que las irregularidades sean corregidas cortando o puliendo”.

En la **Figura 8** se observa la bitácora de “usos de las almohadillas” y la dureza de estas, las cuales sí cumplen con lo especificado en la norma.

Figura 8. Ejecución del ensayo de Uso de almohadillas no adheridas



a) Bitácora de usos de almohadilla



b) Número de almohadilla

- *Resistencia a la compresión uniaxial*

El otro estándar ejecutado por el técnico C fue el INTE C39 Método de ensayo de resistencia a la compresión uniaxial de especímenes cilíndricos de concreto, se determinó que el requisito 7.4.2. de la norma se aplica de manera parcial, pues se aplica la carga sin exceder el 10% de la resistencia, sin embargo, en ese momento se apaga la máquina de ensayo, cuya acción podría afectar la aplicación de la carga, por lo que esta forma de trabajo no garantiza que se mantenga la carga. Al ser las almohadillas de un material elastomérico,



estas pueden deformarse durante la aplicación de la carga, por lo que se debe comprobar la perpendicularidad, para que la aplicación de la carga sea únicamente de forma uniaxial y no se ve afectada por una carga que se encuentre fuera del eje. Lo que pretende la norma es corroborar la perpendicularidad cuando se alcanza este 10% de la carga, por lo que debe sostenerse y mantenerse lo más constante posible,

Igualmente se cumple de forma parcial, el punto indicado en el apartado 8.5.2., donde si bien es cierto que se aplica la carga a una velocidad correspondiente a una razón de esfuerzo de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s (35 ± 7 psi/s), durante la primera mitad de la fase de carga anticipada, en la última mitad el técnico se mantiene ajustando el dispositivo de control de la velocidad durante este período, por lo que no deja “libre la velocidad de carga” tal como se solicita en la norma de ensayo.

Hallazgo 2. Se evidencia que ciertas secciones del PG-11 “Control de equipos de medida y ensayo” y algunos de los registros de comprobación de equipos carecen de instrucciones o de información, respectivamente, requerida por la normativa de ensayo para asegurar que el equipo cumple los requisitos de la normativa.

Sobre la elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo en el campo (INTE C19 (ASTM C31))

Como parte de la revisión de la documentación relacionada con el estándar INTE C19 (ASTM C31) Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo en el campo, se evalúa la norma de referencia INTE C122 (ASTM C470) Especificaciones para moldes para el formado de cilindros verticales de concreto para ensayo, la cual, al ser citada en el texto, constituye un requisito de la norma INTE C19.

En lo referente a las comprobaciones de los moldes se identifica que se cumple parcialmente el apartado 4.3 INTE C122 (ASTM C470), en este se establece que las comprobaciones se van a realizar cada 6 meses como lo indica la norma (Ver Figura 9).

Dicha norma indica que aparte de las mediciones comunes que se realizan en los moldes (diámetro y altura), se deberá comprobar también:

1. Los moldes reutilizables deben ser ensayados para fugas de agua, como se indica en el apartado 6.4
2. Determinar su resistencia a daños como se describe en el apartado 6.3.1
3. Evaluar su estabilidad dimensional, de acuerdo con los apartados 3.1.2 y 3.1.3 inicialmente cuando se reciben y luego cada 50 usos o cada seis meses, lo que ocurra primero

De la información analizada se evidencia que las secciones relacionadas con mediciones de los moldes del PG-11 no especifican actividad alguna con los 3 puntos indicados, así



como los registros de comprobación no contienen información relacionada con estos 3 aspectos de comprobación, tal como lo establece la normativa de ensayo.

Figura 9. Programa de comprobación RN 32, laboratorio de Cacisa.

Id	Descripción	Ubicación	Comprobación (yyyy-mm-dd)		Frecuencia de Comprobación (meses)
			Última Comprobación	Próxima Comprobación	
MCC-568	Molde de concreto	Proyecto Ruta 32 (Siquirres)	may-23	nov-23	6
MCC-570	Molde de concreto	Proyecto Ruta 32 (Siquirres)	may-23	nov-23	6
MCC-572	Molde de concreto	Proyecto Ruta 32 (Siquirres)	may-23	nov-23	6
MCC-575	Molde de concreto	Proyecto Ruta 32 (Siquirres)	mar-23	sep-23	6
MCC-582	Molde de concreto	Proyecto Ruta 32 (Siquirres)	may-23	nov-23	6
MCC-588	Molde de concreto	Proyecto Ruta 32 (Siquirres)	may-23	nov-23	6

Fuente: Laboratorio Cacisa

Se observa que el laboratorio declara moldes como “aptos” sin que se haya documentado y verificado aspectos como lo son estanqueidad, planicidad y perpendicularidad, incumpliendo así los apartados 3.1.2, 3.1.3 y 6.4, según la norma INTE C122. En la Tabla 3 se evidencia la revisión de las comprobaciones según el número de molde.

Tabla 3 Revisión de procedimientos para pruebas de estanqueidad, planicidad y perpendicularidad. Fuente: LanammeUCR

Molde	Estanqueidad	Planicidad	Perpendicularidad
575	no	no	no
582	no	no	no
644	no	no	no
648	no	no	no
650	no	no	no
749	no	no	no
752	no	no	no
769	no	no	no
778	no	no	no
789	no	no	no
843	no	no	no
852	no	no	no





En relación con el documento F-PG-23-6 Comprobación moldes Cilindros de concreto, utilizado en el 83% de los registros (80 de 96), si bien es cierto se registran diámetros y alturas de los cilindros (Ver Figura 10) se cumple parcialmente el apartado 3.1.2 del estándar NTE C122 (ASTM C470); debido a que no se demuestra que se cumpla con la altura nominal en más de un 2%. Tampoco contiene una declaración de especificación o criterio de aceptación para altura.

Además, la declaración de conformidad establecida para los diámetros de los moldes (Diferencia máxima individual de 3 mm), no satisface el criterio que las medidas obtenidas no difieran del diámetro nominal por más de un 1%, ya que dicha magnitud de 3 mm corresponde a un 2,95%.

Figura 10. Procedimiento F-PG-23-6

F-PG-23-6 Comprobación Moldes Cilindro de Concreto (Grande o pequeño)

Se mide con un vernier digital patrón y se registra el diámetro interno del molde lo más cercano a 0,1 mm o mejor, se rota el molde 90° (un cuarto de vuelta) y se mide y registra nuevamente el diámetro interno. Se calcula el diámetro promedio y se compara con la especificación.

Se mide con una cinta métrica y se registra la altura del molde, se rota el molde 180° (media vuelta) y se mide y registra nuevamente la altura del molde. Se calcula la altura promedio y se compara con la especificación.

a)

Nota: Tomado del PG-11 Apartado 11.46 Moldes, página 82

Código: MCC-575 Realizado por: 
Equipo: _____
Código: VER-036 C-237
Patrón: _____

Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Promedio (mm)	Especificación
1	2		Individuales
103,83	102,22	103,03	Diferencia max: 3,0 mm

Altura (mm)	Altura (mm)	Promedio (mm)
1	2	
200,00	200,00	200,00



Medición de los diámetros

Observaciones:
APTO

b)

Nota: Extracto del F-PG-23-6

De la revisión de los documentos aportados se determina que, para el registro de la comprobación de las dimensiones de los moldes usados para la elaboración de los cilindros de concreto, se utilizan dos diferentes formatos de documentos (F-PG-23-6 y F-PG-23-8) los cuales tienen discrepancias en las magnitudes de aceptación de diámetros y alturas (a pesar de que el equipo cuenta con las mismas características entre sí). En vista que se logró evidenciar un uso indistinto de los registros para tal fin, tal como se ejemplifica en la **Tabla 4** donde se muestra la frecuencia de uso de ambos documentos para 6 moldes.





