



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA
NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y
MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**

James Martínez Mijangos

Asesorado por el Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Guatemala, marzo de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA
NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y
MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JAMES MARTÍNEZ MIJANGOS

ASESORADO POR EL ING. HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Yoselin Niyam Mackenzie Gómez
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Alvarez Cotí
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA
NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y
MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 23 de Julio de 2019

James Martínez Mijangos

Guatemala 13 de enero de 2020

Ingeniero
Cesar Urquizu
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

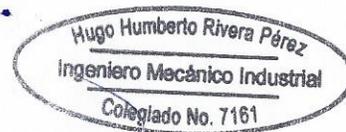
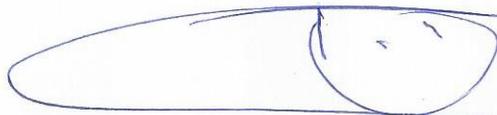
Respetable ingeniero:

Le informo que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado **“VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA”** elaborado por el estudiante James Martínez Mijangos, previo a obtener el título de ingeniero Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y reconociendo la importancia del tema, doy mi respectiva aprobación.

Sin otro particular, me despido deseando éxitos muy cordialmente.

Atentamente,



Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Colegiado activo No. 7161

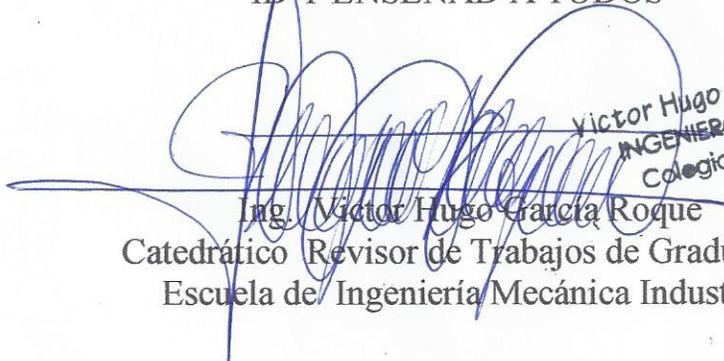
Asesor



REF.REV.EMI.013.020

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**, presentado por el estudiante universitario **James Martínez Mijangas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Victor Hugo Garcia Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2020.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

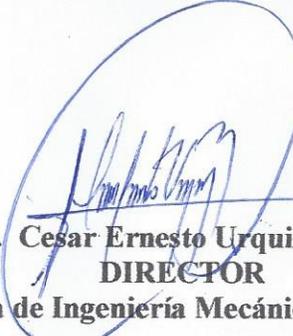


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.036.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**, presentado por el estudiante universitario **James Martínez Mijangos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2020.

/mgp



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189102 - 24189103

DTG. 114.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017 PARA LA NORMALIZACIÓN DE PROCESOS EN LA SECCIÓN DE AGREGADOS, CONCRETOS Y MORTEROS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**, presentado por el estudiante universitario: **James Martínez Mijangos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, marzo de 2020

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por llenarme de sabiduría para alcanzar un éxito más y no dejarme vencer.
Mis padres	James Martínez y Corina Mijangos por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.
Mis hermanos	Francisco y Alejandra Martínez por alentarme a culminar con este proceso de estudios.
Mi hijo	Santiago Martínez por inspirarme a terminar con prontitud este logro.
Mi novia	Lesli Ambrosio por el apoyo durante la última parte de este logro y recordarme la importancia de continuar con mis metas.
Familia Ambrosio Apen	Por ser una importante influencia durante la parte final de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme una casa de estudios para alcanzar una meta académica más.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos compartidos a lo largo de estos años.
Mis padres	James Martínez y Corina Mijangos, por instruirme a lo largo de mi vida con buenos principios y valores que me acompañan siempre.
Mis hermanos	Por compartir a lo largo de toda esta experiencia vivencias de alegrías y satisfacciones.
Mi novia	Por el apoyo a lo largo de los últimos años de universidad y motivarme siempre a dar la mejor versión de mí.
Centro de Investigaciones de Ingeniería	Por permitirme desarrollar este proyecto y brindarme la oportunidad de cumplir una meta.
Ing. Hugo Rivera	Por apoyarme con la revisión del trabajo y compartir sus conocimientos para desarrollarlo de la mejor manera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación	3
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Valores	4
1.2. Facultad de Ingeniería.....	5
1.2.1. Historia	5
1.2.2. Visión.....	7
1.2.3. Misión	7
1.2.4. Objetivos.....	7
1.3. Centro de Investigaciones	8
1.3.1. Historia	8
1.3.2. Visión.....	9
1.3.3. Misión	9
1.3.4. Organigrama.....	10
1.3.5. Secciones	10

1.4.	Sección de Agregados, Concretos y Morteros	11
1.4.1.	Visión.....	11
1.4.2.	Misión	11
1.4.3.	Campo de acción	12
1.4.4.	Servicios.....	12
1.5.	Normas ISO	15
1.5.1.	Historia	15
1.5.2.	Importancia.....	16
1.5.3.	Norma ISO 17025:2017	17
1.6.	Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)	18
1.7.	Oficina Guatemalteca de Acreditaciones (OGA)	19
2.	SITUACIÓN ACTUAL	21
2.1.	Documentación actual.....	21
2.1.1.	Documentación del Centro de Investigaciones de Ingeniería	21
2.1.2.	Documentación de la sección de Agregados, Concretos y Morteros	27
2.2.	Importancia de la documentación para el proceso de acreditación.....	34
2.3.	Cómo genera la documentación actualmente la Sección de Agregados, Concretos y Morteros.....	36
2.3.1.	Documentos relativos a la gestión.....	36
2.3.2.	Documentos relativos a aspectos técnicos.....	38
2.4.	Requisitos para la documentación	39
2.4.1.	Requisitos para los aspectos de gestión	39
2.4.2.	Requisitos para los aspectos técnicos	42
2.5.	Resguardo de la información	44
2.5.1.	Resguardo de la información de gestión	44

2.5.2.	Resguardo de la información de laboratorio	45
2.5.3.	Resguardo de la información de los clientes	45
2.6.	Situación actual del proceso de acreditación bajo la normas ISO 17025:2017	45
2.6.1.	Alcance a acreditar	46
2.6.2.	Concreto fresco	46
2.6.2.1.	Temperatura	46
2.6.2.2.	Asentamiento.....	47
2.6.2.3.	Masa unitaria	47
2.6.2.4.	Contenido de aire	48
2.6.2.5.	Llenado y curado de cilindros	48
2.6.3.	Concreto endurecido	48
2.6.3.1.	Ruptura de cilindros a 3, 7, 28 días	49
2.7.	Cumplimiento de la Norma ISO 17025:2017	49
2.7.1.	Requisitos relativos a la gestión	49
2.7.2.	Requisitos técnicos.....	51
3.	PROPUESTA PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017	57
3.1.	Inventario de procesos existentes	57
3.1.1.	Inventario de procedimientos.....	57
3.1.1.1.	Para ensayos de concreto fresco	57
3.1.1.2.	Para ensayo de concreto endurecido ..	58
3.2.	Selección de proceso requerido por la normativa vigente	58
3.2.1.	Procesos requeridos por la normativa NTG 41053, medición de la temperatura del concreto. ...	58
3.2.2.	Proceso requerido por la normativa NTG 41052 para asentamiento del concreto hidráulico	60

3.2.3.	Proceso requerido por la normativa NTG 41017h5, masa unitaria	62
3.2.4.	Proceso requerido por la normativa NTG 41017h7, contenido de aire	63
3.2.5.	Proceso requerido por la normativa, ruptura de cilindros	63
3.3.	Normalización de proceso existentes bajo la norma ISO 17025:2017	66
3.3.1.	Normas específicas del procedimiento.....	66
3.3.2.	Descripción del procedimiento	67
3.3.3.	Diagrama de flujo del procedimiento	68
3.4.	Registros requeridos por la normativa ISO 17025:2017.....	68
3.4.1.	Determinar los registros requeridos por la norma ISO 17025:2017	68
3.4.2.	Nuevos registros a implementar para el cumplimiento de la normativa.....	69
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	71
4.1.	Manual de procedimientos mejorado	71
4.1.1.	Manual de procedimientos mejorados para los ensayos de concreto fresco.....	71
4.1.2.	Manual de procedimientos mejorados para los ensayos de concreto endurecido.....	75
4.2.	Procedimiento de control de calidad	79
4.2.1.	Proceso de auditoría interna para asegurar la calidad de los ensayos de concreto fresco.....	79
4.2.2.	Procedimiento de auditoría interna para asegurar la calidad en los ensayos de ruptura de cilindros a 3, 7 y 28 días.....	80

4.3.	Socialización de los nuevos procedimientos	81
4.3.1.	Plan de capacitación de los nuevos procedimientos	81
4.3.1.1.	Capacitación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto fresco	82
4.3.1.2.	Capacitación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto endurecido	83
4.3.2.	Plan de evaluación de nuevos procedimientos.....	83
4.3.2.1.	Plan de evaluación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto fresco	84
4.3.2.2.	Plan de evaluación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto endurecido	85
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	87
5.1.	Resultados obtenidos	87
5.1.1.	Resultados de evaluación de manuales de nuevos procedimientos	87
5.1.2.	Evaluaciones de control de calidad	88
5.1.3.	Evaluaciones del conocimiento de nuevos procedimientos	89
5.2.	Aplicación de mejoras a los nuevos procedimientos	89
5.2.1.	Nuevos formatos y registros implementados.....	90
5.3.	Ventajas y beneficios.....	93
5.3.1.	Acreditación internacional.....	93
5.3.2.	Mayor confiabilidad de los resultados.....	94

5.3.3.	Exactitud de los resultados.....	94
5.3.4.	Mejor tecnificación del personal	95
5.4.	Acciones preventivas y correctivas	96
5.4.1.	Procedimiento de auditoría interna.....	96
5.4.2.	Procedimiento de resolución de quejas.....	96
CONCLUSIONES.....		99
RECOMENDACIONES		101
BIBLIOGRAFÍA.....		103
APÉNDICES.....		105
ANEXOS.....		109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería	10
2.	Formulario para la solicitud de órdenes de trabajo	25
3.	Formulario de orden de trabajo	25
4.	Registro de quejas	26
5.	Registro para identificación de muestras	27
6.	Registro físico de ingreso de órdenes de trabajo	37
7.	Cono truncado.....	61
8.	Capacidad de los recipientes de medida.....	63
9.	Tolerancias de ensayos	64
10.	Distintos tipos de fracturas típicos.....	65
11.	Diagrama de proceso para realización de ensayos	73
12.	Procedimiento de realización de ensayos	78
13.	Formato de registro de quejas	91
14.	Formato de registro de quejas	92

TABLAS

I.	Ensayos que se encuentran vigente	13
II.	Muestreo en <i>situ</i> de mezclas de concreto	15
III.	Descripción de procedimiento de realización de ensayos.....	74
IV.	Descripción de procedimiento para realización de ensayos.....	76
V.	Registros sección de formatos	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetro
°C	Grados centígrados
°F	Grados fahrenheit
G	Gramos
KN	Kilo Newton
Lb	Libra
m	Metro
Mpa/s	Mega pascales por segundo
μm	Micrómetro
mm	Milímetro
%	Porcentaje
”	Pulgadas
Π	3,1415

GLOSARIO

ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Norteamericana de Exámenes y Materiales) organismo de normalización de los Estados Unidos de América.
Calibración	Proceso de comparar un instrumento de medición con un patrón de medida.
CII	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
Cilindros de concreto	Especímenes de concreto endurecido. Tiene forma de cilindro, con características de $h = 2\varnothing$ Son sometidos a cargas de compresión, en laboratorio.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Confiabilidad	Seguridad de un componente o sistema para resistir amenazas.
Ensayos	Pruebas realizadas en el laboratorio para determinar las propiedades de un material.
ISO	Internacional Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización).

NTG	Norma técnica guatemalteca.
OGA	Oficina Guatemalteca de Acreditaciones.
Organigrama	Es la representación gráfica de la estructura de una empresa u organización. Representa las estructuras departamentales y, en algunos casos, las personas que las dirigen, hacen un esquema sobre las relaciones jerárquicas y de competencia con vigor en la organización.
Queja	Acepción que debe entenderse como una denuncia en contra de una conducta indebida o negligente por parte de algún servicio o persona.
Registro	Es un documento que pasa a formar parte del sistema de gestión cuando queda completo y quiere ser usado posteriormente.
USAC	Universidad de San Carlos.

RESUMEN

La acreditación dentro de la norma ISO 17025:2017 le brinda a la sección de Agregados, Concretos y Morteros una gran variedad de beneficios dentro de los cuales se asegura que sus datos son confiables y cumplen con estándares internacionales para la elaboración de sus ensayos. Por este motivo, es que, con el afán de lograr el proceso de certificación creando un precedente y la base de donde deben iniciar a trabajar para lograr cubrir todos los aspectos necesarios, se hace indispensable un proceso de verificación de los procedimientos actuales. Luego, un inventario de procedimientos requeridos por la normativa logrando compararlos y haciendo la propuesta con cambios necesarios para alcanzar el objetivo.

Los procesos que se verifican se dividen en dos grandes áreas, los aspectos técnicos y los aspectos relativos a la gestión. Al mismo tiempo que se delimita cuáles son los ensayos que se requiere acreditar cada proceso experimental conlleva su propio proceso técnico y administrativo según lo requiere. Fuera de los procesos intrínsecos a cada ensayo se tiene que tener un proceso de documentación, un proceso de gestión de calidad y un procedimiento enfocado a la mejora continua para sus posteriores acreditaciones. Por lo mismo, estos aspectos son cubiertos en la propuesta de implementación que se hace considerado los recursos que se tienen actualmente en la sección siendo proporcionados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

OBJETIVOS

General

Realizar una auditoria de verificación con el cumplimiento de la norma ISO 17025:2017 en la sección de Agregados, Concretos y Morteros del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Específicos

1. Realizar un diagnóstico del estado actual de los procedimientos para los ensayos que se realiza en la sección de Agregados, Concretos y Morteros del CII.
2. Relacionar los distintos aspectos de los procesos que llevan dentro del laboratorio. Auditar los incisos con relación solicitados por la normativa para la acreditación de los ensayos que se desarrollan en la sección de agregados, concretos y morteros del CII.
3. Determinar las mejoras a implementar para cumplir con los requisitos mínimos de la norma ISO 17025:2017.
4. Elaborar un plan de acción que permita alcanzar los estándares requeridos para poder acreditar los distintos ensayos que se realizan en la sección de Agregados, Concretos y Morteros del CII.

5. Establecer los procedimientos adecuados para cumplir con todos los requerimientos que establece la norma ISO 17025:2017.

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de alcanzar la acreditación bajo la norma ISO 17025:2017 se inicia con el proceso de verificación del cumplimiento de la normativa, en la sección de Agregados, Concretos y Morteros del Centro de Investigaciones de Ingeniería, basándose en los dos grandes pilares en que se divide la misma. La sección de procesos relativos a la gestión administrativa y documentación se cubren los aspectos técnicos cumpliendo con las distintas normas técnicas guatemaltecas.

El punto de partida para este análisis es la delimitación de ensayos que se desean acreditar divididos en dos grandes grupos: ensayos de concreto fresco recién mezclado y ensayos de concreto endurecido. Para los ensayos de concreto fresco se validan las pruebas relativas a la temperatura, asentamiento, masa unitaria, contenido de aire, llenado y curado de cilindros. Para los ensayos de concreto endurecido se examina lo correspondiente a la ruptura de cilindros con distintas edades.

Para finalizar, el análisis se compara con la sección y lo esperado para poder hacer un plan donde se cierren las brechas y puedan optar por cumplir con todo lo requerido por la normativa para su acreditación. Incluidos un sistema para gestionar su calidad y la mejora continua que les permita mantenerse siempre a la vanguardia de sus procedimientos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

A continuación, se presenta la reseña histórica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.1.1. Historia

La Universidad de San Carlos de Guatemala es un legado español en nuestro territorio, ya que las universidades se originaron en Europa durante la edad media.

Las primeras universidades aparecen en el siglo XI, en Inglaterra, la Universidad de Oxford. En el siglo XII, en Francia. En el siglo XIII, en España, la Universidad de Salamanca; fue quien tuvo influencia en las universidades de Iberoamérica. Dentro de los personajes más destacados de dicha universidad se encuentra Hernán Cortez, uno de los conquistadores del imperio.

Luego del periodo de conquista los sacerdotes ubicados en el continente insistieron en establecer instituciones de educación superior para poder formar nuevos sacerdotes. Esto era de suma importancia para lograr la conversión de toda la población del nuevo continente.

De esta manera es como se logró fundar universidades a lo largo del continente, siendo la Real Universidad de los Reyes de Lima, la primera en ser fundada, en 1551. Durante el primer siglo de la conquista se lograron fundar cinco universidades.

En 1534, luego de la conquista de la ciudad de Santiago de Guatemala, en el Valle de Almolonga, se nombró al cura Francisco Marroquín como primer obispo de la parroquia y sede de la diócesis. Marroquín consiente de que esta ciudad se encontraba llena de españoles que viajaban de México a Perú en búsqueda de tesoros, necesitaban un lugar donde realizar estudios superiores. Por este mismo motivo, en 1548, el obispo solicitó a la Corona española el establecimiento de una universidad.

No le fue autorizado el permiso para crear la universidad, sin embargo, con el legado que dejó se creó el Colegio Mayor de Santo Tomás. Este estaba a cargo de los dominicos. Los religiosos de la compañía de Jesús creaban sus propias instituciones para formar a sus propios religiosos.

Aun cuando los religiosos iniciaron a abrir sus puertas a los laicos de las familias de elite, no podían instruir a médicos o abogados quienes era de suma importancia para el funcionamiento de la corona en el Reino. En 1660 se hizo una nueva solicitud a para poder crear una universidad en la ciudad de Santiago de Guatemala, y esta solicitud tuvo éxito y se autorizó en 1676 la fundación de una universidad guatemalteca.

Fue el 31 de enero de 1676 cuando se fundó la Universidad de San Carlos de Guatemala. El juez superintendente y primer rector de la Universidad fue Juan Bautista Urquiola quien era egresado de la Universidad de Salamanca. Para iniciar su funcionamiento utilizaron el edificio del Colegio Santo Tomas. Este se remodeló y le agregaron un escudo real en la fachada.

Las primeras cátedras que abrieron en sus inicios fueron: Teología escolástica, Teología moral, Cánones, Leyes, Medicina y dos idiomas indígenas. Se abrieron las convocatorias para elegir a los catedráticos, esto por decisión de la corona. Las clases iniciaron en 1681.

La Universidad de San Carlos iniciaba a tomar forma y consolidarse cuando las universidades europeas iniciaban a hacer cambios en su tipo de enseñanza, pues, empezaban a aparecer estudios como los de Galileo Galilei, Torricelli, Descartes, entre otros. Esto hacía que la educación en América se quedara rezagada.

Con el paso del tiempo fueron incorporándose más personajes a impartir cátedras y nuevas cátedras según avanzaba el conocimiento. Algunos profesionales viajaban a España para adquirir nuevos conocimientos y nuevos libros al respecto e incluir métodos experimentales.

Puesto que la universidad era la entidad que capacitaba a las personas de élite de la época, siempre tuvo una gran influencia en la vida política de la capital. Por lo mismo influyó en muchos aspectos importantes como la independencia del país.

Fue hasta 1875 que la Universidad de San Carlos de Guatemala fue transformada a ser la universidad nacional. Cambiaron sus símbolos. Un año después inició a operar la Universidad de Occidente que forma parte de la misma casa de estudios.

En aquel momento, el Estado controlaba toda la educación en todos los niveles. Se crearon las facultades como Jurisprudencia, Ciencias políticas y sociales, Medicina y Farmacia, Ciencias Eclesiásticas y el Consejo Superior Universitario quien lo conformo el rector y los decanos.

En 1882, se suprimió la educación religiosa, la cual fue la que dio origen a la universidad.

En el siglo XX, se obtuvo una gran cantidad de cambios para la universidad. Algunos de estos fueron impulsados porque se dieron en otros países. Tales como la exigencia a la libertad de cátedra y decisión de elección en cuanto a qué libros utilizar para impartir las clases. La autonomía de la universidad buscaba la toma de sus propias decisiones sin que el gobierno de turno tenga que autorizar los cambios. Buscar que el gobierno de la universidad fuera constituido por

docentes, egresados y alumnos, quienes son los interesados del bienestar de la institución. La extensión que debe dar la universidad, es decir, la universidad debe tener un impacto social solucionando problemas del entorno. La forma de seleccionar a los catedráticos mediante oposiciones para lograr obtener a los más calificados en el área y no que fuera un favoritismo. Fomentar la investigación de la universidad. Por último, una solidaridad inter universidades de Iberoamérica.

