

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCESO ADMINISTRATIVO PARA LA ACREDITACIÓN DEL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE  
CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO  
DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, SEGÚN LA NORMA COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**IRMA CORINA GONZÁLEZ LIMA**  
ASESORADO POR EL ING. LIDIA CAROLINA SCHEFFER GIRÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>EXAMINADORA</b>	<b>Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Sergio Antonio Torres Méndez</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Juan José Peralta Dardón</b>
<b>SECRETARIA</b>	<b>Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas</b>

## 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:

**PROCESO ADMINISTRATIVO PARA LA ACREDITACIÓN DEL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, SEGÚN LA NORMA COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 3 de marzo de 2010.

  
Irma Corina González Lima

Guatemala, agosto de 2011

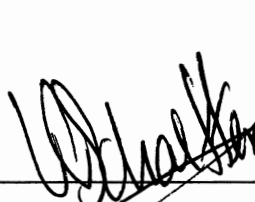
Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para hacer constar que he revisado el trabajo de graduación de la estudiante IRMA CORINA GONZÁLEZ LIMA, quien se identifica con el No. de cédula A-1 1186151 y número de carnet 200312934, titulado **PROCESO ADMINISTRATIVO PARA LA ACREDITACIÓN DEL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, SEGÚN LA NORMA COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025**. Mismo que cuenta con mi visto bueno.

Agradeciendo su atención a la presente.

Atentamente,



**Lidia Carolina Schaeffer Girón**  
**Ingeniera Industrial**  
**Col. No. 7545**

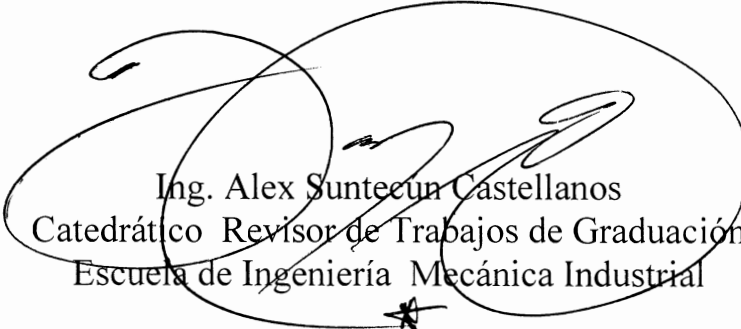
Asesora Inga. Lidia Carolina Schaeffer Girón

No. de colegiada 7545



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROCESO ADMINISTRATIVO PARA LA ACREDITACIÓN DEL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, SEGÚN LA NORMA COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025**, presentado por la estudiante universitaria **Irma Corina González Lima**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Alex Suntecun Castellanos  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.066.012

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 **PROCESO ADMINISTRATIVO PARA LA ACREDITACIÓN DEL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, SEGÚN LA NORMA COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025**, presentado por la estudiante universitaria **Irma Corina González Lima**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



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: **PROCESO ADMINISTRATIVO PARA LA ACREDITACIÓN DEL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, SEGÚN LA NORMA COGUANOR NTG/USDI/IEC 17025**, presentado por la estudiante universitaria **Irma Corina González Lima**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en Funciones

Guatemala, 2 de mayo de 2012.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme todas las bendiciones en mi vida, por ser mi fortaleza y mi guía, y en especial por darme este logro.
<b>Mis padres</b>	Francisco González y Corina Lima de González, por amarme, apoyarme en todo momento y por darme su ejemplo y guía.
<b>Mis hermanas</b>	Ruth María y Luz Virginia, por ser mis compañeras y compartir tristezas y alegrías.
<b>Mi novio</b>	Oscar Escobar Albores, por amarme incondicionalmente, estar siempre a mi lado y por apoyarme, al igual que a su familia.
<b>Mi familia</b>	A mis abuelas Irma y Bertila, a mis tíos y tías, en especial a mi tío Edgar, a mis primos y primas; por confiar siempre en mí y darme fuerzas para seguir hasta el final.
<b>Mis amigos</b>	De Ingeniería Industrial, de Química y del Departamento de Física, por compartir conmigo este logro, brindarme su ayuda y alentarme en el camino recorrido.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios**

Por ser mi guía.

**Mi familia y mi novio**

Por brindarme su apoyo y guiarme en todo momento.

**Inga. Carolina Schaeffer**

Por asesorarme y brindarme su valiosa ayuda.

**La Universidad San Carlos  
de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios y darme la oportunidad de ser una profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XVII
GLOSARIO.....	XIX
RESUMEN .....	XXVII
OBJETIVOS .....	XXIX
INTRODUCCIÓN .....	XXXI
1. GENERALIDADES RELACIONADAS CON LA ACREDITACIÓN.....	1
1.1. Facultad de Ingeniería.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Institución .....	4
1.1.2.1. Misión .....	5
1.1.2.2. Visión.....	5
1.1.2.3. Objetivos.....	5
1.2. Centro de Investigaciones de Ingeniería. ....	7
1.2.1. Antecedentes históricos.....	7
1.2.2. Institución .....	9
1.2.2.1. Misión .....	10
1.2.2.2. Visión.....	11
1.2.2.3. Políticas.....	11
1.2.2.4. Estructura organizacional. ....	13
1.2.2.5. Ubicación.....	14
1.2.2.6. Objetivos y funciones.....	14
1.3. Laboratorio de Metrología Eléctrica.....	16
1.3.1. Antecedentes históricos.....	16

1.3.2.	Objetivos y funciones .....	17
1.3.3.	Servicios prestados .....	18
1.3.4.	Metrología .....	19
1.3.4.1.	Institución .....	19
1.3.4.2.	Campos de aplicación .....	19
1.3.4.3.	Beneficios de su utilización .....	20
1.3.4.4.	Métodos de medición .....	20
1.3.5.	Contadores eléctricos .....	21
1.3.5.1.	Funcionamiento .....	22
1.3.5.2.	Aplicaciones .....	23
1.3.6.	Normas aplicables a contadores eléctricos .....	23
1.3.6.1.	IEC 62055-11. Condiciones generales, ensayos y condiciones de ensayos .....	24
1.3.6.2.	ANSI C12.1. Especificaciones generales, para contadores de energía .....	24
1.3.6.3.	ANSI C12.10. Especificaciones físicas para contadores de energía; estándares de, seguridad .....	25
1.3.6.4.	ANSI C12.20. Especificaciones para contadores de energía eléctrica de precisión de clase 0.2 y 0.5 .....	25
1.4.	Acreditación .....	26
1.4.1.	Definición .....	26
1.4.2.	Antecedentes históricos de la acreditación en Guatemala .....	26
1.4.3.	Evaluación de la conformidad .....	27
1.4.4.	Importancia de la acreditación .....	28
1.4.5.	Organismos e instituciones sujetas a la acreditación .....	28
1.5.	Normas ISO .....	29

1.5.1.	Antecedentes históricos .....	29
1.5.2.	Definición.....	30
1.5.3.	Importancia de la aplicación de las normas ISO.....	30
1.6.	Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA).....	31
1.6.1.	Acerca de la OGA.....	31
1.6.2.	Procesos de acreditación .....	31
1.6.3.	Marca de acreditación .....	32
1.7.	Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) .....	33
1.7.1.	Misión .....	33
1.7.2.	Visión.....	34
1.7.3.	Políticas de calidad.....	34
1.7.4.	Funciones .....	34
1.8.	Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.....	35
1.8.1.	Generalidades de la norma .....	35
1.8.2.	Objetivos de la norma.....	36
1.8.3.	Referencias normativas.....	37
1.8.4.	Requisitos de la norma.....	37
1.8.4.1.	Requisitos de gestión .....	37
1.8.4.2.	Requisitos técnicos.....	40
2.	ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS ACTUALES .....	43
2.1.	Ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica .....	43
2.1.1.	Procedimiento del ensayo .....	46
2.1.2.	Equipo utilizado .....	51
2.1.3.	Importancia de su acreditación.....	52
2.2.	Organización actual del personal.....	53
2.2.1.	Organigrama del laboratorio .....	53
2.2.2.	Personal del laboratorio.....	54
2.2.3.	Personal externo al laboratorio.....	54

2.3.	Documentación actual .....	55
2.3.1.	Procedimientos existentes actualmente .....	59
2.4.	Solicitudes, ofertas y contratos .....	59
2.4.1.	Solicitudes y contratos para realizar el ensayo .....	59
2.5.	Servicios y suministros .....	60
2.5.1.	Servicios requeridos .....	60
2.5.2.	Suministros y materia prima requerida .....	61
2.6.	Medios de control de registros utilizados actualmente .....	61
2.7.	Requerimientos para la acreditación .....	62
3.	<b>PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ACREDITAR EL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES ELÉCTRICOS .....</b>	<b>63</b>
3.1.	Organización del Laboratorio de Metrología .....	63
3.1.1.	Responsabilidad legal del laboratorio .....	63
3.1.2.	Dirección técnica .....	64
3.1.3.	Director de la calidad .....	64
3.1.4.	Responsabilidades del personal técnico para asegurar la calidad .....	64
3.1.5.	Responsabilidades del personal administrativo para asegurar la calidad .....	66
3.1.6.	Responsabilidades del director de la calidad .....	68
3.1.7.	Recursos necesarios para desempeñar las tareas .....	69
3.2.	Sistema de gestión para el Laboratorio de Metrología .....	70
3.2.1.	Misión .....	71
3.2.2.	Visión .....	71
3.2.3.	Política de calidad .....	71
3.2.4.	Propósito del sistema de gestión de la calidad .....	72

3.2.5.	Declaración del compromiso de la dirección con la calidad .....	73
3.2.6.	Política para la protección y confidencialidad de la información.....	74
3.2.7.	Política para la protección de los derechos de propiedad.....	74
3.2.8.	Política para la protección de los registros .....	75
3.2.9.	Política para la protección de la reputación de la OGA.....	75
3.3.	Control de documentos en el Laboratorio de Metrología.....	76
3.3.1.	Procedimientos.....	77
3.3.1.1.	Codificación de los procedimientos .....	78
3.3.2.	Formatos y registros.....	82
3.3.3.	Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos.....	84
3.3.4.	Procedimiento para la aprobación y emisión de documentos .....	87
3.3.5.	Procedimiento para el control de documentos.....	89
3.3.6.	Procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos.....	92
3.4.	Revisión de solicitudes ofertas y contratos. ....	94
3.4.1.	Política para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos .....	95
3.4.2.	Procedimiento para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos.....	95
3.5.	Subcontrataciones.....	98
3.5.1.	Política para las subcontrataciones .....	99
3.5.2.	Procedimiento para la subcontratación de ensayos y/o calibraciones.....	100

3.5.3.	Registro de subcontratistas.....	102
3.6.	Compras de servicios y suministros.....	102
3.6.1.	Política para la selección y compra de servicios y suministros .....	103
3.6.2.	Métodos de inspección de suministros .....	104
3.6.3.	Procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros .....	105
3.6.4.	Evaluación de los proveedores .....	108
3.7.	Servicio al cliente .....	109
3.7.1.	Encuesta para evaluar la satisfacción del cliente.....	110
3.7.2.	Encuesta de evaluación del ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica.....	112
3.7.2.1.	Tabulación de los resultados .....	112
3.7.2.2.	Representación gráfica de los resultados ....	114
3.7.2.3.	Análisis de los resultados.....	115
3.7.3.	Procedimiento para mejorar el servicio al cliente.....	116
3.8.	Quejas.....	119
3.8.1.	Política para la atención de quejas .....	119
3.8.2.	Procedimiento para la resolución de quejas.....	119
3.8.3.	Registro de las quejas.....	122
3.9.	Control de trabajos de ensayos y calibraciones no conformes. ....	120
3.9.1.	Política de control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes.....	120
3.9.2.	Procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes.....	123
3.9.3.	Procedimiento para analizar las causas de resultados de ensayo no conforme .....	126
3.10.	Mejora continua .....	129

3.10.1.	Procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad .....	131
3.11.	Acciones correctivas. ....	134
3.11.1.	Política de acciones correctivas .....	134
3.11.2.	Procedimiento para la toma de acciones correctivas....	135
3.12.	Acciones preventivas. ....	136
3.12.1.	Análisis de fuentes potenciales de no conformidad .....	137
3.12.2.	Procedimiento para la implementación de acciones preventivas .....	137
3.13.	Control de registros. ....	139
3.13.1.	Procedimiento para la recopilación de información de los registros .....	142
3.13.2.	Procedimiento para la protección de la información .....	144
3.13.3.	Procedimiento para registrar los resultados .....	146
3.13.4.	Retención de los registros .....	148
3.14.	Auditorías internas. ....	149
3.14.1.	Importancia de las auditorías internas.....	149
3.14.2.	Procedimiento para la realización de las auditorías internas .....	150
3.14.3.	Procedimiento para tomar acciones correctivas a partir de una auditoría interna insatisfactoria .....	152
3.15.	Revisiones de la dirección.....	150
3.15.1.	Importancia del compromiso de la dirección.....	153
3.15.2.	Factores sujetos a revisión.....	153
3.15.3.	Procedimiento para las revisiones de la dirección.....	154
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ACREDITAR EL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES ELÉCTRICOS .....	157



4.1.	Proceso de autorización de la dirección de la sección y del CII para su implementación. ....	158
4.2.	Métodos de información al personal. ....	158
4.2.1.	Sensibilización .....	158
4.2.2.	Programa de capacitación.....	160
4.2.3.	Medios de distribución y publicación del sistema de gestión de la calidad .....	161
4.3.	Programa de implementación del sistema de gestión de la calidad.....	161
4.3.1.	Importancia de su implementación.....	164
4.3.2.	Planeación de los recursos necesarios para implementar el sistema de gestión de la calidad.....	164
4.3.3.	Medidas a tomar para su implementación.....	166
4.3.4.	Personal responsable de su implementación.....	167
4.4.	Beneficios obtenidos con la implementación. ....	168
5.	PROCESO DE SEGUIMIENTO Y MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ACREDITAR EL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	169
5.1.	Importancia de la mejora continua.....	169
5.2.	Métodos de evaluación del desempeño del sistema de gestión de la calidad. ....	170
5.2.1.	Evaluación del desempeño del sistema de gestión de la calidad .....	170
5.2.2.	Seguimiento de las auditorías internas .....	174
5.2.3.	Mejoramiento continuo del sistema de gestión de la calidad.....	175
5.3.	Verificación de sistema de gestión de la calidad y de los resultados obtenidos con su aplicación. ....	176

