



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

**DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA  
SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (CAP.5)**

**Nancy Zurama Hurtarte Cornejo**

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (CAP.5)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**NANCY ZURAMA HURTARTE CORNEJO**

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
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:

**DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (CAP.5)**

Tema que me fuera asignado por la Coordinación del Ejercicio Profesional Supervisado de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha noviembre de 2010.

  
**Nancy Zurama Hurtarte Cornejo**



Guatemala, 16 de noviembre de 2011.  
REF.EPS.D.1055.11.11

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (CAP. 5)”** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Nancy Zurama Hurtarte Cornejo** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora-Supervisora de EPS y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

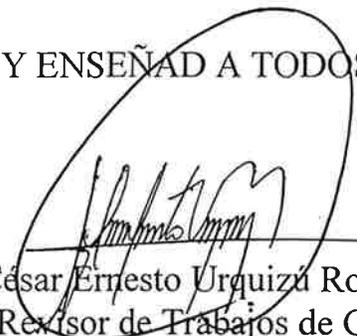


NISZ/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (CAP. 5)**, presentado por la estudiante universitaria **Nancy Zurama Hurtarte Corjeno**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

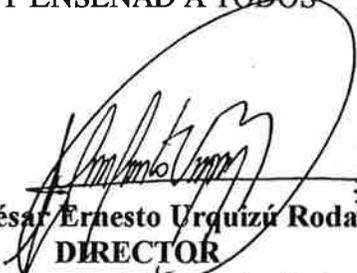


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.186.012

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 **DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (CAP.5)**, presentado por la estudiante universitaria Nancy Zurama Hurtarte Cornejo, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Roda  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



DTG. 481.2012

El Decano 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: **DESARROLLO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS DEL ENSAYO DE BARRAS DE ACERO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CONFORME A LA NORMA COGUANOR NTG-ISO-IEC 17025 (CAP. 5)**, presentado por la estudiante universitaria **Nancy Zurama Hurtarte Cornejo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 3 de octubre de 2012.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Sobre todas las cosas, por iluminar mi camino, llenarme de su amor, sabiduría y bendiciones, gracias a Él pude alcanzar esta meta.
- Mi abuela** Graciela Mendizábal viuda de Hurtarte (q.e.p.d.), por ser mi ejemplo a seguir como mujer, madre, hija, hermana y amiga, por su amor, fortaleza, tiempo, comprensión y consejos. Desde mi corazón hasta el cielo, le dedico este triunfo.
- Mis padres** Heber Arnoldo Hurtarte Mendizábal, María Dolores Cornejo Díaz, por su amor, sabiduría, comprensión y apoyo.
- Mis hermanos** Mayra Astrid Hurtarte Cornejo y Heber Omar Hurtarte Cornejo, por ser parte de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por ser mi guía e iluminarme durante toda mi vida.
- Mi abuela** Graciela Mendizábal viuda de Hurtarte (q.e.p.d.) por ser un apoyo incondicional a lo largo de mi vida, sin cuya ayuda nunca hubiera podido alcanzar esta meta.
- Mis padres** Heber Arnoldo Hurtarte Mendizábal, María Dolores Cornejo Díaz. Por su amor, sabiduría, comprensión y apoyo.
- Mis hermanos** Mayra Astrid Hurtarte y Heber Omar Hurtarte. Por su amor y compañía, ustedes son una gran bendición.
- Mi familia** Abuelos, tíos, en especial a Judith Frangos y Margarita Nájera, primos, Ana Ruth Hurtarte, Judith Hurtarte, Juan Carlos Hurtarte, Stephanie Frangos, Carlos Alvarado, Elder Hurtarte y sobrinos Jennifer Nieto, Daniel Nieto, María José Calderón y Oscar Calderón. Por estar en los momentos importantes de mi vida.

### **Mis amigos**

En especial a Paola Ramírez, Omar Palacios, Lester Menéndez y Daris Torres. Por todos aquellos momentos gratos y difíciles que compartimos, en los que se forjaron fuertes lazos de amistad así como a Juan Luis Gómez, Sara Nájera, Vanessa Ramírez, Josué Carrera, Alex Mayorga, Claudia Espejo, Carolina Parada, Lucrecia de Paz, Juan José Ávila, Miguel Reyes, Carmelo Tenerelli, Yosvany Guerrero, Oscar Juárez, Yoel Delgado, Alejandro Dabroy, Mario Álvarez por su amistad y cariño

### **Los ingenieros**

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos. Por su apoyo, guía y por ser una inspiración a mis logros.

Ing. Edley Omar Palacios Rivera. Por sus consejos, amistad y apoyo para realizar el presente trabajo de graduación.

### **A los señores**

Lic. Thelma Delfina Toledo Rivera, María Elisa Jiménez Cruz, Carmen Graciela Osorio Rodríguez, Dr. Oscar Ernesto Calderon de La Vega, Ing. Joaquin Godoy, Ing. Estuardo Monroy y José Rafael Bran. Con cariño, porque siempre me motivaron a ser mejor.

**Mis catedráticos**

En especial al Ing. Rodolfo Samayoa. Por compartir los conocimientos que hoy me hacen una profesional.

**Mis asesores**

Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández, Ing. Edley Omar Palacios Rivera, Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, Ing. Pablo de León  
Por la sabiduría, paciencia y aliento en la realización de mi trabajo de graduación.

**Al CII**

Por permitirme realizar el presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CII .....	1
1.1. Reseña histórica USAC, Facultad de Ingeniería y del CII .....	1
1.2. Visión y Misión.....	3
1.3. Organigrama.....	4
1.4. Funciones de la Sección de Metales y Productos Manufacturados.....	5
1.5. Tipos de ensayos realizados por la Sección de Metales .....	6
1.5.1. Ensayo de tensión y deformación para metales .....	7
1.5.2. Ensayo de compresión para metales.....	8
1.6. Estándares internacionales y nacionales utilizados.....	9
1.6.1. Estándares COGUANOR .....	10
1.6.2. Estándares ASTM.....	14
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	17
2.1. Situación actual de la Sección de Metales del CII .....	17
2.1.1. Diagnóstico general (Matriz FODA) .....	18
2.1.2. Diagnóstico específico (causa y efecto) .....	21

2.1.3.	Servicios prestados dentro del alcance .....	22
2.1.4.	Puestos de trabajo de la Sección de Metales.....	23
2.1.5.	Procesos técnicos dentro del alcance .....	25
2.1.6.	Maquinaria y equipo .....	26
2.1.7.	Diseño de toma de datos (lista de verificación) .....	29
2.2.	Diagnóstico de implantación de Norma ISO 17025 (brechas).	30
2.3.	Desarrollo propuesto de procesos técnicos aplicables .....	33
2.3.1.	Identificación de necesidades de capacitación.....	34
2.3.2.	Monitoreo, control y registro de condiciones ambientales .....	46
2.3.3.	Diseño de los métodos de ensayos propios .....	54
2.3.4.	Validación de los métodos de ensayo .....	60
2.3.5.	Estimación de la incertidumbre .....	69
2.3.6.	Control de los datos y su transferencia .....	79
2.3.7.	Control de equipos (fichas técnicas) .....	88
2.3.8.	Calibración .....	104
2.3.9.	Control de patrones y materiales de referencia....	112
2.3.10.	Toma de muestras .....	124
2.3.11.	Manejo de objetos a ensayar y calibrar .....	125
2.3.12.	Aseguramiento de calidad de resultados y calibración .....	136
2.3.13.	Informe de resultados.....	148
2.4.	Plan de implementación de la Norma ISO 17025 .....	158
2.5.	Estimación de costos de implantación .....	166
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	169
3.1.	Antecedentes de desastres en la Sección de Metales y Productos Manufacturados .....	169
3.1.1.	Por ubicación geográfica .....	171

3.1.2.	Por actividad del laboratorio .....	171
3.2.	Diseño del plan de contingencia .....	172
3.2.1.	Diagnostico de riesgos .....	172
3.2.2.	Información general .....	174
	Instituciones que rigen los planes de emergencia .....	174
3.2.3.	Legislación guatemalteca .....	175
3.3.	Implementación del plan de contingencia.....	175
3.3.1.	Señalización de rutas de evacuación .....	175
3.3.2.	Plan de contingencia en caso de terremoto.....	175
3.3.3.	Plan de contingencia en caso de tormenta o huracán.....	180
3.3.4.	Plan de contingencia en caso de incendio.....	183
3.3.5.	Plan de contingencia en caso de accidente.....	187
3.4.	Estimación costos de implantación de plan de contingencia .....	189
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE .....	191
4.1.	Necesidades de capacitación .....	191
4.2.	Contenido de capacitación .....	192
4.3.	Planificación de capacitación.....	193
4.4.	Costo de capacitación .....	194
	CONCLUSIONES .....	197
	RECOMENDACIONES .....	199
	BIBLIOGRAFÍA.....	201
	ANEXOS .....	205



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama CII.....	4
2.	Requisitos de límite de fluencia, resistencia a la tensión y elongación.....	14
3.	Diagrama causa y efecto.....	22
4.	Máquina universal-Tinius Olsen .....	27
5.	Máquina universal-Lima-Hamilton.....	28
6.	Procedimiento para las competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal.....	35
7.	Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.....	47
8.	Procedimiento de diseño de los métodos de ensayo propios .....	55
9.	Procedimiento para validación de los métodos de ensayo .....	61
10.	Procedimiento para la estimación de la incertidumbre .....	70
11.	Procedimiento de control de datos y su transferencia.....	80
12.	Procedimiento de control de equipos .....	89
13.	Procedimiento de trazabilidad para calibración .....	105
14.	Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia .....	113
15.	Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar .....	126
16.	Procedimiento de aseguramiento de calidad de resultados y calibración .....	137
17.	Procedimiento de informe de los resultados .....	149
18.	Plano general CII .....	170
19.	Rutas de evacuación y extintores .....	176

## TABLAS

I.	Clasificación de los grados del acero de acuerdo al límite de fluencia .....	12
II.	Matriz FODA.....	19
III.	Matriz de estrategias .....	20
IV.	Plan de implementación .....	164
V.	Presupuesto de implementación.....	166
VI.	Evaluación de riesgos.....	173
VII.	Presupuesto de plan de contingencia.....	189
VIII.	Plan de capacitación.....	194
IX.	Costos de capacitación.....	195

## GLOSARIO

<b>Coefficiente de Poisson</b>	Es una constante elástica que da una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>IEC</b>	Comisión Electrotécnica Internacional.
<b>Límite de fluencia</b>	Valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la fluencia. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.
<b>Límite de proporcionalidad</b>	Valor de la tensión por debajo de la cual el alargamiento es proporcional a la carga aplicada.

<b>Límite elástico</b>	Valor de la tensión a la que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0,2%, 0,1%, etc.) en función del extensómetro empleado.
<b>Metrología</b>	Es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesas y medidas.
<b>Módulo de elasticidad</b>	Es un tipo de constante elástica que relaciona una medida relacionada con la tensión y una medida relacionada con la deformación.
<b>NTG</b>	Normas Técnicas Guatemaltecas.
<b>Patrón</b>	Es un instrumento de medida, una medida materializada, un material de referencia o un sistema de medida destinado a definir, realizar o reproducir una unidad o varios valores de magnitud, para que sirvan de referencia.
<b>Trazabilidad</b>	La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde este pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbres especificadas.

## RESUMEN

El proceso de implementación de un sistema de gestión de calidad para lograr una acreditación de un laboratorio, supone un esfuerzo importante a nivel organizativo y de recursos de cualquier institución pública o privada, es por esto que el presente trabajo de graduación se orientó al diseño de los procesos técnicos que debía cumplir la Sección de Metales y Productos Manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, como parte de un esfuerzo institucional por alcanzar este objetivo.

Este trabajo ha demandado una investigación exhaustiva acerca de los distintos tipos de ensayos utilizados en el laboratorio, métodos, estándares y prácticas habituales de un laboratorio acreditado. Al definir lo anterior se estableció el marco de evaluación para diagnosticar el estado de cumplimiento del laboratorio de cara a la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025, a todo nivel desde temas organizativos, puestos de trabajo, los servicios y la maquinaria y equipo. Con esta evaluación y ya conociendo las capacidades actuales fue posible el diseño de los distintos procedimientos que la norma en su numeral 5 requiere. Estos procedimientos incluyen identificación de necesidades de capacitación, monitoreo de las condiciones ambientales, diseño y validación de los métodos de ensayo, la estimación de la incertidumbre, el control de datos, control de equipos, el mantenimiento y la calibración tanto de equipo como de patrones. Así mismo se define el procedimiento para asegurar consistencia en todos los procesos de medición y ensayos.

Finalmente esto se complementa con el diseño de un plan de contingencias para la sección de metales y productos manufacturados, que incluyo las formaciones necesarias de primeros auxilios, manejo de extintores y las formaciones en materia divulgativa de los requisitos técnicos de la COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Documentar los procedimientos de la Sección de Metales y Productos Manufacturados para el ensayo de tensión de barras de acero, de acuerdo a los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración bajo la norma COGUANOR NTG-ISO-IEC17025 (Cap. 5).

### **Específicos**

1. Determinar que brechas de implementación existen actualmente en los procesos de ensayo y control actuales versus los requisitos técnicos y normativos establecidos en la norma.
2. Elaborar formato para una evaluación de desempeño laboral y competencia técnica para medir las necesidades de capacitación del personal.
3. Diseñar un plan de contingencia ante desastres para la Sección de Metales y Productos Manufacturados del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.
4. Capacitar a los trabajadores de la Sección de Metales y Productos Manufacturados del Centro de investigaciones de la Facultad de Ingeniería sobre primeros auxilios, uso de extintores, seguridad industrial y prevención de desastres.



## INTRODUCCIÓN

Los países centroamericanos a nivel tecnológico poseen distintos niveles de avance tecnológico con diferencias y matices por rama tecnológica, en general respecto del mundo no son países que destaquen por su capacidad de investigación y desarrollo. Sin embargo, poco a poco a través de la transferencia de tecnologías y el desarrollo técnico, comienzan a dar pasos en el sentido correcto y como resultado de la vorágine mundial que abandera la globalización de los productos, industrias, mercados y constructoras avanzan cada vez más rápido hacia la estandarización.

La estandarización liderada por organizaciones como la ISO (International Organization for Standardization, por sus siglas en inglés) y difundida por los países desarrollados y que ha llegado a servir hasta como una barrera no arancelaria para el ingreso de productos importados, ha logrado también permear en industrias de la construcción y de productos manufacturados en Guatemala.

Esta razón ha comenzado a orientar a los productores y consumidores de estos productos a tomar decisiones basadas en criterios cualitativos y de consistencia de sus procesos. La consistencia cada vez es más exigida y evaluada tanto en los productos, como en los procesos y consecuentemente en los ensayos que aseguran la calidad. Estos últimos por ser elementos de decisión sobre aceptación y rechazo de lotes de productos, tanto dentro de la línea, como fuera de ella, se convierten en eslabones críticos de soporte a la cadena de valor de los negocios del ramo.

Actualmente el Centro de Investigaciones de Ingeniería, no posee una estandarización de sus procesos técnicos. Por lo que tanto actualmente como en el largo plazo el centro se expone a que otros laboratorios nacionales o internacionales puedan satisfacer de una mejor manera los niveles de estandarización que actualmente exigen productos de categoría mundial.

Es así que este trabajo de graduación se enmarca en un ejercicio de diseño documental del sistema de gestión de calidad de los procesos técnicos que sean conformes al numeral 5 de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 que establece los Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración del Laboratorio de la Sección de Metales y Productos Manufacturados, particularmente sobre los ensayos de barras de acero.

Dicho trabajo de graduación nace como parte de una serie de iniciativas nacidas en la decanatura actual, que promueve los procesos de certificación bajo normas que aseguren la calidad de los procesos, siendo el Centro de Investigaciones de Ingeniería, un enclave estratégico para lograr materializar esa visión. Aunque el alcance de esta investigación se limita al diseño documental de una sola sección del laboratorio, es posible adaptar muchos de los procesos del laboratorio como generales del centro, más esto no forma parte de los objetivos del presente trabajo.

Además se realiza una introducción a la estandarización, para conocer la norma objeto de investigación, diagnósticos generales de la sección y diagnósticos específicos confrontando la realidad de la sección a la norma tomando en cuenta aspectos organizativos, administrativos, operativos,

técnicos y de maquinaria. A partir de lo anterior se establece cuales son las brechas que posee el centro. Una vez propuesto los distintos procedimientos se establece un plan de implementación que incluye todos los hitos considerados importantes, para realizar un proceso de certificación, aunado a un presupuesto que haría posible este objetivo, aunque con el alcance definido anteriormente.

También como requisito del Ejercicio Profesional Supervisado se ha diseñado un plan de contingencia, que incluye el diseño de rutas de evacuación y como tratar terremotos, tormentas o huracanes, incendios y accidentes, tanto antes, durante y después de ocurrir. Este plan incluye también los costos asociados a la implementación del mismo, acotado a la sección de metales y productos manufacturados. Finalmente se concluye con la formación asociada a este plan y sus costos.



# 1. SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CII

## 1.1. Reseña histórica USAC, Facultad de Ingeniería y del CII

La Universidad de San Carlos de Guatemala (en adelante USAC) “fue fundada por real cédula de Carlos II, en el 31 de enero de 1676”<sup>1</sup>. Posteriormente logro la categoría de internacional al ser declarada Pontificia por la “Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687”<sup>1</sup>. En “1834, siendo jefe del Estado de Guatemala don Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física”<sup>2</sup>.

“La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad... la Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo di0stinto a la enseñanza técnica superior”<sup>3</sup>. La Escuela Politécnica se fundó en 1873 para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares, paralelamente a la USAC. “En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto del gobierno en 1882 se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica”<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup>[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Universidad\\_de\\_San\\_Carlos\\_de\\_Guatemala&oldid=45157252](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Universidad_de_San_Carlos_de_Guatemala&oldid=45157252). Consulta: 27 de marzo del 2011.

<sup>2</sup> [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=150](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=150). Consulta: 17 de marzo de 2011.

<sup>3</sup> <https://www.ingenieria-usac.edu.gt/historia.php>. Consulta: 19 de marzo de 2011.

A partir de 1908 la facultad no estuvo en funcionamiento. Hasta 1918, la universidad fue reabierta por Estrada Cabrera y se le denominó Facultad de Matemáticas.

“En 1920 la Facultad reabre sus instalaciones en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930”<sup>4</sup>. En ese año se reestructuraron los estudios estableciéndose la Carrera de Ingeniería Civil. Fue en 1944, que se logra el “reconocimiento de la autonomía universitaria”<sup>4</sup> y la asignación de sus recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (en adelante CII), surge de la “unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en 1959 y la adición a los mismos de los laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria de las entidades ya mencionadas”<sup>5</sup>. Durante la decanatura del Ing. Enrique Godoy, fue creado oficialmente el ente del CII gracias a un “acuerdo del Consejo Superior Universitario, en sesión celebrada el 27 de julio de 1963”<sup>5</sup> y quedó integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

“En 1965 se integró al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala. En 1967 se agregó los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química”<sup>5</sup>, que pasó a formar parte de la Facultad de Ingeniería como Escuela de Ingeniería Química y por último los laboratorios de Mecánica e Ingeniería Eléctrica, al formarse las respectivas escuelas.

---

<sup>4</sup> <https://www.ingenieria-usac.edu.gt/historia.php>. Consulta: 19 de marzo de 2011.

<sup>5</sup> <http://cii.ingenieria-usac.edu.gt>. Consulta: 20 de marzo de 2011.

## 1.2. Visión y Misión

Visión: el CII define como puntos críticos de su visión el desarrollo de la investigación científica, “contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca”<sup>6</sup> y promover la comunicación con otras entidades afines, dentro y fuera de la república de Guatemala.

Misión: dentro de su misión resalta la investigación de alternativas de solución científica y tecnológica para la “resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales”<sup>6</sup>. Actualmente presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales así como a personas individuales que buscan la solución a sus problemas técnicos específicos, en las áreas de la Construcción, Ingeniería Sanitaria, Metrología Industrial y Química Industrial.

El Laboratorio de Metales y Materiales Manufacturados, es la Sección del CII que “provee servicios de ensayos de resistencia, tensión, complexión y flexión” para verificación o validación de materiales de construcción tales como “barras de acero, bloques, baldosas, ladrillos de barro cocido, adoquines, tubería de concreto y PVC”<sup>7</sup>, principalmente. La Sección de Metales y Productos Manufacturados se creó principalmente para apoyar las empresas de manufactura de productos para la construcción, con la realización de ensayos estandarizados por parte de un ente externo, tanto para garantía de los clientes como de sus productores.

---

<sup>6</sup> CII USAC. Página de CII-USAC – Misión y Visión [En línea]. Guatemala. CII. Consulta: 20 de marzo de 2011. Disponible en Web: <<http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/>>.

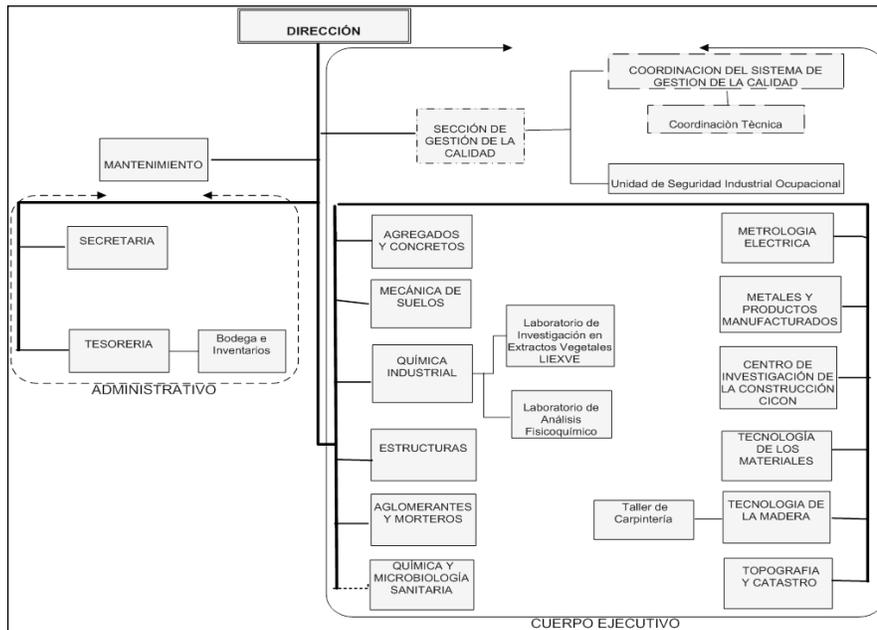
<sup>7</sup> CII USAC. Página de CII-USAC – Sección de Metales y Materiales Manufacturados [En línea]. Guatemala. CII. Consulta: 20 de marzo de 2011. Disponible en Web: <<http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/>>.

### 1.3. Organigrama

La organización del CII, posee una orientación funcional por tipo de servicio prestado, disgregando sus funciones por tipo de laboratorio a las cuales denomina secciones. Existiendo dos divisiones importantes, siendo una la del cuerpo técnico a cargo de las distintas secciones que contienen todos los laboratorios y la Sección de Gestión de Calidad, que adicionalmente dirige la implementación de la norma ISO 17025, en el CII.

La otra división es administrativa, la cual se encarga de apoyar al cuerpo técnico, contiene a la secretaría y áreas de apoyo tales como tesorería y bodega. A continuación se presenta el organigrama:

Figura 1. Organigrama CII



Fuente: Sección de Gestión de Calidad CII.

#### **1.4. Funciones de la Sección de Metales y Productos Manufacturados**

Las funciones realizadas por la sección de metales y productos manufacturados consisten en recepción de los órdenes de trabajo, clasificación por tipo de ensayo, preparación del ensayo, realización del ensayo, elaboración del informe y entrega de resultados al cliente.

Además del respectivo archivo y cuantificación dentro de las estadísticas e informes de la Sección, estas funciones se complementan con otras administrativas, tales como la recepción de pagos por parte de tesorería, recepción de los materiales provistos por el cliente y disposición de materiales ensayados.

#### **1.5. Tipos de ensayos realizados por la Sección de Metales**

Es necesario tomar en cuenta que el CII, es de los pocos laboratorios en Guatemala autorizado para certificar la calidad, resistencia y manejo de elementos ensayados en sus instalaciones y presta sus servicios tanto a productores como a consumidores de los mismos. El laboratorio se enfoca principalmente a la realización de ensayos, los cuales tienen como objetivo determinar las propiedades mecánicas de los materiales al ser inducidos a fuerzas externas, verificándolos contra estándares nacionales e internacionales.

Los materiales a los que se pueden aplicar estos ensayos son varillas de acero, varillas de alta resistencia, bloques, ladrillos, adoquines y madera, sin embargo el contexto de este trabajo de graduación son los metales de acero en varillas corrugadas de construcción, en sus distintos diámetros.

Las fuerzas se aplican mediante equipos especializados entre ellos la Sección de Metales y Productos Manufacturados cuenta con una Máquina Universal de Pruebas (Universal Testing Machine, en adelante UTM), la cual se utiliza para realizar ensayos de tensión, compresión, torsión, flexión y otras más.

La UTM, es la máquina más moderna con la que cuenta el CII y está capacitada para hacer el trabajo que otras máquinas actualmente realizan. Dicho equipo es capaz de realizar una variedad de ensayos, entre los cuales resaltan:

- Tensión o tracción
- Compresión
- Flexión
- Impacto
- Dureza
- Elasticidad

#### **1.5.1. Ensayo de tensión y deformación para metales**

El ensayo más demandado es el de tensión, sin embargo existen variantes posibles según la probeta y el equipo en uso que permiten ensayos como tensión-doblado, tensión paralela y tensión perpendicular. Los ensayos de tensión y deformación “consisten en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tensión (o tracción) creciente hasta que se produce la

rotura de la probeta”<sup>8</sup>. En un ensayo de tracción pueden determinarse diversas características de los materiales elásticos:

- Módulo de elasticidad o Módulo de Young
- Coeficiente de Poisson
- Límite de proporcionalidad
- Límite de fluencia o límite elástico aparente
- Límite elástico
- Carga de rotura o resistencia a la tracción
- Alargamiento de rotura
- Estricción

En este ensayo es posible medir la deformación (alargamiento) de la probeta entre dos puntos fijos de la misma a medida que se incrementa la carga aplicada y se representa gráficamente en función de la tensión. La deformación o alargamiento alcanzado depende del tipo de material al que se aplique el ensayo. Los tipos de materiales a los que el laboratorio puede someter a este tipo de ensayos es:

- Barras de metal corrugado
- Maderas
- Probetas de concreto sólido
- Productos manufacturados

---

<sup>8</sup> Colaboradores de Wikipedia. Ensayo de tracción [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2011. Consulta: 2 de abril del 2011]. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ensayo\\_de\\_tracci%C3%B3n&oldid=45299389](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ensayo_de_tracci%C3%B3n&oldid=45299389)>.

Como productos manufacturados es posible mencionar a los bloques, tubos, adoquines, ladrillos, baldosas, cajas, lazos, válvulas, telas e hilos, tapaderas, hules y marchamos.

### **1.5.2. Ensayo de compresión para metales**

El comportamiento mecánico de un material es el reflejo de la relación entre su respuesta o deformación ante una fuerza o carga aplicada. El ensayo de compresión es un ensayo aplicado a distintos materiales para determinar la resistencia o su deformación ante un esfuerzo de compresión. Generalmente se realiza con hormigones y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material.

De las recomendaciones más importantes al momento de realizar este ensayo es la alineación cuidadosa de los especímenes a la dirección de la fuerza, debido a que cualquier desvío en está, puede provocar que el espécimen en cuestión, sea expulsado por un costado, llegando a ser esto hasta cierto punto peligroso, si no se utiliza equipo de protección y el entrenamiento adecuado.

Es usual utilizarlo en materiales frágiles y está demostrado que la resistencia a compresión de todos los materiales siempre es mayor que “la resistencia a tracción”<sup>9</sup>. Este ensayo también se realiza preparando probetas normalizadas que se someten a compresión en una máquina universal. El CII posee una máquina universal marca Tinius Olsen, modelo Super L300, su

---

<sup>9</sup> Colaboradores de Wikipedia. Ensayo de compresión [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2011 Consulta: 30 de marzo del 2011. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ensayo\\_de\\_compresi%C3%B3n&oldid=45224768](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ensayo_de_compresi%C3%B3n&oldid=45224768)>.

funcionamiento es hidráulico, eléctrico y neumático y posee un sistema digital que registra el ensayo.

## **1.6. Estándares internacionales y nacionales utilizados**

La estandarización a través de la normalización es la forma mediante la cual se busca establecer requisitos de calidad y aptitudes de uso para un producto, proceso o servicio, las cuales los fabricantes o prestadores de servicio buscan cumplimentar y demostrarlo mediante un ente externo que lo valide. La estandarización busca reducir la variabilidad de los procesos, logrando productos más estandarizados, más compatibles, intercambiables y más seguros. De acuerdo al alcance del presente trabajo de graduación la normalización tanto de carácter nacional como internacional se utilizará en dos sentidos:

**Producto:** debido a que los ensayos que se realizan en el CII se basan en normas internacionales como las ASTM, las cuales poseen homologaciones nacionales, elaboradas por la comisión guatemalteca de normas COGUANOR, su aplicación busca estandarizar las características de los productos que se ensayan.

**Servicio:** servicios tales como la realización de ensayos o la calibración también son sujeto de normalización y se encuentran estandarizados por las organizaciones especializadas como ISO (por sus siglas en inglés International Organization for Standardization), COGUANOR y la Oficina Nacional de Acreditación. Estos servicios persiguen estandarizar los procesos que conforman la prestación del servicio, de manera que este sea consistente en el tiempo.

Entre otros aspectos la estandarización permite agregar valor a los productos, gracias a una mayor calidad en los productos y servicios, divulgar el conocimiento, hacer una transferencia de tecnología, además de reducir las barreras técnicas al comercio internacional. Gracias a la estandarización es posible contar con una calidad y características estándar de un producto realizado por distintas personas, en distintas máquina, en distintos procesos, en distintas fábricas, de distintos proveedores y en distintos países. Esto gracias a la definición de características físicas de los productos y sus propiedades así como a la estandarización de los ensayos aplicables y la estandarización de las calibraciones de equipo.

#### **1.6.1. Estándares COGUANOR**

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), está adscrita al Ministerio de Economía, tiene como misión ser “la entidad reconocida nacional e internacionalmente, que gestiona la normalización técnica y actividades conexas, para propiciar la obtención de productos y servicios de calidad, contribuyendo a mejorar la competitividad y la calidad de vida, así como a generar confianza entre los sectores involucrados”<sup>10</sup>.

Los antecedentes de la comisión se remontan a 1962 con la creación de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) por medio del Decreto No. 1523. Dicha ley en su momento se considero visionaria y adelantada al movimiento de normalización existente. En aquel momento producto de la coyuntura económica, los niveles de pobreza y la ausencia de una cultura de calidad en el país, oriento a la comisión a la creación de normas obligatorias,

---

<sup>10</sup> COGUANOR. Página de COGUANOR – Antecedentes [En línea]. Guatemala. COGUANOR. Consulta: 21 de marzo de 2011. Disponible en Web: <<http://www.coguanor.gob.gt/index.php?id=6>>.

las cuales se apoyaron con inspección y verificación del ente regulador correspondiente.

A la fecha en su haber posee más de 700 normas, las cuales abarcan aspectos como: ciencias generales, medicina, ensayos de materiales, tuberías y bridas, válvulas y accesorios, material automotriz, ingeniería sanitaria, industrias químicas, pólvoras y explosivos, industrias de la fermentación, industrias agrícola y alimenticia, industrias pesqueras, siderurgia, industrias de la construcción, arquitectura, agricultura y maquinarias agrícolas, industrias varias, embalajes, documentación, productos derivados del petróleo, plásticos y caucho, industrias del cuero, gestión de la calidad y unidades de almacenamiento.

Cabe mencionar que dentro de los productos que se ensayan en el laboratorio de metales y productos manufacturados del CII, el ensayo que se encuentra enmarcado en el alcance, se realiza bajo la Norma COGUANOR NGO 36 011:2005 / Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones. 2da. revisión.

Dicha norma tiene como objeto establecer las especificaciones de las barras de acero, sin exigencias especiales de soldabilidad y que se utilizan como refuerzo en el hormigón armado (concreto).

Sustituye a su primer versión que data de diciembre de 1997, fue gestada y modificada por los distintos sectores interesados en ese momento, los cuales fueron principalmente:

- Sector gobierno: Comisión Guatemalteca de Normas.
- Sector académico: CII, USAC y Colegio de Ingenieros de Guatemala y Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
- Sector privado organizado: Cámara de Construcción, Cámara de Industria de Guatemala y Gremial de metalurgia de la cámara de industria de Guatemala.
- Sector productor: Aceros de Guatemala, S.A. y Aceros Suárez, S.A.

Su alcance lo define como que “es aplicable a la barra corrugada de acero de refuerzo para hormigón armado (concreto), fabricación nacional o de importación, para los grados: Grado 280 [40], Grado 414 [60], y Grado 517 [75], ver cuadro 1. Esta norma no es aplicable al acero de preesfuerzo”<sup>11</sup>.