Luego de todos los acontecimientos que sucedieron en 1920, en el país hubo efectos en la vida estudiantil de la universidad, pues en 1921 se crearon las primeras asociaciones estudiantiles. En 1921 se creó la huelga de dolores. Luego de los terremotos de 1917 y 1918 se crearon los edificios de la Escuela de Ciencias Naturales y Farmacia. Se construyó el Paraninfo, la Escuela de Medicina y la Escuela de Odontología.

Pasado el gobierno de Jorge Ubico, en donde él tuvo gran control sobre la universidad, se emitió el Decreto No. 12 en donde se estableció la autonomía de la universidad. El objetivo fue lograr que ningún gobierno pudiera controlar la Universidad Nacional de San Carlos de Guatemala. Gracias a este acuerdo la universidad tiene personalidad jurídica y la capacidad de adquirir y administrar sus bienes.

En 1945, el Congreso de la República promulgó la primera Ley Orgánica de la universidad. Se modifica en 1947.

Dentro de los retos que enfrenta la Universidad de San Carlos de Guatemala en el siglo XXI se encuentran problemas económicos, políticos, ideológicos culturales y sociales. Sin contar los problemas generacionales.¹

1.1.2. Ubicación

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con distintas sedes. Sin embargo, su sede central se encuentra ubicada en la ciudad universitaria, zona 12, Guatemala, Guatemala.

1.1.3. Misión

En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del estado y la educación estatal. Así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promover mediante los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperar en el estudio y solución de los problemas nacionales.

¹ USAC, Tricentenario. *Historia de la Universidad de San Carlos*. <https://mundochapin.com/2017/09/historia-de-la-universidad-san-carlos-de-guatemala/37023/>. Consulta: octubre de 2019.

Su fin fundamental es elevar el nivel espiritual de los habitantes de la república, conservando, promoviendo y difundiendo la cultura y el saber científico.

Contribuir a la realización de la unión de Centroamérica. Para tal fin, se procura el intercambio de académicos, estudiantes y toda la vinculación espiritual de los pueblos del istmo.²

1.1.4. Visión

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social, humanista y ambiental con una gestión actualizada, dinámica, efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos. Formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.³

1.1.5. Valores

Son principios y creencias que nos permiten orientar nuestro comportamiento en función de realizarnos como personas.

Es el conjunto de principios y creencias que actúan como fuerza única e integradora entre trabajadores y la institución, que indican el camino a seguir para alcanzar la misión y fines de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- **Responsabilidad**

Valor que permite al trabajador universitario interactuar, comprometerse y aceptar las consecuencias de sus acciones y decisiones. Sus actos responden íntegramente a sus compromisos, sin necesidad de tener supervisión en cumplimiento de su deber con eficiencia y eficacia.

La responsabilidad es uno de los valores y pilares más fuertes del éxito.

- **Respeto**

Es valorar a los demás. Acatar los límites que impone el derecho ajeno como base para la convivencia armoniosa que exige a los trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala actitudes positivas en las relaciones humanas, en el ambiente laboral y en cualquier relación interpersonal.

² USAC, Tricentenario. *Misión visión y valores*. <https://www.usac.edu.gt/misionvision.php>. Consulta: octubre de 2019.

³ *Ibíd.*

- Honestidad

Valor que distingue al trabajador de la Universidad de San Carlos de Guatemala por sus actos de probidad, rectitud, decoro y decencia.

- Excelencia

Valor que motiva a los trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala a desarrollar sus labores cotidianas en forma sobresaliente y buscando continuamente la mejora del trabajo realizado.

Es el conjunto de prácticas en la gestión de la universidad que dan resultados relevantes y un servicio de alta calidad y pertinencia.

Somos lo que hacemos constantemente. La excelencia, pues, no es una acción, es un hábito.

- Servicio

Es la disposición de los trabajadores universitarios de atender con agilidad, cordialidad, eficiencia y diligencia a la comunidad universitaria y a las personas que hacen uso de los servicios de la universidad, en función de la misión institucional.

*Quien no vive para servir, no sirve para vivir.*⁴

1.2. Facultad de Ingeniería

A continuación, se describe la historia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.2.1. Historia

En los inicios de la universidad en 1676 no se graduaban profesionales en ciencias exactas, únicamente Teología escolástica, Teología moral, Cánones, Leyes, Medicina y dos idiomas indígenas. Fue hasta en 1769 que se crearon cursos de física y geometría, lo que muestra el inicio de la enseñanza de ciencias exactas en Guatemala. En 1834, se creó la Academia de Ciencias y ahí se impartieron cursos de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física.

En 1840, la Academia de Ciencias se incorporó a la universidad y se incrementaron los requisitos para poder obtener el título del agrimensor. Con la

⁴ USAC, Tricentenario. *Misión visión y valores*. <https://www.usac.edu.gt/misionvision.php>. Consulta: octubre de 2019.

fundación de la Escuela Politécnica se crearon las carreras de ingenieros militares, topográficos y telégrafos.

En 1879, según el Decreto Gubernativo 1882 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala. En esa misma fecha se convirtió en facultad y se separó de la Escuela Politécnica. Durante la gestión del segundo decano de la facultad, el ingeniero José Irungaray, se creó el primer programa de estudios y la carrera de Ingeniería duraría únicamente 6 años.

En 1895, se reanudaron las clases en la Escuela Politécnica, ya que por cuestiones de financiamiento no se pudo continuar en la universidad. En ese entonces se impartía Ingeniería Militar, Ingeniería Civil e Ingeniería Topográfica. En 1908, por la inestabilidad que presentó, se suspendieron las actividades dejando en la Escuela Politécnica los archivos y hasta 1912 los trasladaron para la Facultad de Derecho. Durante 1908 a 1920 se le cambió el nombre a Facultad de Matemáticas y por la misma inestabilidad únicamente se incorporaron tres nuevos ingenieros guatemaltecos quienes estudiaron en el extranjero.

En 1920, nuevamente reiniciaron sus labores normales en un edificio ubicado frente al edificio Morazán. Hasta 1930 ofrecían la carrera de Ingeniería Topográfica.

Durante 1935, gracias a profesores y alumnos en conjunto, se impulsó crear reformas al currículo de estudios.

Fue hasta 1944, cuando se reconoció la autonomía de la universidad y la asignación de recursos financieros del Estado a la universidad, gracias a esto desde entonces la Facultad de Ingeniería se independizó de las instituciones gubernamentales y se le asignó presupuesto estrictamente para la universidad. Esto logró que se viera un incremento en la población estudiantil, sin embargo, para 1947 únicamente existía la carrera de Ingeniería Civil.

Con el afán de extender la facultad al pueblo de Guatemala, en 1951, se creó la Escuela Técnica la cual tenía como objetivo capacitar y ampliar los conocimientos de los operarios de la construcción.

En 1953, se creó la carrera para ingeniero arquitecto, que posteriormente, se convirtió en la Facultad de Arquitectura.

En 1959, se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería con el fin de promover la investigación siendo esto en colaboración de entidades públicas y privadas. Para 1965, se fundó el Centro de Cálculo siendo pionero en la implementación de equipo para el procesamiento de información dando soporte a la población que conforma la Facultad de Ingeniería.

En 1975, se creó la unidad de EPS, y la Unidad de Posgrados de la facultad. Para 1976, se incluyeron las Licenciatura de Matemática y Física aplicada, con esto se creó la Escuela de Ciencias.

Durante 1994, se creó la Unidad de Servicios al Estudiante y Servicios de Apoyo al Profesor, (SAE-SAP). Durante la última década se han incluido nuevas especializaciones a la Unidad de Posgrados y nuevas licenciaturas, y convenios

con universidades europeas para poder ofrecer a sus estudiantes la oportunidad de hacer intercambios estudiantiles.⁵

1.2.2. Visión

“Ser una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional; formamos profesionales en las distintas áreas de la ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional”⁶.

1.2.3. Misión

“Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global”⁷.

1.2.4. Objetivos

- Objetivo general

Formar el recurso humano dentro del área técnico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico, natural, social, económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea para que pueda servir al país en forma eficiente y eficaz como profesional de la ingeniería.

⁵ Facultad de Ingeniería, Usac. *Historia*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: octubre de 2019.

⁶ Facultad de Ingeniería. *Misión, visión y objetivos*. <https://www.usac.edu.gt/catalogo/ingenieria.pdf>. Consulta: octubre de 2019.

⁷ *Ibíd.*

- **Objetivos específicos**
 - Proporcionar al estudiantado de la Facultad de Ingeniería las oportunidades para obtener una formación técnico-científica, para su aplicación al medio laboral y adaptación a la tecnología moderna.
 - Fomentar la investigación científica y el desarrollo de la tecnología y ciencias entre los estudiantes y catedráticos de la Facultad de Ingeniería, con proyección y como resarcimiento para el pueblo de Guatemala.
 - Fortalecer las relaciones con los sectores externos del país, que se vinculan con las diversas ramas de la ingeniería y contribuir a satisfacer sus necesidades, lo cual generará el beneficio mutuo.⁸

1.3. Centro de Investigaciones

A continuación, se describe la historia del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.3.1. Historia

El Centro de Investigaciones de Ingeniería fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario de fecha 27 de julio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En 1959, se tomó la iniciativa para la construcción del Centro de Investigaciones queriendo unir los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y la Dirección General de Obras Públicas. Se incluyó el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria. En 1965, se agregó el Laboratorio de Aguas Municipales.

En la década de 1970, se creó la Unidad de Investigación de Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda y, también, la Unidad de Cicon. En 1980, en conjunto con la Facultad de Arquitectura, se intensificaron los esfuerzos en la Unidad de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda para organizar asentamientos humanos.

En 1997, se instaló la planta piloto de extracción y destilación que fue un apoyo para incentivar el proceso de investigación y de servicios en el CII. En esta misma década, se dio impulso al Laboratorio de Metrología Eléctrica, cuya formación

⁸ Facultad de Ingeniería. *Misión, visión y objetivos*. <https://www.usac.edu.gt/catalogo/ingenieria.pdf>. Consulta: octubre de 2019.

data de muchos años. Se consideró la ampliación al de Laboratorio de Metrología Eléctrica. En 1999 se incrementó notablemente la participación del CII en los Programas de Investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.

La construcción del tercer nivel del edificio t-5 se inició en 2007. Al mismo tiempo se inició un edificio para el área de prefabricados y la remodelación de los laboratorios de química industrial que fueron inaugurados en el 2008.

En 2009, se crea la sección LIEXVE, el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, como parte de la Sección de Química Industrial. Se inician los trámites para poder apertura la Sección de Tecnología de la Madera.⁹

1.3.2. Visión

Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales. Impartir docencia de los recursos y laboratorios afines a las escuelas de la Facultad de Ingeniería. Contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca. Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos. Propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener el liderazgo en todas las áreas de ingeniería a nivel nacional e internacional, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, asesoría técnica y consultoría. Formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.¹⁰

1.3.3. Misión

Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería que estén orientados a dar respuesta a los problemas nacionales. Realizar estructuras y productos terminados de diferente índole. Impartir cursos y laboratorios afines a las escuelas de la Facultad de Ingeniería. Desarrollar programas de formación profesional, técnicos de laboratorio y operarios calificados. Realizar inspecciones, evaluaciones y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería. Actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias con la ingeniería.¹¹

⁹ Centro de Investigaciones de Ingeniería. *Historia*. <https://issuu.com/fiusac/docs/infocii>. Consulta: octubre de 2019.

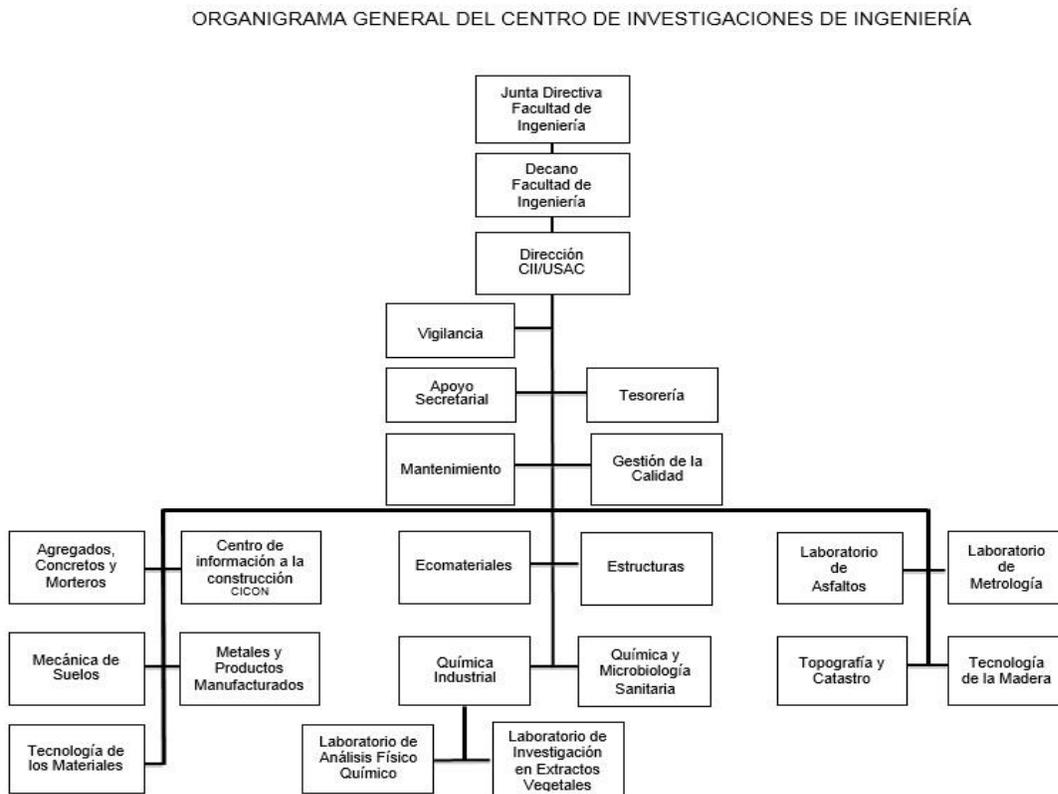
¹⁰ Centro de Investigaciones de Ingeniería. *Misión y visión*. <https://issuu.com/fiusac/docs/infocii>. Consulta: octubre de 2019.

¹¹ *Ibíd.*

1.3.4. Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Figura 1. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Manual de puestos y funciones. p. 5.

1.3.5. Secciones

Actualmente el Centro de investigaciones se encuentra conformado por trece secciones que se encargan de brindar distintos ensayos y servicios. Estas son:

- Sección Agregados, Concretos y Morteros
- Sección Metrología
- Sección Tecnología de los Materiales
- Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos
- Sección Materiales y Productos Manufacturados
- Sección Eco materiales
- Sección Química Industrial
- Sección Gestión de la Calidad
- Sección Química y Microbiología Sanitaria
- Sección Estructuras
- Sección Topografía y Catastro
- Sección Centro de Información a la Construcción
- Sección Tecnología de la madera

1.4. Sección de Agregados, Concretos y Morteros

A continuación, se describe la sección de Agregados, Concretos y Morteros.

1.4.1. Visión

Actualmente no cuenta con una visión definida.

1.4.2. Misión

Actualmente no cuenta con una misión definida.

1.4.3. Campo de acción

La sección de Agregados, Concretos y Morteros tiene diversidad de ensayos dentro del tarifario del Centro de Investigaciones, los cuales describen trabajos fuera de las instalaciones del edificio. El campo de actividades de la sección de Agregados, Concretos y Morteros tiene una diversidad de actividades como el análisis y ensayos de control de calidad, materia de investigación, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.

1.4.4. Servicios

La sección de Agregados, Concretos y Morteros realiza ensayos, extensión y docencia. Los ensayos son la mayor parte de sus funciones, ya que se encuentran estipulados en el tarifario vigente, el cual ya tiene un precio establecido y aprobado por la Dirección del Centro y la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería. Si un ensayo no se encuentra en dicho documento la sección tiene las herramientas necesarias para realizarlo. El jefe de sección crea una oferta de trabajo que es compartida con el interesado, si él lo autoriza y llegan a un acuerdo se procede a realizar el ensayo pactado.

Tabla I. **Ensayos que se encuentran vigente**

Norma	Descripción
NTG-41010 h4 (ASTM C-40)	Determinación de materia orgánica en los agregados finos para concreto.
NTG 41010-h1 (ASTM C-136)	Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.
NTG-41010 h9 (ASTM C - 128)	Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agua del agregado fino.
NTG – 41010 h2 (ASTM C-29)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) e índice de vacíos en los agregados.
NTG 41010-h3 (ASTM C-117)	Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 μm (No. 200) en agregados minerales. Tamiz 6,35.
NTG 41010-h1 (ASTM C-136)	Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.
NTG-41010 h8 (ASTM C - 127)	Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agua del agregado grueso.
NTG – 41010 h2 (ASTM C-29)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) e índice de vacíos en los agregados.
NTG 41010-h3 (ASTM C-117)	Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 μm (No. 200) en agregados minerales. Tamiz 6,35.
NTG 41031 (ASTM C-144)	Agregados para morteros de albañilería. Especificaciones.
NTG 41065 (ASTM C-330)	Agregados livianos para concreto estructural. Especificaciones.
NTG 41063 (ASTM C331)	Agregados livianos para fabricación de unidades de mampostería de Concreto. Granulometría para filtros D - 310.
NTG 41010 h10 (ASTM C142)	Determinación de terrones de arcilla y de partículas friables (desmenuzables) en los agregados.
NTG - 41052 (ASTM C-143)	Determinación del asentamiento del concreto hidráulico.
NTG - 41017h5 (ASTM C-138)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) rendimiento (volumen de concreto producido) y contenido de aire (gravimétrico) del concreto.
ACI 318/08.	Corrección práctica de la mezcla en el laboratorio.
Capítulo 5 de ACI 318/08	Preparación, curado y ensayo a compresión de 6 especímenes normados, a las edades de 3, 7 y 28 días.
NTG 41017 h7 (ASTM C-231)	Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión.
NTG - 41053 (ASTM C-1064)	Medición de la temperatura del concreto hidráulico recién mezclado.
NTG - 41017h5 (ASTM C-138)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) rendimiento (volumen de concreto producido) y contenido de aire (gravimétrico) del concreto.
NTG 41017 h12 (ASTM C-403)	Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por su resistencia a la penetración.
NTG 41049	Obtención y ensayo de núcleos perforados y vigas aserradas de concreto.

Continuación de la tabla I.

NTG 41049	Ensayo de núcleos perforados y vigas aserradas de concreto.
NTG 41017h1 (ASTM C-39)	Ensayo a compresión, determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
NTG 41017-h15 (ASTM C-496)	Determinación de la resistencia a tracción indirecta de especímenes cilíndricos de concreto.
NTG 41017 h2 (ASTM C-78)	Método de ensayo para determinar el esfuerzo de flexión del concreto (utilizando una viga simplemente soportada con cargas en los tercios de la luz).
NTG 41017 h11 (ASTM C-805)	Determinación del número de rebote en concreto endurecido.
NTG 41003 h2 (ASTM C-188)	Determinación de la densidad del cemento hidráulico.
NTG 41003 h1 (ASTM C-187)	Determinación de la cantidad de agua para obtener la consistencia Normal de la pasta de cemento hidráulico.
NTG 41003 h10 (ASTM C-191)	Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico usando la aguja de Vicat.
NTG 41003 h4 (ASTM C-109)	Determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm (2 pulg.) de lado.
NTG 41003 h6 (ASTM C-430)	Determinación de la finura del cemento hidráulico usando un tamiz de 45µm (№ 325).
NTG 41003 h4 (ASTM C-109)	Determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm (2 pulg.) de lado, (9 cubos, edades de 3,7,14,21,28 y 56 días a convenir).
NTG 41017 h12 (ASTM C-403)	Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por su resistencia a la penetración.
NTG 41010 h14 (ASTM 1260-07)	Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice en los agregados. Método de la barra de mortero.

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Muestreo en *situ* de mezclas de concreto**

Norma	Descripción
NTG 41052 (ASTM C-143)	Determinación del asentamiento del concreto hidráulico.
NTG - 41017h5 (ASTM C-138)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) rendimiento (volumen de concreto producido) y contenido de aire (gravimétrico) del concreto.
NTG 41017 h7 (ASTM C-231)	Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión.
NTG - 41053 (ASTM C-1064)	Medición de la temperatura del concreto hidráulico recién mezclado.
NTG 41017h1 (ASTM C-39)	Toma de muestra de 6 especímenes normados (6" de diámetro y 12" de alto). Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
NTG 41061 (ASTM C-31)	Práctica para la elaboración y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra.
NTG 41017h1 (ASTM C-39)	Ensayo a compresión, determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

Fuente: elaboración propia.