5.4.	Acreditación del ensayo ante la OGA.....	177
5.4.1.	Obtención del certificado de acreditación.....	177
5.4.2.	Proceso de la OGA para acreditar el ensayo .....	178
6.	IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR LA ENERGÍA ELÉCTRICA....	181
6.1.	Medio ambiente.....	181
6.1.1.	Recurso natural .....	181
6.1.2.	Medio ambiente y desarrollo tecnológico .....	181
6.2.	Energía Eléctrica.....	182
6.2.1.	Fuentes de generación de energía eléctrica .....	182
6.2.2.	Impacto ambiental causado por el uso de energía eléctrica .....	184
6.2.3.	Medidas de mitigación .....	188
6.3.	La acreditación y el medio ambiente.....	189
6.4.	Desechos generados en el laboratorio.....	191
6.4.1.	Impacto ambiental de los desechos generados en el laboratorio .....	191
6.4.2.	Método de eliminación de los desechos.....	192
6.4.2.1.	Métodos de eliminación del papel .....	192
6.4.2.2.	Métodos de eliminación de cartuchos de tinta de impresora .....	194
	CONCLUSIONES.....	195
	RECOMENDACIONES .....	197
	BIBLIOGRAFÍA .....	199
	APÉNDICE .....	211
	ANEXOS .....	219



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	13
2.	Logotipo de la marca de acreditación.....	33
3.	Equipo utilizado para el ensayo de verificación de contadores .....	46
4.	Organigrama del Laboratorio de Metrología Eléctrica .....	54
5.	Estructura documental del sistema de gestión de la calidad .....	76
6.	Codificación de los procedimientos .....	79
7.	Esquema del procedimiento para la elaboración de documentos .....	85
8.	Esquema del procedimiento para la modificación de documentos.....	86
9.	Esquema del procedimiento para la aprobación y emisión de documentos .....	88
10.	Esquema del procedimiento para el control de documentos .....	91
11.	Esquema del procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos .....	93
12.	Esquema del procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos.....	97
13.	Esquema del procedimiento para la subcontratación de ensayos y/o calibraciones.....	101
14.	Esquema del procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros.....	107
15.	Resultados de la encuesta de evaluación del ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica .....	114
16.	Esquema del procedimiento para mejorar el servicio al cliente.....	118

17.	Esquema del procedimiento para la resolución de quejas de los clientes.....	121
18.	Esquema del procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes.....	124
19.	Esquema del procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes detectados por el cliente .....	125
20.	Esquema del procedimiento para el análisis de las causas de resultados de ensayos o calibraciones o conformes .....	128
21.	Ciclo PHVA o Círculo de Deming .....	130
22.	Esquema del procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad .....	133
23.	Esquema del procedimiento para la toma de acciones correctivas.....	136
24.	Esquema del procedimiento para la implementación de acciones preventivas.....	139
25.	Esquema del procedimiento para el control de registros técnicos y de calidad .....	141
26.	Esquema del procedimiento para la recopilación de información de los registros .....	144
27.	Esquema del procedimiento para la protección de la información .....	146
28.	Esquema del procedimiento para registrar los resultados .....	148
29.	Esquema del procedimiento para la realización de auditorías internas .....	151
30.	Esquema del procedimiento para las revisiones de la dirección .....	155
31.	Etapas del proceso de implementación del sistema de gestión de la calidad .....	162
32.	Organigrama establecido para la implementación del sistema de gestión de la calidad .....	167

## TABLAS

I.	Tolerancia aceptada en los contadores de energía eléctrica. ....	45
II.	Especificaciones para la realización del ensayo a plena carga y factor de potencia 1 .....	48
III.	Especificaciones para la realización del ensayo a baja carga y factor de potencia 1 .....	49
IV.	Especificaciones para la realización del ensayo a plena carga y factor de potencia 0.5 en atraso.....	50
V.	Especificaciones para la realización del ensayo a plena carga y factor de potencia 0.8 en adelanto .....	51
VI.	Características del equipo utilizado en el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica.....	52
VII.	Documentación exigida por los requisitos de gestión de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 .....	55
VIII.	Medios de control y protección de los registros .....	61
IX.	Recursos necesarios para realizar las tareas .....	70
X.	Ejemplo de la tabla a utilizar para listar documentación y datos relacionados dentro de un procedimiento .....	78
XI.	Codificación de los procedimiento según el área y subárea.....	80
XII.	Codificación del procedimiento según el tipo de documento .....	82
XIII.	Ejemplo del encabezado de un formato .....	83
XIV.	Ejemplo del encabezado de un registro.....	83
XV.	Cuadro resumen del procedimiento de elaboración y/o modificación de documentos .....	84
XVI.	Cuadro resumen del procedimiento para la aprobación y emisión de documentos.....	87
XVII.	Cuadro resumen del procedimiento para el control de documentos .....	90

XVIII.	Cuadro resumen del procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos .....	92
XIX.	Cuadro resumen del procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos .....	96
XX.	Cuadro resumen del procedimiento para subcontrataciones de ensayo y/o calibraciones .....	100
XXI.	Cuadro resumen del procedimiento de selección y compra de servicios y suministros.....	106
XXII.	Resultados para evaluar el ensayo a acreditar .....	113
XXIII.	Cuadro resumen del procedimiento para mejorar el servicio al cliente .....	117
XXIV.	Cuadro resumen del procedimiento para la resolución de quejas.....	120
XXV.	Cuadro resumen del procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes.....	123
XXVI.	Cuadro resumen del procedimiento para el análisis de las causas de resultados de ensayos o calibraciones no conformes.....	127
XXVII.	Cuadro resumen del procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad .....	132
XXVIII.	Cuadro resumen del procedimiento para la toma de acciones correctivas .....	135
XXIX.	Cuadro resumen del procedimiento para la implementación de acciones preventivas .....	138
XXX.	Cuadro resumen del procedimiento para el control de registros.....	140
XXXI.	Cuadro resumen del procedimiento para la recopilación de información de los registros.....	143

XXXII.	Cuadro resumen del procedimiento para la protección de la información .....	145
XXXIII.	Cuadro resumen del procedimiento para registrar los resultados .....	147
XXXIV.	Cuadro resumen del procedimiento para la realización de auditorías internas .....	150
XXXV.	Cuadro resumen del procedimiento para las revisiones de la dirección .....	154
XXXVI.	Recursos necesarios para implementar el sistema de gestión de la calidad .....	165
XXXVII.	Indicadores para evaluar la eficiencia del sistema de gestión de la calidad .....	173
XXXVIII.	Impacto ambiental causado por la generación y uso de la energía eléctrica .....	185





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperios
<b>AC</b>	Corriente Alterna
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kW</b>	Kilovatios
<b>kVA</b>	Kilovatios de potencia útil
<b>Var</b>	Voltio amperio reactivo
<b>V</b>	Voltios



## GLOSARIO

<b>Aglomerante</b>	Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar unidad al conjunto, por efectos exclusivamente físicos.
<b>Agregado</b>	Conjunto de cosas homogéneas que conforman un cuerpo.
<b>ANSI</b>	Siglas del <i>American National Standards Institute</i> (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares). Organización miembro de la ISO y la IEC, que no tiene ánimo de lucro y que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.
<b>Calibración</b>	Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de y los valores correspondientes de esa magnitud, realizados con patrones.
<b>Capacidad técnica</b>	Es la capacidad del personal, el método utilizado y los recursos del laboratorio, en cuanto a equipo y medio ambiente.

<b>Clase de precisión</b>	Valor máximo del error de medición para el cual fue diseñado el contador de energía eléctrica. Se expresa en porcentaje.
<b>Clasificación NEMA</b>	Grados de protección del cerramiento de los equipos eléctricos fabricados, para definir cómo deben utilizarse.
<b>Confidencialidad de la información</b>	Necesidad de que la información sea conocida únicamente por personas autorizadas
<b>Contador monofásico</b>	Equipo empleado para medir energía eléctrica que consta de una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma.
<b>Contador trifásico</b>	Equipo utilizado para la medición de la energía eléctrica, que se comporta como un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica, formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud.
<b>Constante kh de un contador</b>	Expresada en Wh/revolución, es el número de vatios hora correspondiente a una revolución o vuelta completa del disco giratorio, que registra el consumo.
<b>Corriente eléctrica</b>	Circulación de la carga de los electrones por unidad de tiempo, en el interior de un material.

<b>Corriente nominal</b>	Corriente para la cual el aparato está diseñado para trabajar.
<b>Disponibilidad de la información</b>	Capacidad de los documentos, para estar siempre disponibles para ser utilizados por las personas autorizadas.
<b>Documento externo</b>	Todo documento (manual, procedimiento, diagrama, especificación u otro) proporcionado por entidades ajenas a la organización.
<b>Ensayo</b>	Prueba realizada a algún objeto, para determinar o confirmar sus características.
<b>Factor de potencia</b>	Indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. Se representa como la relación entre la potencia activa y la aparente.
<b>Factor de potencia en adelanto y en atraso</b>	Desviación en ángulo de fase, provocada por el equipo eléctrico en la corriente que fluye por el circuito, en relación con el voltaje o la tensión.
<b>Frecuencia</b>	Fenómeno que se repite, en el cual la corriente o la tensión vuelven a tener el mismo valor y sentido.
<b>ICAITI</b>	Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial.

<b>Instrucción</b>	Documento que describe en forma específica la serie de pasos de alguna actividad, asignando las responsabilidades y la autoridad correspondiente.
<b>Integridad de la información</b>	Hace que la información permanezca inalterada a menos que sea modificada y registrada por personal autorizado, asegurando su precisión y confiabilidad.
<b>Mortero</b>	Toda mezcla de cemento, arena y agua. Puede tener una función estructural o no.
<b>Manual de la calidad</b>	Documento donde se especifican la misión, visión y política de una empresa respecto de la calidad, así como los objetivos que apuntan al cumplimiento de dicha política.
<b>Método de trabajo</b>	Documento derivado de los planes de control, que describe cada una de las instrucciones u operaciones técnicas, para la realización de las actividades del laboratorio.
<b>NEMA</b>	Asociación Nacional de Fabricantes de Electricidad. Prepara las normas que definen un producto eléctrico, en cuanto las características con las cuales debe ser diseñado.
<b>OEA</b>	Organización de los Estados Americanos.

<b>Patrón de medida</b>	Es el hecho aislado y conocido que sirve como fundamento para crear una unidad de medida.
<b>Plan</b>	Documento que indica, en un orden definido, las operaciones que se van a realizar para llevar a cabo las actividades del laboratorio.
<b>Plan de Verificación y/o Seguimiento</b>	Documento que indica los pasos a seguir para verificar y dar seguimiento al cumplimiento de los requisitos especificados durante las diferentes etapas de los procesos.
<b>Política de calidad</b>	Conjunto de intenciones globales. Orientación de una organización relativa a la calidad, expresadas formalmente por la Alta Dirección.
<b>Potencia activa</b>	Es un indicador de cuanta de la energía consumida por el aparato eléctrico, es convertida en trabajo.
<b>Potencia aparente</b>	Es la suma geométrica entre la potencia activa y la potencia reactiva.
<b>Potencia reactiva</b>	Este es un indicador de la cantidad de energía que está siendo usada por el aparato eléctrico, para su propio funcionamiento.



<b>Sensor de pulsos</b>	Dispositivo capaz de detectar las señales generadas por el contador eléctrico, en forma de pulsos, con el fin de convertirlos en variables eléctricas.
<b>Sistema de Gestión de la Calidad</b>	Conjunto de elementos (estrategias, objetivos, políticas, estructuras, recursos, capacidades, métodos, tecnologías, procesos, procedimientos, reglas e instrucciones de trabajo) mediante el cual la dirección planifica, ejecuta y controla las actividades, con fin de lograr los objetivos preestablecidos.
<b>Socket universal</b>	Es el punto final en una conexión o placa base que se utiliza para instalar un procesador.
<b>Tensión eléctrica</b>	También llamada voltaje. Es el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada, para moverla entre dos posiciones determinadas.
<b>Tensión nominal</b>	Es la tensión que ha sido prevista para un aparato y por la que se le designa. Puede tratarse de un valor de tensión continua o del valor eficaz.
<b>Teorema de Blondel</b>	Teorema básico para la medición de la energía.

**TIC'S**

Tecnologías de la Información y la Comunicación. Agrupan los elementos y las técnicas utilizadas en el tratamiento y la transmisión de las informaciones, principalmente de informática, internet y telecomunicaciones.



## **RESUMEN**

Para diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad, es necesario conocer la historia, estructura organizacional, misión, visión, políticas, objetivos y funciones de la Facultad de Ingeniería, el Centro de Investigaciones de Ingeniería y del Laboratorio de Metrología Eléctrica. Además se deben conocer los conceptos relacionados con la acreditación, la OGA, la Metrología, los contadores de energía eléctrica y algunas normas internacionales que rigen los estándares de su fabricación y funcionamiento.

Para desarrollar el sistema documental fue necesario realizar una evaluación de la situación actual del laboratorio respecto de los avances en el sistema de gestión de la calidad y su compromiso con la calidad. Se evaluó el procedimiento que sigue el ensayo que se va a acreditar, el equipo utilizado, los recursos que requiere, la organización actual del laboratorio, las funciones del personal y con base en el informe de evaluación de documentación de la OGA (OGA-FEC-004, 2006-01-06/2) se determinó qué procedimientos y políticas posee actualmente el laboratorio.

