



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe Final: EIC-Lanamme-INF-0636-2022

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO, ENSAYO Y DOCUMENTACIÓN DE CONCRETO FRESCO EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRA NUEVA A CARGO DEL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD EN PROYECTO DE OBRAS IMPOSTERGABLES (OBIS) LOTE 1



Informe en versión 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
Agosto, 2022



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



8. Valoración de resultados

Resultado	Prioridad de atención
Hallazgo 1: Se evidenciaron desviaciones sistemáticas en algunas instrucciones dispuestas en el procedimiento de ensayo durante la ejecución de los ensayos al concreto fresco en tres ocasiones de las cuatro realizadas.	
Observación 1: Se determinaron oportunidades de mejora relacionados con los planes de capacitación del personal técnico de campo.	
Observación 2: El sistema informático que se mantiene implementado es seguro ya que minimiza errores en el ingreso de los datos y facilita la preparación de los informes de ensayo.	

9. Palabras clave

Concreto fresco, Evaluación en campo,
Trazabilidad de información

10. Nivel de seguridad

Ninguno

11. Núm. de páginas

23



INFORME EN VERSIÓN FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
Evaluación del proceso de muestreo, ensayo y documentación de concreto fresco
en los proyectos de construcción de obra nueva a cargo del laboratorio de
verificación de calidad en proyecto de Obras Impostergables (OBIS)

Departamento encargado del proyecto:

Unidad Ejecutora del Corredor Vial San José-San Ramón (UESR), Consejo Nacional de Vialidad
Unidad Administradora del Proyecto, Fideicomiso San José San Ramón, Banco de Costa Rica

Supervisora del proyecto: IDOM Consulting Engineering Architecture Sociedad Anónima Unipersonal

Laboratorio de verificación de calidad: Castro & De la Torre Ingenieros Consultores

Empresa contratista: Consorcio OBIS Ruta 1 CPC, integrado por las empresas CODOCSA S.A., Quebradores Pedregal S.A. y Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería S.A.

Laboratorio de control de calidad: Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería (CACISA)

Montos originales de los contratos: ₡13.915.362.710,90 -trece mil novecientos quince millones trescientos sesenta y dos mil setecientos diez colones con 00/100-(información Tabla 2).

Plazo original de ejecución: 12 meses (dato indicado en el contrato original)

Director General LanammeUCR:

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Coordinadora de Auditoría Técnica:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:

Ing. Víctor Cervantes Calvo (Auditor Líder)
Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio (Auditor adjunto)
Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo (Auditor adjunto)

Asesor Legal:

Licda. Nidia María Segura Jiménez

Alance 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 agosto y diciembre de 2021, en obras realizadas en los proyectos que forman parte de las Obras Impostergables (OBIS) Lote 1.



Índice General

1. FUNDAMENTACIÓN	7
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	7
3. OBJETIVOS DEL INFORME	8
3.1 OBJETIVO GENERAL	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. ALCANCE DEL INFORME	8
5. METODOLOGÍA	9
5.1. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA	10
6. ANTECEDENTES	10
7. DESCRIPCION DEL PROYECTO	10
8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0636-2022	11
9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	12
9.1 HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA	13
9.1.1. SOBRE LAS TESTIFICACIONES DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	13
9.1.2. SOBRE EL PROCESO DE DOCUMENTACIÓN DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO COLOCADO EN LA OBRA.....	16
10. CONCLUSIONES	19
11. RECOMENDACIONES	20
12. REFERENCIAS	21
13. ANEXOS	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Visitas realizadas al proyecto.....	8
Tabla 2. Información de Líneas del proyecto	10
Tabla 3. Descripción de observaciones durante las testificaciones al proyecto OBIS (puente Río Segundo)	14
Tabla 4. Registro de evaluaciones realizadas en el laboratorio de verificación de calidad.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de sitios de la visita 1 y visita 2 de las testificaciones a los ensayos de concreto fresco. Diseño y Construcción de las Obras de ampliación Río Segundo.....	8
Figura 2. Uso de la misma muestra por los técnicos de ambos laboratorios.	13



**INFORME EN VERSIÓN FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.
EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO, ENSAYO Y DOCUMENTACIÓN DE
CONCRETO FRESCO EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRA NUEVA
A CARGO DEL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD EN PROYECTO DE
OBRAS IMPOSTERGABLES (OBIS)**

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 el presente informe en los proyectos de Obras Impostergables (OBIS) a cargo de los laboratorios de verificación de calidad.