1.5. Normas ISO

A continuación, se describe la historia de las normas ISO.

1.5.1. Historia

Las normas ISO se conocen en español como Organización Internacional para la Estandarización. Se crearon cuando se unieron organizaciones que se dedicaban a la elaboración de estándares.

Una de las organizaciones que participo en dicha unión fue *International Federation of the National Standardizing Associations*. (ISA) y la segunda entidad fue *International Electrotechnical Commission* (ICE) creada en 1906. Durante 1944 surge, en Londres, UNSCC quien fue el comité de Coordinación de Estándares de las Naciones Unidas. Esta nueva organización pasó a ser parte fundamental de lo que hoy se conoce como ISO.

A finales de 1946, en octubre, representantes de ISA y UNSCC, teniendo un total de 65 representantes de 25 países distintos, solicitaron una nueva la cual se llevó en Londres en el Instituto de Ingenieros Civiles. Luego de esta reunión se disolvieron ambas asociaciones por su baja actividad y se creó ISO.

Fue el 27 de febrero de 1947 que ISO teniendo su sede en Ginebra comenzó a funcionar oficialmente, siendo este el único ente de estandarización internacional. Debido a que ISO es el resultado de dos distintos organismos de estandarización, en sus orígenes dos tercios de sus normalizaciones iniciales eran parte de las que ya contaba ISA.

En la actualidad, ISO es el principal editor de normas. Es una organización no gubernamental que está formado por 162 países. Han creado alrededor de 19500 Normas ISO que abarcan casi todo el ámbito de fabricación y tecnología.¹²

1.5.2. Importancia

La importancia fundamental de las Normas ISO es el aseguramiento de la calidad, haciendo que las empresas se comprometan a altos niveles de resultados realizando más rápidos y óptimos los procesos de producción o atención.

Cuando se crea una empresa no se necesita únicamente un buen producto o un buen servicio, sino que también un buen sistema de organización y gestión. Este es el objetivo de las normas ISO 9000 en la gestión de la calidad. Estas normas se basan en crear modelos de trabajo y organización estándar en donde se realiza toda la documentación necesaria para asegurar la eficacia de la empresa a nivel organizacional, para alcanzar objetivos, mejorar los procesos constantemente y hacerlos más eficientes constantemente.

Además de crear modelos estándar deben crear indicadores que les permita verificar si están logrando alcanzar sus objetivos trazados.

¹² ISOTools ©2019. *Origen de las normas ISO*. [https:// www.isotools.org/2015/07/26/origen-normas-iso/](https://www.isotools.org/2015/07/26/origen-normas-iso/). Consulta: 1 de abril 2019.

1.5.3. Norma ISO 17025:2017

La norma ISO 17025:2017 tiene como antecesora la norma ISO17025:2005, esta norma tiene como objetivo hacer posible que los laboratorios implementen sistemas de calidad a los procesos de calibración y ensayos, esto para que puedan demostrar que tienen las competencias necesarias para brindar resultados confiables y válidos. Cuando los laboratorios tienen estandarizados sus procesos pueden trabajar entre laboratorios u organismos de distintos países. Esto quiere decir que los resultados que ofrecen son válidos en todos los países y no requieren pruebas adicionales para que sean válidos.

La norma fue actualizada tomando en cuenta los grandes cambios que ha sufrido el mercado en cuanto a la tecnología. A su vez toma en cuenta el nuevo vocabulario aceptado por el TI. Considera las nuevas actualizaciones realizadas en la norma ISO 9001, ya que esta norma es la que vela por los sistemas de gestión de calidad.

Cabe mencionar que esta norma abarca todo el proceso el laboratorio desde cómo se conservan los registros hasta la manera en que el equipo funciona gracias a la electrónica.

La nueva versión de la norma ISO 17025:2017 tiene una gran influencia de la norma ISO 900,1 ya que esta última se ocupa de toda la documentación y la información. Se intentó tomar el mismo concepto y aplicarlo en el entorno de un laboratorio.

1.6. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)

La Comisión Guatemalteca de Normas nace de la idea de que Guatemala tuviera su propio organismo nacional de normalización, esta idea inicio en 1960. Sin embargo, fue hasta el 5 de mayo de 1962 en el Decreto No. 1523 del Congreso de la Republica, ley de la creación de la Comisión Guatemalteca de Normas. Posteriormente, en 1966 se oficializó su reglamento por medio del Acuerdo Gubernativo No. 156.

La Comisión Guatemalteca de Normas se encuentra adscrita al Ministerio de Economía, ya que son ellos los encargados de elaborar las normas que promuevan el desenvolvimiento de las actividades industriales, agrícolas y comerciales en el país.

Según el Decreto 1523, la Comisión Guatemalteca de Normas tiene las siguientes atribuciones:

- Dirigir, coordinar y unificar las actividades y la política del país en materia de fijación de normas.
- Estudiar, elaborar, modificar y proponer al organismo ejecutivo, por conducto del Ministerio de Economía, la adopción de normas formuladas de acuerdo con su ley y sus reglamentos.
- Constituir, de acuerdo con los reglamentos respectivos, a los comités técnicos necesarios para el estudio, elaboración y en su caso modificación de cada norma en particular.
- Vigilar la aplicación de las normas adoptadas.
- Establecer y mantener relaciones con las organizaciones internacionales y regionales de fijación de normas, especialmente las centroamericanas y con las entidades creadas para el mismo objeto en otros países.
- Tener bajo su jurisdicción todos los demás asuntos relacionados con la fijación de normas en Guatemala.

La Comisión Guatemalteca de Normas tiene dos tipos de normas, las NGR (Normas Guatemaltecas Recomendadas) y las NGO (Normas Guatemaltecas Obligatorias).¹³

¹³ COGUANOR. ¿Qué es COGUANOR? <http://www.coguanor.gob.gt/index.php?id=6>. Consulta: octubre de 2019.

1.7. Oficina Guatemalteca de Acreditaciones (OGA)

La Oficina Guatemalteca de Acreditaciones (OGA) es la encargada de la evaluación, control e idoneidad de los organismos de evaluación de la conformidad. Esta surge luego de que dejara de funcionar el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (Icaiti), el cual fue creado como un modelo de desarrollo para la región. Debido a la problemática económica que se vive en los países que la conformaban dejó de funcionar en 1998.

La OGA fue creada el 6 de mayo del año 2002 por medio del Acuerdo Gubernativo No. 145-2002. Su estado legal fue modificado con el Decreto No. 78-2005, Ley del sistema nacional de la calidad, en donde se establece que la OGA es un componente del sistema nacional de calidad del Ministerio de Economía.

En resumen, la OGA es el ente que se encarga de acreditar los distintos laboratorios, organismos de certificación, sistemas de gestión, productos, persona. Básicamente, la Oficina de Acreditaciones evalúa a los entes que soliciten su acreditación y los reconoce formalmente por su competencia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Documentación actual

En este capítulo se podrá encontrar diferentes documentos proporcionados por el Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.1.1. Documentación del Centro de Investigaciones de Ingeniería

El Centro de investigaciones de Ingeniería, para sus procesos administrativos, se rige bajo la normativa que se encuentra establecida por la Universidad de San Carlos de Guatemala, dentro de los cuales se puede mencionar el proceso de compras, requerimiento de personal, adquisición de insumos, entre otros.

Para la prestación de servicios se cuenta con el arancel que entró en vigor el 01 de febrero de 2007 con la base legal del Punto Quinto, inciso 5.3, del acta No. 32.2006 de la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, celebrada el viernes 24 de noviembre de 2006. Este documento establece los ensayos que pueden realizar las secciones y el monto autorizado para cada ensayo.

Tomando en cuenta que se pueden prestar servicios tanto a personas internas a la universidad como externas se estableció un factor de cobro para dar cierto beneficio a las personas por su relación con la entidad.

Por ejemplo, los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala tienen un factor de 0 %, es decir que no pagan al hacer un ensayo dentro del Centro de Investigaciones. Los estudiantes de otras facultades pagan un 25 %. Entidades de escasos recursos un 50 %, así sucesivamente contemplando un total de 11 diferentes tipos de interesados.

Actualmente se encuentra en proceso de autorización hacerle cambios a dicho documento, pues se quiere cambiar el nombre de arancel a tarifario. El arancel está definido como un impuesto que se paga por un producto que ingresa al país en aduana. También se quieren cambiar los porcentajes de cobro y especificar, de una manera más precisa, las características que debe cumplir una persona para optar al beneficio de descuento.

Cabe mencionar que con la tecnificación que las distintas secciones han tenido desde el momento de autorización de dicho arancel existen nuevos procedimientos que los interesados solicitan y no se encuentran normados. Para estos casos el procedimiento que siguen es que cada jefe de sección realiza una cotización de trabajo fijando un costo para el ensayo requerido.

Se encuentra en el proceso de autorización el Manual de Normas y Procedimientos del Centro de Investigaciones de Ingeniería, en donde se establecen los procedimientos estándar que deben seguir todas las secciones que conforman dicha entidad.

El manual tiene como objetivo documentar los procesos existentes dentro de cada una de las secciones y poder compartir, entre ellas, las buenas prácticas de laboratorio, implementar procesos técnicos de calidad y garantizar la confiabilidad de los resultados que se entregan a los interesados.

Dentro de los procedimientos que se desarrollan en el manual se encuentran los siguientes:

- Descripción de procedimiento general de solicitud de ensayos y entrega de resultados

Este procedimiento es aplicable para la atención al interesado. Quien solicita la prestación de servicios y abarca desde la solicitud del costo, entrega de muestras a ensayar, realización de las pruebas correspondientes según la normativa vigente en Guatemala o la metodología requerida por el interesado. Siempre que la sección encargada posea las herramientas necesarias para desarrollarlo.

Se establece la responsabilidad y funciones que tiene cada una de las personas involucradas tiene durante el proceso para llevarlo a cabo de una manera correcta.

- Descripción de procedimiento general de solicitud, oferta y contratos de servicios de laboratorio para clientes internos o externos

Este procedimiento abarca la solicitud para la realización de ensayos por parte de un interesado. Este costo podrá variar según la naturaleza del cliente y el factor que se aplicará de descuento al interesado. Pudiendo estar los ensayos solicitados establecidos en el arancel autorizado o mediante una cotización extendida por el jefe de sección.

- Descripción de procedimiento para resolución de quejas

El procedimiento de resolución de quejas tiene su origen en la inconformidad por parte de algún interesado respecto a la prestación de un servicio. Al igual que los procedimientos anteriores, se establecen los responsables de solucionar las quejas y coordinar con los jefes de sección crear procedimientos que ayuden a prevenir que nuevamente se dé el inconveniente que está generando la inconformidad.

Para este procedimiento se cuenta con un registro que debe llenar el interesado; es donde se documenta el procedimiento para poder llevar un correlativo de problemas suscitados.

- Descripción de procedimiento para la detección de necesidades de capacitación y formación del personal

Tomando en cuenta que los conocimientos avanzan a pasos agigantados y el personal del Centro de Investigaciones se debe encontrar a la vanguardia para atender las necesidades de la población. Cada uno de los jefes de sección debe crear un plan de capacitación donde se logre tecnificar y actualizar al personal en conocimientos relacionados a temas de desempeño diario.

Luego de una capacitación práctica o teórica se debe realizar una evaluación para garantizar que las personas aprendieron lo requerido. Dichas evaluaciones deben ser archivadas y documentadas.

- Descripción de procedimiento de recepción, manejo y transporte de muestras

En la ventanilla de atención al cobro se generan las ordenes de trabajo para los ensayos solicitados. En este mismo lugar es donde los interesados deben dejar sus muestras para su posterior utilización. Durante la recepción se debe verificar que la muestra cumple con las especificaciones requeridas por la normativa vigente que se utilizará en el estudio pactado. Desde que se entrega en el almacén, es responsabilidad del personal del Centro de Investigaciones la manipulación, el traslado y el resguardo de las muestras. Luego de recibida la muestra de cada sección debe trasladar el ítem de ensayo a su sección.

- Descripción de procedimiento de control de equipos

Este procedimiento asegura el mantenimiento y calibración de equipos que se utilizan para los distintos trabajos realizados por el personal del Centro de Investigaciones. Así como los controles y registros que se deben llevar para documentar la utilización del equipo.

Sin embargo, no es únicamente el registro de uso lo que se debe controlar sino la identificación del equipo, especificaciones técnicas brindadas por el fabricante, historial y pronóstico de servicios, calibraciones e instrucciones de uso.

- Descripción de procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados de ensayos

La calidad de la información que se entrega a los interesados depende de múltiples factores como la calibración de los instrumentos, equipos, calidad de los materiales que son utilizados para la elaboración de ensayos o la exactitud de los cálculos obtenidos con los datos recopilados durante los procedimientos realizados.

Es responsabilidad del personal, auxiliar de laboratorio y jefe de sección garantizar que sus resultados se encuentran desarrollados y entregados con exactitud.

Para asegurar que se encuentran dentro de los parámetros esperados, los resultados se deben monitorear mediante la comprobación de sus desviaciones elaborando controles estadísticos.

Los auxiliares de laboratorio deben informar de cualquier desviación o anomalía encontrada al momento de realizar los ensayos. La jefatura de la sección debe solicitar nuevos la compra o reparación de la maquinaria cuando esto sea necesario.

- Descripción de procedimiento general de elaboración de informes de resultados

Cuando ya se ha realizado el ensayo, se deben obtener los resultados según los procedimientos realizados y realizar un informe que sea conciso y fácil de interpretar por los interesados.

Para asegurar la veracidad, confiabilidad y respaldo de la institución, los informes se realizan en una hoja de seguridad que se encuentra numerada e identificada para evitar la falsificación de los informes. Estas hojas de seguridad son entregadas en original al interesado y archivadas dos copias, una en la dirección del Centro de Investigaciones y otra en la sección que realizó el trabajo.

Para los cálculos de los resultados finales se utiliza la memoria de cálculo que se obtiene de los datos documentados durante el proceso de ensayo.

- Descripción de procedimiento para realizar una investigación científica

El procedimiento de investigación científica para la mayoría de las secciones se genera únicamente cuando en alguna de las secciones se desarrolla en proceso de tesis. En donde el interesado propone un tema y con el apoyo del personal del Centro de Investigaciones lleva a cabo sus ensayos como un procedimiento normal de realización de ensayos. Para este proceso se utiliza el método científico.

Algunas otras secciones participan en procesos de investigación junto a entes que brindan financiamiento como el CONTYT o DIGI. Estos brindan la oportunidad de realizar estudios más especializados y con mayores recursos.¹⁴

Para los procedimientos antes mencionados se cuenta con los siguientes formularios:

¹⁴ Centro de Investigaciones de Ingeniería. *Documentos*.
<http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/2-uncategorised>. Consulta: octubre de 2019.

Figura 2. Formulario para la solicitud de órdenes de trabajo

FORMULARIO PARA LA SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO		DIR-RG-956 Versión 01
DATOS DEL INTERESADO		
Fecha:	Mes <input type="text"/> Día <input type="text"/> Año <input type="text"/>	
Recibo a nombre de:	_____	
Informe a nombre de:	_____	
Proyecto:	_____	
Dirección del Proyecto:	_____	
Cel:	_____	Correo electrónico: _____
DATOS DE LA MUESTRA		
Muestra a ensayar:	_____	Cantidad de muestras: _____
Tipo de ensayo a realizar:	_____	
La siguiente información será ingresada por el encargado de recepción de muestras		
Laboratorio que realizará la muestra:	_____	
Costo <input type="text"/>	_____	Inciso según arancel <input type="text"/>
<i>"Camino a la Acreditación de ensayos de laboratorio norma ISO 17025"</i>		

Fuente: Manual de normas y procedimientos (Centro de Investigaciones de Ingeniería).

Figura 3. Formulario de orden de trabajo



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, C.A.



ORDEN DE TRABAJO Nº **26624**

LABORATORIO DE: _____

INTERESADO: _____ FECHA: _____
 PROYECTO: _____ Teléfono: _____
 DIRECCIÓN: _____
 MUESTRA/EQUIPO: _____

Proveedor/Marca y Modelo: _____

TRABAJO A EFECTUAR: _____

COSTO DEL TRABAJO:	Observaciones: _____
Materiales Q _____	_____
Mano de Obra Q _____	_____
Total Q _____	_____

INTERESADO	JEFE DE SECCIÓN
INFORME No. _____	COBRABLE SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
TRABAJO O INFORME RECIBIDOS POR: _____	COSTO: Q. _____
(f) _____	RAZÓN: _____
Nombre: _____	Guatemala, ____ de ____ de 200__
<small>Original: Control Sección CI Copias: Control Sección CI Laboratorio que emite el trabajo Control Sección Sección</small>	RECIBO: _____ Fecha: _____

Fuente: Manual de normas y procedimientos (Centro de Investigaciones de Ingeniería).

Figura 4. Registro de quejas

REGISTRO DE QUEJAS		DIR-RG-951 Versión 01
Motivo de la Queja o Reclamo: Marque con una x		
Calidad del Producto <input type="checkbox"/>	Trabajo no conforme <input type="checkbox"/>	Tiempo de entrega <input type="checkbox"/>
Instalaciones <input type="checkbox"/>	Atención del personal <input type="checkbox"/>	Otros: _____
Fecha: _____	No. De boleta: <input type="text"/>	
Datos Personales		
Empresa: _____		
Teléfono: _____		
Correo Electrónico: _____		
ASUNTO:		
Quejas <input type="checkbox"/>	Denuncia <input type="checkbox"/>	Sugerencia <input type="checkbox"/>
Otros: _____		
Área o Sección en donde se produjo: _____		
Narración de los hechos (Explique brevemente y de forma clara y precisa de la situación):		
_____ _____ _____ _____ _____		FIRMA:
PARA USO EXCLUSIVO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES USAC		
Fecha de Implementación de Acciones Correctivas: _____	RESPONSABLE: _____	
ACCIONES A IMPLEMENTAR:		
_____ _____ _____ _____		
ANOTACIONES CORDINACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD		
_____ _____ _____		
V.o.B.o. COORDINACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		V.o.B.o. DIRECCIÓN

Fuente: Manual de normas y procedimientos (Centro de Investigaciones de Ingeniería).

Figura 5. **Registro para identificación de muestras**

Sección de Concretos	
No. Orden	Encargado:
Fecha de Recepción de muestra:	
Fecha de Finalización de Ensayo:	
Fecha de descarte:	

Fuente. Sección de Agregados Concretos y Morteros CII.

2.1.2. Documentación de la sección de Agregados, Concretos y Morteros

La sección cuenta con cierta documentación que le permite llevar sus procedimientos adecuados y con orden. Para ello cuentan con un manual de procedimientos, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Descripción de procedimiento general de solicitud de ensayos y entrega de resultados.

Este procedimiento abarca desde que el interesado solicita el costo del ensayo en la ventanilla de atención al cobro, el proceso de pago, recepción de muestra, realización del ensayo, realización del informe de resultados y entrega al interesado.

Se habla también de las personas encargadas de cada paso del procedimiento para lograr realizarlo adecuadamente y con calidad.

Para este procedimiento se cuenta con los siguientes registros:

- Registro para solicitud de orden de trabajo
- Registro de orden de trabajo
- Registro interno de asignación de órdenes de trabajo

Las personas que intervienen en el procedimiento son:

- Personal de atención al cobro
- Personal de la sección
- Interesado
- Director
- Recepcionista

Con este procedimiento se puede orientar a un interesado cómo hacer el trámite para la realización de su ensayo, a donde dirigirse y la parte en la que se encuentra su trabajo.

- Descripción de procedimiento general de solicitud, ofertas y contratos de servicios de laboratorio para interesados externos e internos.

Este procedimiento hace referencia al momento que un interesado solicita un ensayo en la ventanilla de atención al cliente. Esto puede realizarse de dos maneras, los ensayos que ya se encuentran documentados y autorizados en el tarifario vigente, y los procedimientos que no se encuentran regulados en el tarifario. Para estos últimos, luego de que el interesado hace la solicitud del

costo del ensayo, esta es enviada al jefe de sección, y es él quien debe verificar si la sección cuenta con la capacidad en los instrumentos y herramientas necesarias para realizar el ensayo. Si cuenta con todos los requisitos necesarios, entonces, se procede a crear una cotización estableciendo la norma técnica, las especificaciones y el costo a convenir con el interesado.

Este tipo de cotizaciones también son útiles cuando el ensayo solicitado no se realizará en las instalaciones del Centro de Investigaciones, pues, se debe pactar con el interesado viáticos, el traslado del personal y del equipo, así como la responsabilidad de su traslado.