La propuesta del Sistema de Gestión de la Calidad engloba las políticas y procedimientos requeridos por la norma COGUANOR NTG/ISO/ IEC 17025, para el cumplimiento de los requisitos de gestión de la misma; los cuales al igual que los requisitos técnicos, son necesarios para alcanzar la acreditación del ensayo de “verificación de contadores de energía eléctrica”.

Los requisitos de gestión exigen que el laboratorio posea procedimientos y políticas para normalizar actividades como la organización del laboratorio; la aprobación, emisión, modificación y eliminación de documentos; la revisión de los pedidos, ofertas y contratos; la subcontratación de ensayos o calibraciones, en caso de ser necesarios; la compra de servicios y suministros; el servicio al cliente, las quejas, el control de trabajos de ensayo o calibración no conformes, la mejora continua, la aplicación de acciones correctivas y preventivas, el control de registros, las auditorías internas y las revisiones por la dirección.

Los procedimientos se detallan mediante una tabla resumen que muestra los puntos principales del mismo, además de la utilización de esquemas o diagramas de flujo para presentar de forma abreviada la secuencia y las actividades que lo conforman.

Después de desarrollar el sistema documental, este debe ejecutarse para que se pueda iniciar el proceso de acreditación; por ello se proponen métodos para su implementación, posterior mantenimiento y mejora continua, sin olvidar la capacitación, sensibilización e información que debe recibir el personal para que todos se comprometan con el sistema de gestión de calidad.

Por último, se expone la repercusión que tiene el uso de la energía eléctrica en el medio ambiente, la importancia de la implementación de un sistema de gestión ambiental, el uso responsable de los recursos del laboratorio y la forma en que estos deben desecharse cuando ya no sean útiles.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad que sirva de guía para que las actividades administrativas que se llevan a cabo para realizar el ensayo de "Verificación de contadores de energía eléctrica" cumplan con los requisitos de gestión necesarios para acreditar el ensayo bajo la norma COGUANOR NTG/ISO/ IEC 17025.

### **Específicos**

1. Diseñar políticas, sistemas, acciones, programas y procedimientos para llevar a cabo las actividades administrativas, que aseguren la calidad y generen la mejora continua.
2. Crear un conjunto de procedimientos que permitan el control de documentos, asegurando que la información que se maneje dentro del laboratorio sea correcta y oportuna.
3. Diseñar métodos que regulen las subcontrataciones y las compras, para que éstas se realicen con la misma calidad requerida por el ensayo según la norma.
4. Evaluar la eficiencia del servicio al cliente mediante un método de retroalimentación y encuestas, basado en las necesidades de los clientes, aplicando herramientas estadísticas.

5. Establecer directrices para la realización de auditorías internas, como parte de las actividades calendarizadas del CII, para asegurar que los procedimientos mantengan la calidad deseada.
  
6. Seleccionar herramientas administrativas útiles para aplicarlas al análisis de datos y resultados, con el fin de asegurar la calidad requerida por la acreditación.

## **INTRODUCCIÓN**

Según el Vocabulario Internacional de Metrología, el objetivo de la acreditación es el procedimiento mediante el cual un organismo autorizado reconoce formalmente que otro organismo o persona es competente para realizar tareas específicas.

En el Centro de Investigaciones de Ingeniería se llevan a cabo diferentes ensayos, por lo que se tiene como objetivo la acreditación de algunos de ellos según la norma guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.

Dentro de la sección de Metrología Eléctrica, se acreditará el ensayo de “Verificación de contadores de energía eléctrica”, iniciando el proceso con los requisitos de gestión sugeridos por la norma. Estos requisitos se cumplen mediante un Sistema de Gestión de la Calidad, con el cual se establecerá un sistema de documentos que tienen como fin que todas las actividades administrativas se realicen según la cultura y política de calidad.

Los requisitos de gestión exigidos en el capítulo cuarto de la norma están orientados a las actividades administrativas que se llevan a cabo para hacer posible la realización de los ensayos. Por ello al diseñar, pero sobre todo implementar el sistema de gestión de la calidad, se logra la integración de todas estas actividades.

El diagnosticar el compromiso actual del personal con la cultura de calidad y evaluar la documentación que ya posee el laboratorio, son la base para desarrollar el sistema documental.



La propuesta para implementar el sistema de gestión de la calidad en el laboratorio, está conformada por procedimientos y políticas que tienen como fin estandarizar las actividades administrativas, según los requisitos de gestión de la norma COGUANOR NTG/ISO/ IEC 17025. Estos procedimientos y políticas deben respaldarse con el uso de programas, métodos de trabajo, instrucciones, registros y formatos para controlar y asegurar la calidad.

La implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad no debe ser solamente poseer la documentación requerida, sino también llevar a cabo actividades que hagan que todo el personal del centro se comprometa con la calidad. Mediante sensibilización y capacitaciones programadas, se puede dar a conocer el objetivo de dicho sistema a todo el personal técnico y administrativo del centro. Además, debe existir un compromiso con la mejora continua del sistema y el proceso de acreditación, con el fin de alcanzar la calidad y la competitividad de las actividades del laboratorio de metrología eléctrica.

# **1. GENERALIDADES RELACIONADAS CON LA ACREDITACIÓN**

## **1.1. Facultad de Ingeniería**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala contribuye al desarrollo de Guatemala, formando profesionales de alto prestigio, que se desempeñen a nivel nacional e internacional, contribuyendo con sus conocimientos al progreso científico y tecnológico.

Cuenta con 13 carreras en 6 escuelas facultativas de pregrado, dos escuelas de postgrado, una a nivel regional centroamericano y un Centro de Investigaciones.

### **1.1.1. Antecedentes históricos**

En 1834, siendo Jefe del Estado de Guatemala don Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, antecediendo a la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza de álgebra, geometría, trigonometría y física.

Decretos gubernativos específicos de 1875 fueron el punto de partida para considerar la formación de las carreras de Ingeniería, que se incorporaron en 1879 a la Universidad de San Carlos de Guatemala y que por decreto del gobierno en 1882 se elevó a la categoría de Facultad.

En 1920, se ofrecía únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo, hasta 1930 cuando se reestructuraron los estudios, estableciéndose la de Ingeniería Civil. En 1935 se impulsaron más reformas, para elevar el nivel académico, incluyendo en el nuevo plan, conocimientos de física, termodinámica, química, mecánica y electricidad.

En el año de 1944 debido al reconocimiento de la autonomía universitaria, se asignan recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República, para la Universidad. Gracias a esto, la población estudiantil aumentó, siendo necesario su traslado.

La Escuela Técnica de la Facultad de Ingeniería fue fundada en 1951 con el fin de capacitar y ampliar los conocimientos de los operarios de la construcción.

En 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas.

En el año 1965 se puso en funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, dotado de computadoras y del equipo periférico necesario, puesto al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos para el estudio y aplicación de los métodos modernos de procesamiento de la información.

En 1966 se estableció en la Facultad de Ingeniería un primer programa regional de estudios a nivel de postgrado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria, ampliándose posteriormente con la Maestría en Recursos Hidráulicos.

La Escuela de Ingeniería Química, que estaba funcionando en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería en 1967; año en que se creó también la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968 teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Posteriormente, en 1970, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas a nivel de Licenciatura.

En 1974 se creó la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería y en 1975 fueron creados los estudios de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica.

En 1976 se creó la Escuela de Ciencias para atender la etapa básica común para las diferentes carreras de Ingeniería, estableciéndose en 1980, dentro de ella, las licenciaturas en Matemática Aplicada y en Física Aplicada.

En 1984 fue creado el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas. En 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. En 1989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica. En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante (SAE) y de Servicio de Apoyo al Profesor (SAP).

Finalmente, en 1995 se expande la cobertura académica de la Escuela de Postgrado con los nuevos estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Ingeniería Vial.

En 1996 se creó la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones. En el año 2007 fue creada la carrera de Ingeniería Ambiental.

Además, la Escuela de Estudios de Postgrado cuenta con las maestrías de Gestión Industrial, en Física, en Ingeniería de Mantenimiento, en Ciencia y Tecnología del Ambiente, en Tecnologías de la Información y la Comunicación, en Ingeniería para el Desarrollo Municipal, en Estructuras y en Geotécnica. También cuenta con dos cursos de especialización, uno en Investigación Científica y otro en Nanotecnología.

### **1.1.2. Institución**

La Facultad de Ingeniería es una institución dividida en:

- Escuelas Facultativas
- Centros
- Departamentos
- Unidades Académico-administrativas.

La Facultad de Ingeniería está integrada por las siguientes unidades:

- El Centro de Investigaciones de Ingeniería
- El Centro de Cálculo e Investigación Educativa
- La Biblioteca Ing. Mauricio Castillo C.
- La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, EPS
- La Unidad de Servicio de apoyo al estudiante y de apoyo al profesor, SAE-SAP.

### **1.1.2.1. Misión**

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

### **1.1.2.2. Visión**

Ser una Institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.

### **1.1.2.3. Objetivos**

- Formar recurso humano en el área técnico científica para el desarrollo de Guatemala, que participen en el ambiente físico natural, social económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea, para servir al país como profesional de Ingeniería.
- Proporcionar al estudiante, facilidades y oportunidades para obtener la formación básica, que sirva de fundamento para cualquier especialización técnica científica, además del conocimiento sobre tecnologías aplicadas al medio.

- Proporcionar al estudiante suficiente formación científica general, en el conocimiento y aplicaciones de las ciencias físico matemáticas y en tecnología moderna; en el sentido más amplio de la ingeniería, como ciencia y arte del uso de las propiedades de la materia y las fuentes de energía, en beneficio del hombre.
- Estructurar una programación adecuada que cubra el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la ingeniería.
- Proporcionar al estudiante experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión.
- Capacitar a los profesionales para su autoeducación, una vez egresen de las aulas.
- Utilizar métodos de enseñanza-aprendizaje que estén en consonancia con el avance acelerado de la ciencia y la tecnología.
- Fomentar la investigación, el desarrollo de tecnología y las ciencias.
- Intensificar las relaciones con los sectores externos del país, vinculados con las diversas ramas de la Ingeniería, con el fin de conocer mejor sus necesidades y desarrollar una colaboración de mutuo beneficio.

## **1.2. Centro de Investigaciones de Ingeniería**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería, como parte de la Facultad, tiene como objetivo primordial fomentar el desarrollo y la investigación en torno a las ciencias de ingeniería, como parte de la aplicación de los conocimientos; además del préstamo de servicios a instituciones exteriores, por medio de la realización de ensayos en las diferentes áreas de ingeniería que lo conforman.

### **1.2.1. Antecedentes históricos**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) es una institución dedicada al apoyo y fomento del cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Ingeniería.

Fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario de fecha 27 de julio de 1963. Está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La base para su construcción, fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en el año 1959, con la subsiguiente adición a los mismos, del laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria en 1962.

En 1965, se agregó al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala. En 1967 se incorporaron los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, los laboratorios de Ingeniería mecánica y eléctrica, que posteriormente pasaron a formar parte de sus respectivas escuelas.



En 1977, se establecieron las unidades de Investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda. En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (CICON), el cual se encuentra adscrito al CII.

En 1980, aunaron esfuerzos, la Facultad de Arquitectura y la Unidad de Tecnología de la Construcción de Vivienda, para organizar el Programa de Tecnología para los Asentamientos Humanos, del cual se generaron múltiples relaciones nacionales e internacionales.

En 1997, se adhirió al CII la Planta Piloto de Extracción - Destilación, para apoyar la investigación y prestar servicios. En esta misma década, se dio impulso al Laboratorio de Metrología Eléctrica, considerándolo como la ampliación del Laboratorio de Metrología Industrial.

En 1999, se incrementó notablemente la participación del CII en los Programas de Investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.

En el 2007, se inició la ampliación en estructura del CII, con la construcción del 3er nivel del edificio T-5 y de un edificio en el área de prefabricados; además de la remodelación y modernización de los laboratorios de Química en el edificio T-5, las cuales fueron inauguradas en el año 2008.

En el año 2009, se crea el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, LIEXVE (antes Planta Piloto de Extracción Destilación), como parte de la Sección de Química Industrial.

En agosto del 2009, se creó la Planta Piloto de Extracción de Biodiesel en el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, la Sección de Topografía y Catastro y la Sección de Tecnología de la Madera.

En marzo del 2010, se oficializó la Sección de Gestión de la Calidad, teniendo como objetivo el desarrollo e implementación del sistema en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, con el fin de acreditar algunos ensayos de laboratorio bajo la Norma ISO/IEC 17025.

Además están en proceso la formación de la Unidad de Seguridad Industrial Ocupacional y la Oficina de Investigación en Tecnología de la Información y las Comunicaciones TIC'S, como parte de la Sección de Gestión de la Calidad.

Las secciones que forman parte del CII participan en las actividades de investigación, servicio, docencia y extensión que realiza el Centro como ejecutor de las políticas de la USAC. Para atender la demanda cuenta con personal profesional y técnico, en los diferentes campos, que realiza expertajes, asesorías, ensayos de comprobación, control de calidad y otros.

### **1.2.2. Institución**

Como institución, el Centro de Investigaciones de Ingeniería tiene una estructura regida bajo una misión, visión, políticas, valores, estructura organizacional y objetivos orientados a direccionar la institución y al adecuado desempeño de sus labores, así como de la prestación de sus servicios.