La norma clasifica a los aceros por su límite de fluencia mínimo en los siguientes cuadros:

Tabla I. **Clasificación de los grados del acero de acuerdo al límite de fluencia**

CLASIFICACIÓN, SEGÚN EL SISTEMA DE MEDIDA	
<b>Internacional, SI</b>	<b>Inglés</b>
Grado 280	Grado 40
Grado 414	Grado 60
Grado 517	Grado 75

Fuente: COGUANOR. Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones. p. 5.

<sup>11</sup> COGUANOR. NGO 36 011:2005 / Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones. 2da. revisión. Guatemala: COGUANOR 2005.

Las clases de acero a las que hace referencia la norma son:

- Clase 1: barra de acero lisa
- Clase 2: barra de acero corrugada

“Los materiales con los que se elaboran las barras de acero, deben tener un contenido de fósforo no mayor de 0,060% y de azufre no mayor de 0,060% 0,060%; sin embargo, en un análisis de comprobación realizado en una barra terminada, se podrá aceptar como máximo 0,075% de fósforo”<sup>12</sup>.

“Si en algún momento a raíz del ensayo se generan dudas, sobre la composición química del producto se realizará o si se solicita expresamente en el pedido. Además existen características físicas del corrugado que deben verificarse. Los límites de fluencia por clasificación, contra los que se verifican las probetas, se presentan a continuación”<sup>12</sup>:

---

<sup>12</sup> COGUANOR. NGO 36 011:2005 / Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones. 2da. revisión. Guatemala: COGUANOR 2005.

Figura 2. **Requisitos de límite de fluencia, resistencia a la tensión y elongación**

	Grado 280 [40] <sup>A</sup>	Grado 414 [60]	Grado 517 [75] <sup>B</sup>
Máxima resistencia a la tensión, min. MPa (psi)	414 [60,000]	620 [90,000]	690 [100,000]
Esfuerzo de fluencia, min. MPa [psi]	280 [40,000]	414 [60,000]	517 [75,000]
Elongación en 203.2 mm [8 pulg.], min. %:			
No. de designación de barra			
10 [3]	11	9	...
13, 16 [4, 5]	12	9	...
19 [6]	12	9	7
22, 25 [7, 8]	12	8	7
29, 32, 36 [9, 10, 11]	...	7	6
43, 57 [14, 18]	...	7	6

A: barras grado 280 [40] son fabricadas únicamente en designaciones de 10 a 25 [3 a 8].  
B: barras grado 517 [75] son fabricadas únicamente en designaciones de 19 a 57 [6 a 18].

Fuente: COGUANOR. Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones. p. 16.

### 1.6.2. Estándares ASTM

“ASTM International es un líder mundial en el desarrollo de normas voluntarias en el mundo”<sup>13</sup>, logró convertirse desde sus inicios en una fuente confiable de normas técnicas para los materiales, productos, sistemas y servicios. Conocida por su alta calidad técnica y relevancia en el mercado, Normas de ASTM International tienen un papel importante en la infraestructura de información que orienta el diseño, la fabricación y el comercio en la economía mundial.

ASTM International, originalmente conocida como la American Society for Testing and Materials (ASTM), “se formó en 1898”<sup>14</sup>, cuando un grupo con visión de futuro de ingenieros y científicos se reunieron para hacer frente a las

<sup>13</sup> ASTM. About ASTM [en línea]. ASTM, Standards Worldwide home, 2011. Consulta: 30 de marzo del 2011. Disponible en < <http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index.shtml?E+mystore> > con traducción propia.

roturas frecuentes de componentes del ferrocarril, en la floreciente industria de esa época. Su trabajo condujo a la normalización en el acero utilizado en la construcción del tren, en última instancia, la mejora de la seguridad ferroviaria para el público. Como avanzaba el siglo, los nuevos desarrollos industriales, gubernamentales y ambientales provocaron nuevos requisitos de estandarización, ASTM respondió a la llamada con las normas de consenso que han hecho de los productos y servicios más seguros, mejor y más rentable.

ASTM sigue siendo el foro de las normas voluntarias de una diversa gama de industrias que se unen bajo ella para resolver los retos de la normalización. En los últimos años, los actores involucrados en temas que van desde la seguridad en la aviación, instalaciones de cable de fibra óptica en los servicios públicos subterráneos, la seguridad nacional, se han reunido bajo ASTM para establecer normas de consenso para sus industrias. Dicho “conjunto de expertos técnicos representan a productores, usuarios, consumidores, gobierno y académicos de más de 135 países”<sup>14</sup>. La participación en ASTM International está abierta a todos con un interés material, en cualquier parte del mundo.

En el marco de la aplicación de estas normas a Guatemala, la que se utiliza y a la cual se hace referencia en la Sección de Metales y Productos Manufacturados para barras de acero es la Norma A 615/A 615M – 04a, denominada “Standard Specification for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement”<sup>15</sup> como se puede apreciar en la norma COGUANOR, se hace referencia a está. Debido a que la norma guatemalteca es una homologación de la ASTM, la cual se reviso y adapto a la realidad

---

<sup>14</sup> ASTM. About ASTM [en línea]. ASTM, Standards Worldwide home, 2011 [fecha de consulta: 30 de marzo del 2011]. Disponible en< <http://www.astm.org/ABOUT/aboutASTM.html>> . con traducción propia.

<sup>15</sup> ASTM. About ASTM [en línea]. ASTM, Standards Worldwide home, 2011 [fecha de consulta: 30 de marzo del 2011]. Disponible en< <http://www.astm.org/ABOUT/aboutASTM.html>> . con traducción propia.

nacional, de constructores, productores, laboratorio de medición, entes nacionales de normalización.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Situación actual de la Sección de Metales del CII**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería a través de los años ha logrado consolidarse en muchos aspectos como un laboratorio de referencia para la industria y la academia nacional, tanto desde un punto de vista técnico, como por la variedad y diversificación de las pruebas y ensayos que es posible realizar en él. Es importante resaltar que las instalaciones del CII, datan desde inicios de la ciudad universitaria y por ende desde mediados de los sesentas, a pesar de que existe constitucionalmente una asignación de presupuesto para la USAC, este no siempre es repartido de forma equitativa, por lo cual existe mucho equipo que no se renueva o se cambia y se ha deteriorado con el uso.

Así mismo la política de distribución de los ingresos que recibe el CII traslada el “80% de los ingresos a la administración central de la universidad y únicamente el 20% queda para ser utilizado en mantenimiento y reinversión”<sup>16</sup>. Lo anterior es poco congruente con la visión del CII, la cual busca desarrollo de investigación científica y contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca.

En el marco de la investigación y desarrollo y el desarrollo económico de los países está demostrado que los países que más invierten en Investigación y

---

<sup>16</sup> GRAMAJO RODAS. Arnoldo Mizael. Diseño de un sistema de mejoramiento y control de calidad en el área de servicios del centro de investigaciones de ingeniería. p. 24.

Desarrollo, así como los que se dotan de mayores capacidades técnicas y nueva tecnología, son los que han logrado destacar de la mayoría de países, pasando de economías emergentes a del primer mundo.

Es por esto que para que el CII, se mantenga vigente en el tiempo y destaque a nivel centroamericano, debe instituirse una política que le permita dotarse de nuevo equipo, alcanzar un nivel de mantenimiento preventivo y correctivo adhoc, instituir un proceso de calibración de equipos y elevar el nivel de formación de sus principales técnicos. A partir de lo anterior es lógico pensar que un proceso de acreditación para el laboratorio es una estrategia clave para alcanzar su visión y para diagnosticarlo se utiliza la herramienta de FODA.

#### **2.1.1. Diagnóstico general (Matriz FODA)**

Con el FODA se pretende establecer las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades desde un punto de vista estratégico de cara al rol que juega el CII. Esto se realizó mediante entrevistas no estructuradas al personal. Además se indaga informes de evaluaciones previas, enriqueciendo la investigación con información de Internet, acerca de oportunidades y amenazas para este tipo de institución y estos servicios. A continuación se presenta la matriz FODA:

Tabla II. **Matriz FODA**

<b>Fortaleza</b>	<b>Oportunidades</b>
<p>a) Personal calificado y experimentado en la realización de los ensayos.</p> <p>b) Laboratorio reconocido a nivel nacional en la elaboración de ensayos de metales.</p>	<p>a) Baja competencia a nivel centroamericano de laboratorios de metales acreditados bajo normas internacionales.</p> <p>b) Falta de laboratorios que realicen investigación y pruebas comparadas.</p>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>a) Baja disponibilidad de presupuesto para inversión en equipos, infraestructura y consultoría.</p> <p>b) Resistencia al cambio por falta de experiencia del personal en procesos de acreditación y/o certificación de sistemas de gestión de la calidad.</p>	<p>a) Pérdida de reconocimiento de parte del sector industrial y de la construcción tanto pública como privado, inconsistencia y falta de repetitividad en los ensayos realizados.</p> <p>b) Aumento de la construcción utilizando barras de acero fuera de especificaciones, reduciendo la demanda de los servicios actuales, se puede reflejar en los ingresos y sostenibilidad del CII.</p>

Fuente: elaboración propia.

Además de definir el cuadro tradicional de FODA, se identifican estrategias que pueden mitigar las debilidades del CII, reducir el efecto que tienen las amenazas existentes y maximizar las fortalezas de manera que sea posible aprovechar las oportunidades. El resultado obtenido se presenta a continuación mediante la siguiente tabla:

Tabla III. **Matriz de estrategias**

<b>FO: Estrategia Maxi-Maxi</b>	<b>DO: Estrategia Mini-Maxi</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar y certificar bajo norma COGUANOR TG/ISO/IEC: 17025 al personal en la realización de los ensayos. (a, a)</li> <li>• Acreditar al laboratorio bajo la norma internacional COGUANOR NTG/ISO/IEC: 17025 en la elaboración de ensayos de metales. (b, b)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar aumento de presupuesto para inversión en equipos, infraestructura y acreditación de los ensayos. (a, a)</li> <li>• Involucrar al personal del laboratorio de metales y productos manufacturados, en el proceso de acreditación. (b, b)</li> </ul>
<b>FA: Estrategia Maxi-Mini</b>	<b>DA: Mini-Mini</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar los procesos técnicos del laboratorio de metales y productos manufacturados del CII, conforme a la norma ISO 17025, podría consolidar los procesos actuales y mejorar los servicios prestados. (b, a)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover los ensayos de barras de acero con especificaciones en el mercado de la construcción, para aumentar los ingresos a utilizar en mejorar el equipo e infraestructura del laboratorio. (a, b)</li> </ul>

Continuación de la tabla III.

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Involucramiento del personal en la acreditación de los ensayos y en la elaboración de la documentación de los procedimientos que evitara las inconsistencias en la realización de los ensayos. (b, a)</li></ul>
--	---

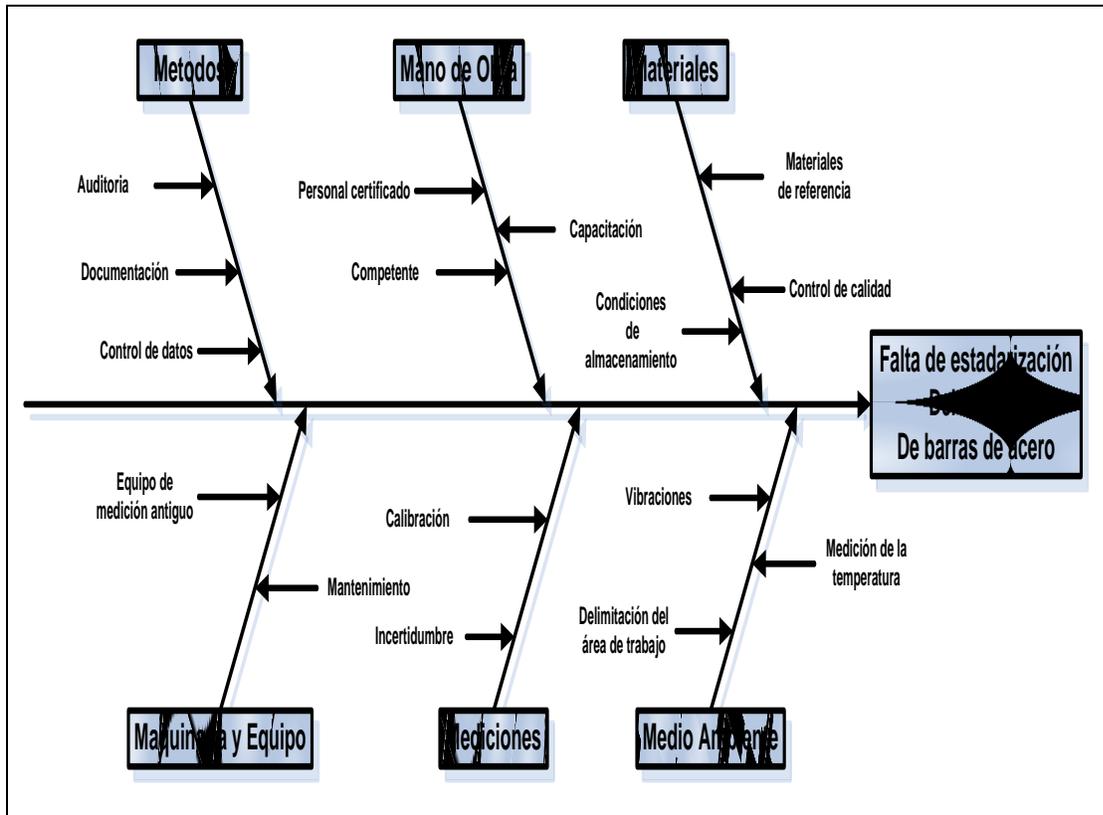
Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Diagnóstico específico (causa y efecto)**

Este diagnóstico complementa al anterior y posee un enfoque más operativo, con carácter de múltiples causas, en donde se busca determinar ¿cuáles son las principales causas que provocan la falta de estandarización de ensayos sobre materiales y productos manufacturados? Este método se realiza mediante una lluvia de ideas participativa, involucrando a personal de la sección de metales y otros estudiantes que actualmente elaboran su trabajo de graduación.

Al tener todas las ideas se agrupó las que tenían similitud y se ordenaron de acuerdo a las 5 categorías que más afectan un proceso. En resultado se presenta a continuación:

Figura 3. Diagrama Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia.

Por medio del análisis de causa y efecto, se llega a la conclusión que la causa principal que provoca la falta de estandarización de los procesos del ensayo de barras de acero es la falta de procedimientos documentados del ensayo según la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC: 17025.

### 2.1.3. Servicios prestados dentro del alcance

El CII presta una variedad importante de servicios de medición en sus distintas secciones de laboratorio. Sin embargo el alcance de este trabajo de

graduación se limita a la Sección de Metales y Productos Manufacturados y en particular a los ensayos que se realizan sobre barras de metal, los cuales se enlistan a continuación<sup>17</sup>:

- a. Barras de acero para refuerzo de concreto, según Norma COGUANOR NGO 36011 y ASTM A-615, A-616.
- b. Barras de diámetro menor de 1" (2,54 cm) / Apariencia, peso, medida y resistencia a tensión (BLH).
- c. Barras de diámetro menor de 1" (2,54 cm) / Apariencia, peso, medida y resistencia a tensión (Tinius Olsen).
- d. Barras de 1" (2,54cm) o mayores / Apariencia, peso, medida y resistencia a tensión.
- e. Ensayo de plegado o doblado / Barras con diámetro hasta No. 7 / Barras con diámetro hasta No. 8 en adelante.
- f. Ensayo de barras de acero de alta resistencia y electro malla según Norma ASTM A-496 y ASTM A-497 / Barras con diámetro hasta No. 7 / Barras con diámetro hasta No. 7 (Tinius Olsen) / Barras con diámetro hasta No. 8 en adelante (Tinius Olsen).

#### **2.1.4. Puestos de trabajo de la Sección de Metales**

La Sección de Metales y Productos Manufacturados posee vario tipos de puestos, cuyas funciones y actividades se describen a continuación:

---

<sup>17</sup> CII USAC. Página de CII-USAC – Arancel [En línea]. Guatemala. CII. Consulta: 20 de marzo de 2011. Disponible en Web: <[http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/sobrecii/arancel\\_completo.html](http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/sobrecii/arancel_completo.html)>.

- Jefe de Sección de Metales y Productos Manufacturados

Coordinar el trabajo de los auxiliares de investigación científica para que realicen la recepción de muestras, identificación, medición, ensayo, clasificación, cálculos, elaboración de informe y entrega final del informe final. Las actividades principales son coordinar y participar en los ensayos de materiales, pruebas para tesis de grado, reuniones de comisiones universitarias, visitas técnicas y planificación de proyectos de investigación.

- Auxiliar de Investigación Científica (I, II, III)

Realizar la recepción de muestras, identificación, medición, ensayo, clasificación, cálculos, elaboración de informe y entrega final. Las actividades principales son ensayo de materiales, elaboración de probetas y visitas técnicas. Como puede apreciarse de este segundo puesto existen 3 categorías, las cuales están dadas por la experiencia y formación de dichos auxiliares y la que demanda cada puesto. Siendo I el de mayor experiencia y III el de menor experiencia, lo cual es congruente con su salario y condiciones laborales.

Existen otros puestos que de manera colateral participarán de los procedimientos desarrollados al implementarse, a continuación se explican las funciones que asumirían:

- Coordinador del Sistema de Gestión de Calidad CII/USAC

El coordinador deberá hacer los procedimientos factibles, revisarlos, divulgarlos y capacitar al personal involucrado, velando por su cumplimiento. Además de las nuevas funciones que se asignen dentro de los procedimientos.

- Director CII/USAC

Su participación será consultiva para aprobación de los procedimientos, asumirá funciones de facilitación de recursos, autorización de presupuestos y dirección.

### **2.1.5. Procesos técnicos dentro del alcance**

La Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025, está dividida en 5 partes, siendo las primeras 3 relacionadas al alcance, referencias normativas, términos y definiciones. En el caso del cuarto requisito, se refiere al sistema de gestión de calidad, incluyendo temas como el control de documentos, control de registros, subcontratación de servicios, compras, servicio al cliente, gestión de quejas y gestión de mejora mediante acciones correctivas y preventivas. Este requisito incluye verificación mediante auditorías internas y revisiones por la dirección.

El quinto requisito de la norma se refiere a los procesos técnicos que se encuentran dentro del alcance de este trabajo de graduación y que producto del análisis previo se consideran aplicable al laboratorio de metales, en particular los que se relacionan con los ensayos de barras de acero estos son:

- Identificación de necesidades de capacitación del personal
- Monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales
- Realización de ensayos
- Validación de los métodos de ensayo
- Estimación de la Incertidumbre
- Control de los datos y su transferencia

- Control de equipos
- Calibración
- Control de patrones y materiales de referencia
- Toma de muestras (se explica la razón de su no aplicación)
- Manejo de objetos a ensayar y calibrar
- Aseguramiento de la calidad de resultados y de calibración
- Informe de resultados

#### **2.1.6. Maquinaria y equipo**

La maquinaria y equipo que se encuentra disponible en la Sección de Metales y Productos Manufacturados, dentro del alcance de este trabajo de graduación son:

- Máquina Universal, marca Tinius Olsen

Sirve para llevar al límite máximo de tensión a las barras de acero hasta que muestran falla. Su funcionamiento es hidráulico, eléctrico, neumático y su capacidad es de 150 000 kilogramos fuerza., utiliza un sistema digital. Con modelo Súper L300 y No. de Serie 194319. Ver imagen abajo:

Figura 4. **Máquina Universal – Tinius Olsen**



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

- Máquina Universal, marca Lima-Hamilton

Sirve para llevar al límite máximo de tensión a las barras de acero hasta que muestran falla. Su funcionamiento es neumático, eléctrico, hidráulico, capacidad máxima 60 000 kilogramos. Con modelo MA18 y No. de Serie 811. Ver figura 5:

Figura 5. **Máquina Universal – Lima-Hamilton**



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Estas máquinas y equipos pueden clasificarse como la maquinaria principal con la que cuenta el laboratorio, cabe mencionar que se posee equipo de medición portátil como el siguiente:

- Metro: sirve para medir la longitud de las barras.
- Vernier: sirve para medir diámetro, espaciamiento y profundidad en las barras de acero.
- Balanza: sirve para medir el peso de la barra.
- Compás para medir elongación: este compás mediante diferencia de distancias nos proporciona la elongación en porcentaje que ha sufrido la barra luego de la falla.
- Punzo doble: su función es ir marcando las barras de acero cada 2 pulgadas con el fin de poder medir elongación después de que esta ha sufrido una falla.

Adicionalmente existen mesas, bancos y repisas en donde se clasifican y se guardan los especímenes temporalmente.

### **2.1.7. Diseño de toma de datos (lista de verificación)**

Para realizar el análisis del cumplimiento de requisitos de una norma de un sistema de calidad o acreditación existen distintos métodos, en general son:

- Diagnóstico mediante entrevistas al personal
- Visita *in situ*
- Aplicación de *check list* de verificación
- Auditoría documental o de escritorio
- Auditoría interna
- Auditoría externa.

La auditoría externa normalmente es el proceso más completo, ya que abarca todos los métodos anteriormente mencionados, por lo cual su resultado es más valorado, ya que además es realizada por un ente externo especializado en dicho proceso. Dado que este trabajo de graduación se realiza con el objeto de diseñar y documentar los procesos técnicos aplicables al laboratorio de metales y producto manufacturados, las herramientas que se utilizarán son únicamente las tres primeras.

Durante la investigación de campo, se programó y realizó visitas *in situ*, en las cuales se entrevistó al jefe de la Sección de Metales, a los auxiliares de investigación y al coordinador del sistema de gestión de calidad. Además se realizó una profunda investigación en los requisitos técnicos de la norma que aplican al laboratorio. Con lo anterior fue posible completar un *check list* de verificación en donde la tipificación se realiza de la siguiente manera:

- Cláusula: se registra el numeral de la norma que corresponde, normalmente este número es secuencial.
- Requisito: se hace una pregunta abierta acerca de la cláusula en cuestión.
- Si: resultado de la evidencia recolectada se decide si se cumple el requisito en cuestión.
- No: resultado de la evidencia recolectada se decide si no se cumple el requisito en cuestión.
- NA: es cuando se determina que este requisito por las características del laboratorio y el tipo de servicios que presta no es aplicable.
- Observación: se anota la respuesta del entrevistado o la evidencia recolectada durante la entrevista.

Para que un ente certificador otorgue la acreditación todos los requisitos de una norma deben cumplirse. En el siguiente punto se presentará el trabajo de graduación realizado materializado en el *check list*, del cual se parte para elaborar el diseño de la documentación de procesos técnicos, objeto de este trabajo de graduación.

## **2.2. Diagnóstico de implantación de Norma ISO 17025 (brechas)**

Para determinar las brechas existentes se realizó observaciones y entrevistas, con el objetivo de determinar a un nivel básico el cumplimiento de la norma y qué brechas de implementación existen, registrándose todo como observaciones y agrupándose por requisito normativo. Cabe mencionar que lo que no se menciona es porque actualmente el centro lo cumple y no es relevante para el diagnóstico mencionarlo:

- Personal: actualmente el área de metales y productos manufacturados adolece de un proceso formal de detección de necesidades de capacitación, mediante el cual sea posible establecer gaps de los perfiles deseados versus las competencias actuales. Además no existe un proceso de evaluación de la efectividad de las capacitaciones, que permita la mejora de las competencias. El personal incorporado a las funciones de medición, no necesariamente pasa por un proceso de autorización técnico de cara a la norma, sin embargo administrativamente esto se realiza. Es importante resaltar que los registros de formación son inconsistentes.
- Instalaciones y condiciones ambientales: existen condiciones ambientales que no se encuentran del todo controladas, por ejemplo la temperatura, esto no quiere decir que se necesite climatizar las instalaciones, pero si registrar las temperaturas en todos los ensayos y observar que no se encuentren fuera de las especificaciones de los ensayos. El acceso al personal autorizado debe ser controlado, por seguridad y para asegurar que no existan interrupciones durante los ensayos que afecten el resultado. Dada la naturaleza de los ensayos las condiciones de humedad y polvo no son relevantes, sin embargo deben hacerse esfuerzos por mantener las áreas libres de polvo, sobre todo para protección del equipo de medición.
- Métodos de ensayo y calibración: es necesario se implementen procesos sistemáticos de medición para ser consistente en el tiempo. Es necesario también concluir la lista de documentación por medio de la cual se controlan todos los procesos. Existe la necesidad de implementar un programa de calibración que asegure que las mediciones que realiza el equipo de laboratorio mantengan los niveles de incertidumbre deseados.

Así mismo incluir el software y el equipo computador mediante el cual se registran las mediciones y se generan los reportes. Actualmente no se poseen todas las instrucciones del laboratorio actualizadas, que aseguren un correcto manejo seguro, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado. Cuando por alguna razón sea deseable realizar ensayos fuera de las instalaciones, no existen procesos para asegurar el control del proceso. Así mismo no existen procedimientos que permitan reevaluar los equipos después de una reparación.

- Rastreabilidad de la medición: actualmente no es posible establecer una rastreabilidad completa a estándares nacionales o internacionales.
- Muestreo: no existe un procedimiento establecido de muestreo, dado que el alcance de los servicios del CII para el laboratorio, únicamente supone mediciones en el laboratorio. Y el muestreo se limita a lo establecido por cada ensayo, según norma aplicable.
- Manejo de ítems de ensayo y calibración: el laboratorio no posee un procedimiento e instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, pérdida o daño del ítem de ensayo. Así mismo las instalaciones que actualmente resguardan los ítems no poseen condiciones controladas.
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración: no existe un listado de los programas de calidad en el cual participe el laboratorio y tampoco su frecuencia. Además no se posee un procedimiento que provea la recuperabilidad y rastreabilidad del origen de las muestras.

- Informe de resultados: no se posee un procedimiento que defina la forma de emitir las opiniones y/o interpretaciones en un informe certificado. Además falta consistencia en la forma de presentar los informes.

De lo anterior se desprenden las brechas básicas de implementación que se poseen actualmente en el Laboratorio de Metales y Productos Manufacturados para poder realizar un proceso de certificación.

Como se observa existe una inversión en equipo, instalaciones y condiciones idóneas que deben generarse para poseer lo básico, además de la labor de implementación de todos los procesos técnicos y administrativos que esta norma demanda. Tomando en cuenta la creación de cultura mediante formación y entrenamiento necesaria para generar un equipo de recurso humano experto y comprometido con el proceso de certificación.

### **2.3. Desarrollo propuesto de procesos técnicos aplicables**

En esta sección se presentarán los procedimientos que se proponen como parte del sistema de aseguramiento de calidad del laboratorio de metales del CII, los cuales para efectos prácticos se elaboraron respecto del procedimiento de control de documentos del CII (ver Anexo 1) y se plantean a nivel de propuesta tomando en cuenta un flujo de elaboración, revisión y aprobación hipotético, por lo cual aún no están autorizados y por ende no son controlados.

### **2.3.1. Identificación de necesidades de capacitación**

Es de primordial importancia la identificación de las necesidades de capacitación del personal que está implicado en la realización de los ensayos de laboratorio. Para poder detectar estas necesidades se debe de contar con procedimientos que sirvan de guía paso a paso, por esta razón se ha desarrollado el procedimiento para las competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal, que se observa a continuación en la figura 6.

Figura 6. **Procedimiento para las competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal**

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 1 de 11
---	--	--

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO PARA LAS COMPETENCIAS E IDENTIFICACIÓN DE  
NECESIDADES DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-211)**  
  
 Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 6.

	<p align="center"><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	
		<p>Página: 2 de 11</p>

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	3
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	5
6.1	Determinación de Competencias	5
6.2	Reclutamiento, selección e integración	6
6.3	Detección de necesidades de capacitación	7
7	Anexos	9

<p><b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b></p>	<p align="right"><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-211)</b> Versión 01</p>
	<p align="right">Página: 2 de 11</p>

Continuación de la figura 6.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página: 3 de 11</p>
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Asegurar la competencia pertinente del personal que realiza labores que afecten la calidad de los ensayos o las calibraciones, mediante la identificación de las necesidades de capacitación y la respectiva reducción de las brechas existentes.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>Este procedimiento aplica a todos los puestos de personal que afectan la calidad de los ensayos o calibraciones en la sección de metales del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.</p>		
<p><b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b></p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-211) Versión 01 Pagina: 3 de 11</p>	

Continuación de la figura 6.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 4 de 11
---	--	--

**3. RESPONSABILIDAD**

ACTIVIDAD	DCCI	RC	JM	PT
Autorización del personal para la realización del ensayo	D		E	
Elaborar los perfiles de puestos del personal (PR 1.1/4)	D/E	P		
Identificar las necesidades de personal y elevar la solicitud	I		D/E	
Gestionar los recursos necesarios para la incorporación del personal solicitado	D/E			
Archivar y Verificar la actualización de la planilla de personal autorizado			E	
Identificar necesidades de capacitación		E	D/E	P
Elaboración del plan de capacitación anual		P	D/E	I
Autorización del plan de capacitación anual	D			
Capacitación de nuevos empleados	P	E	E	E
Desarrollo de competencias técnicas			E	E
Seguimiento al plan anual		E		
Archivo y actualización de registros de capacitación			E	E
Evaluación de la eficacia de capacitación		P	D	

DCCI: Dirección del CII  
 RC: Coordinador del sistema de gestión de calidad  
 JM: Jefe de la sección de metales  
 PT: Personal técnico

E: Ejecuta  
 D: Decide  
 P: Participa  
 I: recibe información

<b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-211) Versión 01 Página: 4 de 11
--	--

Continuación de la figura 6.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 5 de 11
---	--	--

#### 4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
<b>USAC-CII-DIR-PR-002</b>	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
<b>USAC-CII-DIR-PR-003</b>	Procedimiento para Control de Registros de Calidad

#### 5. DEFINICIONES

- 5.1 **Capacitación:** proceso continuo y sistemático destinado a la formación, entrenamiento, actualización o perfeccionamiento específico del personal.
- 5.2 **Entrenamiento:** Actividad de enseñar las habilidades que una persona necesita para desarrollar su labor en un determinado puesto de trabajo. Tiene carácter eminentemente práctico y se relaciona directamente con la tecnología, útiles, equipos, etc. que se usan en el puesto de trabajo.
- 5.3 **Formación:** Actividades de incorporación de conocimientos generales y específicos necesarios para que el personal pueda desarrollar su labor en un determinado puesto de trabajo y hace énfasis en la formación académica del personal.

<b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-211)</b> Version 01
	Página: 5 de 11

Continuación de la figura 6.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 6 de 11
---	--	--

**6. PROCEDIMIENTO: COMPETENCIAS E IDENTIFICACION DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**

Este procedimiento contiene varias etapas tales como definición de las competencias, selección y capacitación del personal, en el orden siguiente:

**6.1 DETERMINACIÓN DE COMPETENCIAS**

6.1.1 El Jefe del laboratorio de metales junto al coordinador del sistema de gestión de calidad analizan los puestos asociados a los servicios prestados por la sección de metales y productos manufacturados. El Jefe del laboratorio de metales especifica con detalle los objetivos de la función que debe cumplir el personal, la formación requerida, ya sea secundaria, terciaria, universitaria y describe las tareas a realizar, los requerimientos técnicos de formación, la experiencia previa, si es necesaria, e informa a la Dirección.

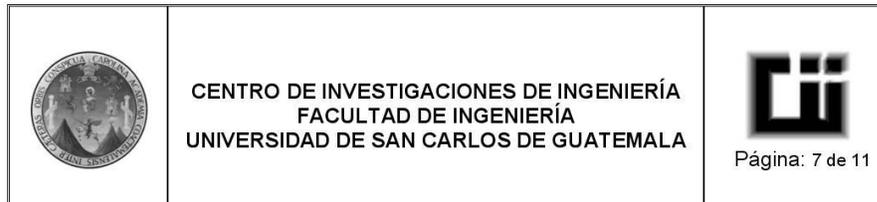
6.1.2 De cara a los servicios prestados por el laboratorio a partir del análisis previo y a entrevistas con el personal, se determina las competencias del personal crítico para la calidad, considerándose los siguientes puestos en orden de criticidad:

- a. Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad
- b. Jefe de la sección de Metales y productos manufacturados
- c. Auxiliar de laboratorio
- d. Bodeguero
- e. Secretaria

Dichas competencias son de educación, formación, experiencia, habilidades y conocimientos técnicos asociados a las funciones y al equipo utilizado. Estas competencias se resumen en el perfil del puesto, de acuerdo al registro denominado "Perfil y descripciones de puestos"

<b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-211)</b> Versión 01
	Página: 6 de 11

Continuación de la figura 6.



## 6.2 RECLUTAMIENTO, SELECCIÓN E INTEGRACIÓN

6.2.1 La dirección del CII y el jefe de la sección de metales evalúan periódicamente la carga de trabajo del personal del laboratorio, las bajas de personal y la rotación. A partir de esto pueden solicitar personal nuevo para incorporarlo a la planilla.

6.2.2 La Dirección evalúa la solicitud, revisa el perfil, especifica el horario a cumplir y de quien depende directamente (reporta/ informa). Dicho personal se selecciona mediante el proceso de selección basado en el "Perfil y descripción de puesto", buscando el candidato que mejor satisfaga estos requisitos. Apegándose al proceso autorizado por la facultad de Ingeniería y la Universidad de San Carlos.