Para este procedimiento la sección cuenta con registros:

- Realizar cotizaciones
- Registro de responsabilidad de equipo y personal

Las personas involucradas en este procedimiento son:

- Interesado
 - Personal de ventanilla de atención al cobro
 - Jefe de sección
 - Personal de sección
 - Director
 - Recepcionista
-
- Descripción de procedimiento para capacitación y formación del personal

Dicho procedimiento es utilizado para mantener en constante capacitación al personal de la sección, logrando asegurar su capacidad técnica y

proporcionar a los interesados una mayor seguridad en la confiabilidad de sus resultados.

Este procedimiento inicia con la detección de necesidades de capacitación del personal por parte del jefe de sección, luego se gestionan los permisos y avales necesarios, se programan los cursos, o actividades respondientes, en este caso comparaciones inter-laboratorios. Luego de finalizar el proceso de capacitación las personas capacitadas deben realizar un informe donde expresen lo que se obtuvo durante el proceso de capacitación. Dicho informe se presenta a las autoridades correspondientes.

Personas involucradas en el proceso:

- Jefe de sección
 - Director
 - Auxiliar de laboratorio
-
- Descripción de procedimiento de realización de ensayos

El procedimiento de la realización de ensayos inicia cuando la sección recibió la muestra y queda bajo su responsabilidad. Luego de la recepción, se procede a asignar el ensayo a un auxiliar de laboratorio, este verifica la normativa que utilizará, preparará la muestra y, luego, se somete al procedimiento de ensayo.

Durante el proceso el auxiliar de laboratorio registra datos para realizar su memoria de cálculo que utilizará posteriormente para generar el informe de resultados. Cuando el informe de resultados se encuentra realizado este es enviado al jefe de sección para que pueda revisarlo y autorizarlo.

- Descripción de procedimiento de aseguramiento y mantenimiento del equipo para la calidad de los resultados de ensayos

El procedimiento está enfocado en el aseguramiento de la calidad de los resultados que se obtendrán en el proceso de elaboración de resultados. Para lograrlo el jefe de sección elabora comparaciones entre los auxiliares de laboratorio para lograr estandarizar los procedimientos que ellos realizan y logren obtener divisiones bajas entre ellos. Con base en los resultados que se obtienen se solicita a dirección la compra de materiales de referencia. Es necesario, por parte del jefe de sección, la autorización de la compra de nuevo material o equipamiento.

- Descripción de procedimiento para elaboración de informes de resultados

El procedimiento para la elaboración de informes de resultados es de suma importancia, pues los interesados reciben la información final del ensayo que solicitaron. El procedimiento inicia luego de que el personal de la sección recibe, identifica, traslada y resguarda la muestra a la sección. Posteriormente realiza el ensayo que fue solicitado en la orden de trabajo. Durante el proceso de ensayo realiza una memoria de cálculo donde va registrando los resultados que se generan durante el proceso práctico, ya que dichos datos serán utilizados al momento de realizar el informe, realizando cálculos y análisis numéricos. La memoria de cálculo es utilizada por el auxiliar de laboratorio para poder realizar el informe, el cual al ser terminado se envía al jefe de sección para que pueda ser verificado, revisado, y autorizado. De ser aprobado este es trasladado a secretaría para que sea firmado y sellado de revisado por parte de la Dirección del Centro de Investigaciones.

Este proceso de aprobaciones se sacan dos copias del informe. Una copia le queda a la sección y una en el archivo de secretaria. El informe final es entregado al interesado cuando se presenta a secretaria identificándose con su DPI y el recibo original.

- Descripción de procedimiento de control de equipos

El control de equipos es una actividad que se lleva a cabo en coordinación. Debido a que es responsabilidad de la dirección asegurar los recursos y asegurar las actividades vinculadas al mantenimiento de la calibración o verificación de equipos.

El jefe de sección realiza la solicitud de nuevo equipo cuando este sea necesario. Al recibirlo debe verificar que se instale adecuadamente según las especificaciones del fabricante. Para llevar el control de la utilización de los equipos se asigna una ficha técnica donde se registran los datos generales del equipo y mantenimientos a realizar.

Las personas encargadas de inventarios le asignan una tarjeta respectiva de inventarios para documentar el ingreso del equipo. Cuando el equipo está listo para su utilización, por parte del personal de la sección, se inicia a llevar el control con una hoja de registro del personal que utiliza el equipo para hacer un adecuado reporte de cuando un equipo no esté funcionando correctamente.

- Descripción de procedimiento para realizar investigación

El proceso de investigación únicamente se da cuando los estudiantes solicitan realizar su trabajo de graduación en la sección. Para llevarlo a cabo los interesados deben seleccionar un tema y buscar el financiamiento para su

estudio, siendo este interno o externo a la universidad. Cuando ya cuenta con esto, el interesado debe realizar una carta solicitando el aval de su proyecto a dirección. En esta carta se debe expresar que es lo que se desea realizar y, a su vez, entregar una copia del protocolo aprobado. Dependiendo la factibilidad del estudio el director del centro lo autoriza. Luego de este punto, el procedimiento es el mismo que para la realización de ensayos y entrega de resultados. Siento el interesado el estudiante que realiza el estudio.

El objetivo de contar con estos procedimientos documentados es lograr estandarizar sus procesos y que, de una manera más sencilla, se pueda socializar esa información con las personas que conforman la sección y los nuevos que puedan incorporarse en el futuro.

Estos documentos también explican cómo se atiende a los interesados, cuando necesitan solicitar un servicio hasta la entrega de los resultados. Se verifica que personas tiene responsabilidad de cada una de las actividades que se realizan durante un procedimiento específico.

Dentro de los mismos procedimientos se explica cómo es el procedimiento de capacitación al personal, como se asegura y garantiza la utilización y el cuidado del equipo, la elaboración de resultados y el procedimiento de investigación.

Para llevar un control de los procedimientos, ensayos y personal la sección cuenta con registros específicos.

2.2. Importancia de la documentación para el proceso de acreditación

Dentro de los aspectos requeridos por la normativa se debe mantener un control de documentación de toda la información requerida por el sistema de gestión de la calidad. En la actualidad, los términos documentos o registros se han sustituido por información, pues no únicamente se llevan registros físicos, sino también se llevan registros en software, archivos digitales, videos, audios, fotografías, entre otros. Sin importar como se guarde o genere la información esta debe tener una estructura específica donde permita que la organización funcione efectivamente al igual que el sistema de gestión de la calidad.

El procedimiento que se establezca para llevar el control de la documentación debe facilitar la transmisión de información al personal que este relacionando con los procesos y la forma fácil de auditarla, tanto interna como externamente.

Debido a que el proceso de documentación debe estar organizado, disponible y protegido se deben considerar algunos aspectos importantes:

- Identificación

Esto se refiere a que se debe crear un nombre para cada tipo de registro. Una codificación que permita identificar el uso y orden cronológico de cada uno de los documentos a trabajar y archivar.

- Formato

Para crear una estandarización de los procesos se debe tener un formato establecido para cada uno de procedimientos que permita organizar la

información de una misma manera y que permita que cualquier persona interna o externa al proceso pueda obtener los datos necesario de una forma rápida.

- Revisión y aprobación

Cada uno de los formatos que utilizarán deben ser aprobado y revisados por la dirección del centro, por los jefes de sección para obtener un formato que cumpla con todos los requerimientos y pueda ser utilizado en los procesos establecidos.

- Distribución y acceso

Cuando ya se tiene un formato establecido, revisado y aprobado se debe distribuir con todas las personas involucradas en el proceso para que cualquier persona que trabaja en proceso que se desea estandarizar pueda utilizarlo y no tenga problemas para encontrar los documentos que debe utilizar.

- Almacenamiento y prevención

El almacenamiento de los documentos tiene completa relación con la prevención de la divulgación de la información a terceros que puedan estar interesados en recibir la información, pero no estén autorizados para poder conocerla. Los procesos de almacenamiento pueden variar grandemente dependiendo de cómo se generan los datos. Estos pueden ser de forma digital o física.

- Control de cambios

Debido a que los procedimientos pueden sufrir cambios según la normativa vigente para realizarlos o nuevos procedimientos a las normas para acreditación, los registros que se llevan para cada proceso deben cambiar. Estos cambios también pueden verse afectados dependiendo de la estructura organizacional del lugar donde se realizan los procesos. Así mismo que el proceso de gestión de la calidad sufra cambios.

Cuando existe un cambio en cualquier aspecto del proceso los registros para documentar y resguardar la información también deben verse afectados.

2.3. Cómo genera la documentación actualmente la Sección de Agregados, Concretos y Morteros

Cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo dentro de la sección tienen su propio tipo de documentación. Asimismo, cada ensayo tiene sus propios registros, pues son necesarios para lograr recopilar la información que necesitan para la posterior realización de la memoria de cálculo que es necesaria para elaboración de informes de resultados.

2.3.1. Documentos relativos a la gestión

Los distintos ensayos requieren su propio tipo de registros. Sin embargo, los procesos inician con la orden de trabajo que es entregada por el personal de la ventanilla de atención al cobro. Estas órdenes de trabajo, que tienen un correlativo, se proceden a registrarlas en un documento que se llama Registro físico de ingreso de órdenes de trabajo (CO-RG-030 V-01). Los campos que utiliza registran son:

Para los equipos de laboratorio se cuenta con dos tipos de registro. Estos dependen de donde se utilizará el equipo, este, a su vez, depende de la naturaleza del ensayo, ya que pueden existir ensayos dentro del laboratorio utilizando el registro: Registro de utilización de equipo de laboratorio (CO-RG-029). Cuando el ensayo se debe realizar en el lugar de trabajo del interesado: Registro de utilización de equipo fuera del laboratorio (CO-RG-021).

Los informes de laboratorio que se entregan a los interesados se realizan en papel de seguridad, que llevan un correlativo, y, al mismo tiempo, se tiene un historial de los informes entregados llenando el registro con el nombre: Registro de números de informe (CO-RG-018).

Debido a que cuando un resultado no está dentro de los parámetros establecidos estos se denominan trabajos no conformes, los mismos se deben documentar y se hace bajo el registro titulado Formato de trabajos no conformes (CO-RG-012).

Tomando en cuenta los avances tecnológicos, los registros se inician a llevar de manera digital, por lo mismo, se creó el registro titulado: Registro digital de órdenes de trabajo (CO-RG-031).

2.3.2. Documentos relativos a aspectos técnicos

Para los ensayos se tienen formatos específicos, sin embargo, únicamente se tomarán en cuenta los ensayos que se desean acreditar:

Concreto fresco:

- Temperatura

- Asentamiento
- Masa unitaria
- Contenido de aire
- Llenado y curado de cilindros

Para estos ensayos se toman los datos de cada uno de los aspectos en una hoja en blanco, en donde, posteriormente, se realizarán los cálculos para la memoria de cálculo.

Concreto endurecido:

- Ruptura de cilindros a 3, 7, 28 días

Para la toma de datos de este ensayo se utiliza el formato titulado: Formato para la toma de datos del ensayo a compresión de cilindros de concreto Norma ASTM C-39 (CO-RG-10).

2.4. Requisitos para la documentación

A continuación, se describen los requisitos que se necesitan para la documentación.

2.4.1. Requisitos para los aspectos de gestión

Para lograr cumplir con los requerimientos necesarios para la gestión el laboratorio debe cumplir con el personal idóneo, las instalaciones, el equipamiento, los sistemas y servicios de apoyo.

- Personal

Cuando se habla del personal de laboratorio, este debe ser imparcial (para no influir en las actividades del laboratorio), competente y trabajar de acuerdo con el sistema de gestión de calidad, con el fin de comprobar la competencia. Para la preparación del personal se debería tener el currículum del personal actualizado y las pruebas que se realizan constantemente para demostrar su competencia.

Por parte de laboratorio se debe tener documentado el perfil de cada puesto tomando en cuenta todos los aspectos técnicos y prácticos que deben realizar el personal.

El laboratorio debe tener documentado todos los procesos para la selección del personal, formación supervisión, autorización y seguimiento de competencias.

Cada persona en el laboratorio debe estar autorizada para realizar las actividades de desarrollo, modificación, verificación y validación de los métodos utilizados. Tanto como el análisis de resultados.

- Instalaciones y condiciones ambientales

El laboratorio debe asegurar las condiciones ambientales que no afecten las actividades de los ensayos o calibraciones que se desarrollen dentro del mismo.

Para ello debe tener documentado los requisitos y condiciones requeridas según los ensayos a realizar y comprobar que no estarán expuestos a contaminación.

- Equipamiento

El laboratorio debe tener acceso a los equipos necesarios para desarrollar sus actividades. Estos equipos pueden ser de medición, software, patrones de medición, reactivos, o cualquiera que sea necesario para el correcto desempeño de sus actividades. Deben estar correctamente calibrados para que no influya en los resultados obtenidos.

Es necesario contar con un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y que la maquinaria cuente con los requerimientos especificados antes de que sean instalados para su uso.

El equipo debe contar con un plan de calibración cuando la exactitud tenga variaciones significativas, cuando se desee establecer la trazabilidad metrológica.

Se debe mantener la documentación del equipo donde se establezca la identificación del equipo, el nombre del fabricante, verificaciones de que el equipo cumple con los estándares requeridos, la ubicación del equipo, fechas de calibraciones, el plan de mantenimiento y los registros de mal funcionamiento por daños, reparaciones o modificaciones al equipo.

- Trazabilidad metrológica

El laboratorio debe establecer, mediante una serie de calibraciones cronológicas, que sus equipos brindan mediciones correctas y confiables, ya que esto ayuda a comprobar que los resultados siempre son dentro de los parámetros establecidos.

Todas las mediciones deben ser trazables al Sistema Internacional de Medidas.

- Productos y servicios suministrados externamente

Se debe verificar por parte del laboratorio que los suministros o productos que afectan las actividades del laboratorio sean adecuados.

Es necesario crear registros para definir, revisar y aprobar los suministros que se adquieren para las actividades del laboratorio.

Se crean los parámetros requeridos por parte del laboratorio para suministros o servicios adquiridos externamente, los mismos se deben compartir con los proveedores.

2.4.2. Requisitos para los aspectos técnicos

El laboratorio debe contar con un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos. Debe documentar los requisitos bien definidos, asegurándose de que el laboratorio cuenta con la capacidad de realizar los procedimientos. Una vez el proceso solicitado ha iniciado cualquier modificación debe ser informada al interesado de forma inmediata.

El laboratorio debe establecer los métodos que utilizará para cada procedimiento requerido. Luego de establecer el método, normativas, manuales a utilizar se deben mantener actualizado y disponible para el personal.

Prioritariamente se deben utilizar normas reconocidas a nivel nacional, internacional o regional.

El laboratorio debe tener documentado un procedimiento para la recepción, transporte, manipulación, almacenamiento y disposición de las muestras a ensayar para asegurar la integridad de las muestras. Cada una de las muestras deben ser identificadas de forma correcta para prevenir cualquier tipo de confusión.

Al momento de ensayar o calibrar una herramienta el laboratorio debe contar con un registro para cada dato técnico obtenido que es útil para la elaboración de los informes.

Es necesario hacerle un aseguramiento de la validez de los resultados, mediante un seguimiento aplicando técnicas estadísticas para la revisión de sus resultados, un control de calidad o la utilización de distintos instrumentos calibrados a diferentes fechas.

Cuando se trata de los informes de resultados, estos deben ser revisados y autorizados por las autoridades del laboratorio, ya que deben ser entregados de forma clara, exacta y sin equivocaciones. Dichos informes deben tener un formato en el cual expresen los requerimientos solicitados por el cliente.

Si fuera necesario hacer una modificación en la información entregada en el informe se debe identificar claramente cuál fue la información que se cambió y la razón por la cual se hace la modificación.

El laboratorio debe contar con un procedimiento establecido de cómo abordar una queja y la manera en que esta se resolverá. Además de esto, saber de qué forma se garantizará que no volverá a suceder el mismo inconveniente con futuros interesados.

Si al finalizar el trabajo solicitado, este no cumple con las especificaciones requeridas por el cliente o por propios procedimientos del laboratorio estos se convierten en trabajos no conformes y debe asegurarse que se documentarán y se establecerán las responsabilidades, las acciones ante las condiciones de riesgo establecidas.

2.5. Resguardo de la información

A continuación, se describe el resguardo de la la información de gestión.

2.5.1. Resguardo de la información de gestión

La Información es resguardada de forma física y digital para poder tener un respaldo de esta. En forma física la información se guarda una copia de toda la información original. Se lleva un control en archivador donde se tiene organizados las ordenes de trabajo antiguas y en curso. La copia de seguridad que se tiene es digital se guarda en *Dropbox* en donde todo el personal que trabaja en la sección pueda tener la opción de verificar cualquier dato aún si la persona que realizó un trabajo específico.

2.5.2. Resguardo de la información de laboratorio

La información de laboratorio hace referencia a los datos que se utilizan para elaboración de informes. La memoria de cálculo que se realiza con la información obtenida durante los ensayos se guarda con la copia que queda en el archivo de la sección con la copia del informe final que se entrega al interesado, esto con el objetivo de poder hacer cualquier revisión posteriormente según solicitud del cliente en caso de haber una inconformidad o duda de los resultados que se presentaron.

2.5.3. Resguardo de la información de los clientes

Cuando los clientes realizan la solicitud de un ensayo se les entrega una copia del recibo de pago y de la orden de trabajo. El informe de resultados únicamente se entrega al cliente que debe identificarse con su DPI y el recibo original de pago. En el caso de que el cliente necesite su información de forma inmediata cuando se tengan los resultados, debe dejar un correo electrónico para poder enviarle un informe preliminar. Este se envía con la aclaración de que no es el informe final de resultados, el cual se debe pasar a recoger como se mencionó anteriormente. Fuera de estos dos tipos de recepción y entrega de resultados no se comparte con personas ajenas a lo pactado en la orden de trabajo.

2.6. Situación actual del proceso de acreditación bajo la normas ISO 17025:2017

A continuación, se describe la situación actual del proceso de acreditación bajo la normas ISO 17025:2017.

2.6.1. Alcance a acreditar

El alcance de la acreditación es necesario para demostrar la competencia técnica del laboratorio para realizar ensayos. Demostrar la competencia del laboratorio de ensayos es de suma importancia para iniciar un proceso de evaluación de la OGA. Cuando se realiza la solicitud de acreditación es necesario identificar con exactitud cuáles son los ensayos o métodos que se desea acreditar.

2.6.2. Concreto fresco

El concreto fresco es una mezcla de agregados, cemento y agua, a la que se le puede agregar algunos tipos de aditivos para mejorar sus propiedades, estas mezclas se pueden dosificar en volumen o en masa.

El concreto hidráulico posee algunas ventajas desde un mejor desempeño a lo largo de su vida útil hasta el tiempo de duración.

2.6.2.1. Temperatura

Este ensayo se realiza bajo las especificaciones de la Norma NTG – 41053, la cual es una equivalencia de la Norma ASTM C1064. Su objetivo es determinar la temperatura de la mezcla de concreto hidráulico recién mezclado.

Esta temperatura es tomada durante el tiempo de ensayo, siempre que este no pase de 20 minutos, si el agregado grueso es mayor a 75 mm. Así mismo hace referencia al equipo necesario para la realización del ensayo, la calibración del equipo de medición, el muestreo del concreto y la forma de realizar en el ensayo.

2.6.2.2. Asentamiento

Este ensayo se realiza bajo las especificaciones de la Norma NTG – 41052, la cual es una equivalencia de la Norma ASTM C143-08. Su objetivo es determinar el asentamiento del concreto hidráulico tanto en laboratorio como en el campo.

Se presenta el método de realización de ensayo, el equipo que se necesita para realizarlo, cómo se toma la muestra y el procedimiento, paso a paso, para lograr desarrollarlo de una manera correcta.

2.6.2.3. Masa unitaria

Este ensayo se realiza bajo las especificaciones de la Norma NTG – 41017h5, la cual es una equivalencia de la Norma ASTM C138. Es la norma para la determinación de la densidad aparente (masa unitaria), rendimiento (volumen de concreto producido) y contenido de aire (gravimétrico) del concreto.

El objetivo del ensayo es determinar la densidad aparente del concreto y determinar fórmulas que permitan comprobar el rendimiento del mismo.

La norma hace referencia al equipo que es necesario para realizar el ensayo y el procedimiento que se debe seguir para lograr desarrollarlo de una forma adecuada.

2.6.2.4. Contenido de aire

Este ensayo se realiza bajo las especificaciones de la Norma NTG – 41017h7, la cual es una equivalencia de la Norma ASTM C231. Es la norma para la determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión. Este método es utilizado para concretos relativamente densos. La norma hace referencia al equipo necesario para la realización del ensayo y el procedimiento, paso a paso, para desarrollarlo.