Para la ejecución de las actividades del Centro, se cuenta con las siguientes secciones, como parte del Cuerpo Ejecutivo:

- Gestión de la Calidad
- Concretos, agregados, aglomerantes y morteros
- Química y Microbiología Sanitaria
- Metrología Industrial
- Química Industrial
- Metales y productos manufacturados
- Mecánica de suelos
- Tecnología de materiales
- CICON (Centro de Información a la Construcción)
- Estructuras
- Topografía y catastro
- Tecnología de la madera
- Unidad de Seguridad Industrial Ocupacional (en formación)
- Oficina de Investigación en Tecnología de la Información y las Comunicaciones TIC'S (en formación)

#### **1.2.2.1. Misión**

“Formar profesionales de la ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y tecnología apropiada, contribuyan al bien común y desarrollo sostenible del país y la región.”

### **1.2.2.2. Visión**

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

### **1.2.2.3. Políticas**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuanto al cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia, como función primordial para la obtención de resultados positivos para el desarrollo del país.

Según está indicado en el Punto Segundo del Acta 48-91, de la sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario con fecha 25 de octubre de 1991, existe vinculación con organismos regionales, instituciones de investigación y normalización y con organizaciones técnico científicas a nivel mundial.

Para cumplir con el programa de investigación se ha establecido una relación con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CONCIUSAC) ejecutado por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT), ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Miembros del equipo de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería participan en las actividades de estas instituciones.

Los programas de Docencia se ejecutan mediante Prácticas de Laboratorio, con apoyo a diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería y otras Facultades, y la promoción de trabajos de tesis, tanto para estudiantes de pregrado, como estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

Son políticas fundamentales del Centro de Investigaciones de Ingeniería:

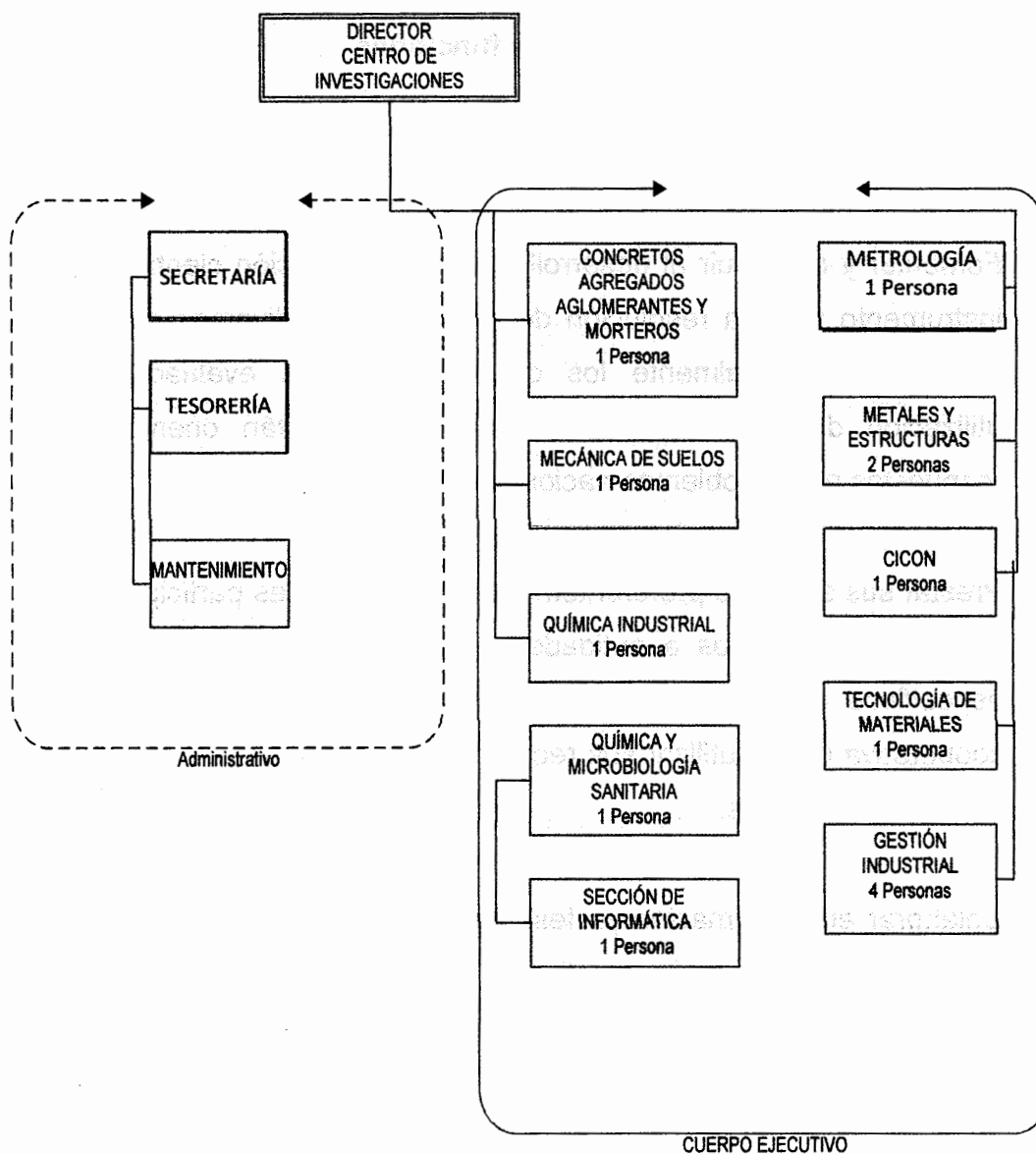
- Prestar servicios a entidades participantes del centro, entidades y personas que mediante convenios específicos participan en sus actividades, cooperando o solucionando problemas técnicos específicos.
- Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como instrumento para la resolver problemas de ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y utilización de los recursos del país, de forma que estén orientados a dar respuesta a los problemas nacionales.
- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y adiestramiento, y promoviendo trabajos de graduación.
- Propiciar el acercamiento y colaboración con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera del país.

Para cumplir con las políticas, se han establecido relaciones con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y con la Municipalidad de Guatemala. Además, se presta servicios a otras instituciones estatales municipales, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales, sector privado y empresas que requieran de los servicios del centro.

### 1.2.2.4. Estructura organizacional

El Centro de Investigaciones de Ingeniería, está estructurado de forma jerárquica, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería



Fuente: elaboración propia.

#### **1.2.2.5. Ubicación**

Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII  
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC  
Ciudad Universitaria, Zona 12. Edificio T5, Nivel 2. TEL. (502) 2418-9115. Fax  
(502) 2418-9121

#### **1.2.2.6. Objetivos y funciones**

Objetivos:

- Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.
- Prestar sus servicios preferentemente a las entidades participantes del CII y ofrecer los mismos a entidades y personas que mediante convenios específicos deseen participar en las actividades del Centro en forma cooperativa o bien utilizar sus recursos en la resolución de sus problemas técnicos específicos.
- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos mediante programas de docencia práctica y adiestramiento y la promoción de realización de trabajos de tesis en sus laboratorios y unidades técnicas.

- **Funciones:**

- Fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigación en diferentes áreas de ingeniería, para evaluar y mejorar la utilización de los recursos del país, orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.
- Realizar programas docentes, para colaborar en la formación de profesionales y técnicos, promoviendo la realización de trabajos de tesis.
- Colaborar en el adiestramiento de técnicos de laboratorio y en la formación de operarios calificados, especialmente en el campo de la construcción e ingeniería sanitaria.
- Colaborar con los servicios de extensión universitaria.
- Realizar análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas de su competencia.
- Realizar inspecciones, evaluaciones, expertaje y prestar servicios de asesoría y técnica y consultoría, en materia de su competencia.
- Actualizar, procesar y divulgar la información técnica y documental en las materias afines, especialmente en tecnología de Asentamientos Humanos.
- Realizar las funciones afines propias de su naturaleza, compatibles con sus objetivos.



### **1.3. Laboratorio de Metrología Eléctrica**

El laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería, tiene como principal fin la aplicación de los conocimientos científicos, relacionados con mediciones, ensayos y calibraciones eléctricas, con el objeto de prestar un servicio a los sectores interesados del país, como la industria, el comercio y el gobierno.

#### **1.3.1. Antecedentes históricos**

El laboratorio funciona adscrito al Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería desde 1975, siendo fundado gracias a las gestiones realizadas por el Ingeniero Rodolfo Koenigsberger Badrian y la colaboración de la OEA. Inició como el primer centro metrológico de Guatemala y Centro América.

En septiembre de 1979 el CII de la Universidad de San Carlos de Guatemala recibió un diploma de miembro fundador, por parte del Sistema Interamericano de Metrología en Buenos Aires.

En 1989 el laboratorio de Metrología Eléctrica del CII investigó acerca de la correcta aplicación de la metrología en Guatemala, determinándose incipiente la formación de este tema.

En 1990, el ICAITI elaboró un estudio donde se estimó la demanda cualitativa en mediciones y calibraciones para los sectores industriales, considerados importantes de acuerdo con su estructura y tamaño.

Desde 1993 a1995, la Facultad de Ingeniería, con la ayuda de la Asociación Italiana de Técnicos para la Cooperación y Solidaridad Internacional (RE.TE) inició un programa de formación de personal del CII en Metrología, con tendencia a la instauración de un laboratorio de Metrología Industrial para la prestación de servicios al sector productivo.

### **1.3.2. Objetivos y funciones**

- **Objetivos:**
  - Respaldo los conocimientos prácticos y técnicos de los profesionales en proceso de formación, relacionados con conceptos de metrología eléctrica, por medio de la docencia.
  - Brindar servicios de ensayo y calibración de metrología eléctrica al sector industrial, asegurando la calidad y competencia técnica de los mismos.
  - Promover el avance científico tecnológico y el desarrollo del país a través de la investigación y la realización de estudios especiales.
- **Funciones:**
  - Realizar ensayos y calibraciones de instrumentos de medición, asegurando la competencia técnica requerida por la industria del país.
  - Utilizar técnicas y métodos de medición y aseguramiento de la calidad que sigan los requisitos de las normas técnicas y calidad que se aplican a la metrología eléctrica.

- Docencia, como parte de la formación profesional, principalmente de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, para fomentar el conocimiento en el área práctica y en los fundamentos de la metrología eléctrica.
- Brindar cualquier servicio de metrología eléctrica que requiera el Centro de Investigaciones de Ingeniería en sus demás secciones o a la Facultad de Ingeniería.

### **1.3.3. Servicios prestados**

El laboratorio de Metrología Eléctrica, además de la investigación y la docencia, presta los siguientes servicios de ensayo y calibración:

- Medición de voltaje y corriente
- Medición de resistencia, voltaje y corriente
- Calibración de voltímetros y amperímetros
- Verificación de contadores de energía eléctrica monofásicos y trifásicos, *ferrari* y electrónicos digitales
- Medición de resistencias de puestas a tierra
- Medición de presión sonora
- Medición de la resistividad del suelo
- Medición de resistencia de aislamiento
- Medición de frecuencia
- Medición de inductancia y capacitancia
- Calibración de *meggars* de tierras

### **1.3.4. Metrología**

Para entender la actividad a la cual se dedica el Laboratorio de Metrología, es importante tener en cuenta su definición, sus campos de aplicación y los beneficios de su utilización.

#### **1.3.4.1. Definición**

La metrología es conocida como la ciencia de las mediciones, la cual tiene como objetivo el estudio de los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia y de manera indirecta, el cumplimiento de la calidad.

La metrología se basa en dos factores muy importantes que son: el resultado de la medición y la incertidumbre de la muestra. Esta es parte fundamental en los países industrializados, conocida como la "Infraestructura Nacional de la Calidad", ya que a través de ella se llevan a cabo actividades como: normalizaciones, ensayos, certificaciones y acreditaciones, las cuales dependen de las actividades metrológicas que aseguran la exactitud de las mediciones efectuadas.

#### **1.3.4.2. Campos de aplicación**

La metrología según su campo de aplicación se divide en: científica, industrial y legal; con el fin de que cada una de estas apoye los diferentes sectores de la sociedad.

La metrología científica es la encargada de definir, mantener y crear las unidades de medida.

La metrología industrial es la relacionada con la industria y el comercio, la cual se encarga de promover la competitividad, mejorando continuamente las mediciones que se reflejan en la calidad del producto.

La metrología legal, es la realizada por el Estado, con el fin de verificar si los estándares indicados por el fabricante cumplen con los requerimientos técnicos y jurídicos reglamentados, para garantizar al consumidor final que los bienes ofertados tienen la calidad deseada.

#### **1.3.4.3. Beneficios de su utilización**

La Metrología beneficia tanto a los consumidores como a los empresarios, ya que por medio de su utilización se puede tener la certeza del contenido exacto de un producto o de la exactitud del funcionamiento de algún aparato. Esto beneficia por lo tanto, la comercialización, ya que debido a la globalización del mercado, es necesario que se cumplan ciertos estándares a nivel mundial.

La aplicación de la metrología permite que exista un solo lenguaje y que las unidades de medida sean uniformes en todos los países, logrando de esta forma, exactitud en las mediciones en cualquier parte del mundo y la comercialización de los productos a escala internacional.

#### **1.3.4.4. Métodos de medición**

Los métodos de medición deben aplicarse según los procedimientos documentados en el sistema de gestión, los cuales para ser técnicamente validados y haberse desarrollado según los principios de medición o fundamentos científicos, que den un respaldo teórico y experimental.

Según la norma internacional ISO/IEC 17025, los métodos de medición se clasifican según su origen, en:

- **Métodos normalizados:** son aquellos que se encuentran en normas internacionales, regionales o nacionales; en organizaciones técnicas reconocidas, revistas o textos científicos relevantes, o de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- **Métodos internos:** desarrollados por el laboratorio: son los que se desarrollan por cuenta del laboratorio y se utilizan cuando no se cuenta con métodos normalizados que se puedan aplicar a los servicios de medición, prueba o calibración ofrecidos.
- **Métodos no normalizados:** son los utilizados por medio de acuerdos con el usuario, debido a que no existen métodos normalizados que cubran los requisitos de la medición, prueba o calibración deseada.