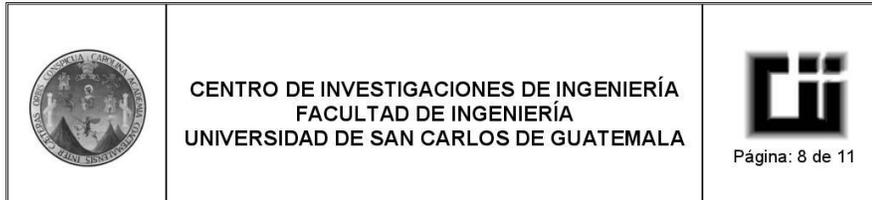
6.2.3 Durante ese proceso el candidato debe presentar evidencias de su educación y formación con títulos, diplomas y certificados en original y copia, los cuales son comparados originales versus copia, devolviéndose los originales. De la persona seleccionada se deben conservar los registros en un expediente individual, durante el tiempo que exista la relación laboral y cinco años más.

6.2.4 El Jefe de la sección de metales a la persona seleccionada, la induce a su nueva posición. Para lo cual es presentado con cada uno de las personas con las que tendrá contacto, se le dan a conocer las instalaciones, todo lo relativo a sus condiciones laborales, derechos y obligaciones. Además se le proporciona formación y entrenamiento específico en:

- Procedimientos de ensayo (si aplican)
- Procedimientos de calibración (si aplican)
- Equipo de laboratorio (si aplican)
- Informes técnicos (si aplican)
- Procedimientos administrativos

<p><b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b></p>	(USAC-CII-SEC-PR-101-211)
	Versión 01 Página: 7 de 11

Continuación de la figura 6.



6.2.5 Cuando la persona cumple el plan de formación y entrenamiento que se registra en el formato denominado "Registro de formación"; Si son auxiliares de laboratorio, dicho personal se incorpora a la planilla como personal autorizado para la realización del ensayo u otra actividad para la que fue capacitado (como puede ser validación de la metodología, calibración, análisis de datos, etc.).

Durante todo el proceso de formación y entrenamiento y aún 1 mes después de haber autorizado al personal, la persona seleccionada, tendrá de compañero en sus labores a una persona que lo supervisa directamente, siendo está designada por el jefe de la sección de metales. Esta persona debe ser un supervisor y facilitador para el nuevo colaborador, siendo capaz de sugerir otras acciones formativas complementarias y de retroalimentar a su nuevo compañero y a la jefatura.

6.2.6 Personal en proceso de reautorización: En el caso que un auxiliar de laboratorio no haya realizado, por un período superior a 1 año, la tarea o ensayo para la cual estaba autorizada o cuando los resultados emitidos por dicha persona durante controles entre auxiliares o usando material de referencia, no cumplan con los valores de precisión establecidos, debe ser nuevamente capacitado para poder estar autorizado en la realización de las tareas y/o ensayos que tenía designadas. El jefe de laboratorio de metales elabora, para el analista en proceso de reautorización, un plan de formación y entrenamiento que registra en el "Registro de formación".

### 6.3 DETECCIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

6.3.1 Una vez al año, durante el cuarto trimestre, se realiza una evaluación del personal involucrado en el proceso de cara al cumplimiento de las competencias definidas para cada puesto.

<b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-211)</b> Versión 01
	Página: 8 de 11

Continuación de la figura 6.

	<p style="text-align: center;"><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p style="text-align: center;">Página: 9 de 11</p>
---	---	--

Esta evaluación persigue determinar las brechas de capacitación existentes en el personal de cara al "Perfil y descripción de puesto", ya sea por una desviación al proceso de selección o porque el puesto demanda nuevas competencias.

6.3.2 La evaluación se realiza mediante el formato denominado "Detección de necesidades de capacitación", en este formato se establece de forma cualitativa el nivel de cumplimiento y la brecha actual. A partir de esto el Jefe de la sección de metales, junto al coordinador del sistema de gestión de calidad determinan las acciones necesarias para reducir esta brecha.

6.3.3 Dichas acciones se resumen en el "Plan de Capacitación Anual", el cual también posee un análisis sobre el instructor idóneo para cada acción. Con esta información se planifica y se cotizan las capacitaciones externas (cuando aplique) a realizarse durante el año siguiente.

6.3.4 El jefe de la sección de metales, procede a presentar el plan a la dirección del CII durante cada mes de diciembre, argumentando el por qué de las acciones sugeridas y la dirección debe evaluarlo y autorizar o no el mismo, pudiendo hacer cambios que considere técnicamente necesarios. Asignando recursos para la formación.

6.3.5 El jefe de la sección de metales, procede a coordinar la programación y ejecución de actividades relativas al plan a fin de realizarlo, tanto a nivel interno como con entidades externas.

6.3.6 La eficacia de la capacitación se realiza evaluando al personal previamente a la capacitación y posteriormente, estableciendo el nivel de mejora relativa respecto de los conocimientos y habilidades adquiridas a raíz de la capacitación. Esto queda registrado en el formato "Registro de formación". En el caso la formación no alcance sus objetivos previamente definidos, se procede de acuerdo al "procedimiento de acciones correctivas y preventivas".

<p><b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-211)</b> Versión 01</p>
	<p style="text-align: center;">Página: 9 de 11</p>



Continuación de la figura 6.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 11 de 11
---	--	---

**ANEXO 7.3  
“DETECCIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN”**

Nombre	Puesto:									
Fecha de Evaluación	Conocimientos Técnicos / Ensayos / Calibraciones			Conocimientos de Procedimientos / Equipos			Habilidades			Acción Recomendada
	Nombre	Ev.	Brecha	Nombre	Ev.	Brecha	Nombre	Ev.	Brecha	

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Autorizado por: \_\_\_\_\_

**ANEXO 7.4  
“PLAN DE CAPACITACIÓN ANUAL”**

Nombre	Conocimiento o habilidad a mejorar	Acción de Formación	Instructor recomendado	Fecha planificada	Costo	Aprobación

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Autorizado por: \_\_\_\_\_

<b>Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-211) Versión 01 Pagina: 11 de 11
--	---

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.2. Monitoreo, control y registro de condiciones ambientales**

Para obtener calidad en los resultados de los ensayos se debe cuidar las condiciones ambientales de las instalaciones del laboratorio donde se realizan estos, ya que solamente de esta forma se podrá tener una correcta ejecución del ensayo y de las calibraciones.

Se debe de verificar la electricidad, la limpieza, el orden y otros factores importantes que tienen un papel importante en la realización de los ensayos. Por ello se ha elaborado el procedimiento de monitoreo, control y registro de condiciones ambientales que se encuentra a continuación en la figura 7.

Figura 7. **Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales**

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 1 de 7
---	--	---

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO PARA MONITOREO, CONTROL Y REGISTRO DE LAS  
CONDICIONES AMBIENTALES.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-210)**  
  
 Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 7.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
		Página: 2 de 7

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	3
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
6.1	Control de la temperatura	4
6.2	Control de fuentes de energía	6
6.3	Aspectos normativos	6
7	Anexos	7

<b>Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-210) Versión 01 Pagina: 2 de 7
---	---

Continuación de la figura 7.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p>Página:3 de 7</p>
---	---	--

**1. OBJETIVO**

Definir la metodología para realizar el monitoreo, control y registro ambiental del área de laboratorio de la sección de metales y productos no manufacturados, para facilitar la ejecución correcta de los ensayos y calibraciones realizados en el área.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica para todos los ensayos y calibraciones que se realizan en el área de laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**3. RESPONSABILIDAD**

- 3.1 Todo el personal de la sección de metales y productos no manufacturados es responsable de la implementación eficaz de este procedimiento
- 3.2 La jefatura de la sección de metales es responsable de autorizar cualquier cambio a este procedimiento, gestionar su mejora en el tiempo y velar por su cumplimiento.
- 3.3 Es responsabilidad de la Coordinación del Sistema de Calidad, mediante los procesos de auditoría asegurarse del cumplimiento y sugerir mejor.

<p><b>Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.</b></p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-210) Version 01</p>
	<p>Página: 3 de 7</p>

Continuación de la figura 7.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
		Página:4 de 7

#### 4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
<b>USAC-CII-DIR-PR-002</b>	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
<b>USAC-CII-DIR-PR-003</b>	Procedimiento para Control de Registros de Calidad
<b>COGUANOR NGO 36 011:2005</b>	Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones.
<b>A 615/A 615M – 04a</b>	Standard Specification for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement

#### 5. DEFINICIONES

- 5.1 **Temperatura:** Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente.
- 5.2 **Humedad:** Agua de que está impregnado un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire.
- 5.3 **Condiciones Ambientales:** Estado, situación particular en que se halla el laboratorio al momento de realizar los ensayos, referido a temperatura humedad y cualquier otra condición relevante de influencia sobre el equipo o el ensayo.

#### 6. PROCEDIMIENTO

Este procedimiento posee se divide en 2 grandes rubros que corresponden a las condiciones ambientales sujetas de control:

<b>Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-210)</b> Versión 01
	Pagina: 4 de 7

Continuación de la figura 7.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:5 de 7</p>
---	--	--

## 6.1 CONTROL DE LA TEMPERATURA

6.1.1.1 **Equipo:** el equipo necesario para realizar este control se ubica en una pared lateral del laboratorio y debe ser un termómetro ambiental de laboratorio, con una escala de medición desde los 0 hasta los 40 grados centígrados.

6.1.1.2 **Limites de temperatura:** Cada uno de los ensayos posee recomendación para las temperaturas de trabajo. En general para los ensayos de barras de acero, que son los más frecuentes de área, la temperatura ambiente no debe ser menor a 16° centígrados.

6.1.1.3 **Monitoreo:** el control que se realiza de la temperatura, es causal y siempre será en función de los ensayos que se realicen o de las calibraciones de equipo. Lo anterior quiere decir que al momento de hacer cada ensayo, debe observarse que la temperatura mostrada por el equipo se encuentren dentro de los límites aceptables.

6.1.1.4 **Variación de temperatura fuera de límites:** cuando durante el monitoreo o calibración, se establezca que la temperatura del laboratorio excede el límite establecido para el ensayo, ya sea el superior o inferior, la realización del mismo debe ser suspendida, dado que el laboratorio no posee climatización, debe de esperarse a que la temperatura del laboratorio alcance el límite excedido. .

6.1.1.5 **Control y Registro:** se debe registrar, en el formato denominado "Registro de Temperaturas Ambientales" lo siguiente:

- Fecha
- Hora
- Ensayo
- Orden de trabajo

<p>Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-210) Versión 01 Pagina: 5 de 7</p>
---	--

Continuación de la figura 7.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 6 de 7
---	--	---

- Temperatura
- Observaciones
- Responsable (firma)

**6.2 CONTROL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA**

6.2.1 Las fuentes de energía deben ser controladas, para prevenir cualquier desperfecto generado por fluctuaciones en el voltaje o por el corte repentino de energía que afecte el funcionamiento de los equipos. Para controlar el voltaje es necesario que tanto los equipos de medición como el equipo informático asociado se encuentren conectados a unidades reguladoras de voltaje adecuados para cada equipo y que el mismo no permita variaciones +/- 2% del voltaje.

6.2.2 Para asegurar que el fluido eléctrico no sea interrumpido es necesario utilizar un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS, por sus siglas en inglés), el cual es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Además para asegurar el flujo continuo es necesario cambiar las baterías del UPS, anualmente. Existe también la posibilidad de usar equipos integrados de regulación de voltaje y UPS, los cuales pueden reducir la inversión en adquisición.

**6.3 ASPECTOS NORMATIVOS**

6.3.1 El laboratorio vecino al laboratorio de Metales y Productos Manufacturados, es el laboratorio de Suelos, en función de esto, y debido a la naturaleza de las máquinas y equipo de medición que no son en extremo sensible se ha determinado que no presenta riesgo de

<b>Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-210)</b> Versión 01
	Página: 6 de 7

Continuación de la figura 7.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 7 de 7
---	--	---

contaminación cruzada. Sin embargo se considera importante la delimitación mediante una malla y candados del espacio del laboratorio, para controlar el acceso y como protección del equipo.

6.3.2 Por el tipo de ensayos realizado en el laboratorio en cuestión, el orden y limpieza necesario es básico y se limita a barrer el laboratorio (no importa que se levante el polvo) y mantener ordenados los insumos dentro de él.

**6 ANEXOS**

**ANEXO 6.1**

**REGISTRO DE TEMPERATURAS AMBIENTALES**

Fecha	Hora	Ensayo	Orden de Trabajo	Temp. °	Observaciones

Procedimiento para monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales.	(USAC-CII-SEC-PR-101-210) Versión 01 Pagina: 7 de 7
--	---

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.3. Diseño de los métodos de ensayos propios**

Si el laboratorio desea diseñar nuevos métodos de ensayos propios a solicitud de un cliente, es necesario elaborarlos tomando en cuenta una metodología que tome la normalización y regularización de estos. Por este motivo se ha desarrollado un procedimiento para el diseño de métodos de ensayos propios, el cual se muestra a continuación en la figura 8.

Figura 8. Procedimiento de diseño de los métodos de ensayo propios

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 1 de 5
---	---	---

<b>Procedimiento:</b>
<p><b>PROCEDIMIENTO PARA DISEÑO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO PROPIOS. (USAC-CII-SEC-PR-101-212)</b></p> <p>Versión 01</p>

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

<b>Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010</b>
---

Continuación de la figura 8.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 2 de 5
---	--	---

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
7	Anexos	5

<b>Procedimiento para diseño de los métodos de ensayo propios.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-212)</b> Versión 01
	Página: 2 de 5

Continuación de la figura 8.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 3 de 5
---	--	---

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento define la metodología necesaria para el diseño de métodos de ensayo propios que el laboratorio debe aplicar a solicitud de sus clientes, por fines de normalización, regulación o investigación.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para todos los ensayos que desee desarrollar en el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 3. RESPONSABILIDAD

Actividad	DCCI	RC	JM	PT	Cliente
Solicitud de diseño método nuevo	E	E	E	E	E
Evaluación de la solicitud	D	E	E		I
Confección del plan de diseño	P	E	P		I
Decisión sobre la realización del diseño	D/E	I	I	I	P
Definición de las fases del diseño	D		E		P
Realización del diseño		P	P/I	E	
Evaluación de las etapas de diseño alcanzadas	I	D/E	I	I	
Evaluación del método diseñado	D/E	E	E	I	
Validación del método diseñado	P	P	E	E	I
Aprobación del método diseñado	D/E	P	P	I	I
Actualización de los servicios	I	E	I	I	I

DCCI: Dirección del CCI  
 CC: Coordinador de Calidad  
 JM: Jefe de la sección de metales  
 PT: Personal técnico

E: Ejecuta  
 D: Decide  
 P: Participa  
 I: Recibe información

<b>Procedimiento para diseño de los métodos de ensayo propios.</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-212) Versión 01 Pagina: 3 de 5
--	---

Continuación de la figura 8.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
		Página: 4 de 5

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
<b>USAC-CII-DIR-PR-002</b>	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
<b>USAC-CII-DIR-PR-003</b>	Procedimiento para Control de Registros de Calidad
<b>COGUANOR NTG / ISO / IEC 17025</b>	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración

**5. DEFINICIONES**

**5.1 Validación:** confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplidos los requisitos para el uso pretendido o una aplicación específica. [ISO 9000: 2000]

**5.2 Verificación:** confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos establecidos. [ISO 9000:2000]

**6. PROCEDIMIENTO**

6.1 Cuando un cliente se acerca al laboratorio solicitando realizar un ensayo que no sea normalizado o que no se realiza actualmente, debe presentar muestras del material a ensayar y una carta solicitando cual es la característica o características que desea medir o determinar.

6.2 Tomando como base esta solicitud de creación de un método de ensayo no existente, por parte de un cliente, se realiza un análisis "macro" de la competencia técnica necesaria para realizar dicho ensayo, así como del equipo de laboratorio para tal fin. Esto con el objetivo de evaluar si el Centro de Investigaciones de Ingeniería, en su sección de metales, posee el potencial para diseñar y ejecutar el método nuevo de ensayo en cuestión.

<b>Procedimiento para diseño de los métodos de ensayo propios.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-212)</b> Versión 01
	Pagina: 4 de 5

Continuación de la figura 8.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 5 de 5
---	--	---

- 6.3 La Dirección toma la decisión sobre el tipo y la cantidad de diseños nuevos, después de discutirlo con el Jefe del laboratorio de metales y el coordinador del sistema de calidad.
- 6.4 En un plan de acción se definen las fases del diseño, sus plazos y responsabilidades, equipo, insumos y luego mediante evaluaciones se verifica si se pueden implementar.
- 6.5 Una vez realizada la actividad de diseño, todos los métodos propios se validan.
- 6.6 Todos los métodos propios recién diseñados se validan empleando el procedimiento definido según el procedimiento denominado "Validación de métodos de ensayo" y para los métodos cuantitativos también se estima su incertidumbre, mediante el procedimiento denominado "Estimación de la incertidumbre".
- 6.7 Los documentos para el diseño y la validación de un método de ensayo nuevo, pueden llevar a la elaboración de instrucciones de Gestión de Calidad específicos, que se integran luego en el sistema de la calidad.
- 6.8 Así mismo es necesario informar a la dirección de los resultados obtenidos de la validación, mediante un informe resumido que incluya el plan, sus actividades, resultados y costos. Así como una recomendación del precio que podría tener este nuevo método al cliente.

**7. ANEXOS**

No aplica

<b>Procedimiento para diseño de los métodos de ensayo propios.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-212)</b> Versión 01
	Página: 5 de 5

Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.4. Validación de los métodos de ensayo**

La validación de los métodos de ensayo es un requisito primordial cuando deseamos obtener resultados técnicamente válidos, exactos y confiables. Permite conocer los parámetros de desempeño del método y proporcionar un alto grado de confianza y seguridad en este y en los resultados que se obtienen al aplicarlo.

Se puede definir la validación del método de ensayo como el proceso de definir un requisito y confirmar que el método de ensayo bajo consideración tiene capacidades de desempeño consistentes con lo que la aplicación requiere.

Debido a la importancia de la validación de los métodos de ensayo se diseñó un procedimiento que ayudará a realizar esta labor de forma adecuada. A continuación en la figura 9 se encuentra este procedimiento.

Figura 9. Procedimiento para validación de los métodos de ensayo

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Pagina: 1 de 8
---	---	---

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-213)**

**Versión 01**

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 9.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
		Página: 2 de 8

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	3
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
6.1	Control de la temperatura	4
6.2	Control de fuentes de energía	6
6.3	Aspectos normativos	6
7	Anexos	7

<b>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-213)</b> Versión 01
	Pagina: 2 de 8

Continuación de la figura 9.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 3 de 8
---	--	---

**1. OBJETIVO**

Definir la metodología que es necesario realizar para llevar a cabo la validación y la verificación (según corresponda) de métodos de ensayo.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica para todos los ensayos normalizados, no normalizados, modificación de métodos normalizados y métodos propios que se desee validar o verificar en el área de laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**3. RESPONSABILIDAD**

Actividad	CC	JM	PT
Diagramar el estudio de validación del método a ser llevado a cabo en el laboratorio		D/E	P
Realizar la validación del método		I	E
Evaluación del estudio de validación realizado		D/E	P
Preparación del informe de validación			E
Aprobación del estudio de validación realizado		D/E	P
Archivar documentos relacionados con la validación	E		
Revisión y aprobación del informe de validación	P	D/E	

JM: Jefe de la Sección de Metales  
 RC: Coordinador del Sistema Calidad  
 PT: Personal técnico experto y calificado

I: Recibe información  
 D: Decide  
 E: Ejecuta  
 P: Participa

<b>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-213) Versión 01 Pagina: 3 de 8
--	---

Continuación de la figura 9.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	
		<p>Página: 4 de 8</p>

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
USAC-CII-DIR-PR-002	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
USAC-CII-DIR-PR-003	Procedimiento para Control de Registros de Calidad
USAC-CII-SEC-PR-101-212	Procedimiento para Diseño de los métodos de ensayo propios
USAC-CII-SEC-PR-101-221	Aseguramiento de la calidad de los resultados y de calibración

**5. DEFINICIONES**

- 5.1 **Validación:** Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplidos los requisitos para el uso pretendido o una aplicación específica. [ISO 9000: 2000]
- 5.2 **Verificación:** Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos establecidos. [ISO 9000:2000]
- 5.3 **Desviación negativa:** Ocurre cuando el método alternativo da un resultado negativo sin confirmación y el método de referencia da un resultado positivo. Esta desviación se convierte en un resultado negativo falso cuando puede demostrarse que el resultado verdadero es positivo.
- 5.4 **Desviación positiva:** Ocurre cuando el método alternativo da un resultado positivo sin confirmación y el método de referencia da un resultado negativo. Esta desviación se convierte en un resultado positivo falso cuando puede demostrarse que el resultado verdadero es negativo.

<p>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-213) Versión 01 Página: 4 de 8</p>
--	--

Continuación de la figura 9.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:5 de 8</p>
---	--	--

**5.5 Método de referencia:** Método investigado a fondo, que describe con claridad y exactitud las condiciones y los procedimientos necesarios para medir los valores de una o más propiedades y que ha demostrado tener una exactitud y una precisión apropiadas para el uso que pretende hacerse del mismo, de manera que puede utilizarse para evaluar la exactitud de otros métodos empleados para realizar la misma medición y, en particular, para caracterizar un material de referencia. En general se trata de un método normalizado nacional o internacional.

**5.6 Exactitud relativa:** Grado de concordancia entre los resultados del método evaluado y los obtenidos utilizando un método de referencia reconocido.

**5.7 Repetibilidad:** Grado de concordancia entre los resultados de sucesivas mediciones del mismo mesurando realizadas en las mismas condiciones de medición. [VIM: 1993 ISO Vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología]

**5.8 Reproducibilidad:** Grado de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mesurando realizadas en diferentes condiciones de medición.[VIM: 1993 ISO Vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología]

<p>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-213) Versión 01</p>
	<p>Página: 5 de 8</p>

Continuación de la figura 9.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:6 de 8
---	--	--

## 6. PROCEDIMIENTO

6.1 Se establecen las condiciones y el alcance de la validación del método de ensayo. El procedimiento a cumplir para la validación dependerá del tipo de método de ensayo.

Caso	Método de ensayo	Objetivo de la validación	Parámetros a evaluar
1	-Métodos de ensayo normalizados -Métodos no normalizados ya validados.	Verificar o comprobar que el laboratorio domina el método y lo utiliza correctamente.	Los que indique la norma o lo establecido en el método validado. <i>Ejemplo:</i> precisión, exactitud.
2	-Método normalizado modificado.	Comprobar que la repetibilidad, la reproducibilidad, la precisión intermedia y la exactitud del método original no dependen de la modificación introducida y de que el laboratorio domina el método y lo utiliza correctamente.	<b>Ensayos Cualitativos:</b> exactitud relativa, desviación positiva, desviación negativa, repetibilidad y reproducibilidad <b>Ensayos Cuantitativos:</b> exactitud relativa, desviación positiva, desviación negativa, repetibilidad, reproducibilidad.
3	-Métodos propios -Métodos no normalizados.	Comprobación de que la repetibilidad, la reproducibilidad, la precisión intermedia y la exactitud son suficientes para el objetivo de aplicación y de que el laboratorio domina el método y lo utiliza correctamente.	<b>Ensayos Cualitativos:</b> exactitud relativa, desviación positiva, desviación negativa, repetibilidad y reproducibilidad <b>Ensayos Cuantitativos:</b> exactitud relativa, desviación positiva, desviación negativa, repetibilidad, reproducibilidad

<b>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-213)</b> Versión 01
	Pagina: 6 de 8

Continuación de la figura 9.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:7 de 8</p>
---	--	--

### 6.2 PASOS PARA LA VALIDACIÓN

La validación abarca los siguientes pasos generales:

- 6.2.1 Determinación de los datos característicos del método.
- 6.2.2 Aprobación de los métodos de ensayos validados.
- 6.2.3 Control interno permanente.
- 6.2.4 Documentación y archivo.

### 6.3 INFORME DE VALIDACIÓN:

Cada validación debe ir acompañada de un informe de validación. El Informe de validación debe elaborarse de acuerdo al modelo del anexo 6.1 denominado "Informe de Validación de Método".

Se deben incluir datos de Mediciones del aseguramiento de la calidad (registros, gráficos, cálculos necesarios, cálculo de la incertidumbre). Ver procedimiento denominado "Aseguramiento de la calidad de los resultados y de calibración".

<p>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-213) Versión 01</p>
	<p>Página: 7 de 8</p>

Continuación de la figura 9.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 8 de 8
---	--	---

**7. ANEXOS**

**ANEXO 7.1**

**INFORME DE VALIDACIÓN DE MÉTODO**

1. Descripción del método de ensayo:
2. Referencia documental o normativa.
3. Objetivo del método:
4. Alcance del método:
5. Descripción de las muestras ensayadas (número total de muestras, características físicas de la muestra, cantidad, etc.):
6. Detalles de materiales de referencia y acondicionamiento de las muestras (desde el muestreo, instrucciones de seguridad hasta condiciones ambientales).
7. Lista de equipos, instrumentos y dispositivos empleados.
8. Parámetros de validación a determinar, de acuerdo al punto 6.1 del presente procedimiento.
9. Mediciones del aseguramiento de la calidad (registros, gráficos, cálculos necesarios, cálculo de la incertidumbre).
10. Resultados obtenidos.
11. Conclusiones, criterios de aceptación o rechazo, criterios de revalidación.
12. Firma del Personal que realizó la validación del método.
13. Firma del Personal responsable de la aprobación del informe de validación.

<b>Procedimiento para validación de los métodos de ensayo.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-213)</b> Versión 01 Página: 8 de 8
--	--

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.5. Estimación de la incertidumbre**

La Norma ISO 17025 pone especial énfasis en la necesidad de estimar la incertidumbre asociadas con las mediciones en los ensayos y en las calibraciones internas del laboratorio. Por este motivo se diseñó el procedimiento para la estimación de la incertidumbre en las mediciones de los ensayos en la Sección de Metales y Productos Manufacturados del CII. Este procedimiento se encuentra a continuación, en la figura 10.

Figura 10. Procedimiento para la estimación de la incertidumbre

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 1 de 9
---	---	---

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-214)**

**Versión 01**

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de:** 1 de Octubre de 2010

Continuación de la figura 10.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 2 de 9
---	---	---

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	5
6.3	Estimación de la incertidumbre	6
6.3.4	Cuantificación de componentes	7
7	Anexos	9

<p><b>Procedimiento para la estimación de la incertidumbre</b></p>	<p><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-214)</b>                  Versión 01                  Pagina: 2 de 9</p>
--	---



Continuación de la figura 10.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 4 de 9
---	--	---

#### 4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS

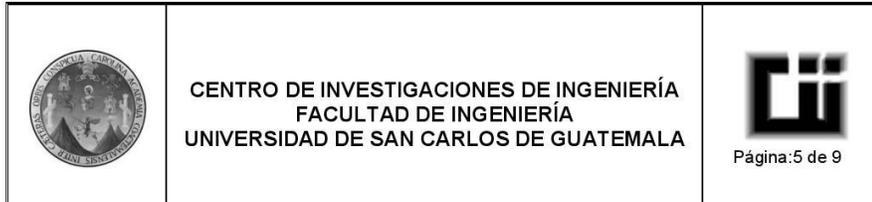
<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
USAC-CII-DIR-PR-002	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
USAC-CII-DIR-PR-003	Procedimiento para Control de Registros de Calidad
USAC-CII-SEC-PR-101-212	Procedimiento para Diseño de los métodos de ensayo propios
USAC-CII-SEC-PR-101-221	Aseguramiento de la calidad de los resultados y de calibración

#### 5. DEFINICIONES

- 5.1 **Incertidumbre de medición:** parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente asignados al mensurando.
- 5.2 **Repetibilidad:** Grado de concordancia entre los resultados de sucesivas mediciones del mismo mesurando realizadas en las mismas condiciones de medición. [VIM: 1993 ISO Vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología]
- 5.3 **Reproducibilidad:** Grado de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mesurando realizadas en diferentes condiciones de medición. [VIM: 1993 ISO Vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología]
- 5.4 **Desviación:** Diferencia entre los resultados de los análisis y el valor de referencia aceptado. Nota: la desviación es un error sistemático total en contraposición al error aleatorio. Puede haber uno o más componentes de error sistemático que contribuyen a la desviación. Una diferencia

<p>Procedimiento para la estimación de la incertidumbre</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-214) Versión 01 Página: 4 de 9</p>
---	--

Continuación de la figura 10.



sistemática importante en relación al valor de referencia aceptado, se refleja en un mayor valor de sesgo.

**5.5 Incertidumbre (de medida):** Es el parámetro asociado con el resultado de una medida, que caracteriza la dispersión de los valores que se pueden atribuir razonablemente al analizado. Nota: El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o múltiplo dado de ella) o la amplitud de un intervalo de confianza. La incertidumbre de medidas comprende, en general, muchos componentes. Algunos de estos componentes se pueden evaluar a partir de la distribución estadística de los resultados de una serie de medidas y se pueden caracterizar por desviaciones estándar experimentales. Los otros componentes que también se pueden caracterizar por desviaciones estándar, se evalúan las distribuciones de probabilidad asumidas, basadas en la experiencia u otra información. Se entiende que el resultado de la medida es la mejor estimación del valor del analizado y que todos los componentes de incertidumbre, que incluyen aquellos que surgen de efectos sistemáticos, tales como componentes asociados con las correcciones y estándares de referencia, contribuyen a la dispersión.

**5.6 Incertidumbre combinada ( $u_c$ ):** es la raíz de las varianzas totales.

**5.7 Incertidumbre expandida ( $U_c$ ):** es la incertidumbre total  $u_c$  multiplicada por el factor  $k = 2$ .

<b>Procedimiento para la estimación de la incertidumbre</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-214)</b>
	Versión 01 Página: 5 de 9

Continuación de la figura 10.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:6 de 9</p>
---	--	--

## 6. PROCEDIMIENTO

Como marco de referencia es necesario definir que el procedimiento de estimación de incertidumbre, es necesario realizarlo anualmente o cuando se produce un cambio importante en el método, por ejemplo cambio del personal, nuevos equipos que muestren respuesta del espécimen marcadamente diferente. Se incorporan los nuevos datos y se recalcula la incertidumbre para cada parámetro. Se elabora un informe conteniendo toda la información relacionada con el cálculo y los resultados obtenidos de incertidumbre para el ensayo.

A continuación se detallan los pasos a seguir para estimar la incertidumbre asociada con el resultado de un ensayo en el laboratorio de metales y productos manufacturados:

6.1 Definir que se medirá y cual será la técnica de ensayo.

### 6.2 Estimación de la incertidumbre:

6.2.1 Se tomará como base las indicaciones existentes en la literatura científica internacional.

6.2.2 Todos los aportes a la incertidumbre se determinan en forma de desviaciones estándar y se suman como varianzas.

6.3 Identificación de las fuentes de incertidumbre, se enumeran las posibles fuentes de incertidumbre que pueden afectar el resultado de un ensayo:

6.3.1 **Técnicas/equipos:** fuentes de incertidumbre asociadas al material de referencia, a la homogeneidad de los materiales en la muestra, a la exactitud de los equipos utilizados para establecer medida de longitud, elongación, el equipo para ejercer presión o tracción, a las dimensiones de la muestra, a la calidad de la muestra, a la lectura e interpretación de los resultados, a las pruebas de validación.

6.3.2 **Humanas:** fuentes de incertidumbre asociadas a la lecturas realizadas, a la experiencia y pericia del personal en la interpretación de los resultados, a la reproducibilidad de las

<p>Procedimiento para la estimación de la incertidumbre</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-214)</p>
	<p>Versión 01 Pagina: 6 de 9</p>

Continuación de la figura 10.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página:7 de 9
---	--	--

interpretación de los resultados, a la reproducibilidad de las determinaciones por cambio de observadores, a los instrumentos u otros elementos.

6.3.3 **Ambientales:** fuentes de incertidumbre asociadas a las condiciones atmosféricas, temperatura y humedad, polvo, a las vibraciones.

6.3.4 Cuantificación de cada componente de la incertidumbre: se pueden usar dos metodologías (según 6.3.4.1 ó 6.3.4.2)

6.3.4.1 Para la cuantificación de la incertidumbre se tiene en cuenta los componentes tipo A y tipo B:

**Evaluación tipo A: Evaluación estadística de la incertidumbre Standard.** Se estima una desviación estándar, la cual se obtiene estadísticamente utilizando mediciones repetidas, actuales o previas. La misma representa la incertidumbre asociada a la falta de precisión y se obtiene como un promedio de una serie de mediciones.

**Evaluación tipo B: Evaluación no estadística de la incertidumbre Standard.** Se utiliza toda la información disponible para calcular la variabilidad de cada fuente de incertidumbre.

La información puede provenir por ejemplo de lo siguiente:

- Datos obtenidos de mediciones previas,
- Especificaciones del fabricante,
- Datos provenientes de los certificados de calibración,
- Datos tomados de manuales, registros, etc.

Procedimiento para la estimación de la incertidumbre	(USAC-CII-SEC-PR-101-214) Versión 01
	Página: 7 de 9

Continuación de la figura 10.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:8 de 9</p>
---	--	--

- Experiencia o conocimiento general del comportamiento y propiedades relevantes de los materiales e instrumentos.