2.6.2.5. Llenado y curado de cilindros

Este ensayo se realiza bajo las especificaciones de la Norma NTG – 41061, la cual es una equivalencia de la Norma ASTM C31. Esta es la forma en que se debe preparar y curar los cilindros y vigas de muestra. Esta normativa brinda las especificaciones necesarias para lograr la correcta creación de los cilindros, las especificaciones de los moldes, las herramientas necesarias, la muestra del concreto. Para este ensayo es necesario especificar los parámetros obtenidos en los puntos anteriores como temperatura, contenido de aire, asentamiento y el objetivo de la creación de estos cilindros es poder someterlos a compresión.

2.6.3. Concreto endurecido

Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece.

2.6.3.1. Ruptura de cilindros a 3, 7, 28 días

Este ensayo se realiza bajo las especificaciones de la Norma NTG 41017 h1, la cual es una equivalencia de la Norma ASTM C39. Tiene como objetivo determinar la resistencia a compresión de los cilindros. La norma muestra el procedimiento para la realización del ensayo, donde se realiza una fuerza de forma axial. En el momento que nombra todo el equipamiento necesario para desarrollar el ensayo de forma correcta. El objetivo de realizar el ensayo con ciertos lapsos entre ellos es lograr identificar cómo se comporta el concreto a distintas edades de haber sido realizado y verificar que su resistencia va en aumento. Las primeras muestras pueden hacerse a las 24 horas y el más tardío se realiza a los 90 días. En las tablas que se presentan en la norma existen ciertas tolerancias a considerar.

2.7. Cumplimiento de la Norma ISO 17025:2017

A continuación, se describen los requisitos para el cumplimiento de la Norma ISO 17025:2017.

2.7.1. Requisitos relativos a la gestión

El laboratorio debe ser una entidad legalmente constituida para poder ser responsable de todas sus acciones.

Todo el personal debe estar identificado como trabajador del laboratorio. Se deben documentar y definir los alcances del laboratorio según los ensayos que desea realizar. Dichas actividades se deben llevar a cabo según lo especificado en la normativa y los requerimientos de sus clientes.

Se debe establecer una estructura y las responsabilidades de cada persona, también que se especifique dónde se encuentra el laboratorio de la entidad matriz.

El laboratorio debe demostrar la competencia de todo su personal y documentar los requisitos que se necesitan para cada plaza disponible tanto en educación como en aspectos técnicos.

Se debe tener documentos que permitan determinar requisitos de cada puesto, el proceso de selección de personal, el proceso para capacitar al personal, cómo se supervisará al personal y el seguimiento que se le dará a este.

El personal debe estar autorizado para verificar los métodos utilizados, analizar los resultados y confirmar los informes.

Se debe llevar un registro de las condiciones ambientales que tienen al momento de realizar los ensayos para que estos se encuentren dentro de los parámetros requeridos por cada normativa.

El laboratorio debe contar con el equipamiento necesario para lograr desempeñar las actividades de laboratorio y que estos puedan afectar los resultados. Se debe contar con un procedimiento para la manipulación, el transporte, el almacenamiento, el uso y el plan de mantenimiento requerido para cada equipo.

El procedimiento de mantenimiento debe considerar el plan de calibración, de esta manera se logrará garantizar el correcto funcionamiento.

Todo equipo que se encuentre fuera de funcionamiento debe ser identificado y dado de baja en caso de ser necesario.

Todos los equipos que tengan relación con los procesos relacionados a las actividades del laboratorio deben contar con una identificación que contenga el nombre del fabricante, el número de serie del equipo, una identificación que cumple con los requerimientos especificados por el fabricante, la ubicación del equipo, histórico y plan de calibración.

El laboratorio debe mantener una trazabilidad de los resultados de medición demostrando de una manera ininterrumpida de calibraciones documentadas. Todo proceso de medición realizado por el laboratorio debe ser trazable y convertible al sistema internacional de medidas.

Se debe garantizar que todos los productos o servicios que se prestan al laboratorio que afecten los resultados de las actividades del laboratorio deben estar dentro de los parámetros necesarios y requeridos por los ensayos a realizar.

2.7.2. Requisitos técnicos

El laboratorio debe contar con un procedimiento establecido para revisar las solicitudes de trabajos o las ofertas que hagan de los mismos. Este procedimiento debe asegurar que se definan, se entiendan y se documenten correctamente lo pactado entre las partes. Así mismo, garantizar que el laboratorio cuente con las capacidades adecuadas para cumplir con lo que ofrece.

Se deben establecer todos los métodos que se utilizarán en cada proceso. Estos deben ser apropiados para las actividades que realiza el laboratorio.

Cuando se tiene establecido el método que se utilizará, se debe asegurar que se cuenta con la capacidad para utilizarlo.

Si el laboratorio utiliza un método que no está normalizado, este debe ser validado como los métodos desarrollados por el laboratorio para que estos satisfagan los requisitos de aplicación.

Cuando se haga un cambio a los métodos utilizados se debe validar el efecto que tendrá sobre las actividades y desempeño del personal del laboratorio.

El laboratorio debe mantener un registro de los procedimientos utilizados, las especificaciones requeridas, el desempeño del método y los resultados obtenidos.

Para cuando se tiene que manipular los ítems de ensayo se debe contar con un procedimiento para transportar, recibir, manipular, proteger, almacenar y conservar dicha muestra. Esto con el fin de resguardar adecuadamente los ítems de ensayo, el laboratorio y la propiedad del cliente.

Se debe asegurar que los ítems de ensayo no se perderán, deteriorarán, contaminarán o se dañarán cuando se estén manipulando por parte del personal del laboratorio.

Para cumplir con lo antes dicho, es necesario contar con un proceso de identificación de los materiales a ensayar. Esta identificación debe ser

permanente durante todo el tiempo que se mantenga en bajo la responsabilidad del laboratorio.

Si lo que se desea ensayar no cumple con las especificaciones requeridas, debe ser informado al cliente de forma inmediata y la manera de cómo proceder, si este no se encuentra de conformidad con lo indicado. Cuando ya se recibió el material de ensayo se debe verificar si según normativa es necesario mantener algunas condiciones ambientales específicas y asegurar que mantendrán por medio de un histórico de mediciones.

Debe mantenerse los registros técnicos necesarios para las actividades del laboratorio donde se identifique el informe de resultados y toda información necesaria para facilitar la identificación de los factores que puedan afectar las mediciones y ensayos realizados. Así mismo, se deben resguardar los cálculos originales realizados.

Es necesario mantener un registro de las incertidumbres de medición en las que puede incurrir el laboratorio.

El laboratorio debe tener un procedimiento establecido para poder dar un seguimiento adecuado a la validez de los resultados, utilizando métodos estadísticos para la revisión de sus resultados. Para esto se debe tener un control de la calidad de los materiales, utilizar distintas herramientas de ensayo para asegurar la trazabilidad de los ensayos y utilizar patrones de medición.

Los informes de resultados que se entreguen a los interesados deben ser en forma clara, sin equivocaciones, exacta y objetiva. Estos deben incluir toda la información pactada con el cliente y que sea necesaria para la interpretación

de los resultados. Así mismo, el método utilizado. Para la seguridad del laboratorio debe guardar una copia de todos los resultados extendidos.

Si es requerido por el cliente los resultados pueden ser enviados de forma resumida.

La información mínima que debe incluir cada informe es:

- Título del informe
- Nombre y dirección del laboratorio
- Dirección donde se realiza el ensayo
- Nombre y contacto del cliente
- Método utilizado
- Descripción del material ensayado
- Fecha de recepción de la muestra a ensayar
- Fecha de realización del ensayo
- Fecha de emisión del informe
- Los resultados obtenidos

El laboratorio es responsable de toda la información que se presenta en el informe de resultados, excepto por la información que provee el cliente.

Cuando los resultados se proporcionan una declaración de conformidad con una norma. Se deben documentar las reglas utilizadas.

Cuando el laboratorio necesite hacer cambios a los resultados obtenidos ya entregados a los clientes, la información cambiada debe estar claramente identificada y una razón de por qué es necesario hacer el cambio.

Cuando suceda que el laboratorio tiene una queja por un procedimiento o un resultado con inconformidad por parte de algún proceso, se debe contar con un procedimiento que permita recibir, evaluar y tomar decisiones respecto a la queja.

El proceso para solución de quejas debe contener, por lo menos, una descripción del seguimiento, registro y las acciones correctivas que se realizarán para prevenir que sucedan en el futuro.

3. PROPUESTA PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 17025:2017

3.1. Inventario de procesos existentes

Se realizó el inventario de los procedimientos existentes en la Sección de Agregados, Concretos y Morteros del Centro de Investigaciones de Ingeniería para lograr identificar lo que se trabaja actualmente en el mismo. Para sugerir cambios si fuese necesario o implementar nuevos procedimientos cuando hagan falta.

3.1.1. Inventario de procedimientos

Los distintos procedimientos que se realizan en la Sección de Agregados, Concretos y Morteros del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para efectos de la certificación que busca alcanzar, se dividieron en dos, ensayos para concreto fresco y ensayos para concreto endurecido.

3.1.1.1. Para ensayos de concreto fresco

Para una muestra de concreto fresco se deben evaluar múltiples factores para determinar las propiedades y la calidad de los materiales que se utilizaron en la conformación de la mezcla. Dentro de los ensayos que se realizan se encuentra la medición de la temperatura bajo la Norma NTG 41053, asentamiento del concreto hidráulico según Norma NTG 41052.

3.1.1.2. Para ensayo de concreto endurecido

El ensayo que se realiza al concreto endurecido se reduce a la ruptura de cilindros. Para ensayar un cilindro de concreto se debe tomar en cuenta varias normativas, inicialmente la Norma NTG 41060 que indica las medidas que debe llevar la muestra a ensayar. Cuando la muestra se encuentra bajo las especificaciones requeridas se procede a realizar el ensayo propuesto por la Norma 41017 h16 en donde se pueden determinar diversos factores como la elasticidad del material, el módulo de Poisson, entre otros. Al mismo tiempo, se utiliza la Norma NTG 41017h1 en donde se muestra el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3.2. Selección de proceso requerido por la normativa vigente

Dado que la Sección de Agregados, Concretos y Morteros del Centro de Investigaciones busca la certificación para distintos ensayos de concreto fresco y endurecido se debe especificar los procedimientos requeridos por cada una de las normativas existentes las cuales se describen a continuación.

3.2.1. Procesos requeridos por la normativa NTG 41053, medición de la temperatura del concreto.

La norma técnica guatemalteca 41053, métodos de ensayo, establece la medición de la temperatura del concreto hidráulico recién mezclado. Esta es un equivalente a la norma ASTM C1064. Esta normativa cubre la determinación de la temperatura de una mezcla de concreto hidráulico recién mezclado. Únicamente hace referencia al procedimiento necesario para poder realizar los ensayos no especifica normas de seguridad.

Medir la temperatura del concreto recién mezclado es importante para determinar la temperatura de la mezcla junto al ensayo. Este no representa la temperatura a tiempos posteriores y se usa para poder verificar que satisface requisitos específicos de temperatura.

Se debe conocer el tipo de agregado que se utiliza, ya que el agregado mayor a 75 mm puede necesitar un tiempo aproximado de 20 minutos para transferir el calor al mortero.

El equipo que se necesita para este ensayo es:

- Recipiente que debe, por lo menos, cubrir el concreto 75 mm al sensor del dispositivo medidor de temperatura en todas direcciones. El recipiente debe ser tres veces el tamaño del agregado grueso utilizado.
- Dispositivo medidor de temperatura. Este dispositivo debe caracterizarse por tener exactamente ± 0.5 °C o ± 1 °F. Este aparato debe tener un largo que permita sumergirlo aproximadamente 75 mm.

Para tener una medición exacta de los procesos realizados se necesita un plan de calibración anual que permita garantizar que se encuentra calibrado y funcionando correctamente. Dicha calibración se puede realizar antes de que llegara a suponer que no está dando mediciones con exactitud.

Para muestrear el concreto se puede hacer en el equipo que se utiliza para transportarlo o en las formaletas siempre que al menos este rodeado de 75 mm de mezcla en todas las direcciones. De no existir las condiciones antes mencionadas en la formaleta se puede tomar una muestra considerando lo establecido en la norma c 172 y colocarlo en el recipiente muestreador.

Para poder medir la temperatura del concreto una vez que se separó la muestra se debe sumergir el dispositivo asegurando lograr tener, al menos, 75 mm de mezcla en todas direcciones, presionar la mezcla para poder asegurar llenar cualquier espacio que se haya creado al ingresar el medidor y esperar un periodo mínimo de dos minutos, pero menor a cinco minutos para hacer la medición.

3.2.2. Proceso requerido por la normativa NTG 41052 para asentamiento del concreto hidráulico

Para la realización de este ensayo se debe seleccionar una muestra de concreto recién mezclado y consolidarlo por varillado en un molde que debe tener forma de cono truncado. Luego se levanta el molde para dejar que el concreto se asiente. Antes de retirar el molde se tiene una altura inicial igual al alto del molde y se debe medir la distancia final del concreto en su parte superior y dicha diferencia es el asentamiento del concreto.

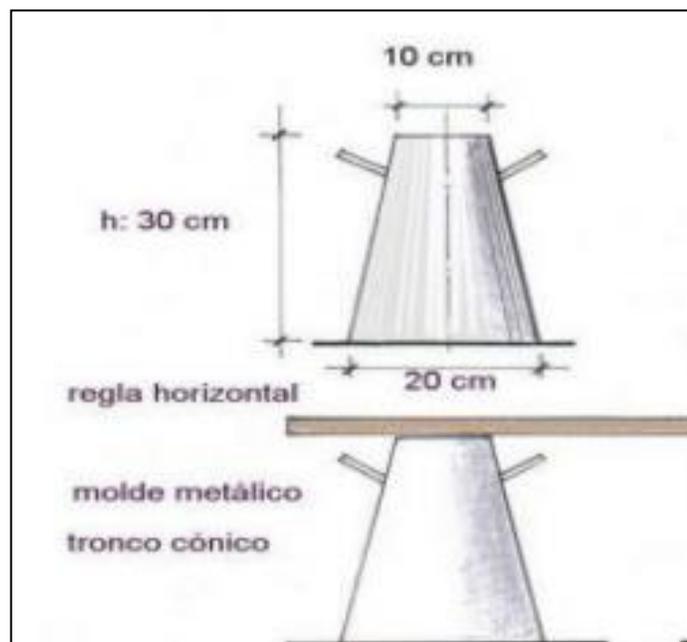
Esta normativa busca proveer un procedimiento que ayude a determinar el asentamiento del concreto plástico creado a base de cemento hidráulico. Para llevar a cabo este ensayo se debe considerar que el agregado grueso debe ser menor o igual a 37,5 mm.

Para realizar este ensayo se debe contar con un equipo especial. Se inicia con un molde que debe tener la forma de un cono truncado, este debe estar echo de metal que no reaccione ante el contacto con la pasta de cemento y un espesor de al menos 1,5 mm. Las dimensiones que debe tener son una base de 200 mm u 8 pulgadas de diámetro y en la parte superior de 100 mm o 4 pulgadas de diámetro con una altura de 300 mm o 12 pulgadas. Estas medidas antes descritas pueden tener una tolerancia de hasta 3 mm. El cono

debe estar abierto de ambos lados y deben ser paralelos la base y la parte superior.

El molde no debe tener costuras o uniones de soldadura sino una superficie totalmente lisa, sin abolladuras o partes de mortero adheridos de ensayos anteriores. Debe contar con estribos para apoyar los pies y asas para retirar el cono.

Figura 7. **Cono truncado**



Fuente: RAMIREZ PENAGOS, María José. *Determinación de la manejabilidad DE mezclas de concreto de bajo asentamiento utilizando el método de ensayo del consistómetro vebe.* p. 9.

El molde podría no ser metálico, toda vez sea de un material rígido para mantener sus dimensiones durante el ensayo. También debe asegurarse que el molde tenga las especificaciones requeridas anteriormente.

3.2.3. Proceso requerido por la normativa NTG 41017h5, masa unitaria

El método pretende determinar la densidad aparente del concreto recién mezclado y calcular el rendimiento del concreto, así como el contenido del cemento y de aire de un concreto.

Para este ensayo se debe contar con una balanza que tenga una exactitud de 45g o 0,1 lb.

Una varilla de apisonado, la cual debe ser de acero redonda, recta y lisa con un diámetro de 16 mm y un margen de error de ± 2 mm. Un largo de, al menos, 100 mm más largo que el recipiente donde se hará el apisonado, pero menor a 600 mm y sus extremos deben ser redondeados como una semi esfera.

Se debe contar con un vibrador interno de flecha rígida o flexible que tenga un largo de entre 19 a 38 mm de largo, y que sea capaz de alcanzar al menos 7,000 vibraciones por minuto. La flecha debe tener, por lo menos, 600 mm de longitud.

Debe utilizarse un recipiente de acero Y seguir las especificaciones de la siguiente tabla.

Figura 8. **Capacidad de los recipientes de medida**

Capacidad de los recipientes de medida			
Tamaño nominal máximo del agregado grueso		Capacidad del recipiente ^A	
pulgadas	mm	Pie³	L
1	25.0	0.2	6
1 ½	37.5	0.4	11
2	50.0	0.5	14
3	75.0	1.0	28
4 ½	112.0	2.5	70
6	150.0	3.5	100

Fuente: Norma NTG 41017 h5. *Métodos de ensayo. Determinación de la exudación del concreto recién mezclado.* p. 13.

3.2.4. Proceso requerido por la normativa NTG 41017h7, contenido de aire

Este ensayo es utilizado para determinar el contenido de aire en el concreto hidráulico recién mezclado. Para hacer los cálculos el ensayo utiliza los métodos gravimétrico y volumétrico.

Así mismo, se conoce que se puede determinar el contenido de aire en concreto endurecido, pero para fines de este estudio se utilizan únicamente métodos de ensayo en concreto recién mezclado.

3.2.5. Proceso requerido por la normativa, ruptura de cilindros

Para el ensayo se toma como base la normativa NTG 41017 h1, ya que determina la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

Este tipo de ensayo es crucial para determinar propiedades de la losa como su capacidad de carga, determinar el tiempo de remoción de puntales y formaletas, para saber la efectividad del curado y protección. Se deben realizar después de retirarlos del almacenamiento húmedo donde se tienen resguardados.

Los ensayos deben hacerse a edades específicas para determinar las propiedades antes mencionadas. Las edades pueden verse en el cuadro siguiente:

Figura 9. **Tolerancias de ensayos**

Edad de ensayo	Tolerancia admisible
24 horas	± 0.5 horas
3 días	± 2 horas
7 días	± 6 horas
28 días	± 20 horas
90 días	± 2 días

Fuente: Norma NTG 41017 h1. *Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*, p. 8.

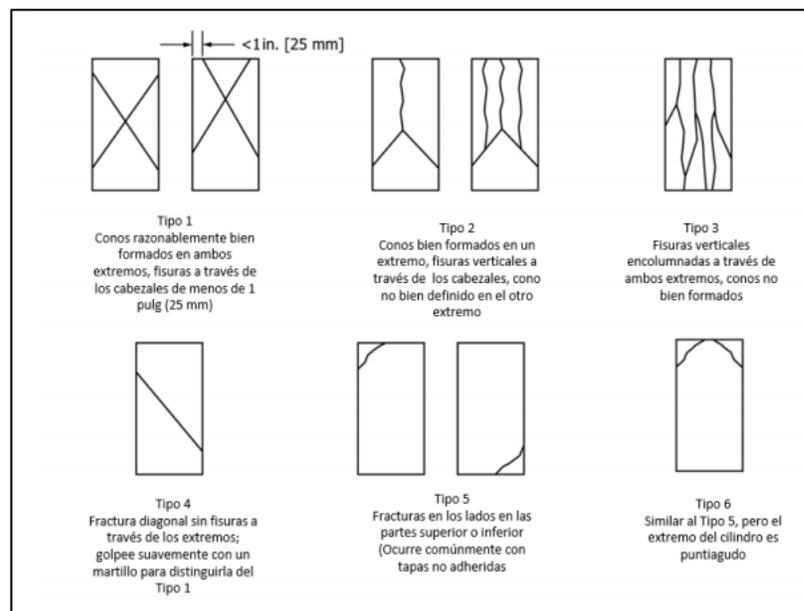
Colocar el espécimen a ensayar sobre el apoyo plano inferior y luego debajo del apoyo superior, limpiar las caras de los apoyos superior e inferior. Después se debe verificar la alineación del cilindro respecto a la vertical. Verificar que el indicador de carga se encuentre en cero previo a iniciar a aplicar carga.