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 agosto y diciembre de 2021, en obras realizadas en los proyectos que forman parte de las Obras Impostergables (OBIS).



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.

Este procedimiento fue complementado con visitas a las instalaciones centrales 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	29/10/2021
2	Testificación de ensayos al concreto fresco	02/11/2021
3	Visita a las instalaciones de laboratorio	11/11/2021



Figura 1. Ubicación de sitios de la visita 1 y visita 2 de las testificaciones a los ensayos de concreto fresco. Diseño y Construcción de las Obras de ampliación Río Segundo.

Fuente: LanammeUCR



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:

- Ley de Contratación Administrativa (Ley No. 7494 del 02 de mayo de 1995) y sus reformas y su respectivo Reglamento (Decreto Ejecutivo número 33411-H del 27 de setiembre del 2006) y sus reformas.
- El cartel de licitación, incluyendo las Especificaciones Especiales, sus aclaraciones y sus enmiendas.
- La oferta adjudicataria.
- Los contratos, ofertas y sus respectivos documentos.
- Los planos constructivos y otros tomos del proyecto
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes (CR-2010) y su actualización.
- Buenas prácticas de la ingeniería de carreteras.

6. ANTECEDENTES

La presente auditoría se lleva a cabo como parte de la Auditoría General que se realiza desde el año 2019 en las actividades de construcción del proyecto de Diseño y Construcción de las Obras de ampliación Río Segundo.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto auditado tiene como objeto la contratación de los servicios de diseño y construcción de las Obras Impostergables (OBIS) del Lote 1 que se ejecuten sobre la Ruta 1 (tramo desde La Sabana en San José hasta San Ramón de Alajuela), para lo cual el Contratista debe proporcionar todos los recursos (humano y materiales) desde el punto de vista técnico, administrativo, financiero, legales, servicios de laboratorio y de topografía, entre otros, así como todos los recursos adicionales necesarios para llevar a cabo: los permisos, los controles técnicos y financieros, el aseguramiento de la calidad en todas las especialidades ingenieriles requeridas por las obras, verificación del cumplimiento de las obligaciones ambientales, la correcta relación entre el avance, la calidad de la obra y los pagos autorizados según avance de obra, entre otros, durante el período de ejecución de los proyectos y de conformidad con el Contrato. La distribución de las OBIS del Lote 1 está definida por el Fideicomiso de la siguiente forma:



Tabla 2. Información de Líneas del proyecto

Lote	Línea (Fase)	Descripción	Costo
1	1	Diseño y construcción de las Obras Ampliación del Puente Río Alajuela	¢3.310 millones
	2	Diseño y construcción de las Obras Ampliación del Puente Río Ciruelas	¢2.940 millones
	3	Diseño y construcción de las Obras Ampliación del Puente Río Segundo	¢3.010 millones
	4	Diseño y construcción de las Obras Ampliación del Paso a desnivel Firestone	¢3.280 millones
	5	Diseño y construcción de las Obras Conector Barreal-Castella	¢1.370 millones

Fuente: Contrato de diseño y construcción de las OBIS del Lote No 1 y II informe semestral de rendición de cuentas 2019.

En el caso específico de esta auditoría Técnica se realizó en la Línea 3: Diseño y construcción de las Obras Ampliación del Puente Río Segundo, donde se realizaron 4 testificaciones del muestro y ensayos al concreto fresco colocado en el proyecto del puente de Río Segundo.