Una vez cuantificados cada componente de la incertidumbre, se procese a expresarlos las mismas unidades o forma, como una proporción de la incertidumbre total.

Luego se evalúa si hay componentes que aporten valores no significativos, los cuales no serán considerados al calcular la incertidumbre total.

La contribución de los distintos componentes de la incertidumbre deben quedar expresados como un desvío Standard.

6.3.4.2 Se calcula la **Incertidumbre standard** considerando los datos de validación y aseguramiento de calidad del método: Se realizan estudios de precisión del método de ensayo con datos obtenidos de Ensayos de Aptitud para validación. La incertidumbre se estima combinando cuadráticamente la desviación Standard de reproducibilidad y repetibilidad.

6.3.4.3 Cálculo de la **Incertidumbre Combinada (Uc)**:  
Una vez obtenido la incertidumbre Standard de cada componente de la incertidumbre según 6.3.4.1 ó 6.3.4.2 se combinan las mismas para obtener un solo valor, el cual expresará la incertidumbre combinada.

<p>Procedimiento para la estimación de la incertidumbre</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-214)</p>
	<p>Versión 01 Pagina: 8 de 9</p>

Continuación de la figura 10.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 9 de 9
---	--	---

De esta manera se calcula la incertidumbre Standard combinada a partir del valor de reproducibilidad y repetibilidad del método. (6.3.4.2). La incertidumbre combinada  $U_c$  es igual a la raíz de la varianza total.

**6.3.4.4 Cálculo de la Incertidumbre Expandida ( $U_e$ ):**  
Una vez obtenida  $U_c$  se multiplica la misma por un factor ( $k$ ) para obtener la incertidumbre expandida  $U_e$ .  
La incertidumbre expandida permite obtener un intervalo de confianza donde la probabilidad de encontrar el valor verdadero del 95%.  
El valor del factor ( $k$ ) considerado, para los propósitos de este procedimiento es 2, aunque el mismo puede variar de acuerdo al nivel de confianza requerido.

**6.3.4.5 Expresión del resultado de un ensayo y su incertidumbre asociada:**  
El resultado ( $R_{do}$ ) se expresa asociado a la  $U_e$ . De la siguiente manera:  $R_{do} \pm U_e$  (es un intervalo)

**7. ANEXOS**

N/A

<b>Procedimiento para la estimación de la incertidumbre</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-214)</b> Versión 01
	Página: 9 de 9

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.6. Control de los datos y su transferencia**

Es importante llevar un estricto control de datos en todos los procedimientos que impliquen su transferencia y de los cálculos realizados en el laboratorio, así como verificar la seguridad de la información que está contenida en las computadoras y en los equipos relacionados.

El procedimiento que describe las verificaciones que se llevarán a cabo se encuentra a continuación en la figura 11.

Figura 11. Procedimiento de control de datos y su transferencia

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 1 de 8
---	---	---

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DATOS Y SU TRANSFERENCIA.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-215)**

Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

*Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010*

Continuación de la figura 11.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p>Página: 2 de 8</p>
---	---	---

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
6.1 – 6.8	Desarrollo	5
6.9	Reglas de Gestión	6
6.10	Ingreso al Sistema Informático del Laboratorio	6
6.10	Resguardo de Información	7
7	Anexos	8

<p><b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b></p>	<p><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01 Pagina: 2 de 8</p>
--	---

Continuación de la figura 11.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 3 de 8
---	--	---

**1. OBJETIVO**

Este procedimiento describe las verificaciones que se llevarán a cabo y la manera sistemática de la transferencia de los datos y cálculos. Así como la seguridad de la información contenidos en las computadoras y equipos relacionados.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todos los procedimientos que impliquen la transferencia de los datos y/o cálculos realizados por el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**3. RESPONSABILIDAD**

Actividad	DCCI	CC	JM	PT	EXTERNO
Realización de la transferencia de los datos y cálculos	E	E	E	E	
Verificación de la transferencia de los datos y cálculos	E	E	E	E	
Documentación y validación del software	D/E	E	D/E	E	E
Protección y almacenamiento de datos	E	E	E	E	
Mantenimiento de las computadoras y equipos					E

JM: Jefe de la Sección de Metales  
 PT: Personal técnico experto y calificado  
 DCCI: Dirección del CII  
 CC: Coordinador del sistema de gestión de calidad  
 D: Decide  
 E: Ejecuta  
 P: Participa

<b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01 Pagina: 3 de 8
---	--

Continuación de la figura 11.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 4 de 8
---	---	---

#### 4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
<b>USAC-CII-DIR-PR-002</b>	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
<b>USAC-CII-DIR-PR-003</b>	Procedimiento para Control de Registros de Calidad
<b>USAC-CII-SEC-PR-101-212</b>	Procedimiento para Diseño de los métodos de ensayo propios
<b>USAC-CII-SEC-PR-101-221</b>	Aseguramiento de la calidad de los resultados y de calibración

#### 5. DEFINICIONES

**5.1 Validación:** Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplidos los requisitos para el uso pretendido o una aplicación específica. [ISO 9000: 2000]

**5.2 Verificación:** Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos establecidos. [ISO 9000:2000]

#### 6. PROCEDIMIENTO

El laboratorio verifica en forma sistemática la transferencia de los datos y cálculos.

**6.1** En este procedimiento siempre están implicadas al menos dos personas, una de ellas vuelca los datos y realiza el cálculo y la otra verifica (principio de supervisión). El personal responsable de cada actividad debe firmar al pie como Analista o auxiliar en el primer caso o verificó en el segundo caso.

<p><b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b></p>	<p><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01 Página: 4 de 8</p>
--	---

Continuación de la figura 11.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 5 de 8
---	--	---

6.2 Cuando se requiera hacer enmiendas de los registros, se debe tachar el dato original y escribir al lado el nuevo dato junto con la firma de quien realizó la enmienda.

6.3 En ningún caso los registros deben ser escritos con lápiz negro, ni borrados con corrector. Los registros deben ser legibles.

6.4 Cuando se utilicen computadoras o equipos automatizados para captar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar los datos de los ensayos o de las calibraciones el soporte lógico de computadora (software) se documenta y se valida. Esto es posible realizarlo con el proveedor (externo) o con laboratorios especializados para el efecto.

6.5 Si se desarrollan fórmulas en una planilla Excel para realizar cálculos, debe verificarse su correcto desempeño mediante el uso de calculadora o manualmente.

6.6 Los datos se protegen mediante una clave de acceso y se almacenan por un período no menor a cinco años. Es necesario realizar respaldos semanales de la información, para asegurar la disponibilidad de la información.

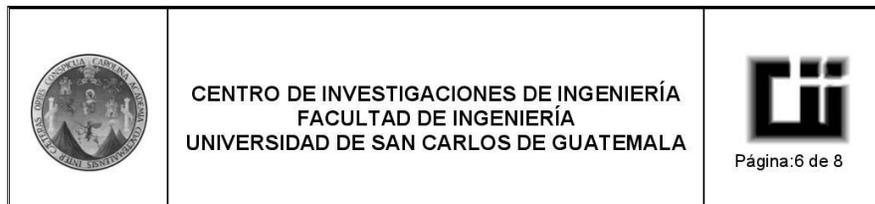
6.7 Se hace el mantenimiento de las computadoras y equipos automatizados en forma periódica. Este mantenimiento se realiza con una frecuencia cuatrimestral a nivel de hardware consistente en limpieza física y a nivel de software consistente en vacunación con antivirus, liberación de espacio en disco para eliminar archivos temporales y de fragmentación del disco, para ordenamiento físico de los archivos.

**6.8 Reglas de gestión:**

6.8.1 Identificación de información almacenada electrónicamente:  
Debe constar del nombre/ abreviatura o código de

<b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01 Página: 5 de 8
---	--

Continuación de la figura 11.



identificación conocido por el Responsable del Área y estar disponible de ser requerida por la Dirección del Laboratorio.

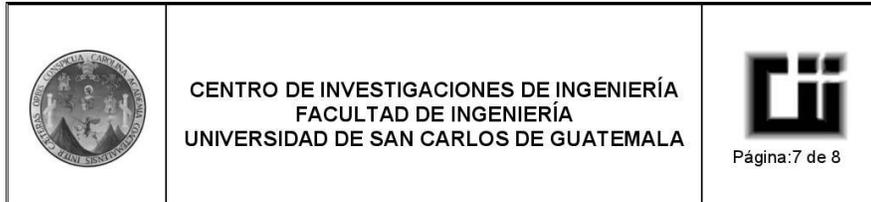
- 6.8.2 Actualización e Identificación de los cambios: Cualquier actualización o cambio que se realice en la información debe identificarse.
- 6.8.3 Protección de la información: Toda información que requiera ser protegida para evitar que personas no autorizadas introduzcan modificaciones /cambios o borren datos deberá ser transformada a un formato de solo lectura o con un código /clave que impida su acceso.
- 6.8.4 El código o la clave debe ser informado de manera confidencial a la Dirección del Laboratorio, de forma que se accesible en ausencia de el jefe de la sección de metales y productos manufacturados.

#### **6.9 Ingreso al Sistema Informático del Laboratorio**

- 6.9.1 El operador deberá ingresar su nombre de usuario y clave para poder acceder a las diferentes opciones de trabajo.  
Debe tenerse en cuenta que cada operador visualizará sólo aquellas opciones a las cuales está autorizado en su perfil.
- 6.9.2 Se desarrollan las opciones disponibles para los usuarios generales de cada sector, es decir aquellos que deben:
  - Recibir y registrar el ingreso de muestras en su área.
  - Registrar resultados de ensayos realizados
  - Revisar los resultados registrados para una orden de análisis determinada
  - Efectuar consultas generales y obtener información estadística

<b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01
	Página: 6 de 8

Continuación de la figura 11.



6.9.3 Una vez registrados los datos estos podrán ser controlados por el usuario que posea el nivel de autorización correspondiente en su respectivo perfil.

#### **6.10 Resguardo de Información**

6.10.1 La persona designada como Responsable del resguardo de la información debe tomar las medidas necesarias para identificar, resguardar y asegurar la información disponible en sus computadoras, realizar, archivar y conservar copias electrónicas de seguridad como mínimo de la siguiente documentación:

6.10.2 Copias electrónicas de respaldo: (CD/ Zip drive / Disco Externo.), correctamente etiquetadas, consignando el detalle de la información contenida, la fecha en que se efectuó la copia y el número de versión de cada documento (si correspondiera):

- Toda la documentación general del Sistema de Gestión de la Calidad, por el Coordinador del Sistema de Gestión Calidad del Laboratorio.
- Todo procedimiento e instructivo particular de las Áreas, por sus Responsables.
- Todo registro disponible en formato electrónico, en el cual la pérdida de su información ponga en duda el cumplimiento o la demostración de las actividades relacionadas con el mismo.

6.10.3 Toda otra información disponible en carpetas / archivos electrónicos considerada de interés y que afecte el cumplimiento del sistema de calidad, deben ser colocadas en un lugar de acceso restringido al público en general.

<b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01
	Página: 7 de 8

Continuación de la figura 11.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 8 de 8
---	--	---

6.10.4 El Coordinador del Sistema de Gestión de Calidad, adicionalmente debe estar disponer de un listado maestro de registros que contendrá como mínimo:

- Nombre del documento o registro
- Ubicación física
- Ubicación del respaldo
- Personal que posee acceso

**7. ANEXOS**

N/A

<b>Procedimiento de control datos y su transferencia.</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-215)</b> Versión 01
	Página: 8 de 8

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.7. Control de equipos (fichas técnicas)**

Para la optima realización de los ensayos del laboratorio de metales y productos manufacturados es necesario establecer que los equipos utilizados sean identificados, calibrados, verificados y se les de mantenimiento.

Este procedimiento se detalla en la figura 12 y se aplica a todos los equipos.

Figura 12. **Procedimiento de control de equipos**

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 1 de 15
---	---	--

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE EQUIPOS.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-216)**

**Versión 01**

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 12.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>																																														
		Página: 2 de 15																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="306 890 553 911">NUMERAL</th> <th data-bbox="553 890 899 911">INDICE</th> <th data-bbox="899 890 1195 911">PAGINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Índice</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>Objetivo</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>Alcance</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>Responsabilidad</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>Documentación y datos relacionados</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>Definiciones</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>Procedimiento</td><td>5</td></tr> <tr><td>6.1</td><td>Instalación y puesta en servicio</td><td>5</td></tr> <tr><td>6.2</td><td>Identificación de los equipos y actividades a realizar</td><td>5</td></tr> <tr><td>6.3</td><td>Control Interno</td><td>7</td></tr> <tr><td>6.4</td><td>Calibraciones y/o Verificaciones periódicas de equipos</td><td>7</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>Equipos dañados</td><td>10</td></tr> <tr><td>6.6</td><td>Baja de equipo</td><td>10</td></tr> <tr><td>7</td><td>Anexos</td><td>11</td></tr> </tbody> </table>	NUMERAL	INDICE	PAGINAS	0	Índice	2	1	Objetivo	3	2	Alcance	3	3	Responsabilidad	3	4	Documentación y datos relacionados	4	5	Definiciones	4	6	Procedimiento	5	6.1	Instalación y puesta en servicio	5	6.2	Identificación de los equipos y actividades a realizar	5	6.3	Control Interno	7	6.4	Calibraciones y/o Verificaciones periódicas de equipos	7	6.5	Equipos dañados	10	6.6	Baja de equipo	10	7	Anexos	11		
NUMERAL	INDICE	PAGINAS																																													
0	Índice	2																																													
1	Objetivo	3																																													
2	Alcance	3																																													
3	Responsabilidad	3																																													
4	Documentación y datos relacionados	4																																													
5	Definiciones	4																																													
6	Procedimiento	5																																													
6.1	Instalación y puesta en servicio	5																																													
6.2	Identificación de los equipos y actividades a realizar	5																																													
6.3	Control Interno	7																																													
6.4	Calibraciones y/o Verificaciones periódicas de equipos	7																																													
6.5	Equipos dañados	10																																													
6.6	Baja de equipo	10																																													
7	Anexos	11																																													
<b>Procedimiento de control de equipos</b>		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="976 1633 1195 1675" style="text-align: center;"> <b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 1675 1195 1717" style="text-align: center;">           Pagina: 2 de 15         </td> </tr> </table>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01	Pagina: 2 de 15																																											
<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01																																															
Pagina: 2 de 15																																															

Continuación de la figura 12.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:3 de 15</p>
---	--	---

**1. OBJETIVO**

El objetivo de este procedimiento es establecer la identificación, calibración, verificación y mantenimiento de los equipos utilizados por el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todos los equipos que son usados en los ensayos realizados por el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

<p>Procedimiento de control de equipos</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-216) Versión 01</p>
	<p>Página: 3 de 15</p>



Continuación de la figura 12.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página:5 de 15
---	--	---

## 5. DEFINICIONES

- 5.1 **Calibración** : Conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones específicas, la relación existente entre los valores indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida material o un material de referencia, y los valores correspondientes a una magnitud obtenidos mediante un patrón de referencia. [UNE-EN 30012-1, 3.23: 94] [ISO/IEC GUIDE 25, 3.4:90]
- 5.2 **Verificación**: Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos establecidos. [ISO 9000:2000]
- 5.3 **Equipos**: Se refiere a todos los equipos necesarios para realizar los ensayos o calibraciones del laboratorio de metales y productos no manufacturados, incluyendo a todo el software necesario para este fin.

## 6. PROCEDIMIENTO

### 6.1 Instalación y puesta en servicio:

- 6.1.1 El Jefe del laboratorio de Metales supervisa que la instalación de los equipos se realice de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante, o la casa comercial que lo representa, o citas en los manuales operativos o de servicio del equipo.
- 6.1.2 La aprobación del equipo se hace una vez verificado el cumplimiento las especificaciones y que funciona correctamente.

<p>Procedimiento de control de equipos</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-216) Versión 01</p>
	<p>Página: 5 de 15</p>

Continuación de la figura 12.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:6 de 15
---	--	---

**6.2 Identificación de los equipos y actividades a realizar:**

6.2.1 El Coordinador del sistema de gestión de calidad lo incorpora al inventario, lo identifica con una etiqueta con un número previamente asignado. Se elabora la "Ficha de Equipo" para el nuevo equipo que referencia las actividades a realizar. Para cada equipo es necesario realizar una instrucción específica de su uso de acuerdo al "Procedimiento para Control de Documentos y Registros". Adicionalmente se incorpora el nuevo equipo al "Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento".

6.2.2 Cada equipo tiene una carpeta que contiene su "Ficha del Equipo", donde se registra los datos generales del equipo, actividades y se definen las necesidades de calibraciones y verificaciones a realizar al equipo. Además se adjunta una copia del certificado de calibración, el manual provisto por el fabricante con las instrucciones de uso y otros datos relevantes de los equipos.

6.2.3 El número de inventario lo asigna el Coordinador del sistema de gestión de calidad al ingreso del equipo al laboratorio. Cada equipo tendrá pegado su número de inventario y en la etiqueta inferior se consigna la fecha de puesta en servicio.

6.2.4 Los equipos cuentan con una identificación que indica su estado de calibración. Esta identificación está constituida por dos etiquetas:

Etiqueta superior:

- Color rojo: equipo/patrón fuera de periodo de calibración/verificación

<b>Procedimiento de control de equipos</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01 Página: 6 de 15
--	---

Continuación de la figura 12.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:7 de 15</p>
---	--	---

- Color verde: equipo/patrón en estado de calibración/verificación

Etiqueta Inferior:

Indican fecha de puesta en servicio/calibración/verificación y fecha de la próxima calibración/verificación.

Inmediatamente después de inventariado un equipo nuevo, se le incorpora la identificación de estado de calibración. Los responsables de los equipos mantienen actualizadas estas etiquetas.

### 6.3 Control Interno:

- 6.3.1 El equipo debe ser utilizado por personal debidamente capacitado y que conozca del funcionamiento del mismo.
- 6.3.2 Cada equipo dentro de su instrucción específica debe tener en forma esquemática la forma de uso desde el encendido al apagado, además se incluyen las instrucciones de manejo seguro, transporte, almacenamiento y mantenimiento preventivo o planificado.
- 6.3.3 Se debe mantener cerca del equipo los manuales entregados por el fabricante para poder ser consultados en caso que sea necesario y verificar que las condiciones ambientales en las que debe permanecer el mismo son las recomendadas.
- 6.3.4 En los registros que el instructivo de uso defina se deben registrar los parámetros que se controlan cada vez que el mismo es utilizado, incluyendo el nombre del personal técnico usuario.

<p>Procedimiento de control de equipos</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-216) Versión 01</p>
	<p>Página: 7 de 15</p>

Continuación de la figura 12.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 8 de 15
---	--	--

6.3.5 Se debe tener un inventario de todo el equipo del laboratorio donde conste además el estado en el que se encuentran dichos equipos, ordenados por su número de inventario (si están en uso, calibrados, verificados, en reparación, etc.)

**6.4 Calibraciones y/o verificaciones periódicas de equipos**

6.4.1 Las calibraciones son trazables a patrones nacionales o internacionales, mediante registros que lo demuestran.

6.4.2 **Cuando la calibración es realizada por un laboratorio externo se contrata un laboratorio acreditado.**

6.4.3 En el caso que la calibración o verificación la realicen los representantes de los equipos, el responsable del equipo archiva el Informe de Calibración, certificado o documentación entregada por quien realizó la tarea.

6.4.4 En el caso que la calibración y/o verificación sea interna, quien realizó la actividad completa el "Informe de Calibración/Verificación", consignando los siguientes datos:

- Fecha
- Identificación de calibración/verificación (por ejemplo mediante un número)
- Objetivo del trabajo realizado: calibración/verificación
- Descripción del equipo de medición o patrón de medida
- Metodología empleada, para que cualquier medición pueda ser reproducida en condiciones similares a las originales.

<b>Procedimiento de control de equipos</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01 Página: 8 de 15
--	---

Continuación de la figura 12.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:9 de 15</p>
---	--	---

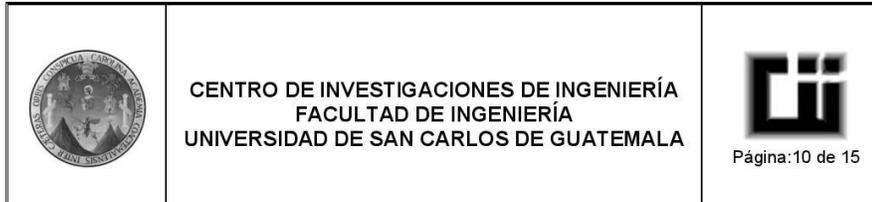
- Resultados, indicados con suficiente detalle como para demostrar la capacidad de medición de cada equipo. También se incluye una estimación de la incertidumbre, calculada de acuerdo a la Instrucción de calibración correspondiente. Antes de los resultados se indica la fecha de realización de la calibración/verificación.
  - En el caso de verificaciones puede ser necesario agregar las tolerancias asignadas, para indicar la conformidad con un requisito.
  - Observaciones, cuando sea necesario. En este espacio se puede indicar la trazabilidad de las mediciones.
  - Firma de las personas involucradas en la calibración y/o verificación
  - Un resumen de la actividad se incluye en el "Registro de actividades a Equipo/Patrón".
- 6.4.5 El Coordinador del sistema de gestión de calidad verifica el cumplimiento del "Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento".
- 6.4.6 Intervalos de calibración y/o verificación de los equipos se definen en la "Ficha de Equipo".

La frecuencia de la calibración y/o verificación depende de:

- Naturaleza del equipo
- Condiciones de uso
- Gravedad de las consecuencias de una falta de calibración y/o verificación
- Historia previa del equipo o patrón de referencia
- Recomendaciones del fabricante

<p>Procedimiento de control de equipos</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-216) Versión 01</p>
	<p>Página: 9 de 15</p>

Continuación de la figura 12.



6.4.7 Control de los equipos entre periodos de calibración:

Los responsables de los equipos verifican que se realicen las calibraciones y/o verificaciones periódicas documentadas en el "Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento", para asegurar la detección temprana de las deficiencias y poder adoptar correcciones a tiempo.

El responsable del equipo puede someter los equipos de ensayo en servicio a controles entre calibraciones periódicas, cada vez que lo crea conveniente, o cuando sospeche un funcionamiento no apropiado. Esta actividad se documenta.

El responsable del equipo se ocupa de que se efectúe la reparación o recalibración del equipo y de verificar que se hayan eliminado las causas de la no conformidad, antes de volver a utilizarlo. Anota en el "Registro de Actividades a Equipo/Patrón" las tareas realizadas.

**6.5 Equipos dañados**

6.5.1 El jefe del laboratorio de metales es responsable de que no se realicen ensayos con equipos deteriorados o en malas condiciones de trabajo, funcionamiento o calibración.

6.5.2 Identifican adecuadamente el equipo dañado y gestionan la reparación registrando esta acción en el "Registro de Actividades a Equipo/Patrón". El jefe del laboratorio de metales es el encargado de estimar la validez de los resultados de los ensayos realizados previamente con dicho equipo y notificar a los clientes cuyos resultados puedan haber sido afectados.

6.5.3 Antes de volver a poner el equipo en servicio verifican su buen funcionamiento y calibración.

<b>Procedimiento de control de equipos</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b>
	Versión 01
	Página: 10 de 15

Continuación de la figura 12.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página: 11 de 15</p>
---	--	---

#### 6.6 Baja de equipo

- 6.6.1 Cuando un equipo esté dañado y sea imposible su reparación, sea por obsolescencia o cualquier otra circunstancia, el jefe del Laboratorio, solicita a la dirección darlos de baja. Además se registra en la "Ficha del Equipo".
- 6.6.2 Si por mal funcionamiento de los equipos, no se realizan los ensayos en la forma descrita por el Sistema de la Calidad, se registra la No Conformidad, como se describe en el procedimiento denominado "Procedimiento de Reclamos de clientes, no conformidades y acciones correctivas".

<p>Procedimiento de control de equipos</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-216) Versión 01</p>
	<p>Página: 11 de 15</p>

Continuación de la figura 12.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 12 de 15
---	--	---

**7. ANEXOS**

Anexo 1. # Inventario: \_\_\_\_\_

**FICHA DE EQUIPO**

Equipo: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Modelo: \_\_\_\_\_  
Características generales: \_\_\_\_\_  
Proveedor: \_\_\_\_\_ Teléfono/e-mail: \_\_\_\_\_  
Fechas / Recepción: \_\_\_\_\_ Alta: \_\_\_\_\_ puesta en servicio: \_\_\_\_\_  
Estado al momento de recepción: \_\_\_\_\_  
Ubicación física: \_\_\_\_\_  
Observaciones de puesta en marcha: \_\_\_\_\_  
Fecha de primera calibración: \_\_\_\_\_ Patrón (Si aplica): \_\_\_\_\_  
Parámetros a calibrar y/o verificar: \_\_\_\_\_  
Actividades de calibración: \_\_\_\_\_  
Frecuencia: \_\_\_\_\_  
Actividades de verificación: \_\_\_\_\_  
Frecuencia: \_\_\_\_\_  
Actividades de mantenimiento: \_\_\_\_\_  
Frecuencia: \_\_\_\_\_  
Actividades de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ limpieza: \_\_\_\_\_  
Frecuencia: \_\_\_\_\_  
Necesidades de mantenimiento/limpieza: \_\_\_\_\_  
Causa de baja del equipo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Responsable del equipo: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

<b>Procedimiento de control de equipos</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01 Página: 12 de 15
--	--

Continuación de la figura 12.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:13 de 15
---	--	--

Anexo 2.

# Inventario: \_\_\_\_\_

**REGISTRO DE ACTIVIDADES A EQUIPO/ PATRÓN**

**Calibración / Verificación**

Fecha	C/ V	T- °C	Empresa/ persona que calibró/verificó	Fecha próxima calibración / verificación	Nº de informe	Criterio de aceptación	Aceptación del informe (SI/NO)	Observaciones

**Mantenimiento Preventivo**

Fecha	Actividad realizada	Persona que realizo Manta.	Próximo Mant.	Observaciones

**Mantenimiento Correctivo (Reparaciones)**

Fecha	Reparación realizada	Persona que reparó	Tiempo fuera de servicio	Descripción de falla, efectos y costo

<b>Procedimiento de control de equipos</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-216) Versión 01 Pagina: 13 de 15
--	---

Continuación de la figura 12.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 14 de 15
---	--	---

Anexo 3.

# Inventario: \_\_\_\_\_

**“INFORME DE CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN”**

Nombre del equipo: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ Identificación de calibración/verificación: \_\_\_\_\_

Objetivo: Calibración / Verificación Descripción del equipo de medición o patrón de medida:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Metodología empleada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Resultados: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Incertidumbre: \_\_\_\_\_  
Si es verificación, registre tolerancias: \_\_\_\_\_  
Descripción de la trazabilidad: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Responsable de calibración/verificación: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Responsable del equipo: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

<b>Procedimiento de control de equipos</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-216)</b> Versión 01 Página: 14 de 15
--	--



### **2.3.8. Calibración**

Para la realización de los ensayos es necesario asegurar la trazabilidad y exactitud en las mediciones, esto se debe aplicar a todos los equipos que se utilizan.

El procedimiento a seguir se explica en la figura 13 a continuación.

Figura 13. Procedimiento de trazabilidad para calibración

	<p style="text-align: center;">CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 1 de 7
---	--	---

**Procedimiento:**

PROCEDIMIENTO DE TRAZABILIDAD PARA CALIBRACIÓN.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-217)

Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 13.

	<p style="text-align: center;"><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	
		<p>Página: 2 de 7</p>

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
6.1	Selección de equipos/patrones	4
6.2	Trazabilidad a patrones nacionales	5
6.3	Trazabilidad de servicios de calibración externos	6
6.4	Materiales de referencia	7
7	Anexos	7

<p><b>Procedimiento de trazabilidad para calibración</b></p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-217) Versión 01</p>
	<p>Página: 2 de 7</p>

Continuación de la figura 13.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:3 de 7
---	--	--

**1. OBJETIVO**

El objetivo de este procedimiento es asegurar la trazabilidad y exactitud necesaria en las mediciones realizadas.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todos los equipos que son usados en los ensayos realizados por el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**3. RESPONSABILIDAD**

Actividad	DCCI	CC	JM	PT	EXTERNO
Selección de equipos o patrones		P	D		
Trazabilidad a Patrones Nacionales		P	D		
Trazabilidad de servicios de calibración externos		P	D	P	E
Materiales de referencia		P	D	P	E

JM: Jefe de la Sección de Metales  
 PT: Personal técnico experto y calificado  
 DCCI: Dirección del CII  
 CC: Coordinador del sistema de gestión de calidad

D: Decide  
 E: Ejecuta  
 P: Participa

<b>Procedimiento de trazabilidad para calibración</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-217)</b> Versión 01 Pagina: 3 de 7
---	--

Continuación de la figura 13.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 4 de 7
---	--	---

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
<b>USAC-CII-DIR-PR-002</b>	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
<b>USAC-CII-DIR-PR-003</b>	Procedimiento para Control de Registros de Calidad

**5. DEFINICIONES**

5.1 **Calibración** : Conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones específicas, la relación existente entre los valores indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida material o un material de referencia, y los valores correspondientes a una magnitud obtenidos mediante un patrón de referencia. [UNE-EN 30012-1, 3.23: 94] [ISO/IEC GUIDE 25, 3.4:90]

5.2 **Verificación**: Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos establecidos. [ISO 9000:2000]

5.3 **Equipos**: Se refiere a todos los equipos necesarios para realizar los ensayos o calibraciones del laboratorio de metales y productos no manufacturados, incluyendo a todo el software necesario para este fin.

**6. PROCEDIMIENTO**

**6.1 Selección de equipos/patrones:**

6.1.1 El Jefe del laboratorio de Metales aplica el procedimiento de compras del CII, para realizar la adquisición de equipos/patrones.

<b>Procedimiento de trazabilidad para calibración</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-217)</b> Versión 01 Pagina: 4 de 7
---	--

Continuación de la figura 13.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:5 de 7</p>
---	--	--

- 6.1.2 Adicionalmente como un requisito técnico, realiza una investigación de la trazabilidad del equipo/patrón a patrones internaciones o nacionales.
- 6.1.3 El proveedor debe demostrar que el equipo es capaz de cumplir con trazabilidad a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones que lo vinculen a patrones primarios pertinentes de las unidades del Sistema Internacional (SI). Dado el hecho que en Guatemala no se fabrica equipo de medición dicha trazabilidad debe ser a patrones internacionales del SI.
- 6.1.4 Siendo este el requisito técnico más crítico para asegurar la exactitud de las mediciones del equipo/patrón, es esencial su cumplimiento para que el Jefe de Metales de su aprobación técnica para la adquisición del mismo.

**6.2 Trazabilidad a patrones nacionales:**

- 6.2.1 Si el patrón contra el cual se calibra el equipo o patrón es nacional, el ente de metrología nacional debe demostrar mediante una carta o diagrama de trazabilidad, como es que su patrón primario cumple con la trazabilidad al SI. Una copia de este registro debe ser conservada en el expediente del equipo o patrón del laboratorio.
- 6.2.2 La trazabilidad a patrones de medición nacionales no necesariamente requiere el uso del instituto nacional de metrología de Guatemala, podría realizarse mediante otros patrones nacionales de laboratorios privados. Siempre que se cumplan con los requisitos de trazabilidad.

<p>Procedimiento de trazabilidad para calibración</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-217) Versión 01</p>
	<p>Página: 5 de 7</p>

Continuación de la figura 13.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:6 de 7
---	--	--

**6.3 Trazabilidad de servicios de calibración externos:**

6.3.1 En este caso el proveedor de los servicios de calibración debe demostrar lo siguiente:

6.3.1.1 Competencia: mediante la experiencia, formación y habilidades del personal que realiza las calibraciones.

6.3.1.2 Capacidad de medición: mediante una correcta determinación de sus incertidumbres y además se encuentre dentro del nivel de tolerancias dado para la medición.

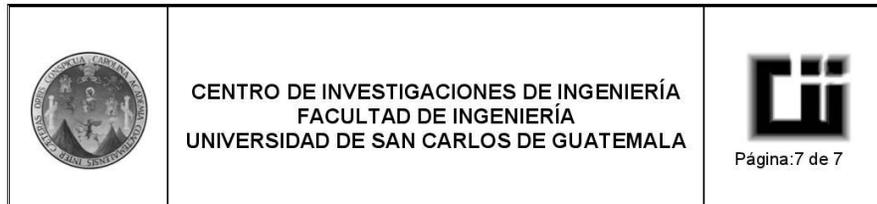
6.3.1.3 Trazabilidad de sus patrones mediante una carta o diagrama de trazabilidad, como es que su patrón cumple con la trazabilidad al SI o a patrones nacionales. Una copia de este registro debe ser conservada en el expediente del equipo o patrón del laboratorio.

6.3.1.4 La cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones se puede lograr en varios pasos llevados a cabo por diferentes laboratorios que pueden demostrar su trazabilidad.

6.3.2 Las calibraciones externas realizadas deben comprobarse mediante certificados de calibración que contenga los resultados de la medición, la incertidumbre de la medición o una declaración del cumplimiento con una especificación metrológica dada (contra que especificación han sido comparadas las mediciones, incluyendo la especificación o suministrando una referencia no ambigua de ella).

<b>Procedimiento de trazabilidad para calibración</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-217)</b>
	Versión 01
	Página: 6 de 7

Continuación de la figura 13.