Al aplicar la carga al espécimen se debe hacer con una velocidad constante de 0,25 Mpa/s. Esta velocidad de carga debe aplicarse, por lo menos, durante la primera mitad de la fase de la carga prevista para el espécimen.

A partir de este punto se debe continuar aplicando carga hasta que el indicador de carga inicie a mostrar un decaimiento progresivo de la carga y el espécimen muestre un patrón de ruptura bien definido.

Se debe registrar la carga máxima que se logró en el ensayo y anotar el modelo de tipo de fractura que presentó el espécimen. Cuando se tiene una resistencia menor a la esperada se debe hacer un examen visual del espécimen, para analizar si hay presencia de vacíos grandes de aire.

Figura 10. **Distintos tipos de fracturas típicas**



Fuente: Norma NTG 41017 h1. *Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.* p. 8.

Para calcular la resistencia en unidades del SI se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$f_{cm} = (4\,000 \cdot P_{\max}) / \pi D^2$$

Donde:

f_{cm} es la resistencia a la compresión en MPA,

P_{\max} es la carga máxima en KN.

D es el diámetro promedio del cilindro en mm.

Luego de haber realizado los cálculos se procede a hacer el informe de resultados.

3.3. Normalización de proceso existentes bajo la norma ISO 17025:2017

La normalización de proceso es necesaria para poder establecer el comparativo dentro de lo que requiere la norma. Es lo que se trabaja actualmente en la Sección de Agregados, Concretos y Morteros del Centro de Investigaciones para lograr cerrar la brecha y alcanzar de forma óptima todos los requerimientos.

3.3.1. Normas específicas del procedimiento

La normativa requiere que se establezca un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos, esto con el fin de verificar que los requisitos necesarios para cada prueba estén definidos, documentados y comprendidos

por el personal. Así mismo, se asegure que el laboratorio cuenta con los requisitos necesarios para cumplir y desarrollar las pruebas que se le requieren.

Los registros deben tener claramente un espacio donde se especifique qué norma se utilizó para la realización de los ensayos y de esa forma dejar registro de los parámetros utilizados, para definir si se encuentra de conformidad o no con lo que requiere la norma.

Cualquier modificación que se desee hacer a un tipo de ensayo, por falta de equipo o necesidades del mismo, se debe informar al cliente. Se debe llevar un registro de todos los cambios que se muestran a los clientes.

Se debe designar un lugar del laboratorio donde se resguarden copias de las normas que se utilizan para la realización de ensayos para que cualquier personal del laboratorio pueda hacer uso del mismo cuando lo necesite. Aclarar sus dudas en el momento oportuno antes de iniciar las labores de laboratorio. Así mismo, debe asegurar que se utilizan las últimas versiones de las normas vigentes en el país, por lo mismo debe guardar un registro de las veces que ha consultado si no han actualizado las normativas.

3.3.2. Descripción del procedimiento

No se cuenta con un proceso documentado donde se pueda establecer la secuencia de los pasos para los distintos ensayos que se realizan en la sección. Dentro de los puntos desarrollados en el siguiente capítulo se establecerá el procedimiento estándar para la realización de los distintos ensayos, ya que cada uno de los procedimientos específicos se detalla dentro de la normativa en la sección de desarrollo del ensayo.

3.3.3. Diagrama de flujo del procedimiento

No se cuenta con un diagrama de flujo del proceso donde se pueda establecer la secuencia de los pasos para los distintos ensayos que se realizan en la sección. Dentro de los puntos desarrollados en el siguiente capítulo se establecerá el procedimiento estándar para la realización de los distintos ensayos ya que cada uno de los procedimientos específicos se detalla dentro de la normativa en la sección de desarrollo del ensayo.

3.4. Registros requeridos por la normativa ISO 17025:2017

La normativa tiene como requisito algunos registros que le permite llevar en orden y facilitar la búsqueda de toda la información al respecto de los trabajos que se realizan dentro del laboratorio.

3.4.1. Determinar los registros requeridos por la norma ISO 17025:2017

Registros relativos al proceso:

- Registro para solicitud de orden de trabajo
- Registro de orden de trabajo
- Registro interno de asignación de órdenes de trabajo
- Aceptación de las órdenes de trabajo
- Registros del personal que realiza los ensayos
- Condiciones ambientales en las que se realizó el ensayo
- El equipo que se utiliza para realizar un ensayo
- Registro de las calibraciones que se han realizado a los equipos

3.4.2. Nuevos registros a implementar para el cumplimiento de la normativa

- Registro de actualizaciones de las normativas relacionadas con la acreditación.
- Registro de las capacitaciones asistidas por el personal del laboratorio.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Manual de procedimientos mejorado

Luego de analizar los procedimientos existentes y compararlos con los requisitos de la normativa ya se pueden hacer sugerencias para lograr cumplir con todo lo requerido. Dado que se desea cubrir distintos tipos de ensayos los manuales estarán divididos por procedimiento.

4.1.1. Manual de procedimientos mejorados para los ensayos de concreto fresco

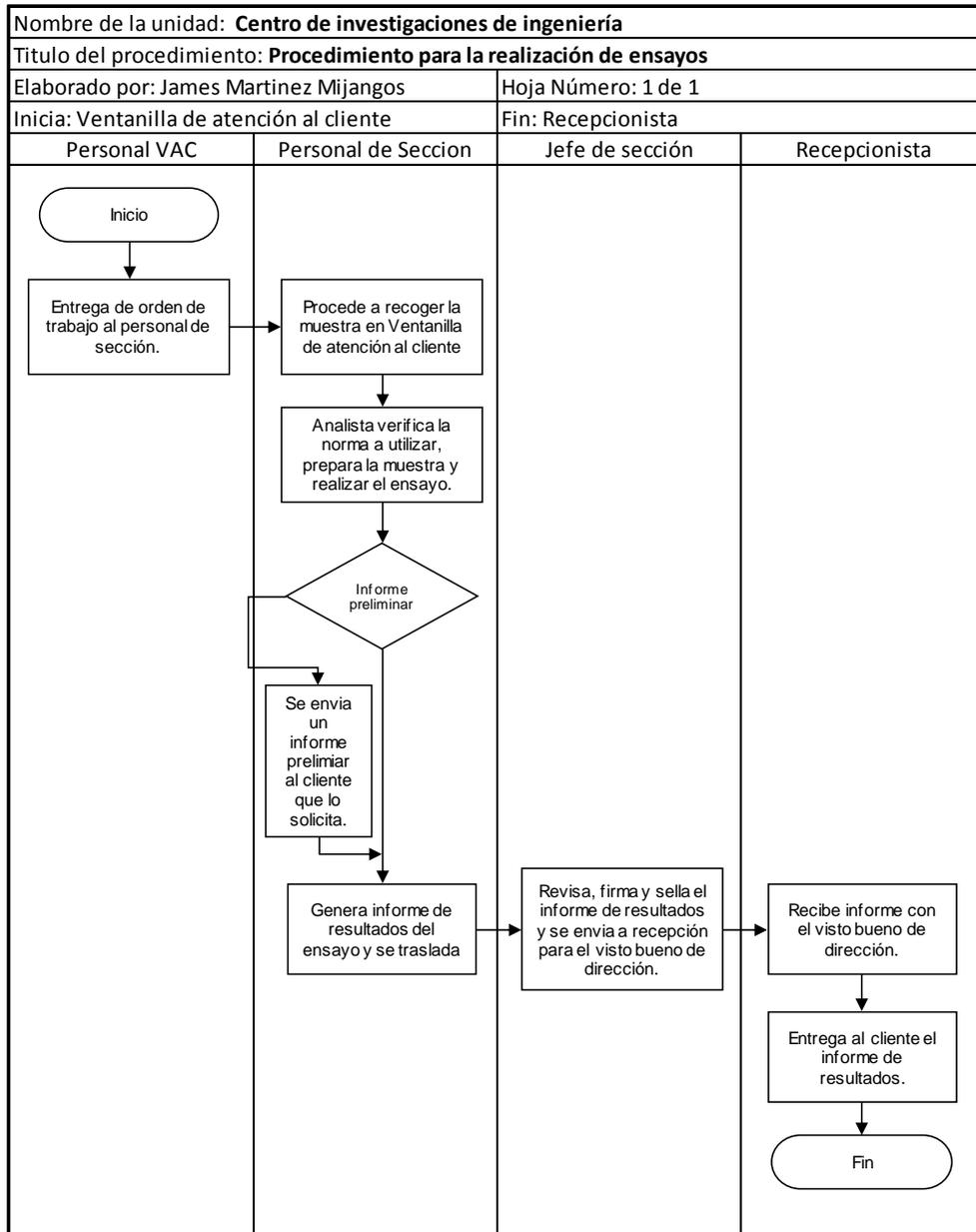
Se describe el proceso que se debe seguir para la elaboración de ensayos de concreto fresco. Haciendo énfasis qué puesto debe realizar cada una de las actividades.

- El personal de la sección recibe la orden de trabajo de la ventanilla de atención al cobro y proceder a recoger la muestra previamente identificada.
- El auxiliar de laboratorio es responsable de la manipulación y realización del ensayo. Verifica la norma e implementa el procedimiento.
- Se prepara la muestra conforme a las normas que se aplicarán dependiendo el ensayo que se desea realizar.

- La muestra se somete al proceso de ensayo especificado en las normas vigentes.
- Durante el proceso de ensayo se registran los datos y resultados de la muestra.
- Con los datos obtenidos se procede a realizar la memoria de cálculo con base a las especificaciones de norma.
- Si en la orden de trabajo se establece que el interesado solicita se le envíe un informe preliminar de los resultados obtenidos en el ensayo, este informe no contará con firmas, número de informe ni con la anotación: este informe no es el oficial, cualquier copia impresa de este documento es considerada como copia no controlada.
- Se realiza el informe de resultados en hoja de papel de seguridad con número de correlativo, en donde se coloca el nombre de la norma aplicada, la identificación de la norma, correlativo de la hoja impresa, número de folio, número de orden de trabajo, nombre del interesado, nombre del proyecto, dirección, fecha de recepción de la muestra, fecha de emisión del informe, resultados de ensayo, observaciones de la muestra y del ensayo y, por último, el texto de seguridad.
- Revisión, firma y sello del jefe de sección con los datos y cálculos obtenidos durante el ensayo.
- Entrega de informe final a recepcionista de dirección para revisión y firma de visado con sello de la dirección.

- Entrega de informe final al interesado del ensayo.

Figura 11. Diagrama de proceso para realización de ensayos



Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Descripción de procedimiento de realización de ensayos

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO			
Título del procedimiento: Procedimiento para realización de ensayos			
Hoja no. 1 de 1		No. De formas: 1	
Inicia:		Termina:	
Unidad	Puesto responsable	Paso No.	Actividad
Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería	Personal de atención al Cobro	1	Entrega la orden de trabajo al personal de sección.
	Auxiliar de laboratorio	2	Procede a recoger la muestra en VAC.
		3	Auxiliar verifica la norma a utilizar y el procedimiento.
		4	Prepara la muestra a ensayar.
		5	Se procede a realizar el ensayo.
		6	Registra los datos de medición en el ensayo.
		7	Realiza memoria de cálculo para obtener resultados.
		8	Si el interesado solicita un informe preliminar se le envía a la dirección registrada en la orden de trabajo. Si no aparece ninguna información no será enviado.
		9	Genera informe de resultados.
	Jefe de sección	10	Revisa, firma y sella los resultados del ensayo.
		11	Entrega informe a recepcionista para el visto bueno de dirección.
	Recepcionista	12	Recibe informe de resultados firmado y sellado por parte de dirección.
		13	Entrega informe final de resultados al interesado.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Manual de procedimientos mejorados para los ensayos de concreto endurecido

- El personal de la sección recibe la orden de trabajo de la ventanilla de atención al cobro y procede a recoger la muestra previamente identificada.
- El auxiliar de laboratorio es responsable de la manipulación y realización del ensayo. Verifica la norma e implementa el procedimiento.
- Se prepara la muestra conforme a las normas que se aplicarán dependiendo el ensayo que se desea realizar.
- La muestra se somete al proceso de ensayo especificado en las normas vigentes.
- Durante el proceso de ensayo se registran los datos y resultados de la muestra.
- Con los datos obtenidos se procede a realizar la memoria de cálculo con base en las especificaciones de norma.
- Si en la orden de trabajo se establece que el interesado solicita que se le envíe un informe preliminar de los resultados obtenidos en el ensayo, este informe no contará con firmas, número de informe y con la aclaración.
- Se realiza el informe de resultados en hoja de papel de seguridad con número de correlativo, en donde se coloca el nombre de la norma

aplicada, la identificación de la norma, correlativo de la hoja impresa, número de folio, número de orden de trabajo, nombre del interesado, nombre del proyecto, dirección, fecha de recepción de la muestra, fecha de emisión del informe, resultados de ensayo, observaciones de la muestra y del ensayo y el texto de seguridad.

- Revisión, firma y sello del jefe de sección de los datos y cálculos obtenidos durante el ensayo.
- Entrega de informe final a recepcionista de dirección para revisión, firma de visado o visto bueno con sello de la dirección.
- Entrega de informe final al interesado del ensayo.

Tabla IV. **Descripción de procedimiento para realización de ensayos**

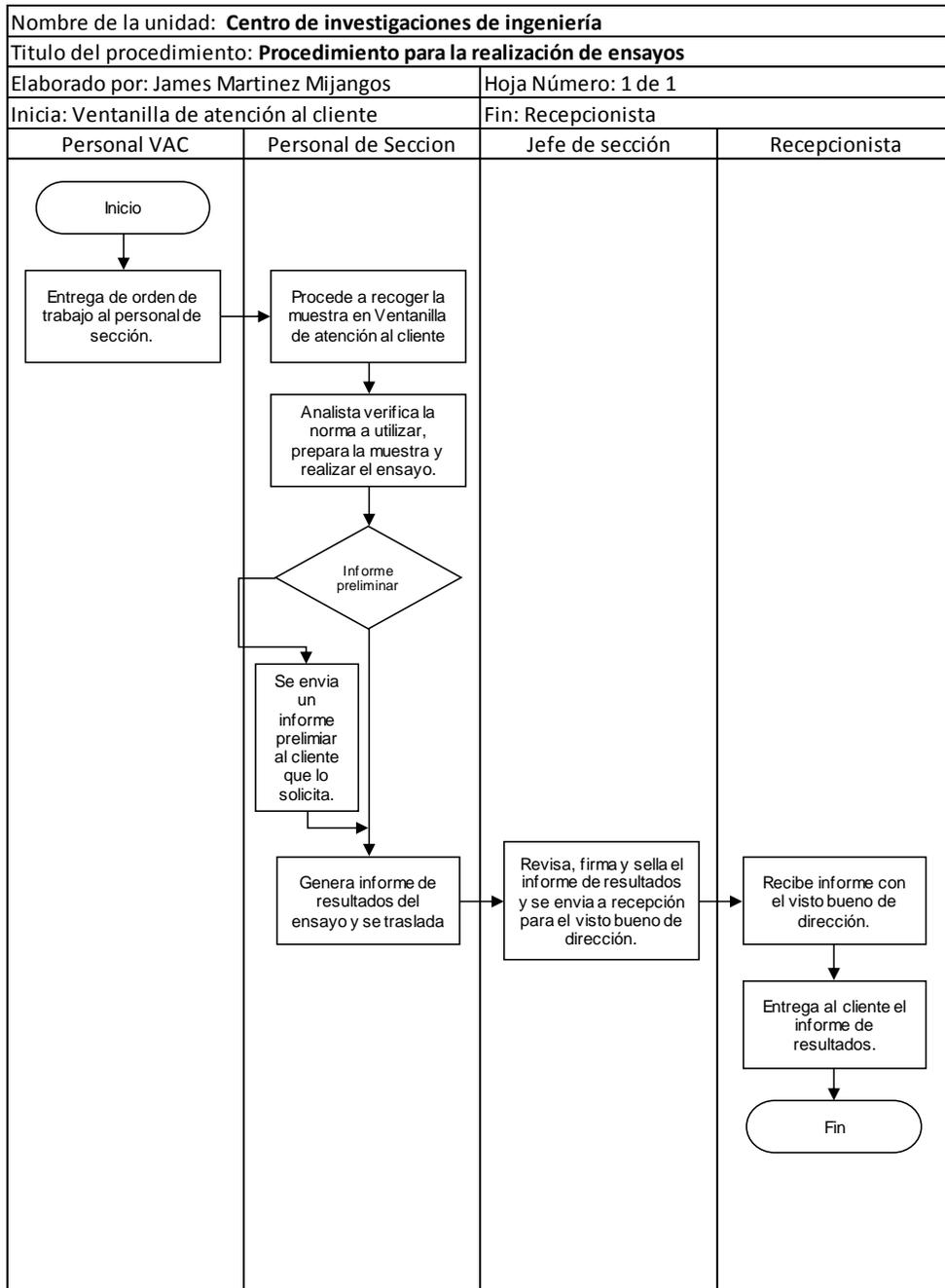
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO			
Título del procedimiento: Procedimiento para realización de ensayos			
Hoja no. 1 de 1		No. De formas: 1	
Inicia:		Termina:	
Unidad	Puesto responsable	Paso No.	Actividad
Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería	Personal de atención al cobro	1	Entrega la orden de trabajo al personal de sección.
	Auxiliar de laboratorio	2	Procede a recoger la muestra en VAC.
		3	Auxiliar verifica la norma a utilizar y el procedimiento.
		4	Prepara la muestra a ensayar.
		5	Se procede a realizar el ensayo.
		6	Registra los datos de medición en el ensayo.
		7	Realiza memoria de cálculo para obtener resultados.
		8	Si el interesado solicita un informe preliminar se le envía a la dirección registrada en la orden de trabajo. Si no aparece ninguna información no será enviado.
		9	Genera informe de resultados.

Continuación de la tabla IV.

	Jefe de sección	10	Revisa, firma y sella los resultados del ensayo.
		11	Entrega informe a recepcionista para el visto bueno de dirección.
	Recepcionista	12	Recibe informe de resultados firmado y sellado por parte de dirección.
		13	Entrega informe final de resultados al interesado.

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Procedimiento de realización de ensayos



Fuente: elaboración propia.

4.2. Procedimiento de control de calidad

El control de calidad es fundamental para asegurar que todos los procedimientos y servicios se entregan dentro de los estándares establecidos. Por lo mismo, se propone un procedimiento para el aseguramiento de la calidad.

4.2.1. Proceso de auditoría interna para asegurar la calidad de los ensayos de concreto fresco

Para asegurar el proceso de los ensayos se realizan dentro de los estándares de los procedimientos establecidos y cumpliendo con las normativas. Se deben crear documentos que permitan registrar que las condiciones requeridas, tanto ambientales como de procedimiento, se cumplen.

Para el ensayo de temperatura se tiene que realizar dentro de los 20 minutos, luego de iniciado el ensayo se debe registrar la hora de inicio y hora de toma de temperatura para garantizar que fue realizado en tiempo.

Para la prueba de asentamiento se puede implementar una lista de chequeo donde se asegura que se tiene todas las herramientas disponibles y en óptimas condiciones para hacer el ensayo.

Para el ensayo de unitaria se puede completar una lista de chequeo donde se garantice que se tienen las herramientas necesarias y las condiciones ambientales que garanticen una adecuada práctica.

Para cada uno de los ensayos dentro del listado de pasos a seguir se debe completar un campo que garantice que la normativa a utilizar fue

consultada antes de la realización del ensayo para refrescar el conocimiento y asegurar que no será omitido ningún paso al momento de realizar cada procedimiento.

Se debe crear un calendario anual donde se especifiquen periodos de auditoría interna dentro de los mismos auxiliares de laboratorio para dar una retroalimentación del método utilizado y los puntos que se pueden mejorar. Realizando, al menos una vez al año, cada uno de los ensayos sugeridos para concreto fresco.

Para completar la retroalimentación se deberá contar con la evaluación del jefe de sección para, al menos, uno de los ensayos que realice durante el año. Cada uno de los auxiliares de laboratorio, idealmente, debe verificar que el procedimiento de cada ensayo se realiza adecuadamente.

4.2.2. Procedimiento de auditoría interna para asegurar la calidad en los ensayos de ruptura de cilindros a 3, 7 y 28 días

Los ensayos de compresión tienen distintos tiempos de vida. Para asegurar que cada uno de ellos se está realizando dentro del periodo de tiempo establecido, se deben marcar cada cilindro según se utilizara y recibir una copia por escrito del interesado de la fecha en que fueron realizados los cilindros para poder asegurar que serán ensayados conforme la norma lo requiere.

Ya que los cilindros tienen que mantenerse bajo condiciones específicas, se debe crear una bitácora donde se pueda llevar la trazabilidad de las condiciones ambientales a las que han sido sometidos los cilindros.