Tabla 4 Utilización de registros para comprobación. Fuente: LanammeUCR

Identificación del molde	Total registros	Identificación del registro	
		F-PG-23-6 dif max 3,0	F-PG-23-8 dif max 2,0
MCC-582	5	3	2
MCC-644	5	3	2
MCC-648	5	3	2
MCC-749	5	3	2
MCC-843	5	3	2
MCC-852	6*	3	3

* Existen 2 registros (de cada identificación) con igual fecha, pero resultados diferentes.

Otro aspecto que llama la atención es que, de la revisión de los registros de comprobación aportados durante la ejecución de la auditoría, se logra observar que un cilindro utilizado en los ensayos realizados al concreto fresco durante los días 18 de abril, 27 de abril y 25 de mayo de 2023 no cumplía con el requisito para la tolerancia para el diámetro establecida en la norma ASTM C470 de tener una dimensión de diámetro nominal $\pm 1\%$.

Tabla 5. Revisión de registros de comprobación. Fuente: LanammeUCR

Molde	Diámetro (mm)		promedio	101,6 \pm 1%	Diferencia indicada (mm)	Diferencia real (mm)	Diferencia entre ellos (mm)		Equipo comprobación
575	103,83	102,22	103,03	1,40%	3	1,43	1,55%	1,58%	VER-036
582	100,71	101,81	101,26	-0,33%	2	-0,34	-1,09%	-1,08%	VER-020
644	101,86	102,68	102,27	0,66%	2	0,67	-0,81%	-0,80%	VER-036
648	101,95	101,98	101,97	0,36%	2	0,37	-0,03%	-0,03%	VER-020
650	102,50	102,19	102,35	0,73%	3	0,75	0,30%	0,30%	VER-036
749	102,33	102,48	102,41	0,79%	3	0,81	-0,15%	-0,15%	VER-020
752	101,42	101,36	101,39	-0,21%	3	-0,21	0,06%	0,06%	VER-036
769	101,36	102,26	101,81	0,21%	3	0,21	-0,89%	-0,88%	VER-020
778	102,02	101,46	101,74	0,14%	3	0,14	0,55%	0,55%	VER-020
789	101,52	101,41	101,47	-0,13%	3	-0,13	0,11%	0,11%	VER-020
843	101,92	101,08	101,50	-0,10%	2	-0,10	0,82%	0,83%	VER-020
852	102,52	102,60	102,56	0,94%	2	0,96	-0,08%	-0,08%	VER-020

Cumple
 No cumple

Asimismo, no se evidencia declaración de las magnitudes de aceptación usadas en los registros para la comprobación del diámetro de los moldes de $101,6 \pm 1\text{mm}$ y altura de $203,2 \pm 4,1\text{mm}$

De acuerdo con la tolerancia declarada en los registros de comprobación para el diámetro de los moldes en los cuales se establece una magnitud de $101,6 \pm 1,0\text{ mm}$, se logra determinar que 10 mediciones individuales fueron mayores al valor máximo declarado ($102,6\text{ mm}$), las cuales corresponden a 7 de los moldes estudiados. Sin embargo, solo 1 molde incumple la medición promedio.

Tabla 6. Mediciones de diámetros. Fuente: LanammeUCR





Identificación	Fecha	Diámetro interno 01	Diámetro interno 02	Promedio
MCC-644	3-may-23	101,86	102,68	102,27
MCC-644	2-may-21	102,64	102,41	102,53
MCC-644	26-may-21	102,52	102,63	102,58
MCC-575	26-sep-22	103,83	102,22	103,03
MCC-575	8-mar-23	103,83	102,22	103,03
MCC-582	18-nov-22	101,83	102,72	102,28
MCC-648	19-nov-21	102,61	102,58	102,60
MCC-650	18-may-22	101,83	102,72	102,28
MCC-749	18-may-22	101,25	102,8	102,03
MCC-778	7-mar-19	102,78	102,02	102,40

Para finalizar no se encuentra evidencia sobre el control de la varilla de 10 mm de diámetro necesaria para realizar el ensayo de moldeo de cilindros.

Sobre la calibración y comprobación de equipos

A partir de la revisión de la documentación relacionada con el estándar INTE C41 (ASTM C143) Asentamiento en el concreto del cemento hidráulico, se examina el formulario F-PG-23-15 Rev. 6 F.E.: 16/01/17 Comprobación de equipo de revenimiento, correspondiente al procedimiento interno del laboratorio y el PG-11 Rev.26 Control de equipos de medida y ensayo, apartado 11.25. Equipo de revenimiento.

Se evidencia el incumplimiento del apartado 5.1.1 según la norma INTE C41 “Asentamiento en el concreto del cemento hidráulico”, lo anterior debido a que para las comprobaciones de espesor (como lo solicita el PG-11 Rev.26, apartado 11.25. Equipo de revenimiento y lo demuestra el F-PG-23-15 Rev. 6) se realizan solamente en dos puntos (Ver Figura 11), y no como lo indica el apartado mencionado de la norma que “se deben hacer dos mediciones separadas aproximadamente a 180° entre sí a 25 mm ± 10 mm desde la parte superior del molde, dos medidas separadas aproximadamente a 180° a 25 mm ± 10 mm desde el fondo del molde, y se debe calcular el promedio de las cuatro mediciones”.



Figura 11. F-PG-23-15 Rev. 6 F.E.: 16/01/17 Comprobación de equipo de revenimiento.
Fuente: Cacisa

Código				
Patrón: VER-020/C-237				
Cono	Diámetro base		Promedio	Especificación
	201,71	202,49	202,1	(203 ± 3) mm
	Diámetro superior		Promedio	Especificación
	101,89	102,93	102,41	(101 ± 3) mm
	Altura		Promedio	Especificación
	305	305	305	(305 ± 3) mm
Espesor pared	Promedio		Especificación	
	2,71	2,68	2,695	1,5 mm mínimo
Varilla	Diámetro		Promedio	Especificación
	15,89	15,94	15,915	(16 ± 2) mm
	Longitud		Promedio	Especificación
59,9	59,8	59,85	(60 ± 2) cm	
Mazo	Masa		Especificación	
	NA		(0,6 ± 0,2) kg	
Observaciones:				
Apto.				

En lo que respecta a la varilla de apisonamiento según el punto 5.2 del estándar INTE C41, se indica que esta debe ser de 100 mm más grande que la profundidad del molde en donde se realizará el apisonamiento, pero no mayor que 600 mm de largo. Si bien es cierto el dispositivo cumple con el apartado, la medición declarada en el registro aludido no permite afirmar que se realiza dicha comprobación (varilla 100 mm más grande que la profundidad del molde).

Por otra parte, se recomienda revisar la declaración de conformidad de la tolerancia en el F-PG-23-15 Rev. 6, en donde se indica que será de ± 2 cm sobre la medición de 60 cm, ya que el ámbito superior $60+2 = 62$ cm estaría provocando un incumplimiento de la longitud máxima de 600 mm permitida por la norma.