Cualquier método de medición utilizado para la realización de una prueba, ensayo o calibración, debe tomar en cuenta factores como: exactitud requerida, costo, tiempo, conveniencia y disponibilidad de equipos; ya que existe una amplia gama de técnicas y enfoques para hacer selección del método.

El procedimiento de medición es un concepto relacionado con la norma ISO/IEC 17025, el cual está definido según el Vocabulario Internacional de Metrología como *“el conjunto de operaciones, descrito específicamente, para realizar mediciones particulares de acuerdo con un método determinado”*.

### **1.3.5. Contadores eléctricos**

Los contadores eléctricos también se conocen como vatíhorímetros. Este es un dispositivo que sirve para medir el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico; siendo la segunda su aplicación más común.

Los contadores a los cuales se les realiza el ensayo de verificación, son de tipo electromecánico, pero además existen contadores digitales, los cuales muestran la energía eléctrica consumida por medio de convertidores analógico-digitales.

#### **1.3.5.1. Funcionamiento**

El principio de funcionamiento de los contadores eléctricos es el de inducción, el cual se basa en las formas de onda del voltaje y de la corriente.

Un contador de tipo electromecánico usa juegos de bobinas para producir campos magnéticos; de esta forma los campos actúan sobre un disco conductor magnético donde se producen corrientes parásitas.

Las corrientes parásitas producidas en las bobinas de corriente sobre el campo magnético de las bobinas de voltaje y viceversa, generan un resultado vectorial, que produce un giro sobre el disco. Este giro es proporcional a la potencia consumida por el circuito. Un sistema de engranajes transmite el movimiento del disco a las agujas en la carátula del contador, las cuales cuentan el número de vueltas del medidor.

### **1.3.5.2. Aplicaciones**

Los contadores eléctricos son utilizados como medidores del servicio eléctrico. Por medio de ellos se determina la cantidad de potencia consumida, durante un período determinado de tiempo.

Por ello, son utilizados en el área residencial, comercial e industrial. Permiten a las empresas distribuidoras de energía eléctrica conocer por medio de la lectura que registran, la cantidad en dinero que implica éste consumo para los usuarios.

### **1.3.6. Normas aplicables a contadores eléctricos**

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), es la organización dedicada a la normalización en el campo eléctrico, electrónico y de tecnologías relacionadas. Varias normas son desarrolladas por esta organización, con la ayuda de la ISO, conocidas como normas ISO/IEC; este es el caso de la norma aplicada para la acreditación del ensayo de verificación de contadores eléctricos.

Además, también se aplican las normas ANSI, desarrolladas por el Instituto Nacional Americano de Estándares, las cuales se encargan de estandarizar ciertas tecnologías en Estados Unidos, y son reconocidas por la organización internacional para la estandarización.



### **1.3.6.1. IEC 62052-11. Condiciones generales, ensayos y condiciones de ensayos**

Esta norma desarrollada por la IEC, se deriva de las normas IEC 62052, aplicadas a la normalización de los equipos de medición eléctrica.

Las normas IEC 62052, cubren los tipos de ensayos realizados a equipos de medición eléctrica y a equipo diseñado recientemente para medir la energía eléctrica en redes entre 50 Hz a 60 Hz, con un voltaje arriba de 600 V. Se encarga de normalizar los siguientes puntos:

- Términos y definiciones relacionados con equipos de medición eléctrica
- Los estándares de referencia de voltajes, corrientes y frecuencias
- Los requisitos de medidores mecánicos y de los ensayos
- Las condiciones climáticas
- Los requisitos de medidores eléctricos
- Los tipos de ensayo

### **1.3.6.2. ANSI C12.1. Especificaciones generales para contadores de energía**

Establece los criterios de rendimiento aceptable para los nuevos tipos de contadores de energía eléctrica de corriente alterna, la demanda del medidor y de los registros, dispositivos de pulso y dispositivos auxiliares. Describe los niveles aceptables de rendimiento en servicio de los contadores de energía y de los dispositivos utilizados en la medición de los ingresos.

### **1.3.6.3. ANSI C.12.10. Especificaciones físicas para contadores de energía – estándares de seguridad**

Establece los aspectos físicos de los contadores de energía, desmontables o conectados inferiormente y de los registros asociados. Además se incluyen valoraciones, las disposiciones internas de cableado, las dimensiones pertinentes, marcas y otras características generales. En la última versión se detallan los siguientes requisitos de desempeño:

- Montaje
- Voltaje
- Frecuencia
- Tipos de corriente y pruebas de amperaje
- Formas típicas
- Rotor (contadores electromecánicos solamente)
- Ajustes de calibración (contadores electromecánicos solamente)

### **1.3.6.4. ANSI C12.20 Especificaciones para contadores de energía eléctrica de precisión clase 0.2 y 0.5**

Esta norma establece los aspectos físicos y los criterios de funcionamiento aceptable para contadores de energía eléctrica de precisión clase 0.2 y 0.5, según el Teorema de Blondel.

## **1.4. Acreditación**

La acreditación sirve para generar confianza sobre los productos o servicios brindados por una organización. Se define como:

### **1.4.1. Definición**

Procedimiento mediante el cual un organismo autorizado, reconoce formalmente la competencia técnica de organismos de certificación e inspección (como laboratorios de ensayos y calibración) para realizar tareas específicas.

Para un laboratorio de ensayo y/o de calibración, la acreditación implica el reconocimiento formal para realizar determinado ensayo o una calibración específica, no la acreditación del laboratorio en sí.

Los organismos que normalmente se encargan de la acreditación de los laboratorios, son entidades gubernamentales o privadas, sujetas a una organización mundial que supervisa de manera continua, el cumplimiento de requisitos técnicos y administrativos, registrados en una norma. Estas entidades tienen autoridad para acreditar y supervisar los ensayos y calibraciones, que además, forman parte del sistema nacional de normalización, inspección, certificación y de metrología.

### **1.4.2. Antecedentes históricos de la acreditación en Guatemala**

En Guatemala, la entidad de acreditación reconocida es la Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA), que funciona como una dependencia del Ministerio de Economía.

Esta institución fue creada por medio del Acuerdo Gubernativo Número 145 – 2002, publicado el 6 de mayo del 2002 en el Diario Oficial; dándosele la responsabilidad de evaluar y controlar los organismos de evaluación de la conformidad.

Posteriormente la OGA se afilió a la Asociación de Acreditadores y Evaluadores de Conformidad (IAAC), otorgándole al país la autoridad para evaluar la conformidad de los reglamentos, normas, características y medidas.

Además, fue aceptada en la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios, lo cual permite la acreditación de laboratorios de ensayo e incluye a los que realizan análisis clínico.

#### **1.4.3. Evaluación de la conformidad**

Es cualquier actividad que se relaciona con la determinación directa o indirecta del cumplimiento de requisitos pertinentes, los cuales pueden estar dados por los ministerios de Estado o por el sector productivo industrial.

Los requisitos pueden ser dados por los ministerios de Estado, ya que son responsables de la emisión de reglamentos técnicos obligatorios que regulan el mercado, la salud humana, animal, vegetal y del ambiente. Además, pueden estar dados por el sector productivo industrial, debido a que existe la necesidad de garantizar su competencia técnica, para tener una ventaja competitiva frente a los demás países.

#### **1.4.4. Importancia de la acreditación**

La acreditación de un ensayo o calibración hace que exista un sistema internacional de evaluación de la conformidad, lo cual mejora el intercambio comercial, promoviendo confiabilidad en los resultados. Los beneficios son:

- El servicio prestado cumple con los criterios y estándares internacionales
- Mejora la relación con sus clientes
- Tiene aceptación a nivel nacional e internacional
- Evita múltiples certificaciones
- Amplía su mercado y aumenta la competitividad

#### **1.4.5. Organismos e instituciones sujetas a la acreditación**

El siguiente listado muestra una serie de organismos e instituciones a los cuales beneficia la acreditación y para los cuales es una obligación, para ser competitivos actualmente:

- Laboratorios de Ensayo y Calibración (Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025)
- Laboratorios de Ensayos Clínicos (Norma ISO 15189)
- Organismos de Certificación
  - Sistemas de Gestión (Norma ISO/IEC 17021)
  - Productos (Guía ISO/IEC 65)
  - Personal (Norma ISO/IEC 17024)
- Organismos de Inspección (Norma ISO/IEC 17020)

Los organismos anteriores deben cumplir varios requisitos establecidos en diferentes normas nacionales e internacionales, que se aplican a las actividades que se realizan en cada uno.

Este es el caso de los laboratorios de ensayo y/o calibración, los cuales se acreditan por parte de un ente acreditador, si cumple y demuestra su competencia, de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma internacional ISO/IEC 17025:2005, la cual corresponde a la norma nacional COGUANOR/NGR/COPANT/ISO/IEC 17025.

## **1.5. Normas ISO**

Las Normas ISO compilan los estándares publicados por la Organización Internacional para la Estandarización.

### **1.5.1. Antecedentes históricos**

La estandarización internacional inició en 1906 para el campo electrotécnico, por medio de la Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC).

Años después, en 1926, fue creada la Federación Internacional de Asociaciones Nacionales para la Estandarización (ISA), enfocada en la ingeniería mecánica. Las actividades de la ISA finalizaron en 1942, debido a la Segundo Guerra Mundial.

Después de una reunión realizada en Londres en 1946, se creó una nueva organización, conocida como la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), que inició funciones el 23 de febrero de 1947. En 1951, se publicó el primer estándar de la ISO, que fue la referencia estándar de temperatura para mediciones de longitud industrial.

El trabajo de la ISO realizó acuerdos internacionales que fueron publicados como normas desde 1987, siendo las primeras normas las ISO 9000, para regular la calidad de los bienes y servicios que ofrecen las empresas.

### **1.5.2. Definición**

Una norma es un acuerdo documentado donde se detallan especificaciones técnicas y criterios precisos, usados como reglas, guías o definiciones de características, que aseguren que los materiales, productos y servicios tienen compatibilidad a nivel internacional.

Las siglas ISO se derivan de la lengua griega y está constituida por la raíz etimológica del prefijo “iso” que significa “igual”. Por lo que las normas ISO tienen como finalidad orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para lograr uniformidad o igualdad en los productos a nivel mundial.

### **1.5.3. Importancia de la aplicación de las normas ISO**

Los cambios a nivel internacional, que causa la globalización, exigen que las empresas se enfrenten a retos competitivos que las obligan a alcanzar niveles de calidad que les sirve para sobrevivir y competir en el mercado nacional e internacional. Debido a ello, las normas ISO son aplicadas en las empresas, como una herramienta para lograr la competitividad, siendo una de las principales guías utilizadas a nivel mundial.

Dentro de las normas se incluyen criterios, que al ser aplicados, logran resultados para la empresa que se traducen en la reducción de costos, tiempo y trabajo y que además aumentan la capacidad y eficiencia de los procesos.

Al utilizarlas, se crea un sistema de gestión que garantiza la calidad y que la empresa es capaz de cumplir con los requisitos y estándares exigidos por el mercado actual, para competir en el extranjero.

## **1.6. Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA)**

La OGA es el ente encargado de reconocer formalmente la aptitud de los laboratorios de ensayo y/o calibración. Actualmente amplía su reconocimiento ante IAAC para la acreditación de laboratorios de calibración.

### **1.6.1. Acerca de la OGA**

Es un ente componente del Sistema Nacional de Calidad del Ministerio de Economía, que fue establecido de conformidad con el Acuerdo Gubernativo número 145-2002, del 3 de mayo del 2002, modificado por el Decreto Ley Número 78-2005 del Congreso de la República, del 8 de diciembre de 2005.

Su función principal es aplicar y administrar la acreditación en todo el territorio nacional, con el fin de reconocer formalmente la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad, con base en las normas nacionales e internacionales vigentes.

### **1.6.2. Proceso de acreditación**

El proceso de acreditación de la OGA se guía por los siguientes pasos:

- Solicitud de acreditación
- Evaluación general de documentación
- Preevaluación (opcional)



- Formación / aprobación equipo evaluador
- Envío / aceptación presupuesto
- Evaluación documental
- Evaluación en sitio
- Acciones correctivas
- Envío / recomendación comité de acreditación
- Decisión de acreditación OGA
- Seguimiento y reevaluación

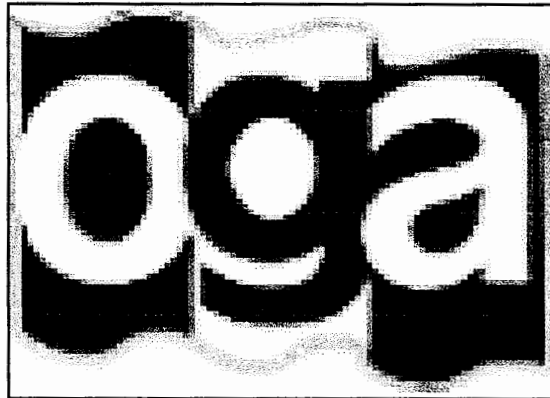
### **1.6.3. Marca de Acreditación**

La marca de acreditación es un logotipo utilizado por la OGA y por los organismos acreditados, de manera que se pueda identificar que han sido reconocidos formalmente.

Las instituciones como los laboratorios de ensayo y calibración, organismos de certificación y organismos de inspección que se les haya concedido la acreditación, podrán hacer uso de la marca de acreditación de la OGA, lo que los identifica como organismos a los cuales se les ha evaluado y reconocido formalmente su competencia.

El logotipo de la marca de acreditación está compuesto por la bandera Nacional, y el nombre de la OGA con sus siglas centradas en cada franja vertical, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. **Logotipo de la marca de acreditación**



Fuente: OGA-PAD-003. Uso de logotipo  
y de la marca de acreditación, p. 1.