8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0636-2022

Como parte de los procedimientos de Auditoría Técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-456-2021, se envió el presente informe en versión preliminar (identificado como EIC-Lanamme-INF-0636-2020) 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 al recibido de este informe, dicho plazo finalizó el 17 de junio de 2022. Además, se propuso agendar una reunión para la presentación del informe, en caso de que se considerara oportuno y necesario, para explicar los detalles informados.

Sin embargo, para el día viernes 24 de junio de 2022, no se ha recibido comunicación alguna por parte de los auditados, ni de la Administración. Por lo que, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, se procede a emitir el informe EIC-Lanamme-0636-2022 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.

9.1.1. SOBRE LAS TESTIFICACIONES DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO EN OBRA

Como se comentó anteriormente, se realizaron visitas al lugar de las obras para efectuar la testificación y evaluación de los ensayos realizados al concreto fresco en campo y la trazabilidad de la información, seguidamente se describen algunos aspectos observados.

HALLAZGO N.º 1: SE EVIDENCIARON DESVIACIONES SISTEMÁTICAS EN ALGUNAS INSTRUCCIONES DISPUESTAS EN EL PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO EN TRES OCASIONES DE LAS CUATRO REALIZADAS.

Durante el proceso de auditoría se realizaron 2 visitas al proyecto de OBIS, específicamente al proyecto de “Ampliación y Construcción del puente sobre el Río Segundo”, donde se realizaba la colada de concreto estructural en diferentes elementos de las vigas de asiento del puente. En estas visitas se efectuaron 4 testificaciones de los ensayos ejecutados al concreto fresco, dos de ellas se llevaron a cabo el día 29 de octubre de 2021 y las otras dos fueron efectuadas el día 2 de noviembre del 2021, para los tipos de concreto con resistencias de 280 kg/m² y 300 kg/m², respectivamente.

La testificación se realizó en cuatro normativas de ensayo, al laboratorio de Verificación de Calidad del proyecto, cuyo organismo es el laboratorio Castro & de la Torre. Dichas normas se evaluaron de acuerdo con lo establecido a las normas INTE/ASTM para los ensayos de:

- Muestreo de concreto recién mezclado INTE C17 (ASTM C172)
- Medición de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado INTE C64 (ASTM C1064)
- Método de ensayo para el asentamiento en el concreto del cemento hidráulico INTE C41 (ASTM C143)
- Práctica normalizada para hacer y curar especímenes de concreto para ensayo en campo INTE C19 (ASTM C31)

En cuanto a la testificación del ensayo de muestreo de concreto llevada a cabo el día 29 de octubre de 2021, se evidenció que el procedimiento no se realizó de acuerdo con lo dispuesto en la normativa INTE C17, ya que la toma de la muestra de concreto que efectuó el técnico de laboratorio no fue exclusiva para el laboratorio de verificación, sino que la



muestra obtenida se realizó en un solo carretillo y esta fue utilizada por ambos laboratorios (**Figura 2**), al ser compartida con el laboratorio de control de calidad. En la segunda testificación realizada este mismo día, ya no se observó este aspecto.

Que la muestra sea compartida por los dos laboratorios aparte de que evidentemente no cumple con lo establecido en la norma, además compromete la independencia en el criterio de la obtención de la muestra para ensayo, entre el control de calidad y la verificación que realiza la Administración mediante el laboratorio contratado para tal efecto.

Además, la muestra de concreto se tomó en una sola descarga, aproximadamente entre el 40% a 60% de la descarga, y no en los incrementos indicados en la normativa para conformar la muestra compuesta, tal como se establece en la norma que deben estar situados entre el 10% y el 90% de la descarga.



Figura 2. Uso de la misma muestra por los técnicos de ambos laboratorios.
Proyecto: Diseño y Construcción de las Obras de ampliación Río Segundo.
Fuente: LanammeUCR

Con relación a los otros procedimientos testificados: temperatura del concreto (INTE C64), asentamiento (INTE C41) y elaboración de especímenes (INTE C19) incluidos como parte del desarrollo de esta auditoría se observaron desviaciones sistemáticas de lo indicado en las normas en 3 de las 4 ocasiones en las que se ejecutaron los ensayos al concreto fresco,



tal como se abordará más adelante. En la Tabla 3 se resumen los aspectos evidenciados durante las testificaciones realizadas.