- Equipo de contenido de aire

Respecto al análisis del documento PG-11 Rev.26, apartado 11.19 donde se establecen las actividades a realizar para la comprobación del equipo de contenido de aire (RCA-003) y el registro F-PG-23-27 Rev7 "Comprobación equipo de contenido de aire" donde se evidencian las actividades metrológicas realizadas, se puede evidenciar que se efectúan las comprobaciones de dimensiones y masa de los componentes del equipo, tal como se resume en la **Tabla 7**.



Tabla 7 Revisión de equipo de contenido de aire. Fuente: LanammeUCR

Nombre	Identificación	Calibración o comprobación	Documento	Fecha	Anterior	Periodicidad
Equipo de aire	RCA-003	Calibración	SCM-20201109-113-27	24-nov-20	No se usó en 2021	Cada 3 años
Manómetro						
Recipiente		Comprobación	F-PG-23-27 Comprobación equipo de contenido de aire	18-oct-22		Cada año
Mazo (sin identificación visible)						
Varilla (sin identificación visible)						
Placa (sin identificación visible)						

En relación con el documento “Control de equipos de medida y ensayo” en el apartado 11.19 establece que se realizarán algunas comprobaciones visuales en el equipo, tales como “el cierre hermético de la tapa de recipiente, que no presente agrietamientos que puedan causar una fuga durante la realización del ensayo y revisar que las prensas que fijan la tapa con el recipiente se encuentren en buen estado y no queden flojas o desajustadas”, además indica que se debe “verificar visualmente el buen estado de válvulas de aire, válvulas de alivio de aire, grifos de purga, bomba y los tubos del equipo”. Sin embargo, el registro F-PG-23-27 Rev7 no contiene información alguna que permita afirmar que estas verificaciones visuales fueron realizadas, tal como se ha observado en otros registros donde se solicita este tipo de confirmaciones visuales.

Adicionalmente en el PG-11 Rev.26 Control de equipos de medida y ensayo, apartado 11.19 se describe un procedimiento que involucra agregados gruesos, finos y el recipiente (tal como se transcribe en la Figura 12), sin embargo, no se indica cual es el propósito de este procedimiento. No obstante, al consultar la norma de ensayo INTE C42 “Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión” se identifica que el párrafo referido corresponde al apartado 6.3 el cual es solamente un paso de una secuencia de pasos de la sección 6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN DEL AGREGADO.



Figura 12. Procedimiento donde se usa agregados gruesos y finos. Fuente: Cacisa

“Se mezclan muestras representativas de agregado fino, F_s , y agregado grueso, C_s , y se colocan en el recipiente de medición lleno con agua hasta un tercio de su volumen total. Dentro del recipiente de medición, se coloca, poco a poco, la mezcla de agregados en pequeñas cantidades cada vez. Si fuese necesario, se agrega agua adicional para inundar todo el agregado. Se añade cada porción de agregado de manera que atrape la menor cantidad posible de aire y se quita rápidamente cualquier acumulación de espuma. Se golpean los lados del recipiente y se compacta ligeramente la capa superior de 25 mm (1 pulgada) del agregado, de ocho a doce veces. Luego de cada adición de agregado, se debe agitar para eliminar el aire atrapeado.”

Adicionalmente, el registro F-PG-23-27 Rev7 registra datos de ciertas mediciones que no se declaran como parte del procedimiento en el PG-11, apartado 11.19, ni se puntualiza el detalle de ejecución las cuales corresponden a la sección 4.4 Recipiente de calibración, en la cual se corrobora.

Figura 13. F-PG-23-27 Rev7 “Comprobación equipo de contenido de aire”. Fuente: Cacisa.

Recipiente de calibración	38,20	38,16	307	0,351	% Recipiente de medida	
	38,11				4,9%	
Manómetro	$W_{\text{recipiente+placa}}$ (g)	4789	Determinación 1		Determinación	
	$W_{\text{recipiente+placa+agua}}$ (g)	11834	$W_{\text{probeta+agua}}$ (g)	532,0	$W_{\text{probeta+agua}}$ (g)	532,0
	W_{agua} (g)	7050	% A_{masa}	0,0%	% A_{masa}	5,0%
	W_{probeta} (g)	180,0	% $A_{\text{manómetro}}$	5,0%	% $A_{\text{manómetro}}$	5,0%
	Error máximo	0,1%	Error	0,0%	Error	0,0%

Finalmente, con relación a lo declarado en la sección 6 del procedimiento IE-023 Rev. 8 “Determinación del Contenido de aire del Concreto Recién Mezclado por el Método de Presión” en cuanto a la determinación del factor de corrección del agregado, se observa que:

1. En los registros de formación (IE-023 Confirmación de Ejecución) de los técnicos de ensayo, se indica que se aplica adecuadamente el factor de corrección del agregado en el paso relacionado “Revisar que se calcula el contenido final de aire restando el Factor de Corrección del Agregado, de la lectura de la carátula del manómetro y registre los resultados”.
2. Qué en la documentación aportada no se observa registro alguno, que demuestre que se haya determinado el factor de corrección del agregado, respecto a lo declarado en los registros.





- Equipo para la ejecución de las normas INTE C39 (ASTM C39) Resistencia a la compresión e INTE C22 (ASTM C1231) Uso de almohadillas

A partir de la revisión de la documentación relacionada con los estándares INTE C39 (ASTM C39) Resistencia a la compresión uniaxial de especímenes cilíndricos de concreto e INTE C22 (ASTM C1231) Uso de almohadillas no adheridas en la determinación del esfuerzo de compresión de cilindros de concreto endurecido, se evidencia que la máquina de fuerza, la cinta, las galgas y la escuadra verificadora de perpendicularidad cuentan con las calibraciones o comprobaciones al día.

Asimismo, se evidenció que no se realiza la comprobación de los bloques de aplicación de carga en la máquina de fuerza y no se tiene control metrológico, ni comprobación de anillos retenedores.

En la observación 1 se profundiza un aspecto relacionado con el instrumento de medición utilizado (cinta π) para la medición de los especímenes para determinar si cualquier diámetro individual -de un mismo cilindro- difiere de cualquier otro diámetro por más de 2 %.

Hallazgo 3. Se determina que algunas de las comprobaciones (15%) de los moldes para cilindros para concreto, se realizan posterior a los 30 días o más, de lo indicado en la programación.

Respecto al cumplimiento de la frecuencia de comprobación de las dimensiones de los moldes declarada por el laboratorio en el Programa de Comprobación Ruta 32, se determina que de los 54 registros de comprobación de cilindros para concreto revisados, el 15% evidencian un atraso de 30 días o más, con respecto al plazo de cada 6 meses establecido para dicha actividad en los moldes para el formado de cilindros de concreto.

Tabla 8. Días entre comprobaciones de moldes. Fuente: LanammeUCR

días	cantidad	subtotal	porcentaje
Menos 30	2	2	3,7%
Menos 15 180 (6 meses)	12 30	44	81,5%
Más de 15	2		
Más de 30	8	8	14,8%

Mantener equipo de ensayo sin comprobar su estado metrológico, pone en riesgo que dichos moldes no estén cumpliendo las dimensiones en el momento de su uso, tal y como sucedió con un molde durante la auditoria, que sus dimensiones no cumplían las dimensiones requeridas por la normativa.