Dado que existen distintos métodos para nivelar los cilindros al momento de ser ensayados, se debe guardar un registro de qué método de nivelación se utilizó durante el ensayo. Esto con el objetivo de contemplar todos los aspectos que influyen en los resultados y asegurar que podría repetirse un experimento bajo las mismas circunstancias.

Se debe crear un calendario de ensayos realizados por cada uno de los auxiliares de laboratorios que les permita realizar un ensayo para cada una de las edades y tener la retroalimentación de los miembros del laboratorio. De esta manera mejorar aspectos de la ejecución que podrían estar fuera de la normativa. Para asegurar que la normativa está siendo seguida correctamente antes de realizar un ensayo, el personal del laboratorio deberá verificar la normativa del ensayo para asegurar que no se omitirá ningún paso por no tenerse presente.

4.3. Socialización de los nuevos procedimientos

Al crear un nuevo proceso es fundamental la socialización de la información, ya que si no se asegura que todo el personal esté enterado de los cambios no se podrá asegurar que se siguen los mismos.

4.3.1. Plan de capacitación de los nuevos procedimientos

Cuando un procedimiento es autorizado por el jefe de sección este debe ser informado a todo el personal del laboratorio logrando que todos trabajen sus ensayos bajo el mismo estándar de calidad.

El primer paso para informar a todas las personas del laboratorio será elaborar una circular donde se enlisten los aspectos más importantes y enviar la

misma a cada persona. A la entrega se tiene que solicitar una firma en el registro físico de que la información fue compartida para asegurar que recibieron el comunicado.

Cuando ya fue enviado el comunicado, se calendariza una sesión de capacitación donde se abarcarán los temas que han sufrido cambios. En caso de ser en el método de realización de ensayo se deberá tener una parte práctica para asegurar que todo el personal comprende los cambios prácticos realizados.

Cuando la carga de trabajo del laboratorio sea demasiada se podrá hacer una capacitación dividida en dos grupos para no interrumpir el flujo de trabajo ni la atención a los interesados de nuevos trabajos. Luego de enviada la circular se deberán hacer las sesiones de capacitación dentro de los siguientes 15 días, logrando así implementar los cambios a la brevedad posible.

Tomando en cuenta que la normativa toma en consideración aspectos administrativos y de procedimiento específicos para cada ensayo, al hacer un cambio administrativo que favorece el actuar del laboratorio, el jefe de sección podrá considerar compartir las mejoras con los demás laboratorios del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Siempre considerando la autorización de la dirección para poder realizarlo.

4.3.1.1. Capacitación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto fresco

Se debe hacer una revisión periódica de las normativas vigentes para la actualización de la misma en la documentación del laboratorio. Cuando se detecte una actualización a la normativa se debe designar a una persona del

laboratorio a revisar los cambios que existen entre la normativa antigua y la nueva para identificar los puntos a cambiar.

Los distintos aspectos que han cambiado se deben enlistar y discutir con el jefe de sección para realizar la circular que se utilizará e informar los cambios. Luego de realizada se someterá a una revisión final antes de la socialización del material.

4.3.1.2. Capacitación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto endurecido

Como se mencionó en el capítulo anterior se debe hacer una revisión periódica de las normativas vigentes para poder hacer la actualización de la misma en la documentación del laboratorio. Cuando se detecte una actualización a la normativa se debe designar a una persona del laboratorio a revisar los cambios que existen entre la normativa antigua y la nueva para poder identificar los puntos a cambiar.

Los distintos aspectos que han cambiado se deben enlistar y discutir con el Jefe de sección para poder posteriormente realizar la circular que se utilizará para poder informar los cambios. Luego de realizada se someterá a una revisión final antes de la socialización del material.

4.3.2. Plan de evaluación de nuevos procedimientos

Luego de haber socializado la información con todo el personal es necesario asegurar que comprendieron la información compartida. Para esto es necesario evaluar la asimilación realizando una breve evaluación.

4.3.2.1. Plan de evaluación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto fresco

Luego de realizado el material para informar los cambios en las normativas o formas de realizar un procedimiento, es necesario asegurar que el material fue asimilado de forma correcta por el personal de la sección.

La mejor forma de asegurar que un conocimiento fue correctamente aprendido es vital hacer una evaluación corta donde se hagan preguntas con los conceptos más relevantes y, de esta manera, no solo se puede asegurar que fueron comprendidos los cambios efectuados, sino que se pueda guardar registro de las capacitaciones que se han dado al personal del laboratorio.

Las evaluaciones son importantes, ya que el laboratorio está obligado a seguir los procedimientos establecidos por las normativas y al existir cambios se debe confirmar que los cambios fueron socializados, el personal se capacitó y aprendió el contenido dejando todas las posibles dudas solucionadas.

El plan de evaluación consistirá en una serie de preguntas. El número de las preguntas quedará a discreción de la jefatura de la sección según la cantidad de cambios que sufrieron los procesos tanto teóricos como prácticos. Es importante recalcar que sin importar lo simple que sea el cambio se debe desarrollar un cuestionario que permita validar que el conocimiento fue impartido y comprendido.

4.3.2.2. Plan de evaluación de nuevos procedimientos para ensayos de concreto endurecido

Luego de realizado el material para informar los cambios en las normativas o formas de realizar un procedimiento es necesario asegurar que el material fue asimilado de forma correcta por el personal de la sección.

La mejor forma de poder asegurar que un conocimiento fue correctamente aprendido es vital hacer una evaluación corta donde se hagan preguntas con los conceptos más relevantes y de esta manera no solo se pueda asegurar que fueron comprendidos cambios efectuados sino que se pueda guardar registro de las capacitaciones que se han dado al personal del laboratorio.

Las evaluaciones son importantes ya que el laboratorio está obligado a seguir los procedimientos establecidos por las normativas y al existir cambios se debe confirmar que los cambios fueron socializados, el personal se capacitó y aprendió el contenido dejando todas las posibles dudas solucionadas.

El plan de evaluación consistirá en una serie de preguntas, el número de las preguntas quedara a discreción de la jefatura de la sección según la cantidad de cambios que sufrieron los procesos tanto teóricos como prácticos.

Es importante recalcar que sin importar lo simple que sea el cambio se debe desarrollar un cuestionario que permita validar que el conocimiento fue impartido y comprendido.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Resultados obtenidos

El análisis de los resultados obtenidos da un panorama de lo que se tiene y se puede esperar al hacer mejoras. Ayuda a entender los beneficios que se obtendrán como motivante para hacer los cambios de una forma efectiva.

5.1.1. Resultados de evaluación de manuales de nuevos procedimientos

Luego de elaborar el manual de procedimientos se logró establecer, de una forma estructurada, cómo se debe realizar el proceso para la realización de un ensayo. Independientemente de la normativa que se utilice para analizar las propiedades del concreto fluido o endurecido, se debe llevar una serie de pasos administrativos para cumplir con los requisitos de procedimiento de la norma.

Se logró determinar que si los procedimientos se realizan de una forma rutinaria no se tienen claro cuáles son los pasos secuencialmente y, por lo mismo, se debe tener el ingreso de una nueva persona al área. Se puede dejar por escrito por un proceso y un diagrama para saber a dónde dirigirse en caso de necesitarlo.

Cuando se comparan los procedimientos que se realizan en la sección y los procedimientos requeridos por la normativa se puede verificar que hace falta tener ciertos registros establecidos para demostrar lo que ya se hace y se puede mejorar para la certificación de sus procesos según lo requerido.

5.1.2. Evaluaciones de control de calidad

Para evaluar la calidad de los ensayos realizados por el personal de la sección, actualmente, ya se cuenta con las comparaciones inter laboratorio que les permite tener un parámetro de comparación y verificar que sus resultados están dentro de los estándares requeridos. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, es necesario lograr tener un calendario de evaluaciones dentro de los mismos auxiliares de laboratorio en donde se dé una retroalimentación de los procedimientos realizados correctamente y los no realizados dentro de lo especificado por la norma para desarrollar ojo crítico de los aspectos a mejorar y ponerlos en práctica por su cuenta cuando sea requerido.

Dentro del mismo calendario de actividades que se desarrollará de evaluaciones entre auxiliares de laboratorio, el jefe de sección debe participar en las evaluaciones logrando compartir parte de su experiencia con las personas que realizan los ensayos día a día.

Las evaluaciones se deben desarrollar y documentar cada vez que se realicen manteniendo una bitácora del avance que van logrando y que se ha logrado reforzar los aspectos débiles que se tenían al inicio de las evaluaciones mutuas.

Siempre que sea realizado un ensayo se deben dejar todos los documentos requeridos, mencionados anteriormente, para asegurar la calidad de la documentación y del resguardo de la información. Se debe hacer un muestreo periódico de los registros almacenados donde se encuentren todos los formatos llenos de las condiciones ambientales, aceptaciones de ofertas laborales, informes, entre otros, asegurando que se mantiene el cumplimiento de la normativa en todos los ensayos realizados en el periodo de análisis.

5.1.3. Evaluaciones del conocimiento de nuevos procedimientos

Como se mencionó anteriormente, las evaluaciones de nuevos conocimientos teóricos o prácticos se realizarán cada vez que existe una nueva normativa. Sin embargo, para evidenciar que sí se está realizando la revisión periódica. Se debe crear una carpeta o documento donde se pueda archivar tomas de pantalla de que se verificó tanto en el Instituto del Comento y del Concreto de Guatemala (ICCG) y de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

De encontrar las modificaciones discutidas en el capítulo anterior se debe tener archivado como respaldo con todos los documentos utilizados para las evaluaciones.

De no existir actualizaciones de conocimiento nuevo, el jefe de la Sección de Agregados, Concretos y Morteros podrá realizar evaluaciones de los procedimientos existentes para verificar que no se necesita refrescar el conocimiento. Al detectar que sí es necesario desarrollar un calendario de capacitaciones teóricas o prácticas, según sea necesario, esto para lograr que las personas involucradas en los distintos procedimientos siempre se mantengan con la calidad y exactitud requerida.

5.2. Aplicación de mejoras a los nuevos procedimientos

Aplicar mejoras a los nuevos procedimientos y la creación de nuevos formatos de ayuda para que se puedan cerrar las brechas que existen entre lo que actualmente se trabaja y lo que se espera por parte de la normativa.

5.2.1. Nuevos formatos y registros implementados

A los formatos mencionados se le agregaron nueva nomenclatura para ser nombrados. Se agregó la información y casillas para nombrarlo dentro de los formatos asegurando que cumplan con los requisitos necesarios por la normativa.

Tabla V. Registros sección de formatos

Código	Nombre del formato	Funcionalidad
DIR-RG-951	Registro de quejas	Necesario cuando un cliente requiere expresar su inconformidad con algún procedimiento o servicio.
CO-RG-006	Registro de temperatura y humedad en el ambiente	Necesario para llevar una bitácora de las condiciones ambientales del laboratorio.
CO-RG-008	Evaluación de las instalaciones y condiciones ambientales	Necesario para llevar una bitácora de las condiciones ambientales del laboratorio.
CO-RG-010	Registro toma de datos cilindro	Necesario para llevar un log de los resultados obtenidos al momento de ensayar cilindros.
CO-RG-012	Registro de trabajos no conformes	Necesario cuando un procedimiento no cumple con lo esperado en normativa.
CO-RG-018	Registro del número de informes	Necesario para llevar un registro de todos los informes extendidos a cada cliente.
CO-RG-019	Registro del número de cilindros ensayados mensualmente	Necesario para llevar un control de los ensayos realizados para hacer mantenimientos preventivos.
CO-RG-020	Registro del número de ensayos realizados con almohadillas de neopreno	Necesario para determinar cuándo se deben cambiar las almohadillas por unas nuevas.

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Formato de registro de quejas

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
Boleta No. _____		
REGISTRO DE QUEJAS		DIR-RG-951 Versión 01
Motivo de la Queja o Reclamo: Marque con una X		
Resultados del ensayo <input type="checkbox"/>	Trabajo no conforme <input type="checkbox"/>	Tiempo de entrega <input type="checkbox"/>
Instalaciones <input type="checkbox"/>	Atención del personal <input type="checkbox"/>	Otros: _____
Fecha: _____	No. De orden de trabajo: _____	
Datos Personales		
Empresa: _____		
Teléfono: _____		
Correo Electrónico: _____		
ASUNTO:		
Quejas <input type="checkbox"/>	Denuncia <input type="checkbox"/>	Sugerencia <input type="checkbox"/>
Otros: _____		
Área o Sección a la que pertenece la queja: _____		
Especifique :		
_____ _____ _____ _____		FIRMA:

Fuente: Sección de Agregados, Concretos y Morteros

A este formato, dentro de los requerimientos para las soluciones de quejas o trabajos inconformes, se le agregó un código para identificar qué formato se está trabajando.

Figura 14. Formato de registro de quejas

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FORMATO DE TRABAJOS NO CONFORMES		CO-RG-012 VERSION 02
		RG-012 No. _____ Fecha: _____
Área: Recepción de Muestra <input type="checkbox"/> Ensayo <input type="checkbox"/> Resultados <input type="checkbox"/>		
Persona Encargada de Recepción de muestras, Elaboración de ensayo/ Emisión de Resultados		
Nombre: _____ # Registro de personal: _____		
Descripción de Trabajo No Conforme:		Fecha de *TNC _____
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
Acciones a tomar:		
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
F. _____ Dilma Yanet Mejicanos Jol Jefa de Sección Agregados, Concretos y Morteros		F. _____ Responsable Enterado

Fuente: Sección de Agregados, Concretos y Morteros.

A este formato dentro de los requerimientos para la soluciones de quejas o trabajos inconformes se le agrego un código para identificar que formato se está trabajando.

5.3. Ventajas y beneficios

Las modificaciones a los procesos y a los formatos conllevan ventajas y beneficios para la sección, como una acreditación a nivel internacional, la confiabilidad de sus resultados, asegurar la exactitud de sus ensayos y la tecnificación de su persona.

5.3.1. Acreditación internacional

Lograr una acreditación internacional le otorga a la Sección de Agregados, Concretos y Morteros la seguridad de que sus ensayos se están realizando bajo estándares de alta calidad y que los mismos son confiables.

Para lograr la acreditación se verifica que los procedimientos están realizados de una forma correcta, que las personas que realizan los ensayos estén certificadas para realizar cada uno de los ensayos de los cuales entregan resultados. Los clientes tiene la certeza de que sus muestras fueron trabajadas, manipuladas y ensayadas bajo las normas requeridas y que, de comparar sus resultados con cualquier otro laboratorio certificado, podrán obtener los mismos resultados.

La mayor ventaja que puede obtener el laboratorio al contar con la certificación es que los interesados podrán sentir la tranquilidad de que sus resultados y ensayos son confiables. Esto atraerá a un mayor número de interesados a realizar todos sus estudios en el laboratorio lo que les generará

mayores ingresos y con esto mejorará la parte tecnología, la capacitación y la posibilidad de certificar más ensayos logrando expandir su catálogo de ensayos para ofrecer dentro de las certificaciones.

Al certificar los primeros ensayos se tienen afinados todos los procedimientos. tanto administrativos como técnicos, lo cual representa una mayor ventaja para futuras acreditaciones de nuevos ensayos, ya que únicamente se tendrán que centrar en la parte técnica y mantener la parte administrativa bajo un estricto mantenimiento para no salir de los parámetros solicitados por la normativa.

5.3.2. Mayor confiabilidad de los resultados

Los resultados gozarán de una mayor confiabilidad, ya que se garantizar que todos los auxiliares de laboratorio realizan los procedimientos de la misma manera y bajo los estándares establecidos por las normas internacionales y vigentes según la COGUANOR.

La confiabilidad de los resultados viene ligada a que se mantiene las normativas actualizadas y los procedimientos han sido evaluados por expertos en la materia. Al igual que se tiene un plan de capacitación y auditoría interna garantizando que cualquier error posible de cometer ha sido minimizado y controlado por el personal de la sección.

5.3.3. Exactitud de los resultados

Para lograr resultados que sean exactos es necesario contar con más que personal altamente capacitado. Se necesita que las herramientas y maquinaria

que interviene en el desarrollo del ensayo se encuentre calibrado en cualquier momento que sea necesario su utilización.

Dentro de la normativa de certificación es necesario mantener un registro de todas las calibraciones que se le hacen a cada herramienta, desde las pesas hasta las maquinas más sofisticadas. Es requerido demostrar la trazabilidad de sus calibraciones y guardar el registro de las mismas. Básicamente de una buena calibración de los equipos y la capacidad de utilización y análisis de los laboratoristas depende la exactitud de los resultados.

5.3.4. Mejor tecnificación del personal

Para lograr el proceso de certificación bajo la norma ISO 17025:2017, al personal que labora en el laboratorio desarrollando los ensayos le es requerido estar certificados internacionalmente en los ensayos que realizará. Si bien los analistas ya cuentan con un perfil de puesto requerido por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, también necesitan estar certificados en cada uno de los ensayos. Lo que garantiza que su ejecución es de alta calidad y se encuentran actualizados.

Es necesario tomar en cuenta que en el futuro se necesitará buscar la recertificación y esto obliga al personal a mantenerse a la vanguardia con la normativa y procedimientos, aprender a utilizar nuevos equipos si hubiese disponibles y con la práctica volverse expertos en cada uno de los ensayos a certificar.

5.4. Acciones preventivas y correctivas

Todos los procesos dentro del concepto de mejora continua necesitan estar en constante revisión y modificación para ir creando un modelo autosustentable y mejorable con el tiempo. Para ello es necesario tener retroalimentación interna y externa de los clientes y colaboradores.

5.4.1. Procedimiento de auditoría interna

Para todo procedimiento que se realice se debe evaluar los procesos y de encontrar una falla se debe realizar un plan para corregir los errores cometidos. Dichos errores se pueden mitigar de dos formas: una de forma proactiva, intentando adelantarse a los sucesos y prevenir su ocurrencia con los procesos de auditoría interna. Si el error se encuentra antes de que suceda, se puede analizar y buscar una solución con un impacto económico menor a que suceda y pueda generar molestias en los clientes y problemas para poder obtener nuevas muestras.

Se puede resumir que el proceso de auditoría interna es un método preventivo de reducir errores. La ventaja de encontrar los errores antes de que sucedan es que se puede crear un calendario de capacitación, reforzar los temas que generan duda de su desarrollo y minimizar el impacto.

5.4.2. Procedimiento de resolución de quejas

Si bien anteriormente se habló de los procedimientos preventivos para la solución de errores. Se podría llegar al caso de tener una solución de errores de manera correctiva cuando ya se dio una incidencia y se vio afectado el laboratorio o el cliente interesado en un ensayo.

Si la inconformidad es externa y el cliente está insatisfecho por la mala atención o errores cometidos y quisiera hacerlo saber, es necesario tener un procedimiento de solución de quejas en donde el interesado pueda expresarse y revertir su mala experiencia.

El proceso para la solución de quejas es netamente administrativo considerado dentro de la normativa a certificar. Se cuenta con un formato para la solución de la misma. Será necesario utilizarlo cuando no se lograron detectar las fallas de forma anticipada.

CONCLUSIONES

1. El cumplimiento de la norma ISO 17025:2017 permitirá a la Sección de Agregados, Concretos y Morteros asegurar que sus resultados tienen una mayor confiabilidad y que están realizados bajo estándares internacionales.
2. Llevar un ordenamiento de sus procedimientos administrativos como lo requiere la normativa. Esta brindará una forma más adecuada de resguardo para la información, los servicios prestados actuales e históricos.
3. Lograr la acreditación bajo la normativa sentará un precedente para que los laboratorios que brinden los mismos servicios dentro del país puedan alcanzar los mismos estándares de calidad.
4. El proceso de capacitación constante para el personal del laboratorio, que se requiere por parte de normativa, permite asegurar que los auxiliares de laboratorio siempre se encuentran capacitados y actualizados para realizar los ensayos bajo las más altas exigencias.
5. Lograr la acreditación de los ensayos con los que se inició el proceso de acreditación servirán de base para acreditar futuros ensayos de una forma más rápida y ágil, pues se tiene cubierto la parte administrativa del proceso.