Tabla 3. Descripción de observaciones durante las testificaciones al proyecto OBIS (puente Río Segundo)

Norma	Fechas			
	29/10/2021 (Testificación 1)	29/10/2021 (Testificación 2)	02/11/2021 (Testificación 3)	02/11/2021 (Testificación 4)
Medio ambiente	No se midieron las condiciones ambientales (temperatura y humedad ambiental, velocidad del viento)			
Muestreo de concreto	-No se tomó la muestra compuesta entre el 10% y el 90% de la descarga. -No se realizó la toma de muestra compuesta y no se homogenizó. -No inició los ensayos en el tiempo normado.	Se realizó de acuerdo a la norma.	Se realizó de acuerdo a la norma.	Se realizó de acuerdo a la norma.
Medición de temperatura	- No se dejó TMD en el concreto al menos 2 minutos, no más que 5 minutos (7.2) - No se registró la temperatura antes de remover TMD (7.2)	- No se dejó TMD en el concreto al menos 2 minutos, no más que 5 minutos (7.2) - No se registró la temperatura antes de remover TMD (7.2)	- No se dejó TMD en el concreto al menos 2 minutos, no más que 5 minutos (7.2) - No se registró la temperatura antes de remover TMD (7.2)	- No se dejó TMD en el concreto al menos 2 minutos, no más que 5 minutos (7.2) - No se registró la temperatura antes de remover TMD (7.2)
Asentamiento	Se realizó de acuerdo a la norma.	Se realizó de acuerdo a la norma.	Se realizó de acuerdo a la norma.	Se realizó de acuerdo a la norma.
Moldeo de cilindros	-No se compactó ninguna de las capas completa por varillado con 25 golpes (9.4.1) -No se colocó liga que garantice protección de cilindros.	-No se compactó ninguna de las capas completa por varillado con 25 golpes (9.4.1)	-No se compactó ninguna de las capas completa por varillado con 25 golpes (9.4.1)	-No se compactó ninguna de las capas completa por varillado con 25 golpes (9.4.1)

En el ensayo de medición de la temperatura del concreto fresco (INTE C64), se comprobó que el termómetro digital (TMD) no se dejaba el tiempo requerido por la norma de ensayo, ni se cerraba alrededor del agujero producido por la espiga del termómetro para evitar que la temperatura ambiente afecte la medición. Cabe destacar que, si bien no se cumplía con el tiempo estipulado, si se permitía que se estabilizara la medición de temperatura para leer el dato.

En cuanto a los ensayos de temperatura (INTE C64) y asentamiento (INTE C41) se evidenció que los resultados no se registraban inmediatamente después de obtener los valores de los ensayos correspondientes, dicha anotación se hizo hasta el final de efectuar todos los ensayos, aún luego de moldear los cilindros de concreto. Incluso en una de las testificaciones, el Equipo Auditor observó, que el técnico de laboratorio tuvo que atender algunas otras actividades que le fueron solicitadas en el momento de ejecución de los ensayos, en las cuales utilizó varios minutos, hasta el momento en que registró los resultados en el medio usado (en este caso en particular mediante el uso de una aplicación en un teléfono móvil) para este fin. Este tipo de incidencias pueden ser muy comunes en el





proyecto, e implican un riesgo de olvidar o confundir valores en el registro final de los resultados, precisamente porque pueden transcurrir diferentes circunstancias o tiempo que ocasionen ese tipo de errores humanos.

Finalmente, durante la ejecución del ensayo para el moldeo de los cilindros (INTE C19) y el ensayo de asentamiento en el concreto (INTE C41) se evidenció que el técnico evaluado no aplicaba la cantidad de 25 golpes estipulados en la norma para cada uno de los incrementos de las 3 capas. Dicha situación sucedió para todas las capas y para todos los cilindros elaborados donde la cantidad de golpes fue diferente a la indicada en la norma, en todas las capas incrementales realizadas.