## **1.7. Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR)**

Fue creada el 5 de mayo de 1962 por Decreto Número 1523, del Congreso de la República, modificado por el Decreto 23 – 87, del 25 de mayo de 1987, adscrita al Ministerio de Economía.

### **1.7.1. Misión**

Es una entidad multisectorial, independiente y autofinanciable, reconocida nacional e internacionalmente, dirigida a la gestión de la normalización, con la participación y en apoyo a todos los involucrados, en respuesta a las necesidades del país y a los retos de la globalización.

### **1.7.2. Visión**

La Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- es 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.

### **1.7.3. Políticas de calidad**

“Satisfacer las necesidades de los sectores involucrados en materia de normalización, dentro del contexto nacional e internacional, mejorando continuamente su desempeño, por medio de la aplicación efectiva de su sistema de gestión de calidad”.

### **1.7.4. Funciones**

- Dirigir, coordinar y unificar las actividades y políticas del país en materia de fijación de normas.
- Estudiar, elaborar, modificar y proponer al Organismo Ejecutivo por conducto del Ministerio de Economía, la adopción de normas formuladas de acuerdo con su ley de creación y reglamentos respectivos.
- Constituir comités técnicos de trabajo para el estudio, elaboración y modificación de cada norma en particular.
- Vigilar y verificar la aplicación y cumplimiento de las normas adoptadas.

- Establecer y mantener relaciones con las organizaciones internacionales y regionales de fijación de normas.
- Tener bajo su jurisdicción todos los demás asuntos relacionados con la fijación de normas en Guatemala

### **1.8. Norma COGUANOR NTG/ISO/ IEC 17025**

Su creación estuvo a cargo del Comité Técnico de Trabajo para la Elaboración de Normas para la Acreditación de Laboratorios, integrado por los siguientes miembros:

- Departamento de Toxicología / USAC
- Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP)
- Distribuidora Mercurio, S.A. (DISMERSA)
- Comisión Guatemalteca de Laboratorios/Avícola Villalobos
- Asociación de Químicos Biólogos de Guatemala
- Consultoras independientes
- Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)

La primera edición (1999) de esta Norma Internacional, fue producto de la amplia experiencia adquirida en la implementación de la Guía ISO/IEC 25 y de la Norma EN 45001, a las que reemplazó.

#### **1.8.1. Generalidades de la norma**

El fin de la norma es que el laboratorio establezca y mantenga procedimientos para el control de todos los documentos que forman parte de su sistema de gestión (generados interna o externamente).

### **1.8.2. Objetivos de la norma**

- Establecer los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o calibraciones, incluido el muestreo, utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.
- Que se aplique a toda organización que realice ensayos o calibraciones, sean laboratorios de primera, segunda o tercera parte y para los que formen parte de la inspección y certificación de productos, independientemente del número de empleados o el alcance de sus actividades.
- Que sea utilizada para la certificación de laboratorios que desarrollen sistemas de gestión para sus actividades de calidad, administrativas y técnicas, por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y organismos de acreditación, al confirmar la competencia del laboratorio.
- Que los laboratorios de ensayo y de calibración que cumplan con los requisitos de la norma, actúen bajo un sistema de gestión de la calidad, para sus actividades de ensayo y de calibración que también cumplirán con los principios de la Norma ISO 9001.

### **1.8.3. Referencias normativas**

A continuación se enumeran los documentos de referencia que son indispensables al aplicar la Norma COGUANOR NTG/ISO/ IEC 17025.

- ISO/IEC 17000, Evaluación de la conformidad – vocabulario y principios generales.
- VIM, vocabulario internacional de términos fundamentales y generales de metrología, publicado por BIPM, IEC, IFCC, ISO, UIPAC, UIPAP y OIML.

### **1.8.4. Requisitos de la norma**

Los requisitos de la norma son de gestión y técnicos, los cuales deberán cumplirse por el laboratorio para poder ser acreditado, y comprobar que cumple con los estándares reconocidos por el ente acreditador. Los requisitos de gestión serán aplicados para el proceso administrativo que se relaciona con el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica.

#### **1.8.4.1. Requisitos de gestión**

El capítulo cuatro de la Norma comprende los requisitos de gestión, los cuales están enfocados en las actividades administrativas que se realizan y que se relacionan con el ensayo que se va a acreditar.

Entre estos requisitos se toma en cuenta la organización del laboratorio, para la cual se debe definir la responsabilidad legal, actividades, personal, políticas y procedimientos, supervisión de ensayos y/o calibraciones y la responsabilidad del personal en relación con la calidad.

Otro requisito es el sistema de gestión que el laboratorio debe establecer, implementar y mantener, en el cual se determinan las políticas de gestión concernientes a la calidad, que deben ser incluidas en el manual de la calidad y cuyo mantenimiento será responsabilidad de la Dirección, del Jefe de sección y del Jefe de gestión de la calidad.

El control de documentos debe establecerse con el fin de mantener procedimientos para todos los documentos que se realicen y sean necesarios para llevarse a cabo el ensayo o calibración, enfocándose principalmente a la aprobación, emisión y cambios de documentos.

Además, según la norma se debe poseer y mantener políticas y procedimientos específicos para actividades como:

- Revisión de pedidos, ofertas y contrato
- Subcontratación de ensayos y calibraciones
- Compras de servicios y suministros
- Servicio al cliente
- Quejas
- Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes

Como parte del compromiso tanto del laboratorio como del Centro de Investigaciones, es necesario velar por la mejora continua para asegurar la efectividad del sistema de gestión establecido, basándose en sus objetivos y políticas de calidad, en el resultado de sus auditorías y en el análisis de acciones preventivas y correctivas tomadas.

Para llevar un control sobre las acciones correctivas tomadas en el laboratorio, dentro de los requisitos de gestión de la norma se recomienda establecer políticas y procedimientos para su realización, así como el análisis de las causas, selección e implementación de las acciones, seguimiento y auditorías adicionales.

Además, el laboratorio debe establecer y mantener políticas y procedimientos para acciones preventivas, que deben ser tomadas en cuenta para evitar que las correctivas sean necesarias.

Para el control de los registros, la norma sugiere que se establezcan las políticas y procedimientos propios para ello. Es recomendable poseer copias electrónicas de los registros, de manera que sean fáciles de conservar y recuperar, asegurando siempre su confidencialidad.

El laboratorio debe almacenar copias de los resultados originales de los ensayos y calibraciones, durante un tiempo prudente, ya que son de utilidad para las auditorías o para que las condiciones del ensayo o calibración puedan ser tomadas como referencia en realizaciones posteriores.

Las auditorías internas son otro requisito de gestión de la norma, las cuales deben efectuarse periódicamente, de manera que se pueda verificar si las actividades siguen generando resultados de calidad y tomar decisiones de mejora.



La dirección tiene como obligación revisar las políticas y procedimientos, al personal directivo y de supervisión, el resultado de las auditorías internas, las acciones preventivas y correctivas, las evaluaciones realizadas por organismos externos, los resultados de comparaciones interlaboratorios, los cambios en volumen y tipo de trabajo, la retroalimentación al cliente y las quejas.

Las revisiones se deben realizar para establecer recomendaciones para la mejora continua y dirigir todas las actividades relacionadas con la calidad, los recursos y la formación del personal.

#### **1.8.4.2. Requisitos técnicos**

En el capítulo quinto de la norma se incluyen los requisitos técnicos, los cuales están relacionados con el personal; para asegurar la competencia y conocimiento técnico de quienes realizan el ensayo, operan los equipos y firman y generan los resultados.

Como parte de los requisitos técnicos en el laboratorio deben existir instalaciones y condiciones ambientales apropiadas, tomando en cuenta la iluminación, ventilación y las fuentes de energía adecuadas para llevar a cabo el ensayo y que los resultados no sean inválidos.

Los métodos de ensayo y calibración deben ser los apropiados y apoyarse en procedimientos, incluyendo el muestreo, la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la preparación de los ítems a ensayar o calibrar. Además, debe tomarse en cuenta el método utilizado para la medición de la incertidumbre y el análisis de los datos. El laboratorio debe poseer instrucciones del uso y funcionamiento de todo el equipo involucrado.

Los métodos seleccionados para la realización del ensayo deben ser los pertinentes según los requerimientos del cliente y sobre todo siguiendo los lineamientos de las normas internacionales. Si el laboratorio desarrolla sus propios métodos, estos deben ser planificados y realizados por personal calificado y con los recursos adecuados.

Los métodos no normalizados que emplee el laboratorio deben ser realizados bajo un acuerdo con el cliente según los requisitos y objetivos que este proponga y además debe ser validado antes de su uso.

Para confirmar la validación de los métodos, estos deben ser examinados mediante el aporte de evidencias objetivas. Entre estos métodos se incluyen los no normalizados y los desarrollados por el mismo laboratorio, al igual que las ampliaciones y modificaciones a los métodos normalizados.

Además, el laboratorio debe poseer y aplicar procedimientos para la estimación de la incertidumbre de la medición, cuyo cálculo debe ser aplicado según la naturaleza del método utilizado y que sea metrológica y estadísticamente válido.

El control de los datos debe estar sujeto a verificaciones y ser realizado de manera sistemática, utilizando *software* adecuado, procedimientos para protegerlos y dando mantenimiento a las computadoras o equipos donde se registren, con el fin de asegurar que se encuentran en las condiciones ambientales y físicas adecuadas que aseguren la integridad de los mismos.

El equipo utilizado para el ensayo debe ser el adecuado, incluyendo el que se usa para muestreo, preparación de los ítems y para el procesamiento y análisis de los datos.

Debe asegurarse la trazabilidad de las mediciones por medio de la utilización de equipo exacto y calibrado, usando programas y procedimientos para ello.

El laboratorio debe muestrear las sustancias, materiales o productos a ensayar, siguiendo para ello un plan y un procedimiento específicos que deben estar disponibles en el lugar y momento en el que se realice el ensayo.

La manipulación de los ítems de ensayo o de calibración debe seguir procedimientos para su transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación y su disposición final, que protejan la integridad del ítem y los intereses del laboratorio y del cliente.

El laboratorio debe poseer procedimientos que aseguren la calidad de los resultados del ensayo o de la calibración, para validar los resultados obtenidos. Los informes de los resultados, llamados informes para los ensayos y certificados para las calibraciones, deben ser claros, exactos y objetivos, según las instrucciones del método utilizado, e incluyendo la información necesaria para el cliente y para la interpretación de los datos.

## **2. ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS ACTUALES**

### **2.1. Ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica**

El ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica consiste en la comparación de la medición realizada por cualquier contador monofásico o trifásico, clasificación NEMA, llamado contador bajo prueba con la medición realizada por el patrón MTE 3.3.

El MTE 3.3 es un sistema estacionario de ensayo de contadores, trifásico, clase de precisión 0.05. Esta precisión lo habilita para que pueda ser usado en la calibración de cualquier contador comercial empleado en Guatemala, desde clase de precisión 1 o 2 utilizados a nivel residencial, hasta los de clase de precisión 0.2 utilizados a nivel industrial.

El MTE 3.3 es un equipo que simula una instalación eléctrica real, que consiste en una fuente trifásica, integrada de corriente, voltaje y un contador electrónico de energía eléctrica, que es utilizado como referencia.

Posee una fuente de tensión variable que se puede ajustar a tensiones y frecuencia industrial utilizadas en el medio nacional; y al mismo tiempo simula el comportamiento de una carga real, modificándose el factor de potencia y la corriente demandada; lo que permite comprobar el funcionamiento de un contador de energía eléctrica en diferentes condiciones de trabajo, de acuerdo con las normas correspondientes.

El MTE 3.3 posee un *socket* universal donde se instala y conecta el contador que se desea ensayar. De esta forma el MTE 3.3 realiza una medición de alta precisión que es comparada con la medición realizada por el contador bajo prueba. Todo el proceso es controlado desde una computadora con el software CALSOFT, por medio del cual se observan los resultados en la pantalla.

Las variables relevantes que se toman en cuenta durante el ensayo son:

- La corriente eléctrica, que puede variarse entre 0 y 100 A
- La frecuencia, que puede ajustarse a 60 Hz
- La tensión eléctrica, que se ajusta según los valores comerciales en Guatemala, la cual es de 120 V y 240 V
- El factor de potencia en adelanto o en atraso
- La potencia activa y la potencia reactiva

El resultado que se obtendrá, es el error de medición del contador bajo prueba; además, indica si está o no dentro de la tolerancia especificada, para determinar si ha pasado la prueba o debe desecharse.

La tolerancia es el porcentaje de desviación, en relación con la corriente nominal, que se considera como aceptable para el correcto funcionamiento del contador de energía eléctrica y esta depende de la clase de precisión del instrumento. Esta tolerancia se verifica para valores iguales a la corriente nominal y para el 10% de la misma. En la siguiente tabla se muestra la tolerancia para contadores de diferente clase de precisión, con factor de potencia de 1.