**6.4 Materiales de referencia:**

- 6.4.1 Dentro de las calibraciones que necesitan realizarse, existe la posibilidad que no puedan realizarse estrictamente mediante patrones; que por la naturaleza de la dimensional y medición a la que corresponden no tienen un patrón directo. En estos casos la trazabilidad se realizará mediante materiales de referencia, suministrados por un proveedor competente de acuerdo a 6.3.1 para la caracterización física confiable de un material.
- 6.4.2 O también pueden usarse métodos especificados o normas consensuadas, los cuales deben quedar claramente documentos mediante el "Procedimiento para Control de Documentos y Registros" y acordados entre todas las partes interesadas del ensayo (Fabricante, usuarios, ente regulador y el laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería)

**7. ANEXOS**

N/A

<b>Procedimiento de trazabilidad para calibración</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-217)</b> Versión 01
	Página: 7 de 7

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.9. Control de patrones y materiales de referencia**

Se debe establecer un procedimiento para el manejo, preparación y control de los patrones físicos, así como para el manejo de los materiales de referencia que se utilizan en los ensayos del laboratorio de metales y productos manufacturados.

Dicho procedimiento se detalla en la figura 14 a continuación.

Figura 14. **Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia**

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 1 de 11
---	--	--

**Procedimiento:**

PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PATRONES Y MATERIALES DE REFERENCIA.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-218)

Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 14.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA          FACULTAD DE INGENIERÍA          UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
		Página :2 de 11

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
6.1	Recepción	4
6.2	Identificación de los patrones y actividades a realizar	5
6.3	Control Interno	6
6.4	Calibraciones y/o Verificaciones periódicas de patrones	7
6.5	Patrones dañados	10
6.6	Baja de patrón	10
7	Anexos	11

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b> Versión 01
	Pagina: 2 de 11



Continuación de la figura 14.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página :4 de 11
---	---	--

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
USAC-CII-DIR-PR-002	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
USAC-CII-DIR-PR-003	Procedimiento para Control de Registros de Calidad

**5. DEFINICIONES**

**5.1 Calibración** : Conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones específicas, la relación existente entre los valores indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida material o un material de referencia, y los valores correspondientes a una magnitud obtenidos mediante un patrón de referencia. [UNE-EN 30012-1, 3.23: 94] [ISO/IEC GUIDE 25, 3.4:90]

**5.2 Verificación**: Confirmación, mediante el aporte de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos establecidos. [ISO 9000:2000]

**6. PROCEDIMIENTO**

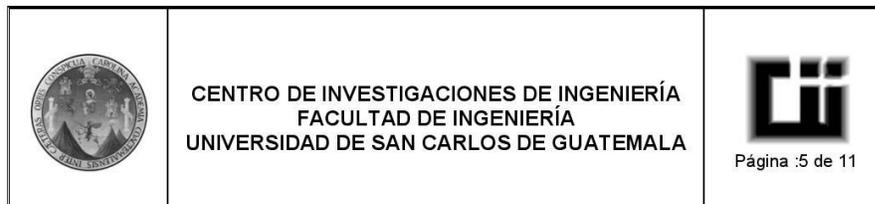
**6.1 Recepción de patrones y materiales de referencia:**

6.1.1 El Jefe del laboratorio de Metales supervisa que las condiciones de recepción de los patrones o materiales de referencia se realicen de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante, o la casa comercial que lo representa, o citas en los manuales operativos o de servicio del patrón o material de referencia.

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b> Versión 01 Pagina: 4 de 11
--	---

Continuación de la figura 14.



- 6.1.2 La aprobación de los patrones se hace una vez verificado el cumplimiento las especificaciones y que funciona correctamente.
- 6.1.3 Se completa una "Ficha del Patrón" luego de la recepción.
- 6.1.4 Antes de realizar cualquier uso de los patrones se les calibra comparándolos con patrones nacionales o internacionales de acuerdo al "procedimiento de Trazabilidad para la calibración".

**6.2 Identificación de los patrones y actividades a realizar:**

- 6.2.1 El Coordinador del sistema de gestión de calidad incorpora los patrones y materiales de referencia al inventario, los identifica con una etiqueta con un número previamente asignado. Los materiales de referencia se rotulan de manera de evitar su confusión con otros materiales.
- 6.2.2 En el caso que no sea posible rotular el patrón o el material de referencia, se rotula su caja. Para cada patrón o material de referencia es necesario realizar una instrucción específica de su uso de acuerdo al "Procedimiento para Control de Documentos y Registros". Adicionalmente se incorpora el nuevo patrón al "Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento".
- 6.2.3 Cada patrón tiene una carpeta que contiene su "Ficha del Patrón", donde se registra los datos generales del patrón, actividades y se definen las necesidades de calibraciones y verificaciones a realizar. Además se adjunta una copia del certificado de calibración y cartas de trazabilidad de los patrones utilizados para su calibración, el manual provisto

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b>
	Versión 01
	Página: 5 de 11

Continuación de la figura 14.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página :6 de 11
---	--	--

por el fabricante con las instrucciones de uso y otros datos relevantes del patrón.

6.2.4 El número de inventario lo asigna el Coordinador del sistema de gestión de calidad al ingreso del patrón al laboratorio. Cada patrón tendrá pegado su número de inventario y en la etiqueta inferior se consigna la fecha de incorporación.

6.2.5 Los patrones cuentan con una identificación que indica su estado de calibración. Esta identificación está constituida por dos etiquetas:

Etiqueta superior:

- Color rojo: patrón fuera de periodo de calibración/verificación
- Color verde: patrón en estado de calibración/verificación

Etiqueta Inferior:

Indican fecha de puesta en servicio/calibración/verificación y fecha de la próxima calibración/verificación.

Inmediatamente después de inventariado un patrón nuevo, se le incorpora la identificación de estado de calibración. Los responsables de los patrones mantienen actualizadas estas etiquetas.

**6.3 Control Interno:**

6.3.1 El patrón o material de referencia debe ser utilizado por personal debidamente capacitado y que conozca del funcionamiento del mismo y no puede ser utilizado más que para calibraciones, debido al riesgo de invalidar sus mediciones al hacer uso de él como un equipo de medición.

6.3.2 Cada patrón o material de referencia dentro de su instrucción específica debe tener en forma esquemática la forma de uso

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b> Versión 01 Página: 6 de 11
--	---

Continuación de la figura 14.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p>Página :7 de 11</p>
---	---	---

desde el encendido al apagado, además se incluyen las instrucciones de manejo seguro, transporte, almacenamiento, con el fin de prevenir su contaminación o deterioro y para proteger su integridad.

- 6.3.3 Se debe mantener cerca del patrón los manuales entregados por el fabricante para poder ser consultados en caso que sea necesario y verificar que las condiciones ambientales en las que debe permanecer el mismo son las recomendadas.
- 6.3.4 En los registros que el instructivo de uso defina se deben registrar los parámetros que se controlan cada vez que el mismo es utilizado, incluyendo el nombre del personal técnico usuario.
- 6.3.5 Se debe tener un inventario de todos los patrones y materiales de referencia del laboratorio donde conste además el estado en el que se encuentran, ordenados por su número de inventario (si están en uso, calibrados, verificados, en reparación, etc.)

**6.4 Calibraciones y/o verificaciones periódicas de patrones**

- 6.4.1 Las calibraciones son trazables a patrones nacionales o internacionales, mediante registros que lo demuestran.
- 6.4.2 Cuando la calibración es realizada por un laboratorio externo se contrata un laboratorio acreditado. En el caso que la calibración o verificación la realicen los representantes de los patrones, el responsable del patrón archiva el Informe de Calibración, certificado o documentación entregada por quien realizó la tarea.
- 6.4.3 En el caso que la calibración y/o verificación sea interna, quien realizó la actividad completa el "Informe de Calibración/Verificación", consignando los siguientes datos:

<p><b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b></p>	<p><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b> Versión 01</p>
	<p>Página: 7 de 11</p>

Continuación de la figura 14.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página :8 de 11
---	--	--

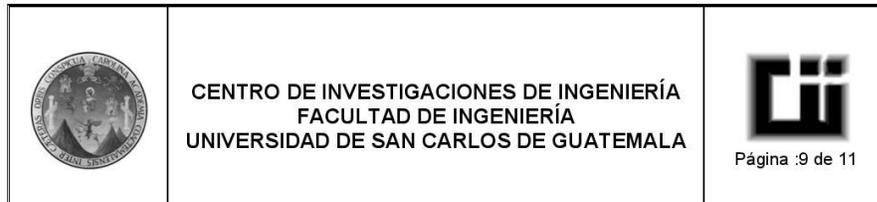
- Fecha
- Identificación de calibración/verificación (por ejemplo mediante un número)
- Objetivo del trabajo realizado: calibración/verificación
- Descripción del patrón de medida
- Metodología empleada, para que cualquier calibración pueda ser reproducida en condiciones similares a las originales.
- Resultados, indicados con suficiente detalle como para demostrar la capacidad de calibración de cada patrón. También se incluye una estimación de la incertidumbre, calculada de acuerdo a la Instrucción de calibración correspondiente. Antes de los resultados se indica la fecha de realización de la calibración/verificación.
- En el caso de verificaciones puede ser necesario agregar las tolerancias asignadas, para indicar la conformidad con un requisito.
- Observaciones, cuando sea necesario. En este espacio se puede indicar la trazabilidad de las mediciones.
- Firma de las personas involucradas en la calibración y/o verificación
- Un resumen de la actividad se incluye en el "Registro de actividades a Equipo/Patrón".

6.4.4 El Coordinador del sistema de gestión de calidad verifica el cumplimiento del "Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento".

6.4.5 Intervalos de calibración y/o verificación de los patrones se definen en la "Ficha de Patrón".

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b> Versión 01
	Página: 8 de 11

Continuación de la figura 14.



La frecuencia de la calibración y/o verificación depende de:

- Naturaleza del patrón o material de referencia
- Condiciones de uso
- Gravedad de las consecuencias de una falta de calibración y/o verificación
- Historia previa del patrón de referencia
- Recomendaciones del fabricante

#### 6.4.6 Verificaciones intermedias:

Los responsables de los patrones verifican que se realicen las calibraciones y/o verificaciones periódicas documentadas en el "Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento", para asegurar la detección temprana de las deficiencias y poder adoptar correcciones a tiempo.

El responsable del patrón debe someter los patrones de ensayo en servicio a controles entre calibraciones periódicas, cada vez que lo crea conveniente, o cuando sospeche un funcionamiento no apropiado, para así mantener la confianza sobre el estado de calibración del patrón. Esta actividad se documenta.

El responsable del patrón se ocupa de que se efectúe la reparación o recalibración del patrón y de verificar que se hayan eliminado las causas de la no conformidad, antes de volver a utilizarlo. Anota en el "Registro de Actividades a Equipo/Patrón" las tareas realizadas.

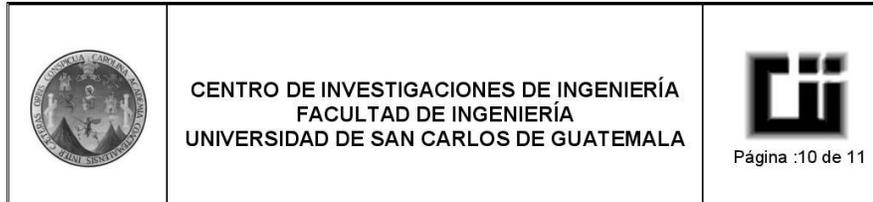
**Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia**

**(USAC-CII-SEC-PR-101-218)**

Versión 01

Página: 9 de 11

Continuación de la figura 14.



#### 6.5 Patrones dañados

- 6.5.1 El jefe del laboratorio de metales es responsable de que no se realicen calibraciones con patrones deteriorados o en malas condiciones de trabajo, funcionamiento o calibración.
- 6.5.2 Identifican adecuadamente el patrón dañado y gestionan la reparación registrando esta acción en el "Registro de Actividades a Equipo/Patrón". El jefe del laboratorio de metales es el encargado de estimar la validez de los resultados de las calibraciones realizados previamente con dicho patrón y notificar a los clientes cuyos ensayos puedan haber sido afectados.
- 6.5.3 Antes de volver a poner el patrón en servicio verifican su buen funcionamiento y calibración.

#### 6.6 Baja de patrón

- 6.6.1 Cuando un patrón esté dañado y sea imposible su reparación, sea por obsolescencia o cualquier otra circunstancia, el jefe del Laboratorio de metales, solicita a la dirección darlos de baja. Se registra en la "Ficha del Patrón".
- 6.6.2 Si por mal funcionamiento de los patrones, no se realizan los ensayos en la forma descrita por el Sistema de la Calidad, se registra la No Conformidad, como se describe en el procedimiento denominado "Procedimiento de Reclamos de clientes, no conformidades y acciones correctivas".

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b>
	Versión 01
	Página: 10 de 11

Continuación de la figura 14.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página :11 de 11
---	--	---

**7. ANEXOS**

Anexo 1. # Inventario: \_\_\_\_\_

**FICHA DE PATRÓN**

Patrón: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

Características generales: \_\_\_\_\_

Proveedor: \_\_\_\_\_ Teléfono/e-mail: \_\_\_\_\_

Fechas / Recepción: \_\_\_\_\_ Alta: \_\_\_\_\_ puesta en servicio: \_\_\_\_\_

Estado al momento de recepción: \_\_\_\_\_

Ubicación física: \_\_\_\_\_

Observaciones de puesta en marcha: \_\_\_\_\_

Fecha de primera calibración: \_\_\_\_\_ Patrón: \_\_\_\_\_

Parámetros a calibrar y/o verificar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Actividades de calibración: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_

Actividades de verificación: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_

Actividades de mantenimiento: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_

Actividades de limpieza: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Necesidades de mantenimiento/limpieza: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Causa de baja del patrón: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Responsable del patrón: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

<b>Procedimiento de control de patrones y materiales de referencia</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-218)</b> Versión 01 Pagina: 11 de 11
--	--

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.10. Toma de muestras**

La Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 en la cláusula 5.7 define los siguientes requisitos:

- Que el laboratorio debe tener un procedimiento para cuando efectúe muestreos de sustancias, materiales o productos, que luego serán ensayados o calibrados.
- Este plan de muestreo debe estar disponible y basado en métodos estadísticos apropiados.
- El proceso debe tener en cuenta los factores a ser controlados para asegurar la validez de los resultados.

Dado que la naturaleza del laboratorio de metales y productos manufacturados del CII de la USAC, es de laboratorio de ensayos y no de inspección, control de calidad o de control de procesos, una vez las muestras proporcionadas por los clientes cumplan con las características definidas en la respectiva instrucción del ensayo o la norma aplicable, este requisito de la norma no es aplicable.

Si por alguna razón los servicios del laboratorio en un futuro variaran y se llegan a considerar servicios en las empresas, tendría que crearse el procedimiento respectivo para incluir el método correcto de la muestra.

### **2.3.11. Manejo de objetos a ensayar y calibrar**

Todos los objetos que se utilizan en el laboratorio tienen establecido un procedimiento en las formas de manejo, preparación, almacenamiento y control de los mismos, los cuales están sujetos a los ensayos y a los materiales de referencia para calibraciones, como se detalla en la figura 15.

Figura 15. Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 1 de 10
---	---	--

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE OBJETOS A ENSAYAR Y CALIBRAR.  
(USAC-CII-SEC-PR-101-219)**

Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

*Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010*

Continuación de la figura 15.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 2 de 10
---	---	--

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	5
6.1	Recepción de muestras	4
6.2	Identificación de muestras	5
6.3	Inspección de muestras	5
6.4	Devolución al cliente de muestras	6
6.5	Almacenamiento	7
6.6	Manejo y transporte	7
6.7	Disposición de muestras ensayadas	8
6.8	Devolución de muestras ensayadas	9
7	Anexos	10

<p><b>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</b></p>	<p><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-219)</b>                  Versión 01                  Pagina: 2 de 10</p>
---	--



Continuación de la figura 15.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 4 de 10
---	--	--

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
USAC-CII-DIR-PR-002	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
USAC-CII-DIR-PR-003	Procedimiento para Control de Registros de Calidad

**5. DEFINICIONES**

N/A

**6. PROCEDIMIENTO**

Al momento de que un cliente decide contratar los servicios del laboratorio de metales y productos manufacturados y haber cancelados los servicios, procede a la entrega de muestras en bodega e inicia el proceso descrito en este procedimiento.

<p>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-219) Versión 01 Pagina: 4 de 10</p>
--	---

Continuación de la figura 15.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 5 de 10
---	--	--

**6.1 Recepción de muestras:**

6.1.1 Se reciben las muestras por parte del personal de bodega, tomando como base la orden de trabajo y en función de esto, el bodeguero revisa la muestra para verificar que el espécimen recibido coincida con la orden contratada, confirma que la cantidad de especímenes coincidan con la cantidad de especímenes definidos en las respectivas instrucciones del ensayo, además verifican que los documentos que acompañan a la misma, sean los correctos.

6.1.2 Al momento de recibir las muestras de los clientes, se inspeccionan de manera visual superficial buscando anomalías como:

- Cortes y/o golpes
- Falta de alineación (muestras dobladas)
- Materiales adheridos (como cemento o mezclas de cal)
- Oxido
- Características visuales que se definan en la respectiva instrucción del ensayo.

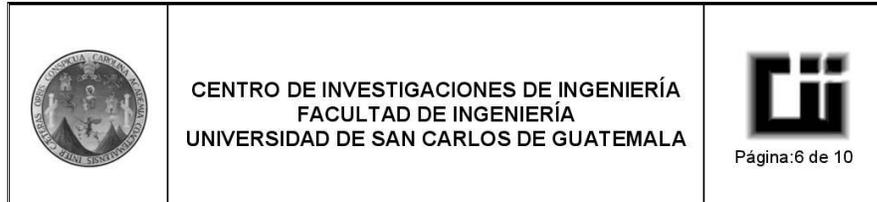
6.1.3 Esta inspección inicial se realiza para no aceptar muestras que no cumplan con las características básicas de una muestra.

6.1.4 En caso de que alguna de las muestras no satisfaga estos requisitos visuales, la muestra (con todos sus especímenes) se rechaza por completo y se procede de acuerdo a 6.3.3.

6.1.5 Cuando la muestra es aceptada por la bodega se procede al registro electrónico, verificando que la orden de trabajo corresponda a dicha muestra.

<b>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-219)</b> Versión 01
	Página: 5 de 10

Continuación de la figura 15.



**6.2 Identificación las muestras:**

- 6.2.1 La muestra se identificará con cinta adhesiva, asignándole un número correlativo que ya se encuentra ingresado en el sistema de inventarios.
- 6.2.2 Se coloca el número de la muestra y número de mes, se separa dichos números utilizando un punto.
- 6.2.3 La muestra deberá llevar anotado: cantidad, material y número de la barra y la orden de trabajo.

**6.3 Inspección de las muestras:**

- 6.3.1 Al momento de recibirse por la bodega y haber dado de alta en el inventario, el personal de bodega informa al laboratorista correspondientes de la llegada de una nueva muestra.
- 6.3.2 El laboratorista procede a repetir la inspección visual realizada en 6.1.2, para comprobar que la aceptación fue correcta. Después procede a la inspección completa de las características definidas por la instrucción del ensayo en lo que se refiere a características físicas de la muestra.
- 6.3.3 Cuando una muestra o espécimen no cumple con las características deseables para ser sujeto de ensayo de acuerdo a la instrucción del ensayo respectiva, se procede a la identificación de su estado, adhiriéndole una etiqueta denominada "Muestra Rechazada", registrando las características de la muestra y las causas del rechazo en el "Control de Muestras".
- 6.3.4 Adicionalmente si la muestra ya había sido recibida por la bodega, se realiza una anotación en el Cardex electrónico acerca de su estado que indica "muestra rechazada".

<b>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-219)</b>
	Versión 01
	Página: 6 de 10

Continuación de la figura 15.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 7 de 10
---	--	--

**6.4 Devolución al cliente de muestras:**

- 6.4.1 Cuando se reciben muestras y por alguna razón se determina que no son aptas para ser sujeto de ensayo, las muestras son separadas e identificadas con su estado.
- 6.4.2 Se contacta al cliente vía telefónica para devolver la muestra informándole las causas del rechazo y se solicita una reposición de la muestra como condición para devolución.
- 6.4.3 Cuando el cliente ya dispone de las muestras se entregan nuevamente en bodega y se repite el procedimiento realizado con las muestras previas.

**6.5 Almacenamiento**

- 6.5.1 Una vez las muestras fueron recibidas y se encuentran identificadas, se procede a su ubicación dentro de la bodega, de acuerdo al sistema existente.
- 6.5.2 Al momento de ubicarse en los espacios destinados para esto, debe asegurarse que se colocan de manera que no sean fácilmente derribadas o sufran una caída, de manera de siempre proteger las superficies de las mismas.
- 6.5.3 Para asegurarse que las muestras se encuentran bajo las condiciones adecuadas, se verifica al menos quincenalmente la ausencia de goteras y humedad, que no provoquen oxidación o deterioro de las mismas. Dadas las condiciones climáticas de Guatemala, el tipo de especímenes y el tiempo que se almacenaran, no es necesario un control de temperaturas y humedad más exhaustivo.

<b>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-219)</b> Versión 01 Página: 7 de 10
--	---

Continuación de la figura 15.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:8 de 10</p>
---	--	---

#### 6.6 Manejo y transporte

- 6.6.1 Dado las características de las muestras y sus dimensiones no es necesario utilizar equipo especial para el transporte desde la bodega hasta el área del laboratorio a utilizar, sin embargo si se trasladan más de 2 especímenes al mismo tiempo se recomienda se realice entre 2 personas o mediante una carreta o equipo similar.
- 6.6.2 Para el manejo se necesita equipo personal de protección como batas de laboratorista, es recomendado utilizar guantes de protección y caretas al momento de realizar los ensayos, de manera de reducir la exposición al riesgo.
- 6.6.3 Si durante el manejo o el transporte las muestras son lastimadas, es necesario inspeccionarlas de acuerdo a 6.3 y si pierden su condición de aptas para el ensayo se devuelven al cliente de acuerdo a 6.4. Adicionalmente se gestiona una no conformidad de acuerdo al procedimiento de acciones correctivas y preventivas.

#### 6.7 Disposición de muestras ensayadas

- 6.7.1 Dado que existen muestras que no son devueltas al cliente por ser ensayos destructivos, poseen un proceso de retención en bodega de al menos 6 meses después de ensayadas en donde quedan accesibles al cliente, en el caso se demande su verificación o un ente externo autorizado por el cliente, de manera escrita.
- 6.7.2 Si pasados estos 6 meses no existe una solicitud por parte del cliente se dispone de ellas de acuerdo a lo decidido por la jefatura de la sección de metales e informado al Director de CCI.

<p>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-219) Versión 01</p>
	<p>Página: 8 de 10</p>

Continuación de la figura 15.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:9 de 10
---	--	---

**6.8 Devolución de muestras ensayadas**

6.8.1 Cuando el cliente explícitamente ha solicitado la devolución de las muestras o cuando de acuerdo al tipo de material se definió la devolución sistemática de las muestras ensayadas, es necesario que por parte del laboratorista se etiquete a los especímenes como "muestras para devolver", al terminar el ensayo conservando la identificación inicialmente colocada durante la recepción, para su fácil búsqueda y ubicación en la bodega. Hace entrega de los especímenes utilizadas a la bodega.

6.8.2 Cuando se concluye el informe respectivo es necesario comunicarse con el cliente vía telefónica, para informar que las muestras ya fueron utilizadas y que es posible retirarlas de la bodega.

<b>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-219)</b> Versión 01 Página: 9 de 10
--	---

Continuación de la figura 15.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 10 de 10
---	---	---

**7. ANEXOS**

Anexo 1.

**CONTROL DE MUESTRAS**

# Inv.	Ensayo		Recepción	Identificación	Inspección	Transporte	Almacen.	Disposición
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						
		Fecha						
		Estado						

Año: \_\_\_\_\_ Nombre de Bodeguero: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

<p><b>Procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar</b></p>	<p><b>(USAC-CII-SEC-PR-101-219)</b>                  Versión 01                  Pagina: 10 de 10</p>
---	---

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.12. Aseguramiento de calidad de resultados y calibración**

Para asegurar la calidad de los resultados de los ensayos que se realizan en el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, se debe definir la metodología de control de calidad y la planificación para monitorear la validez de los mismos y de las calibraciones ejecutadas.

El procedimiento a seguir se puede ver en la figura 16 a continuación.

Figura 16. **Procedimiento de aseguramiento de calidad de resultados y calibración**

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página: 1 de 11
---	--	--

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS Y DE LA CALIBRACIÓN.**  
**(USAC-CII-SEC-PR-101-220)**  
 Versión 01

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010**

Continuación de la figura 16.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
		Página:2 de 11

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	4
6.1	Control estadístico de ensayos	4
6.2	Calibración con materiales de referencia	5
6.3	Participación en comparaciones interlaboratorios	9
6.4	Repetición de ensayos y calibraciones	10
6.5	Análisis y decisión de necesidad de acciones correctivas y/o preventivas	11
7	Anexos	11

<b>Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-220) Versión 01 Pagina: 2 de 11
---	--

Continuación de la figura 16.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:3 de 11
---	--	---

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este procedimiento es definir las metodologías de control de calidad y la planificación para monitorear la validez de los ensayos y de las calibraciones ejecutadas.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los ensayos y calibraciones realizados por el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 3. RESPONSABILIDAD

Actividad	DCCI	CC	JM	PT
Control estadístico de los ensayos		P	P	E
Calibración con materiales de referencia		I		E
Participación en comparaciones interlaboratorios		P	P	E
Repetición de ensayos y calibraciones		P	P	E
Análisis y decisión de necesidad de acciones correctivas y/o preventivas	I	P	D	E

JM: Jefe de la Sección de Metales  
 PT: Personal técnico experto y calificado  
 DCCI: Dirección del CII  
 CC: Coordinador del sistema de gestión de calidad  
 D: Decide  
 E: Ejecuta  
 P: Participa  
 I: Recibe información

<b>Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración</b>	(USAC-CII-SEC-PR-101-220) Versión 01 Pagina: 3 de 11
---	--

Continuación de la figura 16.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 4 de 11
---	--	--

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>
<b>USAC-CII-DIR-PR-002</b>	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
<b>USAC-CII-DIR-PR-003</b>	Procedimiento para Control de Registros de Calidad

**5. DEFINICIONES**

N/A

**6. PROCEDIMIENTO**

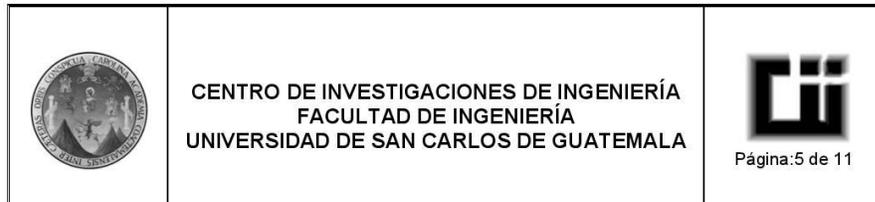
De forma que se asegure la validez de los resultados y el monitoreo en el tiempo es necesario realizar las distintas actividades a continuación se definen:

**6.1 Control estadístico de ensayos:**

- 6.1.1 Para monitorear si aparecen tendencias que reflejen variación en los procesos de medición tanto para ensayos como para calibración, que permitan alertar de forma temprana.
- 6.1.2 Se lleva una carta de control por tipo de producto ensayado y de calibraciones, es decir para que un espécimen sea ubicado en su respectiva carta de control de procesos debe poseer exactamente las mismas características, dimensiones, materiales y fabricante, de forma que el valor esperado sea el mismo.
- 6.1.3 Dado que no siempre se realizan ensayos sobre el mismo tipo de producto y la frecuencia de calibraciones es baja, seguramente las cartas de control no se encontrarán completas y siempre serán un trabajo en progreso, lo

<b>Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-220)</b> Versión 01 Pagina: 4 de 11
---	---

Continuación de la figura 16.



importante es que a lo largo del tiempo estas cartas se construyan para ir evaluando tendencias.

6.1.4 Las cartas de control realizadas son "Fichas de control para valores individuales de X y rangos R.

6.1.5 El tamaño de cada subgrupo es de 2 mediciones y una carta de control estará completa cuando se hayan completado 30 mediciones o 15 subgrupos.

6.1.6 Se debe calcular la media de las 30 mediciones previas, las cuales en adelante se definirá como  $\bar{X}$  y el Rango(R) de cada subgrupo, siendo  $R = \text{Dato mayor} - \text{Dato menor}$ .

6.1.7 Se debe calcular la media de los subgrupos de Rango, el cual en adelante se definirá como  $\bar{R}$ .

6.1.8 Se calculan los límites de control de  $3\sigma$ , aplicando las siguientes formulas:

- Línea central:  $\bar{X}$
- Límite de control superior para  $X = \bar{X} + 2.66 \bar{R}$
- Límite de control inferior para  $X = \bar{X} - 2.66 \bar{R}$

- Línea central:  $\bar{R}$
- Límite de control superior para  $R = 3.267 \bar{R}$
- Límite de control inferior para  $R = 0$

6.1.9 Los límites de control de  $2\sigma$ , aplicando las siguientes formulas:

- Límite de control superior para  $X = \bar{X} + 1.77 \bar{R}$
- Límite de control inferior para  $X = \bar{X} - 1.77 \bar{R}$
- Límite de control superior para  $R = 2.178 \bar{R}$

Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración

(USAC-CII-SEC-PR-101-220)

Versión 01

Página: 5 de 11

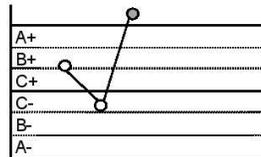
Continuación de la figura 16.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	
		<p>Página:6 de 11</p>

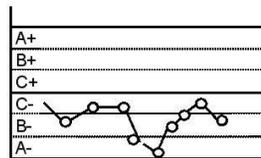
6.1.10 Es necesario evaluar las tendencias y para eso se utiliza las siguientes reglas (Según, Nelson 1984):

- En donde  $+A=+3\sigma$ ,  $+B=+2\sigma$ ,  $+C=+1\sigma$
- En donde  $-A=-3\sigma$ ,  $-B=-2\sigma$ ,  $-C=-1\sigma$

6.1.10.1 **Un punto fuera de los límites de control.** (Tiene como probabilidad de ocurrencia = 0.0027, es decir se presentará en una de las 370 oportunidades,  $\approx 1/370$ ).



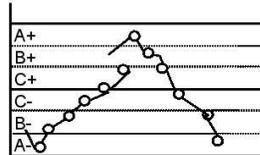
6.1.10.2 **Nueve puntos consecutivos en el mismo lado de la línea central.** Generalmente indica un cambio en la media del proceso. (Tiene como probabilidad de ocurrencia =  $2 \times [0.49865]9 = 0.00381$ , es decir se presentará en una de las 262 oportunidades,  $\approx 1/262$ ).



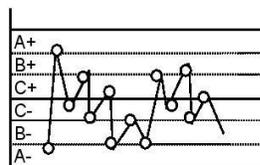
Continuación de la figura 16.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página:7 de 11
---	---	---

6.1.10.3 **Seis puntos consecutivos incrementándose o decremandose.** Comúnmente indica un desgaste o desajuste en el centro. (Tiene como probabilidad de ocurrencia  $2/(6!) = 0.002778$ , es decir, esto se presentará en una de las 360 oportunidades  $\approx 1/360$ ).



6.1.10.4 **Catorce puntos consecutivos alternándose arriba y abajo.** (Tiene una probabilidad de ocurrencia de 0.0046, es decir se presentará en una de las 218 oportunidades  $\approx 1/218$ ).



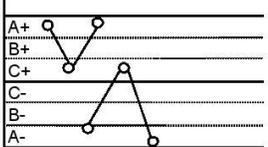
6.1.10.5 **Al menos dos de tres puntos consecutivos toman valores entre  $2$  y  $3\sigma$ , pero los tres puntos caen dentro de los límites de control.** (Tiene una probabilidad de ocurrencia de 0.00304 es decir se presentará en una de las 329 oportunidades  $\approx 1/329$ ).

Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración	(USAC-CII-SEC-PR-101-220) Versión 01
	Pagina: 7 de 11

Continuación de la figura 16.

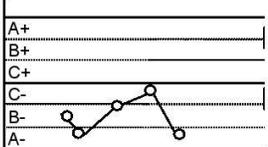
	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 8 de 11
---	---	--



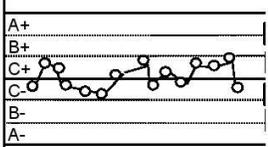
6.1.10.6 **Al menos 4 de 5 puntos toman un valor que cae entre  $1$  y  $3\sigma$ , es decir, entre la zona A y B.** Generalmente indica un cambio en el centro del proceso. (La probabilidad de ocurrencia es de 0.00978, es decir se presentará en una de las 102 oportunidades  $\approx 1/102$ ).



6.1.10.7 **Al menos 15 puntos consecutivos toman valores que caen dentro de la región de  $\pm 1\sigma$  de la línea central.** (Tiene una probabilidad de ocurrencia de  $[0.68262]^{15} = 0.00326$  es decir se presentará en una de las 307 oportunidades  $\approx 1/307$ ).



Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración	(USAC-CII-SEC-PR-101-220) Versión 01 Página: 8 de 11
--	--

Continuación de la figura 16.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:9 de 11</p>
---	--	---

6.1.10.8 **8 puntos consecutivos caen en cualquier lado de la línea central, excepto en la zona C.**

6.1.11 La elaboración de las cartas se realiza en un formato de excel, que de manera automática vaya generando los gráficos y se analizan tomando en cuenta las reglas definidas previamente.

6.1.12 En el momento de encontrar algún comportamiento de desviación, se procede de acuerdo a 6.5 Análisis y decisión de necesidad de acciones correctivas y/o preventivas.

**6.2 Calibración con materiales de referencia:**

6.2.1 La calibración con materiales de referencia se hace necesaria, por el tipo de ensayos realizados en el laboratorio.

6.2.2 Los ensayos realizados en el laboratorio principalmente son de tensión y compresión. Para este tipo de ensayo se encuentran disponibles en el mercado materiales de referencia que permiten realizar la calibración con patrones y trazabilidad internacional

6.2.3 Estas calibraciones se realizan de acuerdo al procedimiento de "Control de los Equipos" con código USAC-CII-SEC-PR-101-216 y la consistencia de su trazabilidad se realiza de acuerdo al procedimiento de "Trazabilidad para Calibración" con código USAC-CII-SEC-PR-101-217.

**6.3 Participación en comparaciones interlaboratorios:**

6.3.1 De momento no existen iniciativas a nivel nacional para realizar comparaciones interlaboratorios de mediciones, por lo cual actualmente no se realiza.

<p>Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-220) Versión 01</p>
	<p>Página: 9 de 11</p>

Continuación de la figura 16.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 10 de 11
---	--	---

6.3.2 Sin embargo si existiese alguna iniciativa de comparación interlaboratorios a nivel público y/o privado, debería proponerse a la Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA), para organizar dicha actividad.

6.3.3 Esto implicará la planificación, coordinación y control de las actividades de todos los involucrados, así como la estandarización mediante procedimientos específicos.

**6.4 Repetición de ensayos y calibraciones:**

6.4.1 Tanto para ensayos como para calibraciones, cuando se conozcan condiciones que pueden haber dado lugar a una variación en el proceso de medición o como resultado de una acción correctiva, es necesario repetir el ensayo o calibración. Este ensayo no tendrá algún costo para el cliente y debe ser identificado como repetición en todos los registros.

6.4.2 Las condiciones que pueden dar lugar a la repetición de un ensayo o calibración son:

- Laboratorista no calificado
- Variación o corte de energía no asimilada por los sistemas de regulación de corriente y UPS.
- Uso de especímenes con defectos
- Movimiento brusco durante el ensayo o calibración producto de la mala colocación o ajuste del espécimen.
- Variación de temperatura o humedad que exceda los límites establecidos para el ensayo.
- Calibración con resultado fuera de los límites de tolerancia
- Resultado de una medición con +/-20% de lo esperado
- Cualquier condición que genere sospecha de una variación inducida al proceso de medición

<b>Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-220)</b> Versión 01 Página: 10 de 11
---	--

Continuación de la figura 16.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página: 11 de 11</p>
---	--	---

**6.5 Análisis y decisión de necesidad de acciones correctivas y/o preventivas**

6.5.1 Al momento de identificarse variaciones que invaliden los resultados de las mediciones o calibraciones o se identifica una causa potencial de estas variaciones, es necesario iniciar la apertura de acciones correctivas y/o preventivas de acuerdo al procedimiento respectivo.

**7. ANEXOS**

N/A

<p>Procedimiento de aseguramiento de la calidad de resultados y de la calibración</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-220) Versión 01</p>
	<p>Página: 11 de 11</p>

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.13. Informe de los resultados**

Se deben establecer lineamientos para el registro y entrega del informe de resultados de los ensayos del laboratorio, los cuales se detallan en la figura 17.

El laboratorio se enfoca a los ensayos y no a las calibraciones internas, el informe de éstas se elabora de acuerdo al procedimiento de control de equipos.

Figura 17. Procedimiento de informe de los resultados

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página: 1 de 9
---	---	---

<b>Procedimiento:</b>
<p><b>PROCEDIMIENTO DE INFORME DE LOS RESULTADOS. (USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b></p> <p><b>Versión 01</b></p>

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Pablo Christian De León Rodríguez</b>	Jefe de la Sección de Metales CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

<b>Rige a partir de: 1 de Octubre de 2010</b>
---

Continuación de la figura 17.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>																																											
		Página: 2 de 9																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="306 890 553 915">NUMERAL</th> <th data-bbox="553 890 899 915">INDICE</th> <th data-bbox="899 890 1195 915">PAGINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Índice</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>Objetivo</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>Alcance</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>Responsabilidad</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>Documentación y datos relacionados</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>Definiciones</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>Procedimiento</td><td>4</td></tr> <tr><td>6.1</td><td>Contenido de los informes de resultados</td><td>4</td></tr> <tr><td>6.2</td><td>Elaboración y presentación de informe final de resultados</td><td>5</td></tr> <tr><td>6.3</td><td>Impresión y entrega de los informes final de resultados</td><td>5</td></tr> <tr><td>6.4</td><td>Registro</td><td>6</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>Correcciones al informe de ensayos</td><td>7</td></tr> <tr><td>7</td><td>Anexos</td><td>7</td></tr> </tbody> </table>	NUMERAL	INDICE	PAGINAS	0	Índice	2	1	Objetivo	3	2	Alcance	3	3	Responsabilidad	3	4	Documentación y datos relacionados	4	5	Definiciones	4	6	Procedimiento	4	6.1	Contenido de los informes de resultados	4	6.2	Elaboración y presentación de informe final de resultados	5	6.3	Impresión y entrega de los informes final de resultados	5	6.4	Registro	6	6.5	Correcciones al informe de ensayos	7	7	Anexos	7		
NUMERAL	INDICE	PAGINAS																																										
0	Índice	2																																										
1	Objetivo	3																																										
2	Alcance	3																																										
3	Responsabilidad	3																																										
4	Documentación y datos relacionados	4																																										
5	Definiciones	4																																										
6	Procedimiento	4																																										
6.1	Contenido de los informes de resultados	4																																										
6.2	Elaboración y presentación de informe final de resultados	5																																										
6.3	Impresión y entrega de los informes final de resultados	5																																										
6.4	Registro	6																																										
6.5	Correcciones al informe de ensayos	7																																										
7	Anexos	7																																										
<b>procedimiento de informe de los resultados</b>		<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b> Versión 01 Pagina: 2 de 9																																										

Continuación de la figura 17.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 3 de 9
---	--	---

**1. OBJETIVO**

El objetivo de este procedimiento es establecer los lineamientos para el registro y entrega del informe de resultados de los ensayos.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todos los ensayos realizados por el laboratorio de la sección de metales y productos manufacturados, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Dado que el laboratorio se enfoca únicamente a ensayos y no a calibraciones el informe de calibraciones internas se elabora de acuerdo al procedimiento de Control de equipos.

**3. RESPONSABILIDAD**

Actividad	DCCI	CC	JM	PT
Contenido de los informes final de resultados		D	P	E
Elaboración y presentación de informe final de resultados		P	D	E
Impresión y entrega de los informes final de resultados			P	E
Registro			P	E
Correcciones a los informes de resultados	I	D	P	E

JM: Jefe de la Sección de Metales  
 PT: Personal técnico experto y calificado  
 DCCI: Dirección del CII  
 CC: Coordinador del sistema de gestión de calidad  
 D: Decide  
 E: Ejecuta  
 P: Participa  
 I: Recibe información

<b>procedimiento de informe de los resultados</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b> Versión 01 Pagina: 3 de 9
---	--

Continuación de la figura 17.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 4 de 9
---	--	---

**4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS**

Código	Nombre del documento o dato
USAC-CII-DIR-PR-002	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
USAC-CII-DIR-PR-003	Procedimiento para Control de Registros de Calidad

**5. DEFINICIONES**

N/A

**6. PROCEDIMIENTO**

**6.1 Contenido de los informes de resultados:**

6.1.1 Cada Informe de Resultados final debe incluir además de la información que se detalla en el anexo 1: Informe de Resultados de Ensayos, la siguiente:

- Resultado del análisis: expresado en las unidades correspondientes.
- Incertidumbre (si el cliente lo solicita).
- Firma de/ los laboratoristas / Firma de autorización del Jefe de la sección de metales.

Nota:

- La identificación única del informe de ensayo que debe figurar en todas las páginas para asegurar que todas las páginas sean reconocidas como parte del informe.
- Los informes deben incluir el número de página y número total páginas.
- Se recomienda incluir una declaración indicando que no se debe reproducir parcialmente el informe de ensayo sin la aprobación escrita del laboratorio.

<b>procedimiento de informe de los resultados</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b> Versión 01 Pagina: 4 de 9
---	--

Continuación de la figura 17.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 5 de 9
---	--	---

- Cuando sea necesario para la interpretación de los resultados o lo requiera el cliente se debe incluir en el informe:
  - desviaciones respecto de las condiciones de ensayo
  - una declaración de cumplimiento o no de una especificación o requisito
  - la incertidumbre de medición estimada.
  - opiniones e interpretaciones de los resultados.

**6.2 Elaboración y presentación de informe final de resultados:**

6.2.1 El diseño o formato para los Informes de Resultados de Ensayo estará de acuerdo al tipo de ensayo realizado y a la técnica utilizada, pudiendo cambiarse la forma de presentación de los resultados siempre que esto resulte posible y sea de fácil comprensión e identificación para el cliente. El modelo típico de informe se encuentra en el anexo1 y el informe previo (interno) generado por el sistema de forma automática, se encuentra disponible en el Software del Sistema Informático del Laboratorio.

**6.3 Impresión y entrega de los informes final de resultados:**

6.3.1 La modalidad de entrega de los Resultados de Ensayo se realiza según lo acordado con el cliente, ya sea estas cobrables o no y es en copia en papel y puede enviarse por correo electrónico, en formato pdf para que su contenido no pueda ser editado.

6.3.2 El plazo de entrega de los Resultados de los Ensayos realizados en el laboratorio será de 5 días, salvo tiempo comprometido distinto.

<b>procedimiento de informe de los resultados</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b> Versión 01
	Página: 5 de 9

Continuación de la figura 17.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 6 de 9
---	--	---

6.3.3 La impresión de los Informes de Resultados de Ensayo previos se realiza a través del Software del Sistema Informático.

6.3.4 Luego de ejecutar el trabajo especificado en las órdenes de trabajo, se informa en formatos específicos para cada material y ensayo en tres copias, previo a verificar los resultados el jefe de la sección de metales firma el informe en las tres copias, estas para que tengan validez deberán llevar la firma y visto bueno del director del CII.

6.3.5 Según lo acordado con el cliente puede imprimirse excepcionalmente una copia extra del Informe de Resultado de Ensayo.

**6.4 Registro:**

6.4.1 Los Resultados de los Ensayos de registran en el Software del Sistema Informático donde consta el número de identificación de la Orden de trabajo, fecha de ensayo, persona que realizo el ensayo, fecha de ingreso de la muestra al Laboratorio, nombre del cliente, tipo de análisis requerido, el número muestra y fecha del informe.

6.4.2 Adicionalmente se archivan las copias del Informe Final de Resultados dejando una con la boleta celeste(de la orden de trabajo) en archivo de la sección de metales y dos copias más se adjuntan a la boleta blanca(orden de trabajo), las cuales son trasladadas con el informe del ensayo a secretaría, en donde se archiva la boleta blanca y una de las copias, la otra copia se adjunta a la carpeta que contiene el informe de los resultados del ensayo que se le proporcionará al cliente;

<b>procedimiento de informe de los resultados</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b> Versión 01
	Página: 6 de 9

Continuación de la figura 17.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página: 7 de 9</p>
---	--	---

6.4.3 Se dispone además de un Registro de Entrega de Resultados en secretaría en donde, se consigna:

- Número de la Orden de trabajo.
- Fecha de entrega del Informe.
- Nombre de quien recibe el informe por parte del cliente.
- Constancia mediante firma de que dichos Informes fueron recibidos por el cliente.

**6.5 Correcciones al informe de ensayos:**

- 6.5.1 Los cambios a un informe realizados posterior a su emisión solo pueden ser realizadas únicamente por medio de un documento posterior, que se denomina: "Complemento al informe de Ensayo #...".
- 6.5.2 Cualquier cambio realizado debe cumplir todo lo definido por los procedimientos que constituyen el sistema de calidad y este procedimiento.
- 6.5.3 Cuando sea necesario emitir un nuevo informe de ensayo, este debe ser identificado de forma única y debe contener la referencia al original, del que es remplazo.

**7. ANEXOS**

<p>procedimiento de informe de los resultados</p>	<p>(USAC-CII-SEC-PR-101-221) Versión 01</p>
	<p>Página: 7 de 9</p>

Continuación de la figura 17.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página: 8 de 9
---	--	---

**ANEXO 1.  
"INFORME DE RESULTADOS"**

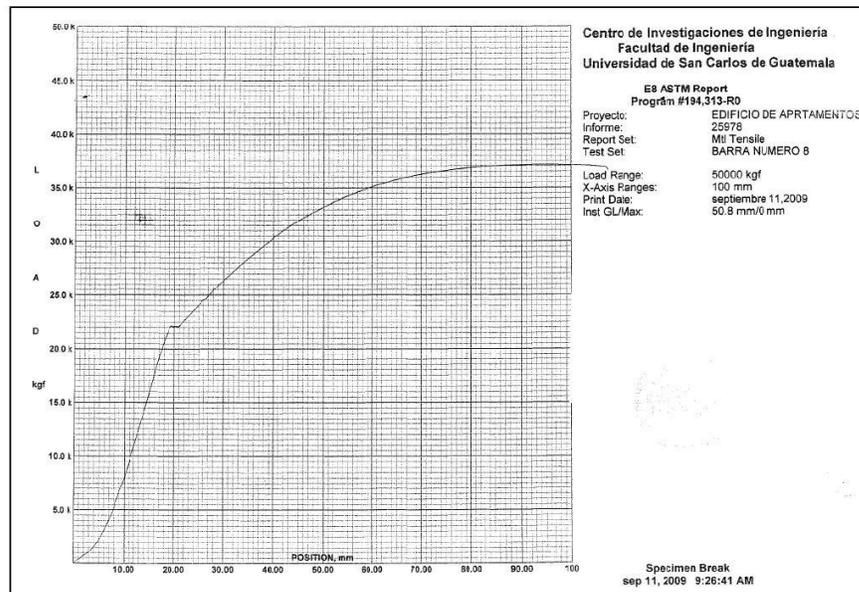
	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	 N.º 998171																												
<b>BARRAS DE ACERO PARA REFUERZO DE CONCRETO</b>																														
<b>1. DATOS GENERALES</b> INFORME: 10543 O. T. No. 32238 INTERESADO: DESARROLLADORA VILLA TEVERE S.A.																														
PROYECTO: EDIFICIO DE ASAMBLEAS PROVEEDOR: ***** FECHA: 16/05/2009 09:07 APARIENCIA BUENA No. CORRELATIVO: 2 IDENTIFICACION: *****																														
<b>2. CALCULOS COMPLEMENTARIOS</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>PESO kg/m</th> <th>DIAMETRO mm</th> <th>PERIMETRO mm</th> <th>AREA* cm<sup>2</sup></th> <th>ESPEL. LONG. mm</th> <th>ANCHO REBITE mm</th> <th>ALTURA mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.552</td> <td>9.48</td> <td>29.77</td> <td>0.71</td> <td>3.73</td> <td>2.78</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>C.38</td> <td>9.5</td> <td>29.8</td> <td>0.71</td> <td>6.7</td> <td>2.8</td> <td>0.87</td> </tr> <tr> <td>NOMINAL</td> <td>MÍNIMO</td> <td>MÍNIMO</td> <td>MÍNIMO</td> <td>MÁXIMO</td> <td>MÁXIMO</td> <td>MÍNIMO</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">* Datos calculados sobre el peso por unidad de longitud. Observación: se acepta una tolerancia de 6% por debajo de la masa unitaria nominal de la barra</p>			PESO kg/m	DIAMETRO mm	PERIMETRO mm	AREA* cm <sup>2</sup>	ESPEL. LONG. mm	ANCHO REBITE mm	ALTURA mm	0.552	9.48	29.77	0.71	3.73	2.78	0.80	C.38	9.5	29.8	0.71	6.7	2.8	0.87	NOMINAL	MÍNIMO	MÍNIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÁXIMO	MÍNIMO
PESO kg/m	DIAMETRO mm	PERIMETRO mm	AREA* cm <sup>2</sup>	ESPEL. LONG. mm	ANCHO REBITE mm	ALTURA mm																								
0.552	9.48	29.77	0.71	3.73	2.78	0.80																								
C.38	9.5	29.8	0.71	6.7	2.8	0.87																								
NOMINAL	MÍNIMO	MÍNIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÁXIMO	MÍNIMO																								
<b>3. RESULTADOS DEL ENSAYO</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESFUERZOS A TENSION mpa</th> <th>ALARGAMIENTO %</th> </tr> <tr> <th>FRECUENCIA</th> <th>MÁXIMO</th> <th>20 cm/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>27.38</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>27.79</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>28.11</td> <td>27</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">** Distribuido USAC/2009</p>			ESFUERZOS A TENSION mpa		ALARGAMIENTO %	FRECUENCIA	MÁXIMO	20 cm/s	01	27.38	26	02	27.79	27	03	28.11	27													
ESFUERZOS A TENSION mpa		ALARGAMIENTO %																												
FRECUENCIA	MÁXIMO	20 cm/s																												
01	27.38	26																												
02	27.79	27																												
03	28.11	27																												
<b>4. DATOS FINALES</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td>No. de Varilla</td> <td>03</td> </tr> <tr> <td>Grado</td> <td>60</td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small;"><b>NOTAS:</b> Las especificaciones utilizadas en el presente ensayo son de la Norma <b>COGUANOR 26013 Segundo Revisión</b>. Las muestras fueron retiradas por el interesado. Corrige en X, el COGUANOR tiene correspondencia con el C. 1000 de ASTM.</p>			No. de Varilla	03	Grado	60																								
No. de Varilla	03																													
Grado	60																													
Ing. Roldán León Rodríguez Jefe Sección de Muestras y Productos Manufacturador		M. Sc. Inga. Tere Mercedes Cane Morales DIRECTORA C.I.I.																												
C.I. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA - CIEN 100 Edificio 4403 2570002, Plaza 24470001, C.A. 01010, 2206-999 Phone: +502 2447 0001																														

<b>procedimiento de informe de los resultados</b>	<b>(USAC-CII-SEC-PR-101-221)</b> Versión 01 Pagina: 8 de 9
---	--

Continuación de la figura 17

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	
		<p>Página: 9 de 9</p>

... CONTINUACIÓN ANEXO 1.



procedimiento de informe de los resultados	(USAC-CII-SEC-PR-101-221) Versión 01
	Pagina: 9 de 9

Fuente: elaboración propia.

## **2.4. Plan de implementación de la Norma ISO 17025**

Dentro del alcance de este trabajo de graduación, se ha dado énfasis a los requisitos definidos en la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 y en particular a los requisitos técnicos, de la cláusula 5. El presente plan de implementación está enfocado a este alcance (para lograr una implementación completa y eficaz de esta norma debería incluirse en este plan todas las cláusulas de esta norma y no únicamente la cláusula número cinco), además por tratarse del laboratorio del CII, por ser un ente gubernamental con funciones de carácter nacional, se hace necesario diseñar un proceso de implementación desde los requisitos definidos por parte de la Oficina Guatemalteca de Acreditación -OGA- en sus Criterios para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración. Como primera parte se explicará en qué consiste la implementación del numeral de la norma y posteriormente se incluirá su título en un programa.

- Asegurar la competencia de personal (5.2.1): en primera instancia se deben validar los perfiles del personal existente, mediante una revisión documental y de cara a los objetivos de esta norma y a los objetivos que defina la Dirección del CII. Al tener este resultado, se debe hacer una evaluación de los perfiles para ver su idoneidad y modificarlos si no cumplen con lo que la norma o el CII considera necesario para estos puestos. En segunda instancia es necesario evaluar el cumplimiento de los perfiles por parte del personal en materia de educación, formación, experiencia y habilidades demostradas. Todos los procesos de contratación y formación posteriores deben ser subordinados al cumplimiento de las competencias identificadas.

- Supervisar personal en formación (5.2.1): adicionalmente a la formación, se necesitan de otras acciones que permitan asegurar las competencias del personal en formación, una de ellas en la supervisión y el *coaching*, para que mediante el aprendizaje dirigido diario pueda la persona llevarse al nivel deseado de competencia.
- Metas con respecto a la educación, formación y habilidades del personal (5.2.2): las diferencias identificadas en las etapas previas deben ser corregidas e integradas mediante un plan de formación que permita reducir dichas brechas y asegurar las competencias del personal, definiendo las respectivas metas para cada uno de estos ámbitos de cada persona, en el caso de que existan brechas.
- Procedimiento y/o política para identificar la necesidad de formación y para proporcionar formación al personal (5.2.2): una vez se haya revisado y aprobada en las debidas instancias el procedimiento denominado Competencias e identificación de necesidades de capacitación del personal USAC-CII-SEC-PR-101-211, se procede a su publicación interna, se capacita al personal usuario y se definen fechas para su aplicación.
- Asegura la supervisión, competencia y conformidad con el sistema de calidad del personal (5.2.3): una vez implementado el anterior procedimiento se monitorea el desempeño por parte del coordinador del sistema de calidad y se retroalimenta al jefe del área del desempeño, cuando se identifican desviaciones importantes al procedimiento es necesario iniciar acciones correctivas y/o preventivas al respecto.

- Descripciones de cargos (5.2.4): los perfiles deben contener todas las responsabilidades definidas en la nota de 5.2.4 de la OGA, los cuales es posible verificar o incluir al momento de la elaboración de los mismos.
- Autorización de personal específico (5.2.5): como parte del archivo de cada persona deben encontrarse las autorizaciones para realizar las funciones específicas asignadas a su persona y/o puesto.
- Instalaciones y condiciones ambientales (5.3): es necesario evaluar cuales son las condiciones actuales del laboratorio, observando si estas condiciones facilitan el objetivo de asegurar la calidad y consistencia de las mediciones, evaluar si existen situaciones que generen una influencia negativa de cara a este objetivo. Así como implementar los registros de condiciones que generan desviación en los ensayos, evaluando el impacto que tienen las áreas cercanas de otros laboratorios, en el caso que se identifiquen algunos, será necesario implementar medidas que reduzcan una posible contaminación. Implementando los respectivos controles de acceso, orden y limpieza necesarios. Se documentan estas condiciones y controles mediante el procedimiento de monitoreo, control y registro de las condiciones ambientales con código USAC-CII-SEC-PR-101-210, pasando a su publicación y capacitación de los usuarios.
- Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos (5.4): en primera instancia se redacta un procedimiento que resuma, la forma en que el laboratorio diseña los métodos de ensayo, calibración y su respectiva validación. En este caso se redactó el procedimiento para Diseño de los métodos de ensayo propios con código USAC-CII-SEC-PR-101-212, se procede a su respectiva divulgación y capacitación al personal usuario.

Este procedimiento debe contener la explicación de cómo se desarrollan los métodos a nivel interno.

Además en este numeral se incluyen el procedimiento de Validación de los métodos de ensayo con código USAC-CII-SEC-PR-101-213, el cual es una guía de cómo proceder con cada tipo de ensayo tanto a nivel cualitativo como cuantitativo que el CII desee implementar, haciendo referencia a la instrucciones sobre el uso y funcionamiento del equipo. Todos los métodos de ensayos al ser validados deben ser evaluados por su capacidad de generar una incertidumbre de medición dentro de los parámetros aceptables para cada ensayo, para lo cual se diseño el procedimiento para La estimación de la incertidumbre, con código USAC-CII-SEC-PR-101-214. Terminando con la verificación de los cálculos y la transferencia de datos que se definió en el procedimiento para Control datos y su transferencia, con código USAC-CII-SEC-PR-101-215.

- Equipos (5.5): se inicia por hacer un inventario de los equipos, se revisan los procedimientos de calibración aplicados y/o las últimas calibraciones realizadas por proveedores. Se revisa la frecuencia de las calibraciones, con la cual se realiza el programa de calibración, definiendo la política para iniciar el uso de equipos nuevos. Se evalúa el nivel de conocimiento del personal que realizará las funciones de calibración, capacitándose si se considera necesario y se implementan medios accesibles como instrucciones sobre el uso y mantenimiento de equipo. Finalmente se publica internamente el procedimiento de control de equipos con código USAC-CII-SEC-PR-101-216, procediéndose con la capacitación al personal usuario. Una vez se aplican los procedimientos de calibración a los equipos se identifican mediante etiquetas y al momento de encontrarse

un equipo descalibrado, este se retira. Tomándose en cuenta los ajustes al equipo y al *software* que resulten necesarios.

- Trazabilidad de la medición (5.6): se inicia con una revisión de los patrones y equipo existente, revisando si poseen trazabilidad con patrones internacionales. Se verifica la cadena de calibraciones que establezca trazabilidad y a través de esto se demuestre competencia, capacidad de medición y trazabilidad de laboratorios de calibración externos. Una vez realizado esto se procede la divulgación del procedimiento de trazabilidad para calibración con código USAC-CII-SEC-PR-101-217 y a la respectiva capacitación del personal. Esto a su vez se realiza con los materiales de referencia mediante la aplicación del procedimiento de control de patrones y materiales de referencia, con código USAC-CII-SEC-PR-101-218.
- Muestreo (5.7): según el análisis realizado esta cláusula no aplica para el laboratorio de metales de productos manufacturados del CII.
- Manejo de ítems de ensayo y calibración (5.8): dado que el laboratorio no realiza muestreo, sino únicamente recibe los ítems para ensayo y no realiza calibraciones externas. Este procedimiento se implementa agregando actividades normalizadas a la recepción, inspección, identificación, manejo, transporte y almacenamiento de los especímenes que son sujetos de ensayo. Al encontrarse realizado esto se procede a la divulgación y capacitación del procedimiento de manejo de objetos a ensayar y calibrar con código USAC-CII-SEC-PR-101-219 para todo el personal usuario.
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración (5.9): en esta cláusula el procedimiento de Aseguramiento de la calidad de

resultados y de la calibración, con código USAC-CII-SEC-PR-101-220, se diseñó de manera que todas los ensayos o calibraciones realizadas se realicen mediante un control estadístico del proceso, el cual permita identificar desviaciones tempranas de los procesos. Para su implementación es necesario divulgar el procedimiento y capacitar al personal usuario, así como el uso de los respectivos registros.

- Informe de los resultados (5.10): la estandarización del informe de resultados se realiza mediante la revisión de los formatos actualmente existentes y se coteja contra el contenido básico que debe poseer según la norma. Aquí se define también el formato de presentación y el método de entrega de los informes, terminando con su respectivo archivo y control posterior, así como cual el método para realizar las posibles correcciones. Al tener definido lo anterior se procede a la divulgación del procedimiento de Informe de los resultados con código USAC-CII-SEC-PR-101-221 y capacitación de los respectivos usuarios.

En adelante se presenta una propuesta de plan de implementación para alcanzar el objetivo de acreditación de la Sección de Metales y Productos Manufacturados. Estas actividades y plan únicamente se refieren a los requisitos de los procesos técnicos de la cláusula número 5, no incluyen el resto de requisitos de gestión enmarcados en la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.

Además hace las consideraciones necesarias para la implementación de la norma para este tipo de entidad, sin embargo su carácter gubernamental y sindicalizado, podría agregar al menos 12 meses más a este plan de implementación.

Tabla IV. Plan de implementación

Actividad	MES DE IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES													
	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6	0 7	0 8	0 9	1 0	1 1	1 2	1 3	1 4
Planteamiento del proyecto	X													
Aprobación de recursos	X													
Designación de responsables		X												
Campaña de sensibilización		X	X	X				X					X	X
Identificación de necesidades de capacitación		X	X											
Plan de formación				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Instalaciones y Condiciones Ambientales				X	X									

Continuación de la tabla IV.

Métodos de ensayo y calibración						X	X	X	X	X				
Equipos							X	X	X					
Trazabilidad								X	X	X	X			
Manejo de Items											X	X		
Aseguramiento de Calidad						X	X							
Informe de resultados				X	X									
Realizar auditorías Internas							X				X			
Acciones Correctivas y/o Preventivas								X	X	X		X	X	
Contactos con ente de acreditación											X		X	X
Auditoría documental														X
Auditoría Externa														X
Certificación														X

Fuente: elaboración propia.

## 2.5. Estimación de costos de implantación

Los costos que se presentan son incrementales, lo que significa es que se asume que inversiones como la formación de auditores internos, ya fue realizada y es un costo hundido, contándose con los mismos y los costos de sueldos de la coordinación de calidad del laboratorio ya existen y se seguirán erogando a lo largo del proyecto.

A continuación se presenta un resumen de los costos de implantación de los requisitos técnicos de la cláusula 5 de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 en el laboratorio de metales y productos manufacturados del CII.

Tabla V. **Presupuesto de implementación**

Actividad	MES DE EJECUCIÓN PRESUPUESTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Asesoría de implementación		Q.7 128		Q.7 128			Q.7 128
Campaña de Sensibilización		Q.2 000	Q.2 000	Q.2 000			
Plan de formación				Q.1 782	Q.1 782	Q.1 782	Q.1 782
Instalaciones y condiciones ambientales				Q.30 000			
Adquisición de equipo de protección					Q.4 500		
Adquisición de materiales de referencia							Q.4 000
Revisión y Calibración de equipos							
Informe de resultados				Q.750			
Auditoría de Acreditación							
Copia de Certificado							
Gastos de tramitación							
<b>TOTALES</b>	<b>Q.0</b>	<b>Q.9 128</b>	<b>Q.2 000</b>	<b>Q.41 660</b>	<b>Q.6 282</b>	<b>Q.1 782</b>	<b>Q.12 910</b>

Fuente: elaboración propia.

Continuación Tabla V. **Presupuesto de implementación**

Actividad	MES DE EJECUCIÓN PRESUPUESTO							Total
		9	10	11	12	13	14	
Asesoría de implementación	Q.7 128	Q.7 128	Q.7 128	Q.7 128	Q.7 128	Q.7 128	Q.7 128	Q.71 280
Campaña de Sensibilización	Q.2 000					Q2 000	Q.2 000	Q.12 000
Plan de formación	Q.1 872	Q.1 872	Q.1,872	Q.1 872	Q,1 872	Q.1 872		Q.17 820
Instalaciones y condiciones ambientales								Q.30 000
Adquisición de equipo de protección								Q.4 500
Adquisición de materiales de referencia								Q.4 000
Revisión y Calibración de equipos		Q.12 500						Q.12 500
Informe de resultados								Q.750
Auditoría de Acreditación							Q48,600	Q.48 600
Copia de Certificado							Q4,050	Q.4 050
Gastos de tramitación							Q2,500	Q.2,500
<b>TOTALES</b>	<b>Q.10 910</b>	<b>Q.21 410</b>	<b>Q.8 910</b>	<b>Q.8 910</b>	<b>Q.8 910</b>	<b>Q.10 910</b>	<b>Q64 278</b>	<b>Q.208 000</b>

Fuente: elaboración propia.

Este presupuesto fue construido en base a cotizaciones con consultores, sondeos del mercado y consultas a entes de acreditación, además de estimaciones para la adecuación de instalaciones. Se consideró que los procedimientos son realizados completamente por el personal existente. Si durante la revisión de perfiles y la cuantificación de actividades se logra determinar que el personal no sería suficiente debido a las nuevas atribuciones entonces, habría que agregar estos costos.