Es criterio del Equipo Auditor que existen algunos incumplimientos de las normas de ensayo correspondientes, por lo que se puede afirmar que no se llevaron a cabo los ensayos conforme a lo indicado en las normas de ensayo.

9.1.2. SOBRE EL PROCESO DE DOCUMENTACIÓN DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO COLOCADO EN LA OBRA

El día jueves 11 de noviembre de 2021 se realizó una visita a las instalaciones centrales del laboratorio Castro & De la Torre, el cual ejerce las funciones de Verificación de Calidad en el proyecto Diseño y Construcción de las Obras de ampliación Río Segundo. Esta visita tenía como objetivo complementar las actividades evaluadas durante las testificaciones de los ensayos al concreto fresco, el propósito era evaluar los siguientes tópicos:

- El uso y cumplimiento de la documentación como guías, instructivos, registros y bitácoras con las que cuentan los laboratorios.
- La existencia y el cumplimiento de la periodicidad de la información metrológica (calibraciones y comprobaciones) de los equipos utilizados para realizar los ensayos en el concreto.
- La falla de especímenes de concreto endurecido y los procesos documentales asociados.
- La trazabilidad de los resultados obtenidos en campo y la emisión del informe final de resultados de ensayo.



OBSERVACIÓN N°1: SE DETERMINARON OPORTUNIDADES DE MEJORA RELACIONADOS CON LOS PLANES DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO DE CAMPO.

De la revisión realizada a la parte documental se logró evidenciar con los documentos presentados al Equipo Auditor que se mantienen registros de capacitación actualizados al personal técnico del laboratorio. Sin embargo, no se observó un plan de capacitación integral, que cuente no solo con las evaluaciones anuales, sino que contemple capacitaciones periódicas o cursos de actualización. Asimismo, se declara que una vez al año se evalúan algunos técnicos de ensayo en la ejecución de los ensayos, siendo que depende de la cantidad de técnicos evaluados, se cumplan varios ciclos para que otra vez el mismo técnico llegue a ser avalado.

El mantener un plan de capacitación sistematizado o de actualización al personal técnico contribuye a minimizar desviaciones en la ejecución de los procedimientos y que se mantengan acordes a lo establecido en la normativa. Eventualmente, la falta de estas capacitaciones y actualizaciones continuas de los procedimientos de las normativas, podría haber incidido en las incidencias observadas durante las testificaciones de los ensayos realizados en campo, tal como se indicó anteriormente en este informe en el Hallazgo 1.

En la Tabla 4 se observa una lista de procedimientos revisados durante la visita al laboratorio.

Tabla 4. Registro de evaluaciones realizadas en el laboratorio de verificación de calidad

Procedimiento	Comentario
Uso y cumplimiento de la documentación	✓
Existencia y cumplimiento de la periodicidad de la información metrológica (calibraciones y comprobaciones) de los equipos utilizados para realizar los ensayos en el concreto	✓
Falla de especímenes de concreto endurecido y los procesos documentales asociados	✓
Trazabilidad de los resultados obtenidos en campo y la emisión del informe final de resultados de ensayo	✓
Capacitación del personal- Interlaboratoriales	Existen registros de capacitación y evaluaciones realizadas al personal técnico, calendarios de evaluaciones y de interlaboratoriales

✓ se cumple satisfactoriamente con este aspecto

Finalmente, se manifestó que a pesar que sí se realizan ensayos interlaboratoriales, se observó que estos se llevan a cabo con una periodicidad de cada 2 años, momento en el cual evalúan los técnicos de laboratorio. De nuevo se evidencia que los técnicos de laboratorio, no mantendrían una capacitación frecuente, y dependiendo de los ensayos





incluidos en la ronda de interlaboratoriales, así se podrían detectar desviaciones manifiestas respecto a los resultados obtenidos.

El Equipo Auditor considera recomendable elaborar un plan de capacitación y/o actualización del personal técnico que incluya no solamente evaluaciones, sino un proceso de aprendizaje continuo que permita evitar errores como los descritos en el presente informe.