**Tabla I. Tolerancia aceptada en los contadores de energía eléctrica**

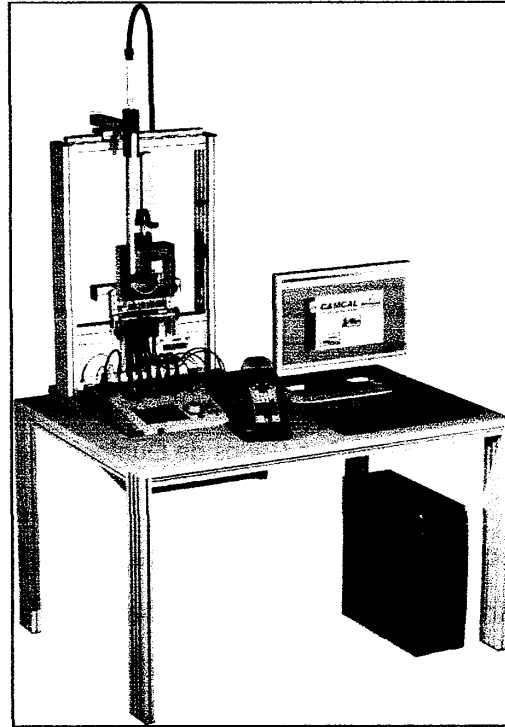
<b>Clase de precisión</b>	<b>Corriente nominal</b>	<b>Tolerancia</b>
0.5	Igual a la corriente nominal	$\pm 1 \%$
	10% de la corriente nominal	$\pm 1 \%$
1	Igual a la corriente nominal	$\pm 2 \%$
	10% de la corriente nominal	$\pm 1.5 \%$
2	Igual a la corriente nominal	$\pm 3.5 \%$
	10% de la corriente nominal	$\pm 2.5 \%$

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

La medición correcta de la energía eléctrica, con una precisión definida, es fundamental para garantizar la transparencia de la transacción comercial que representa la compra venta de la energía eléctrica. En este sentido, la verificación de contadores de energía eléctrica es de interés para todas las empresas que se encargan de instalar contadores de energía eléctrica en Guatemala.

En la figura 3 se muestra el patrón MTE 3.3, que se utiliza para la realización del ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica.

**Figura 3. Equipo utilizado para el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia. Imagen modificada de la fotografía tomada en el Laboratorio de Metrología.

### **2.1.1. Procedimiento del ensayo**

El procedimiento de verificación de un contador de energía eléctrica con el patrón MTE 3.3, una vez se ha instalado, es el siguiente:

- Se enciende el equipo y se calienta durante aproximadamente 4 horas para que alcance un comportamiento eléctrico estable y se puedan obtener resultados con la precisión deseada.

- Se deben registrar los datos nominales, marca y modelo del contador bajo prueba. Además se debe introducir dentro del programa la constante kh (número de vatios por hora correspondiente a una revolución del disco del contador), la tensión, la corriente de prueba y la forma NEMA correspondientes al contador ensayado.
- Se instala el contador eléctrico bajo prueba en el *socket* universal, siguiendo las indicaciones del instructivo del fabricante. Luego se ajusta el sensor de pulsos, para el caso de los contadores electrónicos, o el de detección para el caso de los contadores electromecánicos.
- En cada prueba, antes de iniciar, se especifican, ya sea de forma manual directamente en el patrón MTE 3.3 o de forma remota desde la computadora: la tensión nominal, la corriente de prueba, la frecuencia y factor de potencia (ver tablas II – V).
- Una vez realizados los ajustes indicados en los incisos anteriores, se elige la opción *start* en el programa y la verificación se lleva a cabo en forma automática.
- Después de la ejecución automática de la secuencia de ensayo, todos los resultados grabados quedan disponibles para el procesamiento futuro de los datos, tal como la creación de reportes de prueba individuales o la exportación a tablas de Excel.



Las condiciones específicas bajo las cuales se realiza el ensayo se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla II. Especificaciones para la realización del ensayo a plena carga y factor de potencia de 1**

<b>Plena carga o corriente nominal, factor de potencia de 1</b>	
Voltaje de fase	120 V
Voltaje entre dos fases	240 V
Corriente	30 A
Potencia activa	3.6 kW
Potencia reactiva	0 VAr
Potencia aparente	3.6 kVA
Ángulo de fase	0 °
Frecuencia	60 Hz
Secuencia de fases	123
Transformador de potencial	No aplica
Transformador de corriente	No aplica
Constante del medidor	7.2 W.h/vuelta
Lectura	1 por cada vuelta
Límite de error	± 1%

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

**Tabla III. Especificaciones para la realización del ensayo a baja carga y factor de potencia de 1**

<b>Baja carga o 10% de la corriente nominal, factor de potencia de 1</b>	
Voltaje de fase	120 V
Voltaje entre dos fases	240 V
Corriente	3 A
Potencia activa	0.36 kW
Potencia reactiva	0 VAr
Potencia aparente	0.36 kVA
Ángulo de fase	0 °
Frecuencia	60 Hz
Secuencia de fases	123
Transformador de potencial	No aplica
Transformador de corriente	No aplica
Constante del medidor	7.2 W.h/vuelta
Lectura	1 por cada vuelta
Límite de error	± 1%

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

**Tabla IV. Especificaciones para la realización del ensayo a plena carga y factor de potencia de 0.5 en atraso**

<b>Baja carga o 10% de la corriente nominal, factor de potencia de 0.5 en atraso</b>	
Voltaje de fase	120 V
Voltaje entre dos fases	240 V
Corriente	30 A
Potencia activa	1.8 kW
Potencia reactiva	3.12 VAr
Potencia aparente	3.6 kVA
Ángulo de fase	60 °
Frecuencia	60 Hz
Secuencia de fases	123
Transformador de potencial	No aplica
Transformador de corriente	No aplica
Constante del medidor	7.2 W.h/vuelta
Lectura	1 por cada vuelta
Límite de error	± 1%

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

**Tabla V. Especificaciones para la realización del ensayo a plena carga y factor de potencia de 0.8 en adelanto**

<b>Baja carga o 10% de la corriente nominal, factor de potencia de 0.8 en adelanto</b>	
Voltaje de fase	120 V
Voltaje entre dos fases	240 V
Corriente	30 A
Potencia activa	2.88 kW
Potencia reactiva	-2.16 VAR
Potencia aparente	3.6 kVA
Ángulo de fase	36.87 °
Frecuencia	60 Hz
Secuencia de fases	123
Transformador de potencial	No aplica
Transformador de corriente	No aplica
Constante del medidor	7.2 W.h/vuelta
Lectura	1 por cada vuelta
Límite de error	± 1%

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

### **2.1.2. Equipo utilizado**

El equipo que se utiliza para realizar el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica, es el patrón MTE 3.3, y tiene las características mostradas en la tabla que a continuación se presenta:

**Tabla VI. Características del equipo utilizado en el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica**

<b>Patrón marca</b>	MTE modelo 3.3
<b>País de origen</b>	Suiza.
<b>Clase de precisión</b>	0.05.
<b>Tensión de alimentación</b>	120 V AC.
<b>Año de adquisición</b>	2005.

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

### **2.1.3. Importancia de su acreditación**

La acreditación de este ensayo es de suma importancia, debido al compromiso de la Universidad de San Carlos a través del Centro de Investigaciones de Ingeniería con el desarrollo de los sistemas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica nacional, contribuyendo con mediciones precisas y confiables.

Este ensayo es el que se realiza con mayor frecuencia en el Laboratorio de Metrología Eléctrica, por lo que su acreditación favorecerá al centro, permitiendo que se dé a conocer en la industria de generación de energía eléctrica.

## **2.2. Organización actual del personal**

La organización del personal debe ser acorde a las actividades que se realizan dentro de él y obedeciendo la jerarquía del Centro de Investigaciones de Ingeniería, en la cual se establece que cada sección debe estar a cargo de un jefe de sección, además del personal auxiliar que labora en él.

El jefe de sección o jefe del Laboratorio de Metrología Eléctrica, tiene como responsabilidades: administrar, supervisar y verificar todas las actividades del laboratorio, así como asegurar la confiabilidad de los resultados de los ensayos. Además, tiene a su cargo todas las actividades docentes que se realicen dentro del laboratorio.

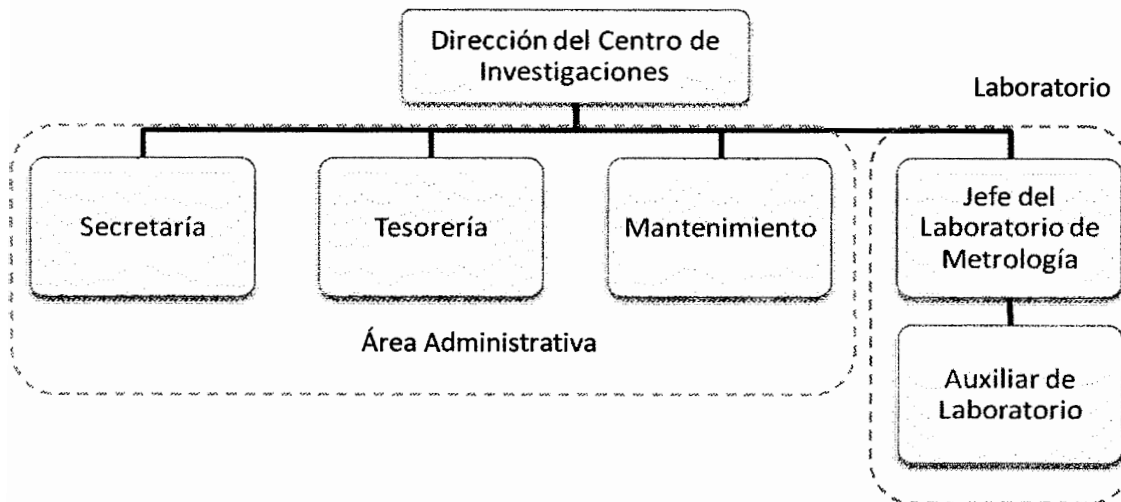
El auxiliar de laboratorio se rige a las decisiones del Jefe de sección, siendo sus actividades principales, la atención al cliente, la realización de ensayos y la colaboración en las actividades docentes del laboratorio.

### **2.2.1. Organigrama del laboratorio**

En la figura 4 se muestra la organización del Laboratorio de Metrología, la cual no depende solamente de su estructura interna, sino también de los departamentos de Secretaría, Tesorería y Mantenimiento.

Jerárquicamente, la Dirección del Centro de Investigaciones, tiene la responsabilidad de que todas las actividades en cada laboratorio, se lleven a cabo de la forma correcta, así como la toma de decisión.

Figura 4. Organigrama del laboratorio de Metrología Eléctrica



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. Personal del laboratorio

El Laboratorio de Metrología Eléctrica, como toda sección del Centro de Investigaciones, está conformado por un estudiante de ingeniería eléctrica y un jefe de sección, quien debe ser un ingeniero eléctrico, que posea conocimientos en el área de Metrología.

### 2.2.3. Personal externo al laboratorio

Es importante tomar en cuenta la relación del laboratorio de Metrología con el área administrativa del Centro, ya que el correcto desempeño del mismo depende de esta.

La Dirección del Centro de investigaciones es la cabeza de todo el centro, ya que es la encargada de aprobar y supervisar todas las actividades que se realizan, y de la toma de decisiones.

El laboratorio depende de Secretaría para comunicarse con la Dirección del Centro de Investigaciones; de Tesorería, para la aprobación y gestión del presupuesto y recursos del laboratorio, y de Mantenimiento para la limpieza y mantenimiento de las instalaciones.

### 2.3. Documentación actual

El documentar, es un recurso de gestión para el proceso administrativo que se desea llevar a cabo para la acreditación del ensayo. Por medio de la documentación se regula la información, las actividades, procedimientos y políticas. En la siguiente tabla se listan los documentos exigidos por la norma, según los requisitos de gestión, detallando si el laboratorio los posee actualmente o no.

Tabla VII. **Documentación exigida por los requisitos de gestión de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025**

Documento	Existe	
	Sí	No
• Organización		
Identificación de los cargos y autoridades	X	
Disposiciones para la imparcialidad		X
Política para la protección de la confidencialidad de la información		X
Política para la protección de los derechos de propiedad		X
Procedimiento para la protección de los registros		X
Política para la protección de la reputación de la OGA		X
Estructura funcional y lineal del laboratorio	X	



Continuación de la tabla VII.

Documento	Existe	
	Sí	No
Especificación de la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal	X	
Supervisión del personal		X
Dirección técnica e identificación de todas las responsabilidades		X
• Sistema de calidad		
Manual de calidad		X
• Control de documentos		
Procedimiento para el control de documentos.		X
Procedimiento para la aprobación y emisión de documentos.		X
• Revisión de las solicitudes, ofertas y contratos		
Procedimiento para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos.		X
Políticas para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos		X
• Subcontratación de ensayos y calibraciones		
Registro de subcontrataciones		X
• Compras de servicios y suministros		
Procedimiento(s) para la selección y compra de servicios y suministros.		X
Política(s) para la selección y compra de servicios y suministros		X
Inspección o verificación de los suministros, reactivos y materiales fungibles comprados.		X
Registro de las acciones tomadas		X
Evaluación de proveedores de materiales fungibles, suministros y servicios importantes.		X

Continuación de la tabla VII.

Documento	Existe	
	Sí	No
<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio al cliente</li> </ul>		
Cooperación con el cliente		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quejas</li> </ul>		
Procedimiento(s) para quejas		X
Política(s) para quejas		
Registros de las quejas y de las investigaciones y acciones correctivas		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de los trabajos de ensayo y/o calibración no conformes.</li> </ul>		
Procedimiento(s) para los casos de no conformidad con los propios procedimientos		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora</li> </ul>		
Mejora continua de la eficiencia del sistema de gestión mediante el uso de la política de la calidad, objetivos, resultados de auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acción correctiva</li> </ul>		
Política(s) para la implementación de acciones correctivas		X
Procedimiento(s) para la implementación de acciones correctivas		X
Designación de autoridades para la implementación de acciones correctivas.		X
Existe investigación para determinar la o las causas raíz del problema.		X

Continuación de la tabla VII.

Documento	Existe	
	Sí	No
Identificación de acciones correctivas posibles, selección, implementación, documentación de las acciones correctivas.		
Seguimiento de las acciones correctivas implementadas.		X
Auditorías adicionales		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acción preventiva</li> </ul>		
Procedimiento implementar acciones preventivas.		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de registros</li> </ul>		
Procedimiento(s) para la identificación, recolección, indexación, acceso, archivo, almacenamiento, mantenimiento y disposición de los registros técnicos y de calidad.		X
Registros de informes de auditorías internas y revisiones por la dirección, acciones correctivas y preventivas.		X
Procedimiento(s) para los registros almacenados electrónicamente		X
Registros técnicos		X
Auditorías internas		
Procedimiento(s) y programación para las auditorías internas.		X
Registros de hallazgos, acciones correctivas y el área auditada.		X
Auditorías de seguimiento: Verificación y registro de la implementación y eficacia de las acciones correctivas tomadas.		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisiones por la dirección</li> </ul>		
Procedimiento y programa para las revisiones por la dirección		X
Registros de los hallazgos		X

Fuente: OGA. Informe de la Evaluación de la Documentación – Laboratorios –  
 OGA-FEC-004, 2006-01-06/2 p. 1-5.