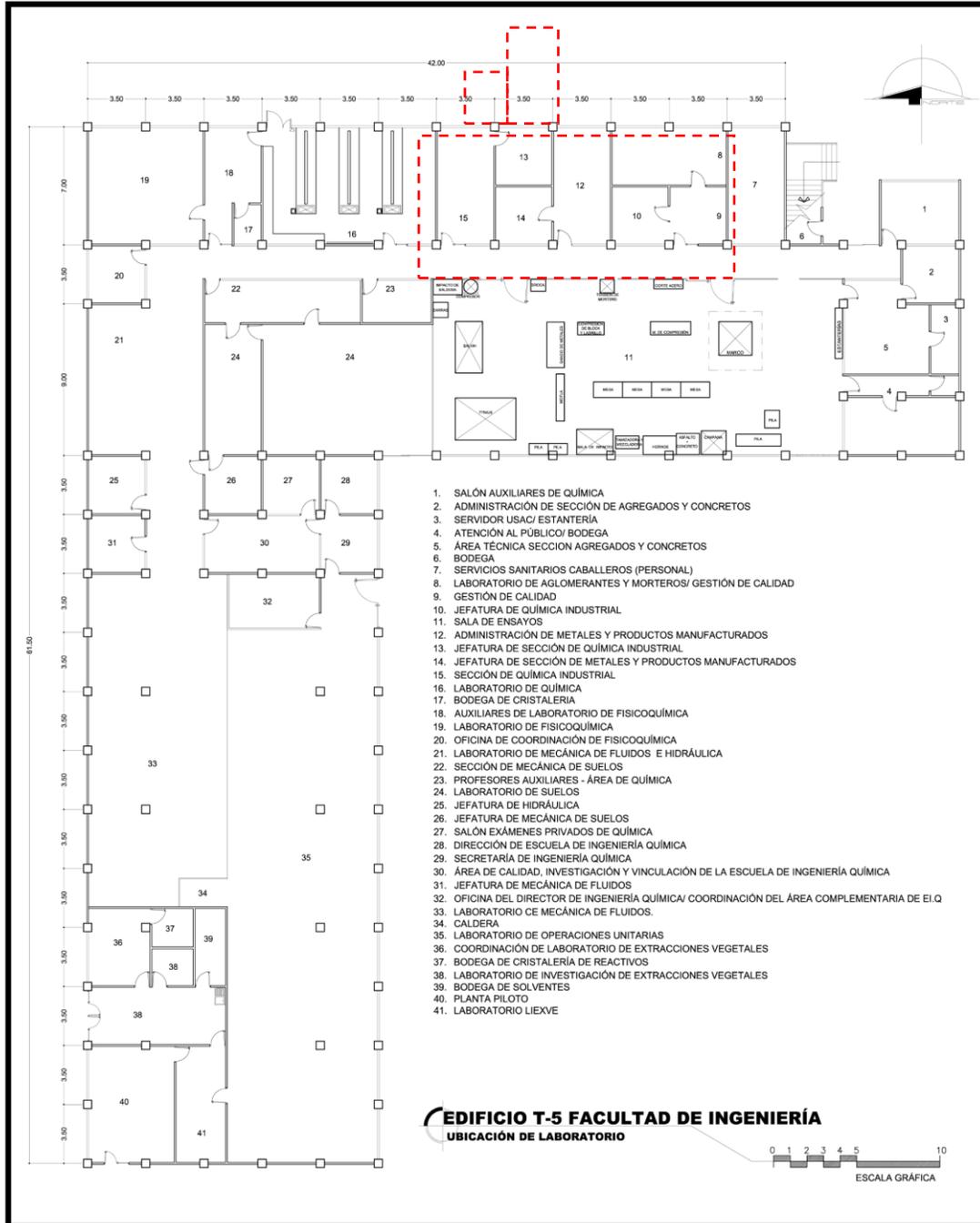


### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Antecedentes de desastres en la Sección de Metales y Productos Manufacturados**

La Sección de Metales se encuentra ubicada dentro del actual edificio del CII y consta de una oficina y un área de ensayos, separada por un corredor y malla que circula al área de ensayos. El plano de todo el CII, se presenta en la figura siguiente y remarcada la sección de metales y productos manufacturados:

Figura 18. Plano general CII



Fuente: CII. Edificio T-5 plano de ubicación de laboratorio.

Como antecedentes de desastres a los que ha estado expuesta dicha Sección se puede mencionar el terremoto de 1976, huracán Mitch en 1998, huracán Stan en 2005, la erupción del volcán de Pacaya que arrojó cenizas a la ciudad capital y la tormenta tropical Agatha en 2010. Lo anterior podría clasificarse como lo más crítico, de allí en adelante únicamente han existido sismos como riesgos menores y factores de riesgo de la categoría laboral.

### **3.1.1. Por ubicación geográfica**

Por ubicación geográfica se está expuesto principalmente a sismos, ya que la ubicación de la facultad, en la ciudad universitaria se encuentra acomodada, sobre una superficie plana sin colinas, con barrancos a por lo menos 200 metros de distancia del edificio T-5 y una carretera a doble carril de por medio entre ambos, lo cual reduce el riesgo de deslaves e inundaciones. El riesgo de inundaciones ante una tormenta es menor dado el sistema de drenajes y caídas de agua.

### **3.1.2. Por actividad del laboratorio**

Las condiciones inseguras que provocan factores de riesgos que pueden dar lugar a una emergencia de categoría importante no tanto por las actividades inherentes a la Sección de Metales, sino al entorno inmediato de este, podrían ser incendios o fuga de algún gas usado en los laboratorios químicos.

En el ámbito de la categoría laboral, aunque fuera del alcance de esta fase de investigación y que pertenecen a una categoría de riesgo menor por el número de personas bajo amenaza, principalmente podrían identificarse los siguientes:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.
- Espacios limitados para pasillos en las oficinas.
- Riesgos auditivos por ruptura de especímenes de metal.
- Contacto accidental con el equipo o el espécimen en movimiento.
- Atrapamiento con los órganos de movimiento de la máquina.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Sobreesfuerzos por carga.

### **3.2. Diseño de plan de contingencia**

Para desarrollar un plan de contingencia es necesario conocer las generalidades del mismo, con el fin de obtener un plan correctamente aplicable a la Sección de Metales y Productos Manufacturados del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### **3.2.1. Diagnóstico de riesgos**

Para realizar el diagnóstico se parte de los antecedentes de riesgos identificados en la Sección de Metales y Producto Manufacturados, se evalúa cualitativamente cuales son los riesgos que han sucedido con mayor frecuencia históricamente hablando y en función de esto se priorizo cuales son los que tienen más probabilidades de ocurrencia.

Paralelamente se evaluó sobre una escala de 1 a 4 cuál sería el impacto que tendría sobre la cantidad de personas que confluyen en la Sección, si se llegarán a materializar. Finalmente y a partir de la función  $\text{Riesgo} = \text{Impacto} * \text{Probabilidad}$ , se genero la siguiente tabla:

Tabla VI. **Evaluación de riesgos**

<b>Nombre del riesgo</b>	<b>Impacto</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Riesgo</b>
Depresión Tropical/ Tormenta/ Huracán	1	35%	0.35
Incendio	2	15%	0.30
Sismos	1	30%	0.30
Accidentes	1	30%	0.30
Fuga de gas o contaminación química	2	10%	0.20
Terremoto	3	5%	0.15

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados de la función de riesgo, se priorizan los cuatro principales riesgos por su posible impacto en la cantidad de personas que saldrían afectadas de concretarse. Resultando que el plan de contingencia será diseñado para los siguientes riesgos:

- Depresión tropical / tormenta / huracán (inundación)
- Incendio
- Sismos
- Accidentes laborales

### **3.2.2. Información general**

El plan de contingencia que se presenta a continuación es resultado de una investigación de campo, evaluación cuantitativa y cualitativa de los riesgos involucrados en la Sección de Metales y Productos Manufacturados del CII y tiene como objetivo la prevención y respuesta ante los riesgos y situaciones de emergencia resultantes de estos, los cuales son incendios, fuga de gas o contaminación química, sismos y accidentes laborales. Para esto se enunciará previamente cual es el procedimiento de gestión de emergencia de cara a las instituciones públicas encargadas y a la legislación guatemalteca en la que se ampara esto.

### **3.2.3. Instituciones que rigen los planes de emergencia**

El plan de contingencia debe ser ejecutado por los responsables del laboratorio del CII y apoyado por la Facultad de Ingeniería a nivel financiero y logístico para que pueda ser realidad, sin embargo es necesario que además se involucren entidades externas que sumadas a este esfuerzo logren reducir los impactos que se generen al momento de un desastre, tales como:

- Estado de Guatemala
- INSIVUMEH
- CONRED
- Consejo Superior Universitario
- Comité de Seguridad e Higiene de la Facultad de Ingeniería

Adicionalmente cuerpos de socorro como Bomberos Municipales y Voluntarios son entidades clave al momento de una catástrofe o una emergencia.

### **3.2.4. Legislación guatemalteca**

La legislación guatemalteca, los reglamentos y normativas son el marco legal bajo el cual opera el CII y en lo relativo a los desastres y emergencias se incluyen los artículos que aplican a continuación:

- Constitución Política de la República de Guatemala en los artículos 1, 2, 3, 44, 94.
- Decreto 109-96 - Ley de CONRED
- Código de Trabajo Higiene y Seguridad en el trabajo en artículo 197.
- Acuerdo 1002 - Reglamento Sobre Protección Relativa a Accidentes del IGSS, en artículos 7 y 14.
- Normativo del Comité de Seguridad e Higiene de la Facultad de Ingeniería, en sus artículo 17.

### **3.3. Implementación del plan de contingencia**

El plan de contingencia para la Sección de Metales y Productos Manufacturados del edificio T5 del Centro de Investigaciones de Ingeniería, debe establecer directrices en las que el personal, los estudiantes y las personas que lo visitan deben guiarse en caso de que ocurra un desastre, las cuales se detallan a continuación en los diversos escenarios que puedan darse.

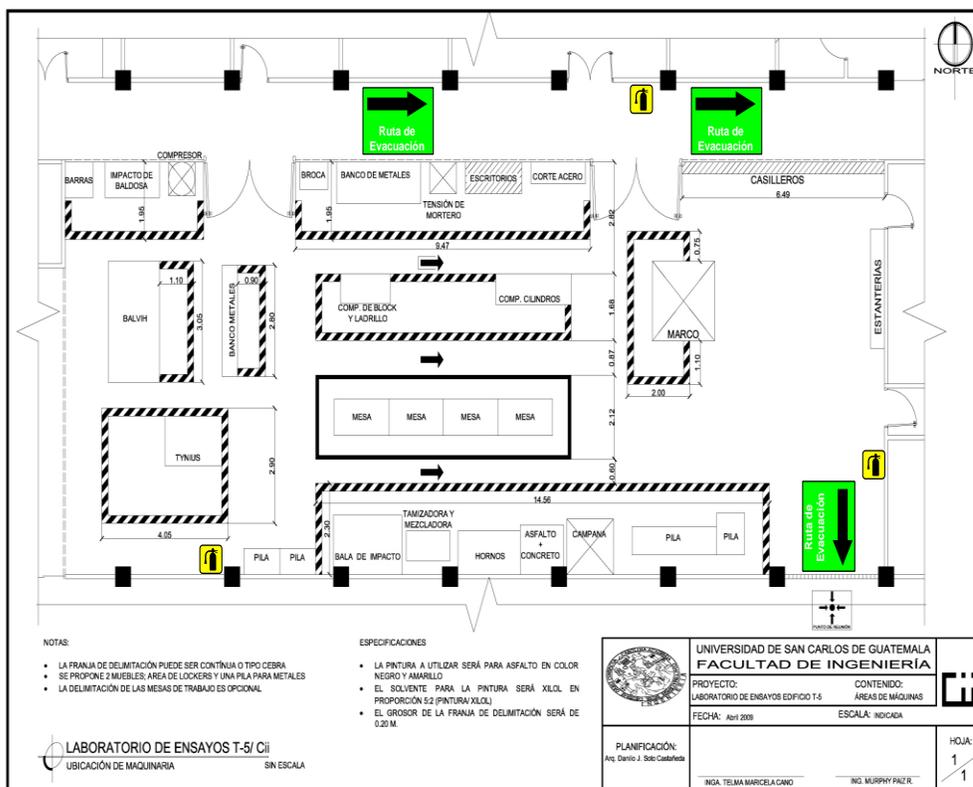
#### **3.3.1. Señalización de rutas de evacuación**

Las rutas de evacuación por su naturaleza, deben ser amplias, expeditas y lo más directas hacia una zona segura, en la Sección de Metales y Productos Manufacturados la zona segura se encuentra al frente del edificio T-5, atrás del auditorio Francisco Vela, en el centro del parqueo de catedráticos. Dado que

este punto se encuentra alejado de edificios altos, sin riesgo de caída de cristales, de caída o desprendimiento de paredes. Además se encuentra lo suficientemente alejado de la Sección en dado existiera algún incendio.

La ruta de evacuación recomendada es a través de la Sección de Metales y por la puerta ancha, la segunda ruta de evacuación (considerada secundaria) en caso este cerrado la puerta principal, sería por la entrada que está frente a las gradas principales del T3, siendo la menos recomendable por salir al patio frente a dicho edificio. A continuación se presenta las rutas y señalización recomendada:

Figura 19. Rutas de evacuación y extintores



Fuente: CII. Señalización sobre plano del Arq. Danilo J. Soto Castañeda.

### **3.3.2. Plan de contingencia en caso de terremoto**

Plan de contingencia previo a un terremoto

El plan de contingencia previo a un terremoto, principalmente buscar reducir las condiciones inseguras que pueden existir en el área sujeto de análisis, reducir el riesgo y eliminarlo de ser posible. El diagnóstico realizado sobre el área del laboratorio de metales y productos manufacturados así como el área de gestión de calidad y administrativa destaca:

- Actualmente el edificio T-5 no posee escaleras de emergencia, sin embargo debido a su ampliación y aumento de actividades se recomienda, la instalación de escaleras externas de emergencia para no sobre cargar las únicas existentes.
- Si en caso lo anterior en el corto plazo no fuese posible, es necesario liberar las gradas que conducen actualmente al segundo nivel del edificio T-5, ya que actualmente poseen una puerta de barrotes que al cerrarse limita el descenso de cualquier persona desde el segundo nivel.
- Evaluar el ancho y largo de las gradas y su huella, ya que son estrechas y generan un riesgo al momento de una evacuación masiva.
- La Sección de la Gestión de Calidad se encuentra hacinada, con espacios y corredores limitados por lo que se recomienda su rediseño.
- Completar la señalización de rutas de emergencia y publicar los planes y recorridos de la evacuación.

- Es necesario la organización y realización de simulacros por parte del personal del área de forma que se puedan desarrollar las habilidades para responder durante el sismo y posterior a este.

#### Plan de contingencia durante un terremoto

El plan de contingencia durante un terremoto o sismo de gran intensidad es el siguiente:

- Tome control de la situación y tranquilícese.
- Quédese donde esté, únicamente aléjese de ventanas, máquina, el puente de grúa, mobiliario que pueda caer sobre usted y busque las paredes de pasillo.
- Si está en un área pública con más gente, no corra, evite la histeria colectiva.
- Si está ubicado en el área de parqueo del CII o fuera aléjese de postes, alambrados, edificios, ventanas y árboles.
- Si se encuentra frente a la salida de emergencia que da al parqueo y esta se encuentra abierta, diríjase al área segura.

#### Plan de contingencia después de un terremoto

El plan de contingencia después de un terremoto o sismo de gran intensidad es el siguiente:

- Mantener la calma y pensar que es lo que procede.
- Tranquilizar a todos los demás.
- Si está herido o atrapado haga ruido para recibir ayuda.
- Hacer un reconocimiento visual y auditivo, para ver si hay heridos o personas atrapadas.
- Cuidado al abrir puertas o ventanas, pueden haber muebles o paredes soportadas por estas.
- Administre primeros auxilios en caso sea necesario.
- No movilizar heridos graves, a menos que el riesgo al que estén expuestos sea mayor.
- Verificar si hay incendios, para extinguirlo o evacuar de inmediato si no es posible, alertando a todos.
- Asumir que la red eléctrica funciona y que las líneas están vivas.
- Verificar si hay fugas de gases, en caso de ser así, cierre la válvula que alimenta la fuga, solicite apoyo para abrir las ventanas y evacue por las salidas de emergencia.
- Inspeccionar si hay daños graves en la estructura.
- Examinar la red sanitaria, para ver si no existen fugas de agua y si funciona, para almacenar el agua.
- Sintonizar las radios de emergencia para esperar instrucciones.
- Este listo para que existan réplicas del sismo y comuníquese a todos.
- Ayude a las personas con impedimentos a caminar y encuentre formas de comunicarse con cualquier persona.
- Coopere con CONRED o con el cuerpo de socorro que lo asista en caso de heridos y colapso de estructuras.

### **3.3.3. Plan de contingencia en caso de tormenta o huracán**

Plan de contingencia previo a una tormenta o huracán

El plan de contingencia previo a una inundación provocada por una tormenta u huracán, debe realizarse con suficiente anticipación para poder realizar las correcciones o reparaciones físicas que se identifiquen según los riesgos determinados. En el área de laboratorio de metales y productos manufacturados se recomienda lo siguiente:

- Revisión de todas las bajadas de agua, para determinar su correcto funcionamiento y evacuación del agua.
- Revisión visual y física del techo del laboratorio desde abajo a contra luz para identificar posibles goteras, así como su reparación técnicamente correcta.
- Revisión física del techo durante la lluvia, para evaluar si no existen áreas de concentración de agua que provoquen una condición peligrosa, que posteriormente provoque la ruptura del techo.
- Revisión física y limpieza periódica de tragantes y cunetas de calles circundantes, a por lo menos 100 metros de radio del edificio para disminuir el riesgo de tapones provocados por desechos, basura, arena, cenizas o lodos.
- Revisión física de vidrios de ventanas buscando poder vidrios rotos que necesitan cambio, de manera de poder evitar el ingreso de agua por esa vía.
- Tan pronto la CONRED o los servicios nacionales de meteorología emitan un Boletín de Vigilancia de Tormenta o Huracán, será necesario la asignación de monitoreo diario y continuo por parte del comité de

seguridad de la facultad de ingeniería, para evaluar la evolución de las condiciones hidrometeorológicas, procediendo a la siguiente etapa.

#### Plan de contingencia durante una tormenta o huracán

El plan de contingencia bajo una condición de aviso de tormenta o huracán debe aplicarse de la siguiente manera:

- El Comité de Seguridad o su representante declarará un receso administrativo por caso de tormenta o huracán y ordenará que todas las labores administrativas y académicas que no tengan que ver con la preparación para la emergencia se detengan.
- El líder responsable determinará junto con el Comité de seguridad cuáles funcionarios deberán permanecer y transitar dentro del edificio. Además coordinará la supervisión final de las instalaciones, sobre el estado de preparación de las áreas.
- El personal de planta del CII que sea seleccionado asegurará los equipos (archivos, escritorios, computadoras) y materiales (documentos, papeles) asegurándose que éstos se coloquen lejos de las ventanas o filtraciones de agua.
- El líder responsable realizará una supervisión final de las condiciones.
- Una vez el comité de seguridad determina que existen las condiciones para generar una alarma de tormenta, depresión tropical o huracán, según sea el caso, debe activarse el plan de contingencia.

Tan pronto se determine, de acuerdo a la información que ofrezca el Servicio Nacional de Meteorología (INSIVUMEH para Guatemala), que el paso de la tormenta o huracán es inminente, se debe proceder de acuerdo a lo siguiente:

- El Comité de Seguridad determinará que personal deberán permanecer en las instalaciones del edificio (siendo la prioridad salvaguardar la vida, sobre los activos) y ordenará al Departamento de Seguridad de la Facultad de Ingeniería que asuma total control del acceso al edificio, por lo que no se permitirá el acceso a nadie sin la debida autorización del líder responsable.

#### Plan de contingencia después de una tormenta o huracán

Después de la tormenta o huracán, el plan de contingencia a aplicar será el siguiente:

- El Comité de Seguridad solicitará al personal designados a que inspeccione el edificio para identificar los riesgos eléctricos, químicos y estructurales antes de que puedan ser ocupadas nuevamente y que el personal pueda retornar a sus labores. De ser necesario, se coordinará con las Agencias de Seguridad Pública y con otros recursos externos que puedan brindar ayuda en estas labores.
- El líder de la emergencia realizará una evaluación de los daños para preparar y rendir informes de daños y pérdidas. El Director del CII gestionará los fondos que se utilizarán para la compra de materiales, equipo y servicios que se necesiten hasta culminar el proceso de recuperación.
- El Comité de Seguridad, junto al Director del CII y el decano de la Facultad de Ingeniería deben reunirse para evaluar las actividades efectuadas durante la emergencia y determinar la eficacia de las acciones tomadas.

- Se decidirán los cambios que se deben incorporar a los planes para el manejo de operaciones de emergencia que garanticen una mejor reacción ante futuras emergencias. Además, mantendrá un registro y archivo de todos los informes de daños y de otros documentos relacionados con el evento.

#### **3.3.4. Plan de contingencia en caso de incendio**

##### Plan de contingencia previo a un incendio

Los incendios son posiblemente, las situaciones de emergencia de mayor incidencia en cualquier tipo de organización o institución. Su magnitud puede variar desde un simple conato o pequeño incendio, fácilmente controlable, hasta incendios de grandes proporciones que pueden causar pérdidas de vida y propiedad. Este plan contempla que el personal del laboratorio metales y productos manufacturados, solo tratarán de controlar fuegos incipientes que puedan ser extinguidos o controlados con extintores de incendio portátiles y/o mangueras en los que han sido adiestrados. Incendios mayores deben ser controlados por los bomberos. En el plan de contingencia previo a un incendio, es necesario realizar un diagnóstico de riesgos correcto, para poder mitigar los mismos de la mejor forma posible.

En la mayor parte de los lugares de trabajo los riesgos son comunes y bastaría con mantener las medidas básicas de prevención de este tipo de riesgo. Estas medidas incluyen:

- El Comité de Seguridad de la Facultad de Ingeniería se asegurará de asignar una persona responsable de la gestión de las emergencias.

- El Director del CII debe asegurarse que el edificio cumpla con los requerimientos legales aplicables.
- El Comité de Seguridad de la Facultad de Ingeniería establecerá un programa de adiestramiento para los colaboradores sobre prevención de incendios, uso y manejo de extintores, así como de operaciones de evacuación de emergencia.
- El responsable de emergencia se guía en base a un plan de evacuación consensuado entre las distintas áreas y para el cual es necesario realizar simulacros al menos 1 vez al año.
- Es recomendable la publicación de diagramas del edificio que incluyan las rutas de evacuación debidamente visibles.
- Instalar detectores de humo (idealmente) o sistemas de alarma.
- Es necesario que dentro de las instalaciones del área del Laboratorio de Metales y Productos Manufacturados y sus oficinas existan al menos 3 extintores, categoría ABC y que se revisen al menos cada 6 meses, con una recarga anual, de manera que la presión y carga se mantengan en ellos.
- Al terminar el año si los extintores no han sido utilizados, se recomienda hacer prácticas de extinción de incendios entre los colaboradores para mantener vigente el entrenamiento y proporcionar un uso a los extintores.
- Mantener conexiones eléctricas revisadas y sin cables sueltos o tomacorrientes flojos.
- Es necesario mantener las áreas limpias, organizadas y con pasillos expeditos.
- El Comité de Seguridad o el responsable de emergencias designado se deben asegurar que todo el equipo de prevención y extinción, así como el sistema de alarma de incendios, se inspeccione anualmente por personal calificado.

- El Comité de Seguridad o el responsable de emergencias designado deben solicitar una inspección anual al Cuerpo de Bomberos y se asegurarán que se corrijan los señalamientos de vulnerabilidades detectadas.

Entre las instalaciones del CII hay varias áreas en donde el riesgo de incendio puede ser mayor, por lo que en estos lugares se tienen que tomar medidas preventivas más estrictas.

Estas medidas deben incluir un adiestramiento superior de las personas encargadas de esas áreas. Por ejemplo, las áreas colindantes al laboratorio de metales y producto manufacturado en donde se almacenan y utilizan sustancias químicas inflamables; lugares que utilizan gas propano o compuestos químicos y se almacenan cilindros o se acumulan materiales inflamables (documentos, papeles, cajas, plásticos) y así como equipos energizados. Tomando en cuenta estas situaciones debe asegurarse que en los lugares con mayor probabilidad y potencial de riesgo de incendio se tomen todas las medidas necesarias para mantener y proveer unas áreas de trabajo seguras.

#### Plan de contingencia durante un incendio

Durante una emergencia de incendio la máxima prioridad será proteger la salud y seguridad de todas las personas que se encuentren en las instalaciones del edificio. La evacuación de las áreas afectadas es el único medio práctico de proteger a las personas durante emergencias de incendios. Tan pronto en alguna de las instalaciones se dé el alerta, el aviso o la alarma de incendio, se procederá de desalojar de acuerdo al plan de evacuación.

La responsabilidad de dar alerta o aviso de emergencia de incendios está en manos de cualquier empleado o persona que detecte o tenga conocimiento

de que se ha desarrollado un incendio o conato de incendio. Tan pronto ocurra el alerta o aviso de incendio se procede de la siguiente manera:

- Activar la alarma de incendio
- El comité de seguridad debe solicitar la información para decidir si activar o no el plan de evacuación del edificio, según su magnitud.
- Solo los empleados que tengan certeza de poder tratar de extinguir o controlar el incendio deben utilizar los extintores portátiles apropiados.
- El Comité de seguridad o en su defecto el director del CII, asumirá la dirección y control de las operaciones de emergencia, coordinado con el Cuerpo de Bomberos de ser necesario.

#### Plan de contingencia después de un incendio

Después de una emergencia de incendio, se debe proceder de acuerdo a lo siguiente:

- El Comité de Seguridad debe evaluar los daños e investigar las causas que dieron margen al incendio con la ayuda del Cuerpo de Bomberos.
- La persona responsable de emergencias a cargo de las instalaciones rendirá al Comité de Seguridad y al Director del CII un informe de daños y todo lo sucedido.
- El Comité de Seguridad evaluará los informes y el proceso de respuesta a la emergencia para rendir un informe al Comité de Dirección.
- El Comité de Dirección revisará los informes y procederán a solicitar las acciones y gestiones necesarias para atender la situación.
- El responsable de emergencias reinspeccionará las áreas afectadas para determinar si es posible retornar a las actividades normales, luego de efectuadas las actividades de recuperación o restauración.

### 3.3.5. Plan de contingencia en caso de accidente

#### Plan de contingencia previo a un accidente

Los accidentes pueden ser individuales o de varias personas, tales como un accidente cualquiera o una emergencia provocada por una enfermedad. Previo a un accidente, lo importante es poder eliminar las condiciones inseguras y reducir al mínimo los actos inseguros, de manera que se reduzca la probabilidad de ocurrencia o que por lo menos pueda reducirse el impacto del accidente.

Las condiciones inseguras fueron mencionadas en el diagnóstico de terremotos, los “actos inseguros pueden reducirse mediante capacitación en los procedimientos correctos de operación del equipo y el uso de equipo de protección cuando así se defina. Además del debido entrenamiento del personal en primeros auxilios, que incluyan RCP”<sup>18</sup> y otras técnicas para salvaguardar vidas. Sin embargo nunca se está libre de riesgos de accidentes o emergencias personales.

#### Plan de contingencia durante un accidente

Por lo cual como plan de contingencia durante un accidente existirá siempre una persona que será la primera en la escena o la primera persona en reaccionar ante la emergencia. La primera persona que reacciona ante la emergencia, es la primera persona que decide participar en la atención de un lesionado o lesionados. Puede ser personal entrenado en emergencias o no.

---

<sup>18</sup> Reanimación cardiopulmonar (RCP). Fuente: Colaboradores de Wikipedia. Reanimación cardiopulmonar [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2011. Consulta: 12 de abril del 2011. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Reanimaci%C3%B3n\\_cardiopulmonar&oldid=45562665](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Reanimaci%C3%B3n_cardiopulmonar&oldid=45562665)>

Es el encargado de evaluar la escena, comenzar la revisión del lesionado y activar al servicio de bomberos. Las obligaciones de la primera persona en escena son:

- Tener el primer contacto con el lesionado, si el mismo está consciente puede iniciar una breve conversación acerca de su estado.
- Pedir ayuda, porque no siempre se puede trabajar adecuadamente solo.
- Revisar: realizar la evaluación primaria del paciente.
- Llamar: solicitar el apoyo de los cuerpos de emergencia adecuados.
- Atender: liberar la vía aérea. (Si está obstruida) o aplicar los primeros auxilios que la víctima o víctimas necesiten.
- RCP: en caso sea necesario iniciar RCP.
- Dar datos del padecimiento o atención a los bomberos al llegar, informando lo ocurrido, los síntomas manifestados, las causas y posibles complicaciones, aunque el paciente se mantenga estable.

Es muy importante la rapidez con la que el paciente reciba la atención adecuada. Ya que de esto dependerá la magnitud del daño y el pronóstico de supervivencia o secuelas al lesionado.

#### Plan de contingencia posterior a un accidente

Posterior al accidente, es necesario que el comité de seguridad y el personal a cargo del laboratorio de metales y productos manufacturados, si es que es la situación aplica:

- Realizar un reporte de descripción del accidente o situación de emergencia, para entrega al Comité de Seguridad y al director del CII.
- En este reporte evaluar si existieron condiciones inseguras o actos inseguros que provocaron el accidente. En el caso fuesen enfermedades

y la persona sea un empleado, debe tratar de investigarse los antecedentes de la persona y el tipo de tratamiento que posee al respecto, para determinar próximas medidas de prevención.

- Si en el caso anterior si existieron condiciones o actos inseguros, debe definirse un plan para la eliminación de estas condiciones o actos inseguros.
- Además también es necesario evaluar la respuesta del equipo a cargo de la emergencia y sus resultados, para identificar acciones de mejora.

### 3.4. Estimación de costos de implantación de plan de contingencia

Los costos de implantación de los distintos planes de emergencia son resultado del diagnóstico de la situación y de las inversiones o gastos asociados a la mitigación de los riesgos existentes en el área del laboratorio de metales y productos manufacturados:

Tabla VII. **Presupuesto de plan de contingencia**

Item	Costo U.	Cant.	Costo
Campaña de comunicación	Q.1 500	1	Q.1 500
Formación de brigadas de emergencia	Q.4 000	1	Q.4 000
Adecuación a instalaciones	Q.10 000	2	Q.20 000
Kits de emergencia	Q.800	3	Q.2 400
Alarmas de emergencia	Q.700	2	Q.1 400
Recarga a Extintores	Q.250	3	Q.750
Total			Q.30 050

Fuente: elaboración propia.

Para que un plan de contingencia se mantenga vigente es necesario que el personal lo conozca, sepa como acceder a él cuando sea necesario y que se realicen prácticas y simulacros del mismo, por lo cual es importante invertir en una campaña de comunicación con afiches, charlas y presentaciones que hagan conscientes al personal. Así mismo debe existir un equipo de personal capacitado que sepa responder a las emergencias, por lo cual es necesario invertir en formación de manera periódica de las BRE y del *kit* de respuesta a emergencias ya que existe rotación en el personal y además los colaboradores tales como alumnos y tesisistas no se mantienen por mucho tiempo. El costo por recarga de extintores es recurrente y anual.

## **4. FASE DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

De forma que el trabajo realizado a nivel del ejercicio profesional supervisado posea un efecto directo e inmediato sobre el área sujeta de investigación, se incluyó un ejercicio de formación para los colaboradores del laboratorio.

El principal objetivo de esta fase fue capacitar a dicho equipo de colaboradores de la Sección del Laboratorio de Metales y Productos Manufacturados del CII sobre:

- Introducción a la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 Requisitos técnicos de la norma (numeral 5).
- Seguridad Industrial y prevención de desastres.

### **4.1. Necesidades de capacitación**

Mediante el trabajo de campo se pudo determinar que el área recibió durante el 2008 una formación externa llamada Diplomado en Acreditación de Laboratorios de Ensayo, por parte del ingeniero Químico Estuardo E. Monroy Benítez esta formación permitió al coordinador de gestión de calidad la creación de un equipo tanto de personal interno como de apoyo con las bases para la implementación. Sin embargo el hecho de que ha existido rotación y que no todas las personas formadas se encuentran ya, se hace necesario el reforzamiento. Adicionalmente a nivel de prevención de desastres y planes de contingencia el conocimiento se pudo establecer como básico y general, con

ausencia de conocimientos como primeros auxilios y falta de práctica en el uso de extintores.

#### **4.2. Contenido de capacitación**

Para cumplimentar el objetivo definido en esta fase, se estableció los conocimientos mínimos que deben poseer los colaboradores en el laboratorio de metales y productos manufacturados, los cuales dividimos a continuación según tema:

##### Requisitos técnicos de la Norma 17025

- Requisitos técnicos e interpretación del capítulo 5 de la Norma ISO 17025
- Preparación de un lista de verificación
- Métodos de estimación de incertidumbre
- Trazabilidad con patrones internacionales
- Procesos de calibración

##### Seguridad industrial y prevención de desastres

- Primeros auxilios
- Resucitación cardiopulmonar (RCP)
- Uso de extintores
- Diseño e implementación de planes de contingencia

Actualmente la formación básica que es parte de los contenidos explicados anteriormente fueron impartidos interna y externamente, sin embargo para hacer posible la implementación de los procesos desarrollados

en este trabajo de graduación los recursos necesarios demandan mayor inversión como se explica en el numeral 2.5., de este trabajo de graduación.

El Fondo de Apoyo a la Ciencia y Tecnología (FACYT), es una línea del FONACYT, que está orientada al financiamiento de actividades que fortalezcan el desarrollo científico y tecnológico nacional, a la formación y capacitación del recurso humano, la estimulación de la creatividad, la difusión y la transferencia de tecnología.

Por lo cual es ideal buscar el apoyo del FACYT o alguna entidad internacional que financie dicha implementación. En el caso del FACYT a nivel de formación existen antecedentes de su apoyo para el CII.

#### **4.3. Planificación de capacitación**

La capacitación a la que se refiere esta parte es específicamente a la formación que fue posible realizar con recursos propios, la cual se determinó mediante la detección de necesidades de capacitación y se realizó de la siguiente forma:

Tabla VIII. **Plan de capacitación**

<b>Curso</b>	<b>Formador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Duración</b>	<b>Personal</b>
Primeros auxilios y RCP	Bomberos Voluntarios	Sep.-10	4 hrs	Sección de Metales
Uso de Extintores y planes de Emergencia	Bomberos Voluntarios	Sep.-10	2 hrs	Sección de Metales
Formación del comité de calidad, divulgación de procedimientos de control de documentos y requisitos técnicos (numeral 5) norma ISO179025	Ing. Oswin Melgar	Nov.-10	7 hrs	Sección de Metales

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Costos de capacitación**

A lo largo de este trabajo de graduación se determinaron los costos de capacitación implícitos, los cuales por el nivel de competencias del instructor y costo podrían ser susceptibles de financiamiento y se resumen a continuación:

Tabla IX. **Costos de capacitación**

<b>Descripción</b>	<b>Cant/ mes</b>	<b>Mes</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>Total</b>
Asesoría de implementación	16	10	Q.446	Q.71 280
Plan de formación y <i>coaching</i>	4	10	Q.446	Q.17 820
Formación de brigadas de emergencia	9	2	Q.4 000	Q.4 000
Total de costos para formación financiada				<b>Q.93 100</b>

Fuente: elaboración propia.