Observación 1. Se observa que se utiliza un instrumento de medición no apto para el diámetro de los cilindros de concreto, que no permite corroborar posibles deformaciones del espécimen.

Durante la testificación de la ejecución del ensayo de las normas INTE C39 (ASTM C39) Resistencia a la compresión uniaxial de especímenes cilíndricos de concreto e INTE C22 (ASTM C1231) Uso de almohadillas no adheridas en la determinación del esfuerzo de compresión de cilindros de concreto endurecido, se determinó el cumplimiento parcial del punto 7.1. en vista de que la medición del diámetro del cilindro de concreto se realiza de una forma indirecta con el instrumento de medición denominado cinta pi, ver Figura 14

Esta auditoría considera que el instrumento utilizado es inadecuado ya que solamente se obtiene una medición del diámetro (de forma indirecta), además que no permite poner en práctica el propósito de la medición, la cual es verificar mediante la comparación de 2 mediciones directas que “ningún diámetro individual del espécimen difiere en más del 2% de otra medición de diámetro”, o sea identificar que el cilindro tenga o no una deformidad en su diámetro.

Figura 14. Medición de diámetro con cinta pi, ensayo resistencia a la compresión de cilindros





Observación 2. Se observan inconsistencias técnicas en los datos escritos en algunos de los registros de comprobación de las mediciones de los moldes para cilindros de concreto.

Sobre las mediciones realizadas a los moldes para moldeo de cilindros de concreto

El presente apartado no corresponde a incumplimientos puntuales de las normas, sin embargo, se elabora el análisis debido a que llama la atención a esta auditoría el reporte de las mediciones dadas en los registros de comprobación.

Respecto con las mediciones de diámetro interno de los moldes para cilindros de concreto, se observan valores idénticos, en registros correspondientes a periodos consecutivos, a pesar de realizar las mediciones con un vernier con una resolución declarada de 0,001. (Ver detalle **Tabla 9**).

Tabla 9. Revisión de registros de comprobación de moldes. Fuente: LanammeUCR

Identificación	Fecha de los registros	Repetición información
MCC-650	registros del 18-May-22 y 2-Nov-22	ambas mediciones
MCC-769	registros del 20-Sep-22 y 3-Mar-23	ambas mediciones
MCC-789	registros del 20-Sep-22 y 3-Mar-23	ambas mediciones
MCC-575	registros del 26-Sep-22 y 8-Mar-23	ambas mediciones
MCC-582	registros del 1-Nov-22 y 3-May-23	ambas mediciones
MCC-843	registros del 1-Nov-22 y 3-May-23	ambas mediciones
MCC-852	registros del 18-Nov-22 y 3-May-23	ambas mediciones

Es usual, que instrumentos de medición con dicha exactitud no arrojen el mismo valor (valor idéntico) en mediciones realizadas al azar, en un equipo de ensayo. Este aspecto toma mayor relevancia, al considerar que el equipo ha sufrido un periodo de 6 meses de uso y por ende desgaste. Por lo que, aunque se logre medir exactamente en el mismo punto en dos periodos consecutivos, las medidas deberían de variar, aunque sea en el tercer decimal. Lo cual hace que sea mucho menos probable que la información sea igual en 7 moldes, de periodos consecutivos.

Llama la atención a esta auditoría como en 32 registros de mediciones de altura realizadas con cinta métrica, se reportan las mediciones con 2 decimales de exactitud, cuando la precisión declarada para este instrumento es de solamente 1 decimal. Al realizar mediciones con cinta métrica, es factible diferenciar la menor división de escala (1 mm) o sea un decimal. Por lo que reportar medidas con 2 decimales, significaría que se puede medir con una exactitud de $\frac{1}{10}$ de mm, lo cual es prácticamente imposible con una cinta métrica.





Tabla 10. Revisión de cilindros de comprobación de moldes. Fuente: LanammeUCR

MCC-582	26-May-21	MCC-644	19-Nov-21
MCC-582	19-Nov-21	MCC-644	18-May-22
MCC-582	18-May-22	MCC-644	18-Nov-22
MCC-582	1-Nov-22	MCC-644	3-May-23
MCC-582	3-May-23	MCC-843	12-May-21
MCC-648	26-May-21	MCC-843	12-Nov-21
MCC-648	12-Nov-21	MCC-843	18-May-22
MCC-648	18-May-22	MCC-843	1-Nov-22
MCC-648	1-Nov-22	MCC-843	3-May-23
MCC-648	3-May-23	MCC-852	12-May-21
MCC-650	2-May-21	MCC-852	12-Nov-21
MCC-650	27-Nov-21	MCC-852	18-May-22
MCC-650	18-May-22	MCC-852	18-Nov-22
MCC-650	2-Nov-22	MCC-852	3-May-23
MCC-650	10-May-23	MCC-749	16-Mar-21
		MCC-749	19-Sep-21
		MCC-749	3-Mar-22



10. CONCLUSIONES

A partir del análisis de las evidencias recopiladas en cada uno de los diferentes lugares de evaluación mencionados en el desarrollo de la presente auditoría, se detallan las siguientes conclusiones:

- Se identifican algunas desviaciones sistemáticas en la ejecución de los ensayos de muestreo y ensayo de concreto fresco y de resistencia a la compresión de cilindros según las normas INTE C17 (ASTM C172), INTE C43 (ASTM C1064), INTE C41 (ASTM C143), INTE C42: 2017 (ASTM C231M-17 a), INTE C19 (ASTM C31), INTE C22 (ASTM C1231) y INTE C39 (ASTM C39). Dichas desviaciones no comprometen los resultados de ensayo, sin embargo, son oportunidades de mejora para la correcta ejecución de los ensayos.
- Se observa que en ciertas secciones del PG-11 “Control de equipos de medida y ensayo” se deben complementar algunas instrucciones, para la comprobación de equipos de ensayos de concreto fresco. Además, incluir la recopilación de información relevante en algunos de los registros de comprobación de equipos, todo ello requerido por la normativa de ensayo para asegurar que el equipo cumple los requisitos de la normativa.
- Se determina que el 15% de las comprobaciones de los moldes para cilindros para concreto, se realizan tiempo después de lo dispuesto en la programación.
- Se utiliza un instrumento para medir el diámetro de los cilindros de concreto, que no permite corroborar posibles deformaciones del espécimen.
- En algunos de los registros de comprobación de las mediciones de los moldes para cilindros de concreto se observan inconsistencias técnicas en los datos reportados.



11. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Unidad Ejecutora Ruta 32, por el laboratorio CACISA (finalizada la Supervisión a la emisión de este informe) y para la futura empresa supervisora, con el propósito de que se valoren e implementen las siguientes recomendaciones.

- Elaborar un plan de actualización del personal técnico en las normas de ensayo al concreto fresco.
- Implementar un programa de supervisión a los técnicos de campo, que permita identificar desviaciones en la ejecución de los procedimientos de ensayos de acuerdo a la normativa y de esta forma corregirlas.
- Incluir, en el procedimiento de “Control de equipos de medida y ensayo” y en los registros, aspectos esenciales para la confirmación del buen estado de los equipos de ensayo.
- Desarrollar un sistema de control que permita detectar a tiempo errores o inconsistencias en la información que se ingresa en los registros de comprobación de equipos.



12. REFERENCIAS

MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.