OBSERVACIÓN No 2: EL SISTEMA INFORMÁTICO QUE SE MANTIENE IMPLEMENTADO ES SEGURO YA QUE MINIMIZA ERRORES EN EL INGRESO DE LOS DATOS Y FACILITA LA PREPARACIÓN DE LOS INFORMES DE ENSAYO.

Se pudo evidenciar que el laboratorio tiene implementado un programa informático para la adquisición y procesamiento de la información, el cual se emplea en la gran mayoría de los procesos que se llevan a cabo en las instalaciones centrales. En las diferentes estaciones de ensayos se observó que los técnicos de laboratorio no pueden ingresar datos en la hoja de resultados sin que primero hayan completado toda la información relacionada con los equipos utilizados en la ejecución de las pruebas. Al mismo tiempo, el técnico que realiza la ejecución del procedimiento puede corroborar mediante este sistema informático si los equipos se mantienen conformes metrológicamente o si están en desuso.

Asimismo, se pudo constatar que mediante este sistema informático la preparación de los informes es muy automatizada y que cambios o correcciones que se realizan a los datos originales o valores de ensayo, quedan respaldados mediante el registro de notas y de usuarios.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que la implementación y puesta en práctica de este sistema beneficia el control interno y respaldo de los datos al minimizar errores en el ingreso de los datos. Adicionalmente facilita y agiliza la preparación de los informes de ensayo reduciendo los tiempos de entrega.



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:

- En la evaluación del proceso de muestreo y ensayos al concreto fresco en obra, tales como, temperatura, asentamiento y moldeo de cilindros, se evidenciaron algunas desviaciones en los procedimientos indicados en las normativas de dichos ensayos.
- En una de las testificaciones de muestreo de concreto, se observó que una de las muestras testificadas, no se tomó exclusivamente para uso del laboratorio de verificación, tal como lo establece la norma, sino que se tomó solamente una muestra (un carretillo con concreto fresco) que fue compartido por ambos laboratorios (tanto para control como para verificación de calidad).
- En cuanto a la documentación relacionada con los ensayos al concreto fresco en obra se evidenció que el plan de capacitación o actualización al personal técnico no considera actividades periódicas, sino que cada técnico podría recibir entrenamiento después de un ciclo de 2 años, según lo indicado. Lo cual se ve reflejado en algunas desviaciones observadas durante las testificaciones de los ensayos al concreto fresco en obra.
- El programa informático implementado para la adquisición y el procesamiento de la información proveniente de los ensayos complementa las actividades desarrolladas por el laboratorio, mostrando una adecuada interacción en los niveles que involucra.



11. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Unidad Ejecutora San José – San Ramón y la Unidad Administradora del Proyecto del Fideicomiso Ruta Uno, con el propósito de que se solicite a los laboratorios de verificación de calidad de las OBIS y del corredor integral, que se definan e implementen estas recomendaciones en los proyectos que están a su cargo.

- Elaborar un plan de capacitación o actualización del personal técnico que incluya no solamente evaluaciones, sino también un proceso de aprendizaje.
- Implementar un programa de capacitación y control 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.
- Desarrollar un sistema de control que permita detectar a tiempo errores o inconsistencias en la realización de los ensayos al concreto fresco en obra.



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

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

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



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Víctor Cervantes Calvo Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo Auditora Técnica	Preparado por: Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio Auditora Técnica
Visto Bueno de Legalidad: Licda. Nidia Segura Jiménez Asesora Legal LanammeUCR	Revisado y aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director General LanammeUCR



13. 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 valoraciones 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 evidenciaron desviaciones sistemáticas en algunas instrucciones dispuestas en el procedimiento de ensayo durante la ejecución de los ensayos al concreto fresco en tres ocasiones de las cuatro realizadas.	3	3	3	3,00
Observación 1: Se determinaron oportunidades de mejora relacionados con los planes de capacitación del personal técnico de campo.	1	3	3	2,33
Observación 2: El sistema informático que se mantiene implementado es seguro ya que minimiza errores en el ingreso de los datos y facilita la preparación de los informes de ensayo.	1	1	1	1,00