Los costos principales son provocados por la asesoría de implementación la cual difiere de las típicas formaciones, ya que dirige, acompaña y coordina todas las actividades para alcanzar el objetivo de la acreditación, siendo este su principal objetivo.

Las inversiones en este proyecto totalizan Q. 237 800,00 incluyendo proceso de certificación, formaciones e implementación de planes de emergencia. Y dado que el FACYT posee un monto máximo de fondos por proyecto de Q. 75 000,00 se tendría que buscar una opciones adicionales de financiamiento o donantes, para complementar el monto total del proyecto. En el caso de los contenidos mencionados en el numeral 4.2., son contenidos básicos los cuales fue posible impartir de forma interna y externa.



## CONCLUSIONES

1. Documentación de 12 procedimientos de acuerdo a los requisitos técnicos conforme al numeral 5 de la Norma COGUANOR NTG-ISO-IEC 17025 para la Sección de Metales y Productos Manufacturados para ensayo de barras de acero.
2. Comparación de la brecha de implementación para cada uno de los procesos del ensayo con los requisitos técnicos establecidos en la Norma COGUANOR NTG-ISO-IEC 17025 numeral 5.
3. Determinación del costo de implementación de los requisitos técnicos del laboratorio de Metales y Productos Manufacturados bajo la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.
4. Diseño de plan de contingencia para terremoto, tormentas e incendios, para la sección de Metales y Productos Manufacturados.
5. Capacitación del equipo de colaboradores de la Sección del laboratorio de Metales y Productos Manufacturados del Centro de Investigaciones de Ingeniería sobre introducción a la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 (Cap. 5), primeros auxilios y planes de emergencia.



## RECOMENDACIONES

1. Los procedimientos técnicos desarrollados para el laboratorio de Metales y Productos Manufacturados bajo la Norma COGUANOR NTG-ISO-IEC 17025, deben ser implementados por el jefe de la Sección de Metales y el jefe de la sección de Gestión de la Calidad.
2. Se debe realizar una campaña de comunicación interna por parte del jefe de la sección de Gestión de Calidad y la dirección del CII, al momento de iniciarse el proceso de certificación que aclare cuales son los beneficios esperados de un proyecto de esta índole, sobre todo orientada a reducir la resistencia interna y a incentivar el compromiso de todos los colaboradores.
3. El plan de contingencia para la Sección de Metales contra incendio, terremoto y accidentes debe de implementarse de forma sistemática por parte del jefe de la sección de Gestión de la Calidad conjuntamente con CONRED.
4. Los laboratoristas de la sección de Metales deben ser certificados como auditores internos de calidad en coordinación del jefe de sección de Gestión de la Calidad y el ente de acreditación nacional.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ASTM. *About ASTM: Standards worldwide home*. [en línea]. [ref. 30 de marzo 2010]. Disponible en Web: <<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index.shtml?E+mystore>>.
2. Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. *Arancel*. [en línea]. [ref. mayo 2010]. Disponible en Web: <[http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/sobrecii/arancel\\_completo.html](http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/sobrecii/arancel_completo.html)>.
3. COGUANOR. *Antecedentes*. [en línea]. [ref. 21 de marzo de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.coguanor.gob.gt/index.php?id=6>>.
4. \_\_\_\_\_. *Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad: Especificaciones COGUANOR NG 36011:2005*. Guatemala: COGUANOR, 2005. 21 p.
5. \_\_\_\_\_. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración: COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005*. Guatemala: COGUANOR, 2005. 49 p.
6. CUATRECASAS, Luís. *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. Barcelona: Gestión 2000, 1999. 348 p.

7. EVANS, James R.; LINDSAY, William M. *La administración y el control de la calidad*. 4a ed. México: Thomson, 2000. 785 p.
8. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. *Historia Facultad de Ingeniería*. [en línea]. [ref. 19 de marzo 2010]. Disponible en Web: < <https://www.ingenieria-usac.edu.gt/historia.php>>.
9. \_\_\_\_\_. *Historia Centro de Investigaciones de Ingeniería*. [en línea]. [ref. 17 de marzo 2010]. Disponible en Web: <[http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=150](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=150)>.
10. \_\_\_\_\_. *Historia Universidad de San Carlos*. [en línea]. [ref. 27 de marzo]. Disponible en Web: <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Universidad\\_de\\_San\\_Carlos\\_de\\_Guatemala&oldid=45157252](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Universidad_de_San_Carlos_de_Guatemala&oldid=45157252)>.
11. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: Mc Graw-Hill, 2005. 459 p.
12. GRAMAJO RODAS, Arnoldo Mizael. *Diseño de un sistema de mejoramiento y control de calidad en el área de servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Centro de Investigaciones de Ingeniería, 2010. 24 p.
13. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2007. 363 p.

14. LÓPEZ RAMOS, Augusto Eliseo. *Lineamientos para la acreditación de la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración según ISO 17025*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 219 p.
15. MARBÁN, Rocío; PELLECCER, Julio A. *Metrología para no-metrólogos*. Guatemala: Piedra Santa, 2001. 128 p.
16. RINCÓN FIGUEREDO, Lina Paola; FAJARDO SANABRIA, Felipe. *Como implementar un sistema de gestión práctico y eficaz en laboratorios de ensayo y calibración*. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2004. 100 p.



# ANEXOS

## ANEXO 1

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Pagina:1 de 18
---	--	---

COPIA NO CONTROLADA

**Procedimiento:**

**PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION Y/O MODIFICACION DE  
DOCUMENTOS  
(USAC-CII-DIR-PR-001)**

**Versión 01**

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por: <b>Inga. Telma Maricela Cano Morales</b>	Directora CII/USAC		
Revisado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		
Elaborado por: <b>Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández</b>	Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad CII/USAC		

**Rige a partir de: 30 de julio de 2010**

Continuación del anexo 1.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:2 de 18
---	--	---

NUMERAL	INDICE	PAGINAS
0	Índice	2
1	Objetivo	3
2	Alcance	3
3	Responsabilidad	3
4	Documentación y datos relacionados	4
5	Definiciones	4
6	Procedimiento	5
6.1	Estructura de la Codificación	5
6.2	Estructura de documentos, manuales, procedimientos, instrucciones, métodos de trabajo y formatos de registro	8
6.3	Formato de presentación de manuales, procedimientos e instrucciones	11
6.4	Elaboración de formatos y registros	15
6.5	Elaboración y aprobación de solicitudes para elaborar y/o modificar un documento existente	16
6.6	Elaboración, revisión y aprobación de documentos	17

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01
	Pagina: 2 de 18

Continuación del anexo 1.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p>Página:3 de 18</p>
---	--	---

**1. OBJETIVO**

Este instructivo establece los lineamientos básicos que deben seguirse en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (el cual será referido en adelante como el Centro) para la codificación, formato y estructura de manuales, registros, procedimientos, instrucciones, formatos, planes y métodos de trabajo, y otros documentos que forman parte del Sistema Documental y de Organización.

**2. ALCANCE**

Aplica para la Elaboración y/o Modificación de Manuales de todas las áreas del Centro, registros, procedimientos, instrucciones, formatos, planes y métodos de trabajo; así como para la codificación de todos los documentos.

**3. RESPONSABILIDAD**

- 3.1 Los Directores Técnicos de cada Sección, junto con su personal, deberán elaborar y revisar la documentación Técnica del Sistema Documental para su aprobación final, por la Coordinación del Sistema de Gestión de la Calidad.
- 3.2 Todo el personal del Centro es responsable de la ejecución del Sistema Documental.
- 3.3 Es responsabilidad de la Coordinación del Sistema de Calidad, velar por el cumplimiento de los requisitos de este procedimiento cada vez que se apruebe la creación o cambio en un documento.
- 3.4 Es responsabilidad de la Dirección la aprobación de los documentos del Sistema de Gestión de la Calidad.

<p>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</p>	<p>(USAC-CII-DIR-PR-001) Versión 01</p>
	<p>Página: 3 de 18</p>

Continuación del anexo 1.

	<p style="text-align: center;">CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 <p style="text-align: center;">Página: 4 de 18</p>
---	--	--

4. DOCUMENTACION Y DATOS RELACIONADOS

Código	Nombre del documento o dato
USAC-CII-DIR-PR-002	Procedimiento para Control de Documentos y Registros
USAC-CII-DIR-PR-003	Procedimiento para Control de Registros de Calidad
USAC-CII-DIR-PR-004	Procedimiento para la Elaboración y/o Modificación de Planes y Métodos de Trabajo
USAC-CII-DIR-FO-001	Formato de Elaboración de Documentos
USAC-CII-DIR-FO-002	Solicitud para la Elaboración o Modificación de Documentos
USAC-CII-DIR-FO-003	Formato de Control de etapas para la elaboración de Documentos

5. DEFINICIONES

- 5.1 **Versión:** Define el estado de vigencia del documento o del dato y se indica mediante un número de dos dígitos correlativos, el cual varía cuando se realizan cambios dentro del documento.
- 5.2 **Procedimiento:** Documento que describe los fundamentos e interrelaciones de las distintas funciones y procesos, contiene descripciones generales de las responsabilidades y autoridad para un proceso en general; así como la serie de pasos o acciones necesarias para lograr un fin general.
- 5.3 **Instrucción:** Documento derivado de un Procedimiento, que describe en forma más específica la serie de pasos o acciones necesarias para lograr un fin específico.
- 5.4 **Plan:** Documento que indica las operaciones a realizar en un orden definido, para la elaboración de las diferentes actividades a programar por el Centro.
- 5.5 **Lista maestra:** Documento o registro original aprobado que pertenece al Sistema del cual se derivan las copias controladas de dicho documento.
- 5.6 **Método de Trabajo:** Documento que describe cada una de las instrucciones técnicas y/u operaciones a seguir en ellos, para la elaboración de las diferentes actividades del Centro.

<p style="text-align: center;">Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</p>	<p>(USAC-CII-DIR-PR-001)</p>
	<p>Versión 01 Página: 4 de 18</p>

Continuación del anexo 1.

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	 Página:5 de 18
---	--	---

5.7 **Documento externo:** Todo documento consultado que no pertenece al Sistema de Gestión de la Calidad.

5.8 **Formato:** Documento originado de un procedimiento en el que se establece la información que debe recopilarse para el cumplimiento y control de una actividad en particular. Una vez completados se convierten en registros de calidad y su control se realiza a través del **USAC-CII-DIR-PR-003, Procedimiento para Control de Registros Técnicos y de Calidad.**

5.9 **Registro:** Un registro es un conjunto de campos que contienen la información recopilada.

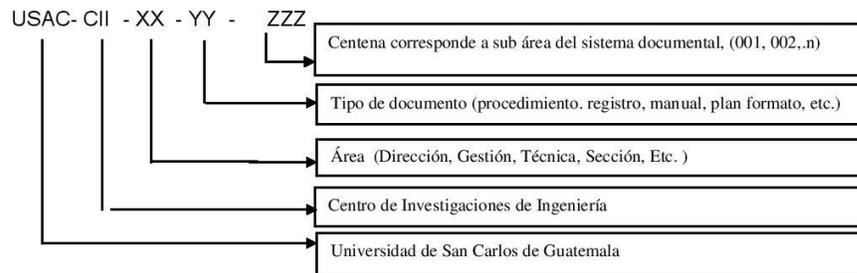
5.10 **Manual de Calidad:** Es el documento principal del Sistema documental en el cual se establece la Misión, Visión y Políticas. Describe el Sistema de la organización y directrices generales de su funcionamiento

**6. PROCEDIMIENTO: ELABORACIÓN Y/O MODIFICACION DE DOCUMENTOS**

**6.1 ESTRUCTURA DE CODIFICACION**

**6.1.1 CODIFICACION**

Para identificar todos los documentos del Centro se utilizará un código alfanumérico, estructurado de la siguiente manera:



<p>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</p>	<p><b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01</p>
	<p>Página: 5 de 18</p>

Continuación del anexo 1.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página:6 de 18
---	---	---

**6.1.2**

- 6.1.2.1 **Área:** Identifica el área de trabajo de aplicación del documento a que se refiere dentro del Centro, según lo establecido en la siguiente tabla
- 6.1.2.2 **Sub-Área:** La Sub-división se asignara por la determinación de un rango dado por los códigos numéricos.
- 6.1.2.3 **Número:** Número de correlativo asignado a la documentación según el Área y Sub-Área de trabajo.

Área	Sub-área	Numero
DIRECCIÓN DIR	Sistema Documental	001-100
	Auditorias	101-150
	<b>RECURSOS HUMANOS</b>	
	Perfiles de puestos	151-200
	Organización	201- 250
	Capacitación	251-300
	<b>COMPRAS</b>	
	Cotizaciones	301-350
	Compras	351-400
	Proveedores	401-450
	<b>INVENTARIOS</b>	
	Altas de inventarios	451-500
	Bajas de inventarios	501-550
	Mobiliario y Equipo	551-600
<b>MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA GENERAL DE INSTALACIONES Y EQUIPOS</b>		

Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>
	Versión 01
Pagina: 6 de 18	

Continuación del anexo 1.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:7 de 18
---	--	---

DIRECCION DIR	Instalaciones generales (electricidad, agua, tierra física, etc). Vehículos Equipo de cómputo Mobiliario Edificios (pintura, limpieza, mantenimiento) Medio Ambiente(ventilación, iluminación, tránsito, contaminación, etc) Seguridad Industrial (planes de seguridad, higiene, plan de contingencia, señalización industrial).	601-650  651-700 701-750 751-800 801-850  851-900  901-950
	<b>SERVICIO AL CLIENTE</b>	
	Atención al Cliente	951-999
CONCRETOS CO	Documentos Generales y Ensayos	001-100
METALES ME	Documentos Generales y Ensayos	101-200
SUELOS SU	Documentos Generales y Ensayos	201-300
QUIMICA INDUSTRIAL QIND	Documentos Generales y Ensayos	301-400
GESTION DE LA CALIDAD GC	Documentos Generales y Ensayos	401-450
TECNOLOGIA DE LA MADERA TMAD	Documentos Generales y Ensayos	451-500
TOPOGRAFIA Y CATASTRO	Documentos Generales y Ensayos	501.550
METROLOGIA ELECTRICA	Documentos Generales y Ensayos	551-600

6.1.2.4 **Tipo de Documento:** Identificará el documento a que se refiere según lo establecido dentro de cada área, como se muestra a continuación

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01
	Pagina: 7 de 18

Continuación del anexo 1.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA          FACULTAD DE INGENIERÍA          UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:8 de 18
---	--	---

<b>Código alfabético</b>	<b>Tipo de documento</b>
MA	Manual
PR	Procedimiento
IN	Instrucción
RG	Registro
PL	Plan
MT	Método de trabajo
FO	Formato
EN	Ensayo
DG	Documentos Generales
PO	Política
PRG	Programa
OBJ	Objetivo
ACC	Acta de Comité de Calidad

Ejemplo: *USAC-CII-DIR-PR-001 = Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Investigaciones de Ingeniería-Dirección-Procedimiento No.001*  
*USAC-CII-QUIND-301 = Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Investigaciones de Ingeniería - Ensayos –Reactividad Potencial- No.301*  
*USAC-CII-SE-AC-952 = Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Investigaciones de Ingeniería - Servicio –Atención al Cliente No.952*

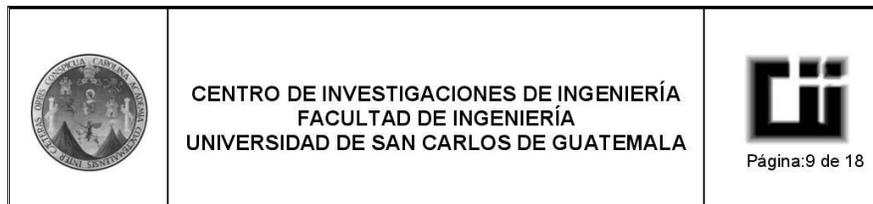
**6.2 ESTRUCTURA DE DOCUMENTOS, MANUALES, PROCEDIMIENTOS, INSTRUCCIONES, METODOS DE TRABAJO Y FORMATOS DE REGISTRO**

6.2.1 En el Centro, los capítulos de Manuales, Procedimientos e Instrucciones están estructurados en las siguientes secciones:

- 0. Índice.
- 1. Objetivo.

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>
	Versión 01 Pagina: 8 de 18

Continuación del anexo 1.



2. Alcance.
3. Responsabilidad.
4. Documentos y Datos Relacionados.
5. Definiciones.
6. Contenido, Procedimiento o Instrucción.
7. Anexos (cuando sea necesario).

*Notas: Cuando en las secciones "Documentos y Datos Relacionados" y "Definiciones" se determina que no es necesario incluir información debido a que no aplica se debe escribir los títulos de los apartados pero se llenarán con la leyenda "No aplica".*

6.2.2 Un breve concepto de cada una de las secciones se explica a continuación:

6.2.2.1 **INDICE**

Parte del documento donde se describen de manera general los principales temas que lo conforman.

6.2.2.2 **OBJETIVO**

El objetivo establece una breve descripción de lo que se pretende lograr con el documento, indicando lo que éste regula, para qué sirve, y la importancia del mismo.

6.2.2.3 **ALCANCE**

El alcance describe cuándo y en qué medida se aplica el documento definiendo los límites de aplicación, servicios, procesos o funciones a que está dirigido, y en algunos casos, a cuales excluye.

6.2.2.4 **RESPONSABILIDAD**

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01
	Página: 9 de 18

Continuación del anexo 1.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página:10 de 18
---	---	--

En esta sección se define brevemente la responsabilidad específica de la(s) persona(s) encargada(s) de velar por el cumplimiento del documento.

**6.2.2.5 DOCUMENTOS Y DATOS RELACIONADOS**

En este apartado se escriben todas las referencias incluidas en el documento, como son:

- Procedimientos, Manuales, Instrucciones, Formatos, y Documentos Internos o Documentos Externos..

Se debe utilizar una tabla con dos columnas para listar los códigos y los nombres de los documentos. Se encabezará la tabla con la primera fila como título, en fondo negro y letras blancas fuente Arial 12 cursiva.

Código	Nombre del documento o dato

**6.2.2.6 DEFINICIONES**

Deben definirse los principales conceptos, expresiones y abreviaturas utilizados en el documento, deben ir en negrita y cursiva.

**6.2.2.7 CONTENIDO DE PROCEDIMIENTO O INSTRUCCIONES:**

Para escribir los procedimientos o las instrucciones, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Enumere en forma general las etapas que forman parte del procedimiento o instrucción.

Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01
	Pagina: 10 de 18

Continuación del anexo 1.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:11 de 18
---	--	--

- b) **Describa y analice cada etapa:** ¿Qué actividad se hace?, ¿Cuándo?, ¿Quién es el responsable? Y ¿Cómo lo hace?
- c) **Defina para cada actividad los formatos, instrucciones y otros documentos o datos que requiere el procedimiento para funcionar.**
- d) **Referencia a otros documentos:** Al mencionar los documentos que se utilizan en los procedimientos o instrucciones, debe hacerse la referencia indicando el código del documento y su nombre, por ejemplo: ***USAC-CII-CO-FO-101 Formato de Ensayos del área de Concretos*** . Las referencias a documentos deben aparecer en negrita y cursiva

### 6.3 FORMATO DE PRESENTACIÓN DE MANUALES, PROCEDIMIENTOS E INSTRUCCIONES

Para documentar manuales, procedimientos e instrucciones se establecen los siguientes elementos de formato:

#### 6.3.1 PORTADA

• **Encabezado principal de la portada:**

- Los logotipos de La Universidad de San Carlos de Guatemala, al lado izquierdo y el del Centro de Investigaciones de Ingeniería, al lado derecho.
- Identificación del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el centro, en letra mayúscula Arial 12 en negrita.
- El número de páginas expresado de la siguiente forma: N de T, donde N es el número correlativo de la páginas y T el total de paginas en el documento, abajo del escudo del logotipo de Investigaciones de Ingeniería en letra Arial 12.

Como se muestra en el siguiente ejemplo:

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01
	Página: 11 de 18

Continuación del anexo 1.

	<p style="text-align: center;"><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p style="text-align: center;">Página: 12 de 18</p>
---	---	---

	<p style="text-align: center;"><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p style="text-align: center;">Página: N de T</p>
---	---	---

**6.3.1.1 Cuadro de título del documento:** Contiene información sobre el código y título del documento, así como el número de versión. El cuadro se localiza debajo del encabezado principal de la portada, con la fila de identificación superior en fondo negro, al lado izquierdo, con fuente Arial 12, color blanco en cursiva. El título del documento se colocará centrado, por debajo de dos líneas en fuente Arial 12; La letra será mayúscula en negrita, el código del documento según lo establecido en la sección 6.1.1. La versión del documento en negrita y la letra inicial con mayúscula. La estructura general es la siguiente:

<b>Procedimiento:</b>
<p><b>PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION Y/O MODIFICACION DE DOCUMENTOS, (USAC-CII-DIR-PR-001)</b></p> <p><b>Versión 01</b></p>

**6.3.1.2 Matriz de responsabilidades, fechas y firmas de elaboración, revisión, aprobación y vigencia:** Presenta la información sobre los responsables de la elaboración, revisión y aprobación del documento,

<p><b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b></p>	<p><b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01</p>
	<p>Página: 12 de 18</p>

Continuación del anexo 1.

	<p style="text-align: center;"><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 <p style="text-align: right;">Página:13 de 18</p>
---	---	---

así como las fechas de finalización de dichas actividades y la firma de los responsables. Adicionalmente se coloca una casilla de vigencia en la cual se estipula la fecha de entrada del documento. Cada vez que se realiza una modificación cambia de versión y fecha. La matriz se localiza debajo del cuadro de título del documento, y la fila de identificación de cada columna, con fuente Arial 12 en negrita. La identificación de cada fila deberá ir con la misma fuente y los nombres de responsables en negrita. Ejemplo:

RESPONSABLE	CARGO:	FECHA	FIRMA
Aprobado por:			
Revisado por:			
Elaborado por:			

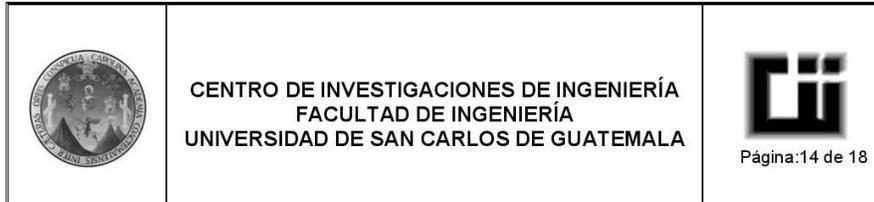
***Rige a partir de: dd mm aa***

**6.3.2 IDENTIFICACION DEL RESTO DE PÁGINAS**

- En la parte inferior como pie de página, se coloca el documento en una tabla con dos columnas y dos filas, con estilo de línea continua, y ancho de ½ punto.
- En la parte izquierda del cuadro se identificara el tipo de documento con letra inicial mayúscula.
- En la parte superior derecha, el código del documento, (sección 6.1.1).
- El número de versión del documento, que debe coincidir con el de la portada, se coloca abajo del código del documento.

<p style="text-align: center;"><b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b></p>
	<p style="text-align: center;">Versión 01 Pagina: 13 de 18</p>

Continuación del anexo 1.



- En la parte inferior derecha se coloca el número de páginas expresado como: N de T Sección 6.3.1.1.
  - Todo con tipo de letra Times New Roman, numero 10.
- Como se muestra en el siguiente ejemplo:

Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>
	Versión 01
	Página: N de T

**6.3.3 LETRA DE TEXTO Y DE TITULOS**

- El tipo de letra a utilizar es Arial tamaño 12, a espacio sencillo y justificado.
- Los títulos de las secciones deben ir con todas sus letras en mayúscula, en negrita y con tamaño 12. En el caso de los títulos de los índices de sección o de subsección, los títulos deben ir escritos en mayúscula, negrita y cursiva, con la sangría predeterminada, según la jerarquía y nivel de los títulos y/o sub-títulos.

**6.3.4 PRESENTACION DE NOTAS**

Las notas se presentan encerradas en un cuadro. Cuando se hace necesario resaltar una idea o una actividad en el documento. Por ejemplo:

Nota: Los formatos originados a partir de un procedimiento e instrucción de trabajo, serán tratados como documentos individuales y deben distribuirse con el documento que lo origina. Una vez completados se convierten en registros de calidad y su control se realiza a través del **USAC-CII-DIR--PR-002, Procedimiento para Control de Documentos y Registros.**

Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>
	Versión 01
	Página: 14 de 18

Continuación del anexo 1.

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 Página:15 de 18
---	--	--

**6.4 ELABORACIÓN DE FORMATOS Y REGISTROS**

Todos los formatos que se generen en el **Centro** deben contener como mínimo la siguiente información:

- Encabezado principal de la portada según sección 6.3.1.
- Encabezado del documento de la siguiente manera:
  - Título del Formato a la izquierda.
  - al lado derecho.
  - La Versión del Formato abajo del código, referida a la última modificación realizada.
  - La fecha de cada formato se referirá a la actualización

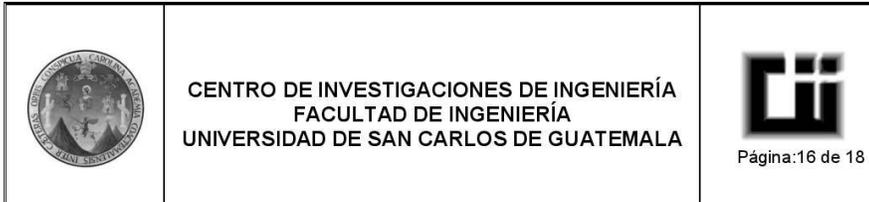
<b>LISTADO DE ASISTENCIA</b>			<b>USAC-CII-DIR-FO-016</b>
<b>Aprobado por:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	Versión 01

El registro corresponde a un formato lleno con los datos correspondientes. En los Registros se modificará el encabezado del documento para que aparezca según el ejemplo siguiente:

- Título del Formato a la izquierda.
- Código al lado derecho.
- Actividad: Nombre de la actividad en caso de registros de actividades
- Responsable que lleva el Registro.
- Fecha en que se utiliza el registro.

<b>LISTADO DE ASISTENCIA</b>		<b>USAC-CII-DIR-RG-016</b>
<b>Actividad:</b>	<b>Responsable:</b>	<b>Fecha:</b>

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>
	Versión 01 Página: 15 de 18



**6.5 ELABORACIÓN Y APROBACION DE SOLICITUDES PARA ELABORAR Y/O MODIFICAR UN DOCUMENTO EXISTENTE**

**6.5.1** Cuando en el Centro de Investigaciones se considere necesaria la creación o modificación de un documento con la finalidad de:

- Cumplir con lo establecido en el Manual de Calidad o normas aplicables.
- Hacer más claro un proceso o facilitar su ejecución.
- Mejorar o hacer más efectivo el Sistema Documental.
- Cuando no exista un documento que cubra algún requerimiento del Sistema Documental.
- Cuando se deba agregar, mejorar o eliminar partes de un documento existente.

Se debe solicitar la elaboración o modificación de un documento, dentro del Sistema Documental llenando el documento **USAC-CII-DIR-FO-002 Solicitud para la Elaboración y/o Modificación de Documentos.**

**6.5.2** El formato deberá presentarse ante el Responsable de Aprobación de la Solicitud de acuerdo a la **Matriz de Responsabilidades para Modificación de Documentos.**

**6.5.3** Se definirá el área de responsabilidad de aprobación de solicitud, dependiendo de si ésta es Técnica o Administrativa (ver 6.6.2).

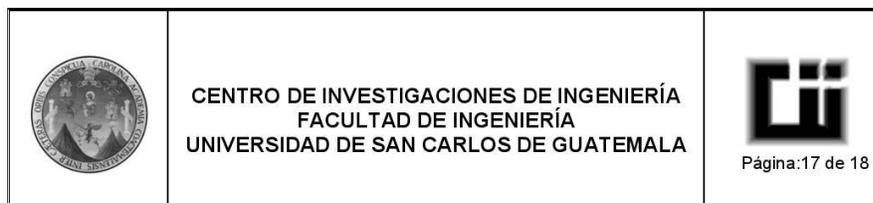
**6.5.4** El Responsable de Aprobación de la solicitud completará la información en **USAC-CII-DIR-FO-002, Solicitud para la Elaboración o Modificación de Documentos.**

**6.5.5** Al recibir el documento, el Responsable de Aprobación de la solicitud evaluará si el **USAC-CII-DIR-FO-002 Solicitud para la Elaboración o Modificación de Documentos** presentada es pertinente o no, tomando en cuenta la justificación plasmada en la solicitud;

**6.5.6** De ser aprobada la solicitud, el solicitante con el responsable de la elaboración, elaboraran el documento y se establecerá la fecha en la que el documento debe ser entregado para su revisión.

Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>
	Versión 01 Página: 16 de 18

Continuación del anexo 1.



**6.5.7** Si la solicitud para la elaboración o modificación de un documento es denegada, el responsable completará la información requerida en la **USAC-CII-DIR-PR-002 Solicitud para la Elaboración o Modificación de Documentos**, expresando los motivos que generaron el rechazo, y notificará la decisión al solicitante. Completada la solicitud se almacenará como referencia del documento y/o mejora solicitada.

**6.6 ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DE DOCUMENTOS**

**6.6.1 Elaboración**

- a) Los Procedimientos técnicos podrán ser elaborados por los miembros del personal de laboratorio de las distintas Secciones que conformen el Centro y cuando sea documentación de uso general podrán ser elaborados por cualquier miembro capacitado del personal.
- b) Se procederá a la elaboración del mismo de acuerdo a **USAC-CII-DIR-PR-001, Procedimiento Elaboración y/o Modificación de Documentos** y el documento **USAC-CI-DIR-PR-004, Procedimiento para la Elaboración o Modificación de Planes y Métodos de Trabajo** y lo presentará al responsable de revisión.
- c) Se debe inscribir el documento en **USAC-CII-DIR-FO-003, Formato de Control de Etapas Para la Elaboración de Documentos**.

Nota: Todo documento que sea modificado, atendiendo a la solicitud de un integrante del Centro de Investigaciones, deberá ser archivado conjuntamente con el formulario de solicitud con las anotaciones de las partes que se solicitan cambiar o modificar, además se deberá cambiar de versión al documento de forma correlativa. Esto como referencia de la mejora continua y a la identificación de la naturaleza del cambio, a la que están sujetos todos los documentos del Sistema Documental del Centro. El documento que fue modificado se guardará en el archivo de documentos obsoletos que manejará el Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad.

<b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b>	<b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b> Versión 01
	Página: 17 de 18

Continuación del anexo 1.

	<p><b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b></p>	 Página:18 de 18
---	---	--

**6.6.2 Revisión y aprobación:**  
 Los Documentos Técnicos creados en una Sección deberán ser Revisados por el Director Técnico y Aprobados por el Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad, y para los Documentos de uso General deberán ser Revisados por el Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad y Aprobados por la Dirección del Centro.

**6.6.3** En el caso de haber modificaciones, el documento será corregido por el responsable de elaboración, colocando los cambios que de común acuerdo se establecieron en el proceso de revisión.

**6.6.4** El responsable de elaboración de documento, deberá actualizar las versiones de los documentos y definir el listado de distribución.

**6.6.5** Para identificar la naturaleza del cambio de los documentos, en la versión vigente se deja constancia del cambio en cuestión, en cursiva y color de fuente azul (únicamente para el documento en archivo digital) las palabras o el párrafo donde se modificó el documento, lo cual será únicamente para efectos de revisión y de aprobación de los cambios para la nueva versión. Posteriormente, una vez aprobados los cambios y modificaciones, estas serán nuevamente escritas en su formato original, siendo este último documento el cual se imprimirá para su aprobación final. En el registro de datos obsoletos se identificará la naturaleza del cambio con la fecha de la USAC-CII-DIR-PR-002 Solicitud para la Elaboración o Modificación de Documentos y Registros.

**6.6.6** Una vez hechas las correcciones, el documento es redactado en su versión final y se presenta ante el responsable de revisión.

**6.6.7** El responsable de aprobación final del documento dará la última revisión al mismo y lo firmará como constancia de su autorización, además, revisará que la versión haya sido cambiada, para trasladarlo luego a la Coordinación del Sistema para su distribución y registro. Este documento original se constituye, entonces, como un Documento Maestro del Sistema Documental. Controlar el formulario en el USAC-CII-DIR-FO-003, Formato de Control de Etapas Para la Elaboración de Documentos.

<p><b>Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.</b></p>	<p><b>(USAC-CII-DIR-PR-001)</b>                      Versión 01                      Pagina: 18 de 18</p>
---	---

Fuente: elaboración propia.