INTE C17:2018, *Muestreo de concreto recién mezclado*, INTECO (2018).

INTE C48:2018, *Medición de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado*, INTECO (2018).

INTE C41:2020, *Método de ensayo para el asentamiento en el concreto del cemento hidráulico*, INTECO (2018).

INTE C42:2017, *Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión*

INTE C19:2019. *Práctica normalizada para hacer y curar especímenes de concreto para ensayo en campo*, INTECO (2019).

INTE C122:2018, *Moldes para el formado de cilindros verticales de concreto para ensayo. Especificaciones*

INTE C39:2022, *Resistencia a la compresión uniaxial de especímenes cilíndricos de concreto*

INTE C22:2017, *Uso de almohadillas no adheridas en la determinación del esfuerzo de compresión de cilindros de concreto endurecido*

ASTM C1064/C1064M-17 *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*, ASTM International.

ASTM C172/C172M-17, *Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete*, ASTM International.

ASTM C143/C143MM-20, *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*, ASTM International.

ASTM C31/C31M-19, *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, ASTM International

ASTM C231/C231M-22 *Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method*, ASTM International

ASTM C39 / C39M *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, ASTM International

ASTM C1231/C1231M-15 *Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Cylindrical Concrete Specimens*, ASTM International

ASTM C470/C470M-02 *Standard Specification for Molds for Forming Concrete Test Cylinders Vertically*, ASTM International



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Víctor Cervantes Calvo Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio Auditora Técnica	Preparado por: Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc Experta Técnica
Visto Bueno de Legalidad: Licd. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal LanammeUCR	Revisado y aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Director General LanammeUCR



12. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada

El Equipo Auditor considera todos los resultados de la auditoría incluidos en este informe como relevantes y considera que existe el riesgo potencial de que se materialice lo alertado en cada uno de ellos. No obstante, con el objetivo de brindar una herramienta para que las instituciones a las cuales el LanammeUCR debe informar sus resultados, según lo establecido en el artículo 6 de la Ley 8114, puedan priorizar la atención de las recomendaciones que surgen de los análisis desarrollados en el presente informe, se presenta la siguiente valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y carácter contractual.

El Equipo Auditor categorizó el impacto, la urgencia de atención de las recomendaciones y el carácter contractual según lo establecido en la Tabla A.1 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, que el resultado de la auditoría encontrado generó en la calidad de la obra. La urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido de las recomendaciones emitidas por el LanammeUCR. El carácter contractual denota si el resultado de la auditoría se basa en una cláusula de carácter contractual o si su respaldo técnico no necesariamente tiene un carácter contractual para el proyecto. También valora si su incumplimiento es parcial o total.

Tabla A.1. Valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y cumplimiento contractual

	Categoría	Valoración
Impacto	Bajo	1
	Medio	3
	Alto	5
Urgencia ¹	Largo plazo	1
	Mediano plazo	3
	Corto plazo	5
Carácter contractual	No contractual	1
	Incumplimiento contractual parcial	3
	Incumplimiento contractual total	5

¹El corto plazo se considera un plazo menor a un año desde la emisión del informe. El mediano plazo se entiende por un plazo comprendido entre 1 y 5 años. El largo plazo se entiende por un plazo mayor a 5 años.

Posteriormente, se obtuvo el promedio de las valorizaciones obtenidas según cada categoría y se determinó la prioridad de atención sugerida para las partes interesadas según lo establecido en la Tabla A.2.



Tabla A.2. Prioridad de atención sugerida según la valoración de los resultados de la auditoría realizada por el Equipo Auditor

Prioridad de atención sugerida	Rango de valoración
Baja	1 – 2
Media	2 – 3
Alta	3 - 4
Muy alta	4 - 5

Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas.


En la Tabla A.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla A.2.

Tabla A.3. Valoración de los resultados de la auditoría y priorización de atención sugerida

Resultado	Cumplimiento contractual	Impacto	Urgencia	Valoración
Hallazgo 1: Se identificaron algunas desviaciones sistemáticas en la ejecución de la mayoría de los procedimientos de ensayo de concreto fresco y concreto endurecido	3	3	5	3,67
Hallazgo 2. Se evidencia que ciertas secciones del PG-11 "Control de equipos de medida y ensayo" y algunos de los registros de comprobación de equipos carecen de instrucciones o de información, respectivamente, requerida por la normativa de ensayo para asegurar que el equipo cumple los requisitos de la normativa.	3	3	3	3,00
Hallazgo 3. Se determina que algunas de las comprobaciones (15%) de los moldes para cilindros para concreto, se realizan posterior a los 30 días o más, de lo indicado en la programación.	3	3	5	3,67
Observación 1: Se observa que se utiliza un instrumento de medición no apto para el diámetro de los cilindros de concreto, que no permite corroborar posibles deformaciones del espécimen.	1	3	3	2,33
Observación 2. Se observan inconsistencias técnicas en los datos escritos en algunos de los registros de comprobación de las mediciones de los moldes para cilindros de concreto.	1	3	3	2,33



Anexo 2. Análisis del descargo al Informe Preliminar LM-EIC-D-1275-B-2023

 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 1/13

1. Nombre Informe

EIC-Lanamme-INF-1275-2023: "Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco en el proyecto Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón".

2. Descargo

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe EIC-Lanamme-INF-1275-2023 en versión preliminar fue remitido a la Gerencia de la Unidad Ejecutora del proyecto (UE32) el día 24 de octubre del 2023 mediante el oficio EIC-Lanamme-1023-2023 para que fuese analizado. Además, se indicó que en caso de considerarse necesario quedaba disponible realizar la presentación del informe de forma virtual, para mayor entendimiento. Sin embargo, no se recibió solicitud de la misma. Por lo tanto, considerando el plazo otorgado de 15 días hábiles a los auditados para que se refirieran al informe preliminar de forma escrita, la fecha límite para tal efecto es 15 de noviembre del 2023.

El día 03 de noviembre del 2023 se recibe el descargo emitido por CACISA mediante el oficio CACISA-CR-CON-01005-2023 donde se presentan los argumentos planteados con relación al contenido del informe mencionado anteriormente. Dichos alegatos fueron analizados por el equipo auditor, y todas aquellas que no son de carácter subjetivo fueron considerados para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración.



 LABORATORIO NACIONAL MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 2/13



CACISA-CR-CON-01005-2023
Siquirres, 3 de noviembre de 2023

Ingeniero
Rolando Castillo Barahona, Ph.D.
Director
LANAMME
S. O.

Referencia: EIC-Lanamme-1023-2023.
Asunto: Descargo a Informe Preliminar EIC-
Lanamme-INF-1275-2023.
Proyecto Ampliación de la Ruta Nacional 32.

Estimado Ingeniero Castillo:

Por este medio acusamos recibo del oficio EIC-Lanamme-1023-2023, el cual contiene el Informe Preliminar EIC-Lanamme-INF-1275-2023 "Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco en el proyecto Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón"

Para facilidad de seguimiento, tabulamos las observaciones hechas por Lanamme junto a las respuestas de descargo, a continuación de este oficio.

Es válido resaltar que tal como lo indica Lanamme en sus conclusiones, las desviaciones encontradas en la auditoría no comprometen los resultados de ensayo, constituyen oportunidades de mejora.

Cabe también señalar la importancia de este tipo de ejercicios realizado por Lanamme, ya que esto incide positivamente en los procesos de mejora de los laboratorios auditados.