RECOMENDACIONES

1. Todas las personas que laboran en la Sección de Agregados, Concretos y Morteros deben tener presente la importancia de los cambios realizados en las áreas técnicas y administrativas de los procesos.
2. Mantener actualizados todos los procesos sugeridos para obtener los resultados requeridos y mantener a la vanguardia los procesos y los conocimientos por parte de los auxiliares de laboratorio.
3. Todo el personal de la sección debe tener claro cuáles son los ensayos que se están acreditando para lograr un mayor compromiso con los procesos requeridos para la realización de los mismos.
4. Socializar y hacer conciencia dentro del personal de los cambios a los que se someterán organizacionales y técnicos para lograr hacer cambios de una forma más efectiva.
5. Asegurar la conciencia de mejora continua que se requiere por parte del personal de la sección para que siempre estén prestos a brindar mejoras en el cambio.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO ESTRADA, Alicia Isabel. *investigación del mercado profesional de ingenieros civiles egresados de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 207 p.
2. BARRERA RODRÍGUEZ, Blanca Nineth Beatriz. *Procedimientos del sistema de gestión de la calidad ISO 17025 para el ensayo a compresión de cilindros del centro de investigaciones de ingeniería*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 349 p.
3. ISOTools ©2019. *Origen de las normas ISO*. [en línea]. <<https://www.isotools.org/2015/07/26/origen-normas-iso/>>. [Consulta: 1 de abril 2019].
4. Norma Técnica NTG/ISO/IEC 17025:2017. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibraciones*. Guatemala: COGUANOR, 2012. 108 p.
5. PEÑA RAMÍREZ, Andrea Sujey. *Diseño del plan estratégico y mejora continua para la acreditación de la escuela de ingeniería Civil, USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial.

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala,
2014. 200 p.

6. Facultad de ingeniería. *Historia*. [en línea].
<<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>> [Consulta: 20 de marzo 2019].
7. USAC Tricentenario. *Desarrollo Histórico de la USAC*. [en línea].
<<https://www.usac.edu.gt/historiaUSAC.php>>. [Consulta: 14 de marzo 2019].

APÉNDICES

Apéndice 1. Ensayos que se encuentran vigentes

Norma	Descripción
NTG-41010 h4 (ASTM C-40)	Determinación de materia orgánica en los agregados finos para concreto.
NTG 41010-h1 (ASTM C-136)	Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.
NTG-41010 h9 (ASTM C - 128)	Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agua del agregado fino.
NTG – 41010 h2 (ASTM C-29)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) e índice de vacíos en los agregados.
NTG 41010-h3 (ASTM C-117)	Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 μm (No. 200) en agregados minerales. Tamiz 6,35.
NTG 41010-h1 (ASTM C-136)	Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.
NTG-41010 h8 (ASTM C - 127)	Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agua del agregado grueso.
NTG – 41010 h2 (ASTM C-29)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) e índice de vacíos en los agregados.
NTG 41010-h3 (ASTM C-117)	Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 μm (No. 200) en agregados minerales. Tamiz 6,35.
NTG 41031 (ASTM C-144)	Agregados para morteros de albañilería. Especificaciones.
NTG 41065 (ASTM C-330)	Agregados livianos para concreto estructural. Especificaciones.
NTG 41063 (ASTM C331)	Agregados livianos para fabricación de unidades de mampostería de Concreto. Granulometría para filtros D -310.

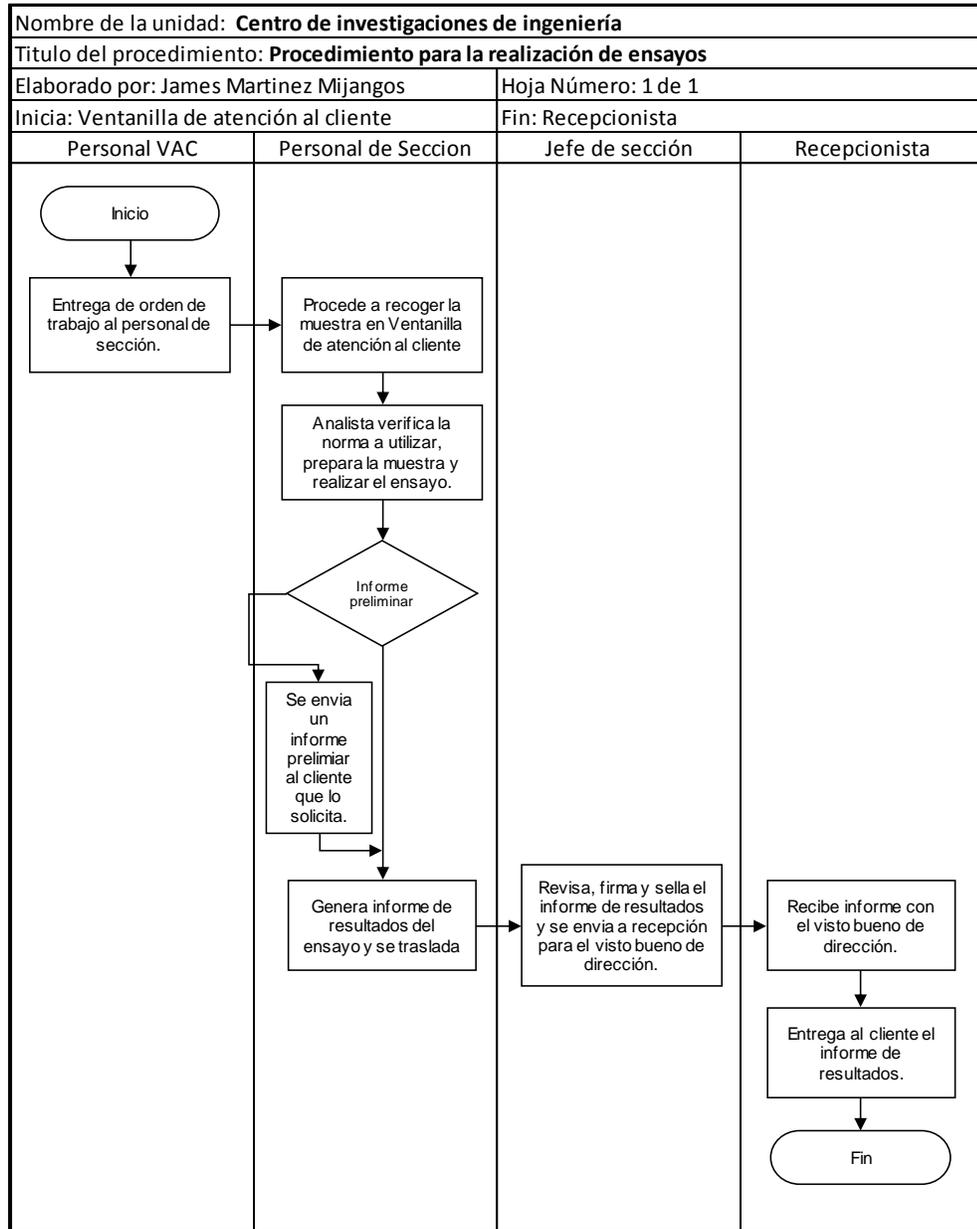
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Muestreo en situ de mezcla de concreto

Norma	Descripción
NTG 41052 (ASTM C-143)	Determinación del asentamiento del concreto hidráulico.
NTG - 41017h5 (ASTM C-138)	Determinación de la densidad aparente (masa unitaria) rendimiento (volumen de concreto producido) y contenido de aire (gravimétrico) del concreto.
NTG 41017 h7 (ASTM C-231)	Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión.
NTG - 41053 (ASTM C-1064)	Medición de la temperatura del concreto hidráulico recién mezclado.
NTG 41017h1 (ASTM C-39)	Toma de muestra de 6 especímenes normados (6" de diámetro y 12" de alto). Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
NTG 41061 (ASTM C-31)	Práctica para la elaboración y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra.
NTG 41017h1 (ASTM C-39)	Ensayo a compresión. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Diagrama de proceso para realización de ensayos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Registro sección de formatos**

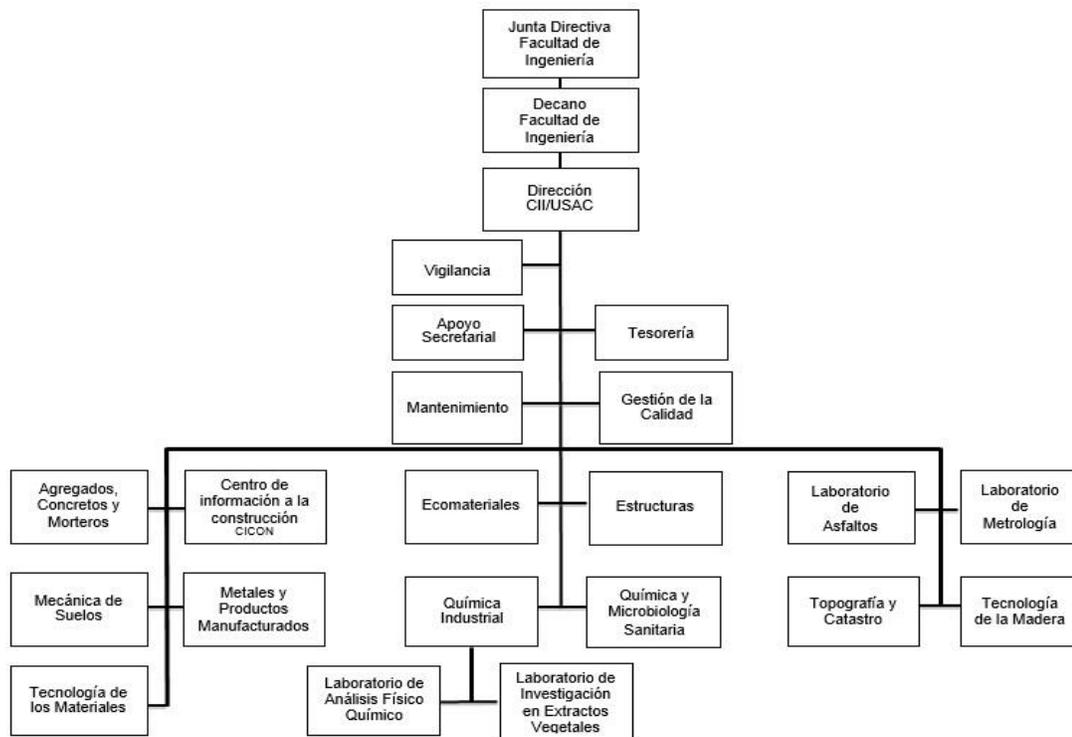
Código	Nombre del formato	Funcionalidad
DIR-RG-951	Registro de quejas.	Necesario cuando un cliente requiere expresar su inconformidad con algún procedimiento o servicio.
CO-RG-006	Registro de temperatura y humedad en el ambiente.	Necesario para poder llevar una bitácora de las condiciones ambientales del laboratorio.
CO-RG-008	Evaluación de las instalaciones y condiciones ambientales.	Necesario para poder llevar una bitácora de las condiciones ambientales del laboratorio.
CO-RG-010	Registro toma de datos cilindro.	Necesario para llegar un log de los resultados obtenidos al momento de ensayar cilindros.
CO-RG-012	Registro de trabajos no conformes.	Necesario cuando un procedimiento no cumple con lo esperado en normativa.
CO-RG-018	Registro del número de informes.	Necesario para llevar un registro de todos los informes extendidos a cada cliente.
CO-RG-019	Registro del número de cilindros ensayados mensualmente.	Necesario para llevar un control de los ensayos realizados para hacer mantenimientos preventivos.
CO-RG-020	Registro del número de ensayos realizados con almohadillas de neopreno.	Necesario para poder determinar cuándo se deben cambiar las almohadillas por unas nuevas.

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería

ORGANIGRAMA GENERAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA



Fuente: MELGAR HERNÁNDEZ, Oswin Antonio. *Manual de puestos y funciones*. p. 14.

Anexo 2. **Formulario para la solicitud de órdenes de trabajo**

FORMULARIO PARA LA SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO							
DATOS DEL INTERESADO							
Fecha:	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Mes</td> <td style="text-align: center;">Día</td> <td style="text-align: center;">Año</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	Mes	Día	Año			
Mes	Día	Año					
Recibo a nombre de:	_____						
Informe a nombre de:	_____						
Proyecto:	_____						
Dirección del Proyecto:	_____						
Cel:	_____ Correo electrónico: _____						
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra a ensayar:	_____ Cantidad de muestras: _____						
Tipo de ensayo a realizar:	_____						
La siguiente información será ingresada por el encargado de recepción de muestras							
Laboratorio que realizará la muestra:	_____						
Costo	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="width: 60px; height: 20px;"></td> </tr> </table> Inciso según arancel <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="width: 60px; height: 20px;"></td> </tr> </table>						
<i>“Camino a la Acreditación de ensayos de laboratorio norma ISO 17025”</i>							

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC.

Anexo 3. **Formulario de orden de trabajo**

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA Ciudad Universitaria, zona 12 Guatemala, C.A.	
	Nº 26624	
ORDEN DE TRABAJO		
LABORATORIO DE: _____		
INTERESADO: _____		FECHA: _____
PROYECTO: _____		Teléfono: _____
DIRECCIÓN: _____		
MUESTRA/EQUIPO: _____		
Proveedor/Marca y Modelo: _____		
TRABAJO A EFECTUAR: _____		
COSTO DEL TRABAJO:		Observaciones: _____
Materiales	Q. _____	_____
Mano de Obra	Q. _____	_____
Total	Q. _____	_____
_____ INTERESADO		_____ JEFE DE SECCIÓN
INFORME No. _____		COBRABLE SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
TRABAJO O INFORME RECIBIDOS POR:		COSTO: Q. _____
(f) _____		RAZÓN: _____
Nombre: _____		Guatemala, ____ de ____ de 200__
Original:	Control Secretaría CI (Trabajo terminado)	RECIBO: _____ Fecha: _____
Duplicado:	Laboratorio que efectúa el trabajo.	
Triplicado:	Control Inmediato Secr.	

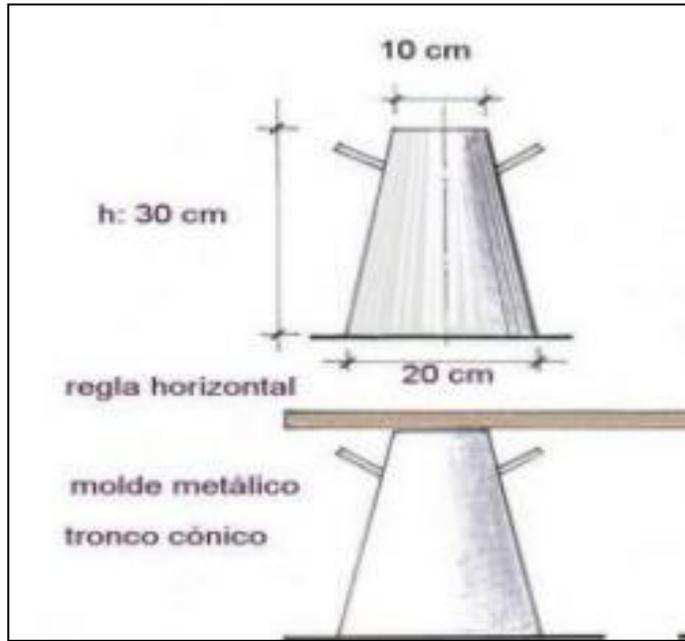
Fuente: MELGAR HERNÁNDEZ, Oswin Antonio. *Manual de puestos y funciones*. p. 69.

Anexo 4. Registro de quejas

REGISTRO DE QUEJAS		DIR-RG-951 Versión 01	
Motivo de la Queja o Reclamo: Marque con una x			
Calidad del Producto <input type="checkbox"/>	Trabajo no conforme <input type="checkbox"/>	Tiempo de entrega <input type="checkbox"/>	
Instalaciones <input type="checkbox"/>	Atención del personal <input type="checkbox"/>	Otros: _____	
Fecha: _____	No. De boleta: <input style="width: 100px;" type="text"/>		
Datos Personales			
Empresa: _____			
Teléfono: _____			
Correo Electrónico: _____			
ASUNTO:			
Quejas <input type="checkbox"/>	Denuncia <input type="checkbox"/>	Sugerencia <input type="checkbox"/>	Otros: _____
Área o Sección en donde se produjo: _____			
Narración de los hechos (Explique brevemente y de forma clara y precisa de la situación):			
_____ _____ _____ _____			FIRMA:
PARA USO EXCLUSIVO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES USAC			
Fecha de Implementación de Acciones Correctivas: _____	RESPONSABLE: _____		
ACCIONES A IMPLEMENTAR:			
_____ _____ _____			
ANOTACIONES CORDINACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			
_____ _____			
Vo.Bo. COORDINACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD		Vo.Bo. DIRECCIÓN	

Fuente: MELGAR HERNÁNDEZ, Oswin Antonio. *Manual de puestos y funciones*. p. 70.

Anexo 7. Cono truncado



Fuente. RAMIREZ PENAGOS, María José. *Determinación de la manejabilidad DE mezclas de concreto de bajo asentamiento utilizando el método de ensayo del consistómetro vebe*. p. 9.

Anexo 8. Capacidad de los recipientes de medida

Capacidad de los recipientes de medida			
Tamaño nominal máximo del agregado grueso		Capacidad del recipiente ^A	
pulgadas	mm	Pie ³	L
1	25.0	0.2	6
1 ½	37.5	0.4	11
2	50.0	0.5	14
3	75.0	1.0	28
4 ½	112.0	2.5	70
6	150.0	3.5	100

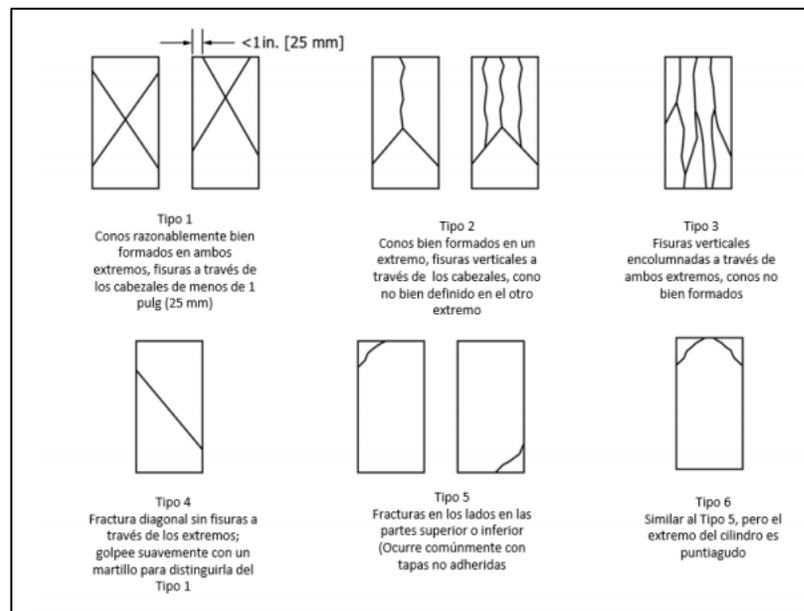
Fuente: Norma NTG 41017 h5, COGUANOR. *Métodos de ensayo. Determinación de la exudación del concreto recién mezclado*. p. 13.

Anexo 9. Tolerancias de ensayos, compresión de cilindros

Edad de ensayo	Tolerancia admisible
24 horas	± 0.5 horas
3 días	± 2 horas
7 días	± 6 horas
28 días	± 20 horas
90 días	± 2 días

Fuente: Norma NTG 41017 h1, COGUANOR. *Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.* p. 8.

Anexo 10. Distintos tipos de fracturas típicas



Fuente: Norma NTG 41017 h1, COGUANOR. *Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.* p. 8.

Figura 11. Formato de registro de quejas

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
Boleta No. _____		
REGISTRO DE QUEJAS		DIR-RG-851 Versión 01
Motivo de la Queja o Reclamo: Marque con una X		
Resultados del ensayo <input type="checkbox"/>	Trabajo no conforme <input type="checkbox"/>	Tiempo de entrega <input type="checkbox"/>
Instalaciones <input type="checkbox"/>	Atención del personal <input type="checkbox"/>	Otros: _____
Fecha: _____	No. De orden de trabajo: _____	
Datos Personales		
Empresa: _____		
Teléfono: _____		
Correo Electrónico: _____		
ASUNTO:		
Quejas <input type="checkbox"/>	Denuncia <input type="checkbox"/>	Sugerencia <input type="checkbox"/>
Otros: _____		
Área o Sección a la que pertenece la queja: _____		
Especifique :		
_____ _____ _____ _____ _____		FIRMA:

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC.

Anexo 12. Formato de registro de quejas

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
---	--	---

FORMATO DE TRABAJOS NO CONFORMES	CO-RG-012 VERSION 02
---	---------------------------------

RG-012 No. _____
Fecha: _____

Área: Recepción de Muestra Ensayo Resultados

Persona Encargada de Recepción de muestras, Elaboración de ensayo/ Emisión de Resultados

Nombre: _____ # Registro de personal: _____

Descripción de Trabajo No Conforme: _____ Fecha de *TNC _____

Acciones a tomar:

F. _____ Dilma Yanet Mejicanos Jol Jefa de Sección Agregados, Concretos y Morteros	F. _____ Responsable Enterado
---	----------------------------------

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC.