Sin otro particular, se despide de usted,

JOSE ANGEL
MELENDEZ
VILLALTA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por JOSE ANGEL
MELENDEZ VILLALTA
(FIRMA)
Fecha: 2023.11.03
09:59:09 -06'00'

Ing. Ángel Meléndez Villalta
Gerente de Proyecto
Consortio Supervisor RN-32


CC:
Ing. Wendy Sequeira Rojas, Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica
Ing. Greivin Jiménez Esquivel, Gerente General, UE Ruta 32
Ing. Ronny Sánchez Chaves, Director de Carreteras - UERN32
Proveeduría Institucional CONAVI
Ings. Salvador Vellásquez, CACISA
Ing. Patricia Daniels, Gerente de Gestión de Calidad CACISA
Archivo/Copiador

Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería, CACISA S.A.

+506 2244-0548 | +506 2244-1555 | comercial@cacisa.cr, info@cacisa.cr | www.cacisa.cr
200m oeste y 500m norte de la iglesia Católica de Santa Rosa, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 3/13



N°	Hallazgo/Observación Lanamme	Comentarios de CACISA
1	<p>Debido a que la muestra de concreto se tomó en una sola descarga, y no en incrementos tal como se indica en el apartado 5.2.1 de la norma (ver Figura 3).</p> <p>Por otra parte, como oportunidad de mejora se observa que al finalizar el muestreo dicho técnico arrastra el concreto remanente en la canaleta con la pala, lo cual no se considera una buena práctica ya que no permite "fluir libremente el material", tal como lo requiere la norma.</p>	<p>Técnico A: Es importante tener en cuenta que, al momento del muestreo, el concreto se estaba endureciendo debido a la espera adicional solicitada por el equipo auditor ya que éste tuvo un atraso en su llegada al sitio.</p> <p>Nótese que esto no ocurrió con el muestreo del técnico B, ya que el concreto no fue sometido a mayor tiempo de espera.</p>
2	No es posible asegurar que al menos 75 mm de concreto cubra en todas las direcciones el sensor del equipo de medición de temperatura, según lo especificado en el apartado 5.2 de la norma.	No se midió por parte del equipo auditor. El termómetro se observa que está colocado en forma diagonal y es posible que si existieran al menos 75 mm.
3	El técnico B inició la medición a los 12 minutos, después de la toma de la muestra, siendo lo correcto iniciar la medición en el período mínimo de 2 min pero no más de 5 min, según lo solicitado en el apartado 8.2 de la presente norma.	El técnico cuenta con 15 minutos para realizar todos los ensayos de concreto. Por lo tanto, el técnico realizó el ensayo dentro del rango establecido.
4	En lo que respecta al técnico B, en las dos testificaciones realizadas, se identificaron desviaciones relacionadas con el punto 7.1 de la normativa de ensayo, en virtud que no atravesó toda la profundidad en la primera capa con los golpes dados con la varilla. Situación similar sucedió durante la compactación de las capas 2 y 3, ya que no ingresó los 25 mm a través de la capa anterior, incumpliendo el apartado 7.2.	Técnico B: Se considera que es una apreciación visual. ¿Cómo determinan esa observación?
5	No se aplican los 25 golpes de varilla constantemente en cada capa de concreto pues se pudo evidenciar la aplicación de mayor o menor cantidad de golpes durante ambas testificaciones realizadas.	Por favor enviar la evidencia de que no se aplicaron los golpes correctos.
6	También se observaron inconsistencias en la cantidad de golpes con el mazo de hule, ya que son ejecutados al azar, en diferentes zonas del mismo y no hay control de la cantidad, de ahí que no se aplica sistemáticamente la misma cantidad de golpes; en ocasiones aplica 12 y en otros 15 golpes.	La norma permite que se realicen de 10 a 15 golpes por capa para eliminar vacío, no se solicita que se aplique sistemáticamente la misma cantidad de golpes.
7	Otro punto que se observó consiste en que no se realiza en su totalidad el procedimiento indicado en el apartado 6.2 que solicita "se miden las depresiones bajo un borde recto medido con un	En la figura 9 del informe se observa al técnico realizar este procedimiento, no queda clara la observación.

Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería, CACISA S.A.

☎ +506 2244-0548 📠 +506 2244-1385 📧 comercial@cacisa.cr, info@cacisa.cr 🌐 www.cacisa.cr
100m oeste y 500m norte de la Iglesia Católica de Santa Rosa, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 4/13



N°	Hallazgo/Observación Lanamme	Comentarios de CACISA
	calibrador de alambre a través de cualquier diámetro y las cuales no deben exceder 5 mm"	
8	Se determinó que el requisito 7.4.2. de la norma se aplica de manera parcial, pues se aplica la carga sin exceder el 10% de la resistencia, sin embargo, en ese momento se apaga la máquina de ensayo, cuya acción podría afectar la aplicación de la carga, por lo que esta forma de trabajo no garantiza que se mantenga la carga.	<p>El técnico C, apaga la máquina para realizar la verificación de alineamiento cuando se utilizan almohadillas, tal y como lo solicita la norma, pues es aceptable hacer una pausa en la aplicación de la carga para comprobar la alineación del espécimen. (8.4.2 de la ASTM C39 e INTE C39).</p> <p>Además, el requisito mencionado no solicita que se garantice que se mantenga la carga. De hecho, si en la verificación de alineamiento se encuentra que esta no cumple, la norma solicita liberar la carga por completo para reacomodar la muestra y almohadilla.</p>
9	Tabla 7 indica falta de evidencia documento de calibración del manómetro	En la tabla 7 indican que no hay evidencia de calibración del manómetro, sin embargo, el certificado de calibración (SCM-20201109-113-27) mencionado arriba en la tabla 7 corresponde a la calibración del manómetro.
10	Figura 13, no se indica el propósito del procedimiento	La figura 13 correspondía a un resumen de cómo usar el equipo. El propósito de esa columna es explicar de manera general el uso del mismo.
11	Figura 14	En la figura 14 la parte a), es parte del formulario de registro del ensayo, dicho formulario no tiene ninguna relación con el PG-11.
12	De una revisión de una muestra de informes de ensayo del año 2023 correspondientes a los meses de enero a junio, se determina que se reportan resultados de contenido de aire, sin embargo, no se declara en dichos registros, que se aplica o se omite la corrección con dicho factor en los resultados informados.	<p>La norma INTE C42, no solicita que se reporte el factor de corrección.</p> <p>Contenido de aire en la muestra de concreto, con una aproximación de 0,1 %, después de sustraer el factor de corrección del agregado, a menos que la lectura del medidor supere el 8 %; en tal caso, la lectura corregida se registrará en el informe con una aproximación de media división de la escala del medidor.</p>
13	Por otra parte, al comparar las fechas de los registros de capacitación impartida para técnico A (Figura 16), se observa que las fechas anotadas en los registros de capacitación no concuerdan con las fechas de la Matriz de competencias de laboratorio MC-LAB-01 Rev. 148 F.E.: 26/05/2023 (Figura 17).	El procedimiento interno permite que se realicen las capacitaciones antes de que un técnico sea autorizado en la matriz de competencias.
14	CONCLUSIONES	

Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería, CACISA S.A.
 ☎ +506 2244-0548 📠 +506 2244-1385 📧 comercial@cacisa.cr, info@cacisa.cr 🌐 www.cacisa.cr
 100m oeste y 500m norte de la Iglesia Católica de Santa Rosa, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 5/13



N°	Hallazgo/Observación Lanamme	Comentarios de CACISA
14.1	Se identifican algunas desviaciones sistemáticas en la ejecución de los ensayos de muestreo y ensayo de concreto fresco y de resistencia a la compresión de cilindros.	Es válido resaltar que tal como lo indica Lanamme en sus conclusiones, las desviaciones encontradas en la auditoría no comprometen los resultados de ensayo, constituyen oportunidades de mejora, las cuales son de recibo por parte del laboratorio auditado.
14.2	Se determina que el 15% de las comprobaciones de los moldes para cilindros para concreto, se realizan tiempo después de lo dispuesto en la programación.	La lejanía del proyecto es una de las causas del porque hubo atraso a la hora de hacer las comprobaciones, además que los cilindros en el campo se complica su rastreo en un proyecto de muchos kilómetros y varios frentes de trabajo, lo cual claramente los mantienen en uso el 100 % del tiempo. A pesar de que se comprueban los cilindros después de lo dispuesto, los cilindros en su gran mayoría cumplen con las especificaciones principales.
15	RECOMENDACIONES	Las recomendaciones mencionadas en el informe preliminar son de recibo, estas ayudaran en el proceso de mejora continua demandada en la actividad.

Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería, CACISA S.A.

Tel.: +506 2244-0548 | Fax: +506 2244-1385 | Email: comercial@cacisa.cr, info@cacisa.cr | Web: www.cacisa.cr
100m oeste y 500m norte de la Iglesia Católica de Santa Rosa, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica





	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 6/13

3. Análisis del descargo

Análisis del descargo de informe preliminar EIC-Lanamme-INF-1275-2023

Sobre el descargo del informe se debe reiterar que los hallazgos y observaciones descritos en el informe EIC-Lanamme-INF-1275-2023, se fundamentan en evidencias obtenidas por el equipo auditor durante las visitas al sitio del proyecto, ensayos de control de calidad, revisión de carteles y especificaciones durante el periodo entre enero 2020 y agosto 2022. Por lo tanto, es importante reiterar que como parte de las labores de fiscalización externa que competen al LanammeUCR conforme a la Ley 8114, la Auditoría Técnica, tiene como principal objetivo informar a la Administración de las situaciones evidenciadas durante el proceso de auditoría, de modo tal que los hallazgos y observaciones realizadas representen oportunidades de mejora y de fortalecimiento, desde el punto de vista técnico y de gestión, aplicables en el proyecto auditado, y en la ejecución de proyectos de obra nueva que a futuro realice la Administración.

Hallazgo N°1, comentario N°1

Técnico A: Es importante tener en cuenta que, al momento del muestreo, el concreto se estaba endureciendo debido a la espera adicional solicitada por el equipo auditor ya que éste tuvo un atraso en su llegada al sitio.


Nótese que esto no ocurrió con el muestreo del técnico B, ya que el concreto no fue sometido a mayor tiempo de espera.

Es criterio de esta auditoría que independientemente de si están atrasados o no en la entrega del concreto (independientemente de las razones que hayan motivado el atraso) el muestreo se debe realizar en total apego tal como lo indica la norma. Se considera que el haber tomado la decisión de hacer la toma de una sola muestra, es completa responsabilidad del laboratorio y no debido a la espera del equipo auditor como se manifiesta en el descargo.

El equipo auditor no está de acuerdo con la segunda aseveración, ya que en las dos testificaciones (18/04/2023 y 27/04/2023) del Técnico A (una con atraso para la descarga y otra sin atraso en la descarga) se observó que en ambos casos la muestra de concreto se toma en una sola descarga y no como muestra compuesta como lo establece la norma.

Por lo tanto, el descargo no provoca ningún cambio en el párrafo indicado y el hallazgo N°1 se mantiene. Se incluye un resumen del análisis del descargo, en el informe.



 LanammeUCR <small>LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES</small>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 7/13

Hallazgo N°1, comentario N°2

No se midió por parte del equipo auditor. El termómetro se observa que está colocado en forma diagonal y es posible que si existieran al menos 75 mm.

Si bien es cierto ninguna de las dos partes (auditor/auditado) pueden afirmar la existencia o no de concreto en los 75 mm alrededor en todo sentido de la espiga del dispositivo de medición, las buenas prácticas de laboratorio sugieren utilizar un recipiente adicional, que permita certeramente asegurar los 75 mm de cemento alrededor de la espiga del termómetro, sin tener que entrar en suposiciones.

Por lo tanto, el descargo no provoca ningún cambio en el párrafo indicado y el hallazgo N°2 se mantiene. Se incluye un resumen del análisis del descargo, en el informe

Hallazgo N°1, comentario N°3


El técnico cuenta con 15 minutos para realizar todos los ensayos de concreto. Por lo tanto, el técnico realizó el ensayo dentro del rango establecido.

La afirmación que se realiza en el descargo es un craso error de concepto de los tiempos disponibles para ejecutar las normas de ensayo, ya que en el apartado de 4.1.2 de la norma que compete "Muestreo de concreto recién mezclado INTE C17 (en versión vigente)" establece lo siguiente: Se deben iniciar los ensayos para asentamiento, temperatura y contenido de aire dentro de los 5 min después de obtenida la porción final de la muestra compuesta. Completar estos ensayos prontamente. Iniciar el moldeo de los especímenes para ensayos de resistencia dentro de los 15 min después de preparada la muestra compuesta. Prontamente obtener y usar la muestra y protegerla del sol, viento y otras fuentes de rápida evaporación y de contaminación.

Por lo que el equipo auditor considera que la afirmación no es válida y por lo tanto, se mantiene el hallazgo N°1 sin modificaciones. Se incluye un resumen del análisis del descargo, en el informe





	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 8/13

Hallazgo N°1, comentario N°4

Técnico B: Se considera que es una apreciación visual. ¿Cómo determinan esa observación?

Correcto, lo indicado en este hallazgo es una apreciación visual que se ejecuta cuando se evalúa el ingreso de la varilla -que realiza el técnico de ensayo- en las diferentes capas que componen el espécimen (usualmente 3). La observación se realiza de forma visual respecto a la referencia que marca el técnico, tanto en el molde, así como en la varilla con sus dedos, de forma que esta referencia toque la superficie del concreto que se está compactando en la capa correspondiente. Se incluye una aclaración en el informe.

Hallazgo N°1, comentario N°5

Por favor enviar la evidencia de que no se aplicaron los golpes correctos.

Analizando desde un punto de vista objetivo, al considerar que no tenemos evidencia física, se toma la decisión, en conjunto con la coordinación de auditoría técnica, eliminar el párrafo relacionado correspondiente al acápite "Contenido de aire en el concreto" del Hallazgo 1.

Hallazgo N°1, comentario N°6


La norma permite que se realicen de 10 a 15 golpes por capa para eliminar vacío, no se solicita que se aplique sistemáticamente la misma cantidad de golpes.

En este caso es cierto lo que se indica, sin embargo a pesar que los golpes aplicados por el técnico eran azarosos, al analizar cuidadosamente lo indicado por la norma se determina que no se establece ningún requerimiento específico sobre la forma en que se deban de aplicar dichos golpes, permitiendo dar entre 12 y 15 golpes, sin indicar un patrón o punto específico.

Por lo que el equipo auditor considera que el argumento indicado en el descargo es aceptable. Se elimina del hallazgo.





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 9/13

Hallazgo N°1, comentario N°7

En la figura 9 del informe se observa al técnico realizar este procedimiento, no queda clara la observación.

El asunto es que no siempre lo realiza y eso se observó en la testificación. En consenso con la jefatura de la unidad de auditoría, se decide eliminar la figura 9, para no confundir con el hecho de no cumplimiento.

Hallazgo N°1, comentario N°8


El técnico C, apaga la máquina para realizar la verificación del alineamiento cuando se utilizan almohadillas, tal y como lo solicita la norma, pues es aceptable hacer una pausa en la aplicación de la carga para comprobar la alineación del espécimen. (8.4.2 de la ASTM C39 e INTE C39).

Además, el requisito mencionado no solicita que se garantice que se mantenga la carga. De hecho, si en la verificación de alineamiento se encuentra que esta no cumple, la norma solicita liberar la carga por completo para reacomodar la muestra y almohadilla.

Si bien la norma permite realizar una pausa en la aplicación de la carga para comprobar la alineación del espécimen, es criterio del equipo auditor que el apagar la máquina de carga no es una buena práctica, ya que al apagar el mecanismo de carga se puede perder presión, y por lo tanto no se garantiza el mantenimiento de este 10% de carga constante, durante todo el tiempo sobre el espécimen, mientras se hace la corroboración del alineamiento.

Cuando se utilizan almohadillas, al ser de un material elastomérico, estas se deforman y por ello cuando se aplica la carga, es posible que se deformen de tal manera que el espécimen no guarde la perpendicularidad requerida. Mantener la perpendicularidad es un espécimen es importante porque de esta forma se garantiza que la aplicación de la carga se está realizando sobre el mismo eje y por lo tanto, los esfuerzo que se generan en el espécimen se deben únicamente a la carga uniaxial que se está aplicando (la carga de compresión en este caso) y no se ve afectada por algún momento que se genere precisamente por una carga que se encuentre fuera del eje. Es por ello que la norma C39 pide revisar la condición de perpendicularidad una vez se alcance aproximadamente el 10% de la carga.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 10/13	

Quando se alcanza este 10% de la carga, esta debe sostenerse y mantenerse lo más constante posible, mientras se realiza la revisión de la perpendicularidad, que se hace colocando una escuadra calibrada en el extremo inferior del espécimen y encima del anillo retenedor. Se revisa la perpendicularidad, pero con la máquina apagada y con ese accionar, la máquina no mantiene la presión que debe tener para sostener la carga del 10% sobre el espécimen mientras se realiza la verificación de planicidad, y ese es el error del técnico.

Es otro error de concepto, y claro está si la verificación de la perpendicularidad no cumple, debe descargar, acomodar nuevamente el espécimen, la almohadilla y el anillo retenedor y volver a verificar.

Por lo tanto, el descargo no provoca ningún cambio en el párrafo indicado y el hallazgo N°8 se mantiene. Sin embargo, se añade una breve explicación del fenómeno que ocurre.

Hallazgo N°2, comentario N°9


En la tabla 7 indican que no hay evidencia de calibración del manómetro, sin embargo, el certificado de calibración (SCM-20201109-113-27) mencionado arriba en la tabla 7 corresponde a la calibración del manómetro.

La normativa de ensayo permite corroborar varias magnitudes de presiones en el manómetro mediante medidas directas realizadas con volúmenes conocidos de agua, por lo que el equipo auditor considera que, a pesar de no existir una calibración propia del manómetro realizada por un organismo de calibración, sí se efectúa una comprobación del buen funcionamiento y de lecturas específicas del mismo.

Por lo que el equipo auditor considera que el argumento indicado en el descargo es aceptable. Se elimina la aseveración de calibración indicado sobre el manómetro en el hallazgo.





	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 11/13

Hallazgo N°2, comentario N°10

La figura 13 correspondía a un resumen de cómo usar el equipo. El propósito de esa columna es explicar de manera general el uso del mismo.

Es criterio del equipo auditor mantener lo descrito en este apartado ya que representa una oportunidad de mejora del PG-11 Rev.26 Control de equipos de medida y ensayo, apartado 11.19 y otros registros relacionados, de forma que sea totalmente comprensible para los usuarios de dicho documento.

Por lo tanto, el descargo no provoca ningún cambio en el párrafo indicado y el hallazgo N°10 se mantiene.

Hallazgo N°2, comentario N°11

En la figura 14 la parte a), es parte del formulario de registro del ensayo, dicho formulario no tiene ninguna relación con el PG-11.

Efectivamente la figura 14 a no forma parte del formulario de registro de ensayo PG-11, por lo que se elimina el comentario y la figura correspondiente. En cuanto al origen de la información que se anota en dicho registro F-PG-23-27, es criterio del equipo auditor que sí se debería establecer una relación entre el PG-11 y el registro indicado.

Por lo tanto, el descargo provoca un cambio parcial en el párrafo indicado, en la figura 14 a y el hallazgo N°2 se mantiene.


Hallazgo N°2, comentario N°12

La norma INTE C42, no solicita que se reporte el factor de corrección.

Contenido de aire en la muestra de concreto, con una aproximación de 0,1 %, después de sustraer el factor de corrección del agregado, a menos que la lectura del medidor supere el 8 %; en tal caso, la lectura corregida se registrará en el informe con una aproximación de media división de la escala del medidor.





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 2
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 12/13

Lo que indica la norma es que se debe reportar el resultado aplicando el factor de corrección. Durante la ejecución de la auditoría, cuando se solicitó el factor de corrección para verificar que se estaba aplicando de manera correcta no se indicó, y tampoco se mostró evidencia de haberse obtenido el factor de corrección del equipo para los agregados que se están utilizando en el proyecto. Respecto a lo que se indica en el descargo, no específicamente está señalando si se reporta o no el factor de corrección, sino lo que indica es que en caso que la lectura sea mayor a 8%, la lectura corregida se registrará con una aproximación de media división de la escala del medidor.

Sin embargo, si hay razón en que la norma de ensayo no solicita que se reporte el factor de corrección, sino que solamente se reporte la medición final (medición – factor de corrección). Por lo que se elimina el numeral 3 de dicha sección.

Por lo tanto, el descargo no provoca ningún cambio en el párrafo indicado, sin embargo, el equipo auditor considera que al no ser explícita la norma, se debe hacer una modificación parcial al apartado “Equipo de contenido de aire” del hallazgo N°2, el resto del mismo se mantiene.

Observación N°3, comentario N°13

El procedimiento interno permite que se realicen las capacitaciones antes de que un técnico sea autorizado en la matriz de competencias.

El equipo auditor comprueba que en efecto se realizaron las capacitaciones antes de ser autorizado en la matriz de competencias, por lo que la Observación se elimina.

Conclusión LANAMME, comentario N°14.1

Es válido resaltar que tal como lo indica Lanamme en sus conclusiones, las desviaciones encontradas en la auditoría no comprometen los resultados de ensayo, constituyen oportunidades de mejora, las cuales son de recibo por parte del laboratorio auditado.

Se está de acuerdo con lo declarado en el descargo. Por lo tanto, la conclusión se mantiene.