### **2.3.1. Procedimientos existentes actualmente**

El laboratorio de Metrología Eléctrica posee algunos registros, políticas y procedimientos que cumplen con los requisitos de gestión de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.

Los registros y otros documentos necesarios para la realización del ensayo se listan a continuación, definiendo sus objetivos y función. Algunos de estos documentos deben ser modificados para su adecuado cumplimiento con la norma y para la generación de procedimientos y políticas.

### **2.4. Solicitudes, ofertas y contratos**

El laboratorio de Metrología no cuenta con la documentación necesaria para la solicitud de la realización de ensayos, ofertas o contratos.

Para preparar la documentación necesaria que cumpla con el requisito de la norma, el laboratorio debe establecer políticas y procedimientos relacionados con ello. Estas políticas y procedimientos deben asegurar que el laboratorio cuente con la capacidad y recursos para realizar el ensayo, además de que el método usado sea el apropiado. Además, deben incluirse procedimientos y políticas relacionadas con subcontrataciones y qué hacer en caso de que sean necesarias y la política del Centro de Investigaciones de Ingeniería lo permita.

#### **2.4.1. Solicitudes y contratos para realizar el ensayo**

La solicitud del trabajo se realiza de forma directa y verbal en la Secretaría del Centro de Investigaciones o con el jefe del laboratorio. Actualmente, el laboratorio utiliza una orden de trabajo para iniciar con la realización del ensayo.

La orden de trabajo incluye como requisitos, los datos del ensayo que se va a realizar, del solicitante, la fecha en que se hace la solicitud y la entrega de los resultados, el precio del ensayo y las firmas de ambas partes.

De igual forma es necesario que exista un contrato en el cual se especifiquen las condiciones de realización del ensayo, como: confidencialidad, confiabilidad de los resultados, fecha de entrega de los resultados, costo del ensayo y todos aquellos puntos necesarios para que el cliente esté informado y acepte la realización del ensayo y todo lo que esto conlleva.

## **2.5. Servicios y suministros**

Para la compra de servicios y suministros en el laboratorio se usa el formato Solicitud de Servicios y Suministros (USAC-CII-DIR-FO-559). El procedimiento y la política deben elaborarse.

### **2.5.1. Servicios requeridos**

El patrón MTE 3.3 utilizado para la verificación de los contadores de energía eléctrica requiere el servicio de calibración con patrones internacionales, el cual debe realizarse periódicamente para asegurar la trazabilidad del patrón y la confiabilidad de los resultados de calibraciones realizadas en el laboratorio.

La capacitación del personal es importante como requisito de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC/17025, por lo tanto el laboratorio también requiere de servicio profesional para cumplir con ello. Los servicios de energía eléctrica y agua son indispensables para el funcionamiento del laboratorio y de sus actividades.

### 2.5.2. Suministros y materia prima requerida

Para realizar el ensayo, como suministro y materia prima se requieren hojas de papel y tinta de impresora para las actividades del laboratorio y para implementar el sistema documental requerido por la norma.

### 2.6. Medios de control de registros utilizado actualmente

Los medios para el control de los registros e información se listan a continuación, señalando su función y el requisito de gestión que cumplen.

Tabla VIII. Medios de control de los registros

Medio de control de registros	Función	Requisito de la norma
Gestión electrónica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Preservación y almacenamiento de los registros</li><li>• Fácil reproducción y distribución</li><li>• Organización de los registros</li><li>• Eliminar el riesgo de daño de los registros</li><li>• Poseer un respaldo de los registros</li><li>• Asegurar la confidencialidad, por medio del acceso restringido a la base de datos</li></ul>	4.3.1
Documentación en papel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poseer los registros a la mano</li><li>• Distribución de copias necesarias</li></ul>	4.3.1

Fuente: elaboración propia.

## **2.7. Requerimientos para la acreditación**

Para lograr la acreditación, se necesita no solamente cumplir con los requisitos de gestión, sino también con los requisitos técnicos.

Para que el ente acreditador apruebe la competencia del ensayo que se va a acreditar, es necesario poseer toda la documentación que defina responsabilidades, procedimientos y políticas de las actividades necesarias para la realización del ensayo.

Para cumplir con todos los requisitos de gestión de la norma, con base en la Tabla II, se estructurarán todos los procedimientos, políticas y formatos que sean necesarios, de uso aplicable para el ensayo y requeridos por la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.

### **3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ACREDITAR EL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES ELÉCTRICOS**

#### **3.1. Organización del Laboratorio de Metrología**

El laboratorio de metrología cuenta con un organigrama establecido, como se muestra en la figura 4; el cual demuestra la jerarquía establecida para el laboratorio y cómo se relaciona con otros departamentos del Centro de Investigación.

##### **3.1.1. Responsabilidad legal del laboratorio**

La responsabilidad legal del laboratorio está ligada al Centro de Investigaciones, como institución dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario, punto noveno del acta número ochocientos cuarenta y dos (842) de la sesión celebrada el 27 de julio de 1963, integrado por todos los laboratorios de la Facultad.



### **3.1.2. Dirección técnica**

En el caso del laboratorio de Metrología Eléctrica, el Director técnico es el jefe del laboratorio, que según la definición en la Norma COGUANOR/NTG/ISO/IEC 17025, en el numeral 4.1.5 inciso h), es quien tiene la responsabilidad total de las operaciones técnicas y el suministro de los recursos necesarios para asegurar las operaciones del laboratorio.

### **3.1.3. Director de la calidad**

Según el numeral 4.1.5, inciso i) de la Norma, el director de la calidad independientemente de las actividades realizadas en relación con los ensayos y/o calibraciones, es quien tiene la responsabilidad y la autoridad para asegurar que el sistema de gestión será implementado y respetado, así como el mantenimiento y mejora continua del mismo.

### **3.1.4. Responsabilidades del personal técnico para asegurar la calidad**

Dentro del Manual de Calidad deben incluirse la capacidad técnica y las responsabilidades para asegurar la calidad, del personal del laboratorio, según el puesto que poseen. A continuación se detallan estas:

- Jefe del Laboratorio de Metrología Eléctrica
  - Capacidad técnica:
    - Título de ingeniero electricista.
    - Tener conocimientos y experiencia en metrología eléctrica

- Responsabilidad para asegurar la calidad:
  - Responsable ante la Dirección del Centro de Investigaciones.
  - Responsable del sistema de gestión dentro del laboratorio.
  - Supervisa o desarrolla los ensayos y calibraciones.
  - Reporta los resultados e informes, asegurando la confidencialidad y confiabilidad de estos.
  - Supervisa el trabajo del auxiliar.
  - Responsable de requerir los recursos necesarios para cumplir con las funciones del laboratorio.
  
- Auxiliar de laboratorio
  - Capacidad técnica:
    - Título de bachiller industrial y perito en electrónica o haber aprobado, como mínimo, el sexto semestre de la carrera de ingeniería eléctrica o electrónica.
    - Tener como mínimo un año de experiencia en la ejecución de tareas relacionadas con electricidad o electrónica, ajuste y reparación de aparatos eléctricos.
  
- Responsabilidad para asegurar la calidad:
  - Reporta directamente al jefe del laboratorio.
  - Auxilia al jefe del laboratorio en las pruebas, ensayos y/o calibraciones, según los procedimientos y políticas definidas.
  - En caso de ausencia del jefe de laboratorio debe cubrir las actividades de operación que sean requeridas.
  - Requerir los recursos para cumplir con las funciones del laboratorio.

### **3.1.5. Responsabilidades del personal administrativo para asegurar la calidad**

Dentro del Centro de Investigaciones existe personal administrativo, externo al laboratorio, pero que se relaciona directamente con las actividades requeridas en este.

El personal administrativo también debe comprometerse con la calidad, ya que el Laboratorio de Metrología funciona como un cliente interno respecto del área administrativa; por lo tanto, el servicio y actividades que provengan de esta, deben ser de calidad para mantener el compromiso de cumplir con el Sistema de Gestión de la Calidad.

A continuación se detallan las responsabilidades para asegurar la calidad del personal administrativo externo al laboratorio.

- Director del Centro de Investigaciones
  - Responsabilidad para asegurar la calidad:
    - Aprueba la documentación referente al sistema de gestión, promueve su implementación y mejora continua.
    - Planifica, organiza, coordina, dirige y controla todas las actividades de investigación científica en el Centro de Investigaciones.
    - Administra y supervisa el adecuado funcionamiento del centro, garantizando el cumplimiento de los objetivos, políticas y programas del sistema de gestión.

- Administra y autoriza los recursos para el laboratorio; sean estos económicos, para compra de servicios y suministros o para adquisición de nuevo equipo.
- Agente financiero
  - Responsabilidad para asegurar la calidad:
    - Agiliza y realiza los trámites necesarios para la aprobación de compra de servicios, suministros y recursos para el centro.
    - Encargado de realizar el cobro a los clientes el monto respectivo a los servicios prestados por el Centro de Investigaciones.
    - Administra, coordina, ejecuta y supervisa la información relacionada con el manejo y control de los fondos presupuestarios del Centro de Investigaciones.
- Secretaría
  - Responsabilidad para asegurar la calidad:
    - Realiza trámites administrativos entre el jefe de la sección y la dirección, para la aprobación de reportes e informes, además de otras tareas mecanográficas.
    - Encargada de entregar los reportes de los resultados, dar información y servicio al cliente, cuando este lo solicite, asegurando la confidencialidad de la información y la calidad en el servicio.

- Encargado de bodega
  - Responsabilidad para asegurar la calidad:
    - Genera la orden de trabajo, de servicios solicitados por el cliente al laboratorio, asegurando la confidencialidad de la información y la calidad en el servicio.
    - Recibe, identifica, coloca, despacha y controla la existencia de materiales y suministros.

### **3.1.6. Responsabilidades del director de la calidad**

Al igual que el personal técnico y el administrativo, el director de la calidad también posee responsabilidades que confirman su compromiso para asegurar la calidad. Estas se detallan a continuación:

- Director de la calidad
  - Responsabilidad para asegurar la calidad:
    - Vela por el cumplimiento de las funciones y responsabilidades de la Sección de Gestión de la Calidad.
    - Controla los registros y documentos del sistema de gestión de la calidad, manteniendo actualizado el listado y verificando la emisión de los mismos.

- Es el responsable de los resultados obtenidos en el proceso de implementación, mejoramiento y mantenimiento del sistema de gestión de la calidad en el centro.
- Prepara el programa de auditorías internas y los informes de revisión por la dirección del centro.
- Realiza y programa reuniones con los jefes de sección del centro, para informar el estado del sistema de gestión de la calidad, para promover la participación y la mejora continua.
- Atiende a los auditores externos y toma acciones para corregir las inconformidades encontradas en la auditoría.

### **3.1.7. Recursos necesarios para desempeñar las tareas**

Dentro de la capacidad técnica del laboratorio, también se incluyen los recursos necesarios para la realización de las tareas relacionadas con él. Para ello se necesitan tanto recursos materiales, como equipo, repuestos y servicios. Estos recursos se detallan a continuación:

**Tabla IX. Recursos necesarios para realizar las tareas**

Recursos	Descripción
Materiales	Papel Tinta para impresora
Recurso humano	Director del centro Jefe de laboratorio Auxiliar de laboratorio Agente financiero Secretaría Encargado de bodega
Equipo	Patrón marca MTE PTS 3.3 Computadora Impresora
Repuestos	El patrón solo puede ajustarse o repararse en caso de ser necesario, directamente con el fabricante.
Servicios	Verificación de medidores de potencia y energía eléctrica

Fuente: Laboratorio de Metrología Eléctrica. Centro de Investigaciones de Ingeniería.  
Universidad San Carlos de Guatemala.

### **3.2. Sistema de gestión para el Laboratorio de Metrología**

El Laboratorio de Metrología Eléctrica se rige al sistema de gestión que cumple con los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y de calibración, establecidos bajo la norma guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC/ 17025 – 2005.

A través del sistema de gestión de la calidad se documenta la misión, visión, políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones necesarios, para asegurar la calidad en los resultados de pruebas y ensayos.

### **3.2.1. Misión**

Contribuir con el Centro de investigaciones de Ingeniería, la Facultad de Ingeniería y la sociedad, a través del desarrollo científico por medio de la investigación; el desarrollo académico a través de la docencia y el desarrollo del sector industrial del país a través de la prestación de servicios, realizando ensayos y/o calibraciones de alta calidad.

### **3.2.2. Visión**

Crece como laboratorio de ensayo y calibración en el área de metrología eléctrica, siendo líderes en servicio, docencia e investigación, comprometidos con la calidad y la mejora continua, como institución componente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **3.2.3. Política de calidad**

“Desarrollamos investigación científica que contribuya con la universidad y la sociedad guatemalteca, basándonos en principios de calidad y con el compromiso de promover el avance tecnológico y académico del país.”

“Estamos comprometidos con la población universitaria del sector público de Guatemala, ofreciendo docencia de alto nivel académico que cumpla con los estándares educativos y promueva los conocimientos en tecnología y desarrollo científico para los estudiantes de ingeniería.”



“Ofrecemos servicios de ingeniería de alta calidad al sector industrial del país relacionado con la electricidad, asegurando la capacidad técnica de nuestro personal, la confidencialidad y la confiabilidad en los resultados de los ensayos y calibraciones realizadas; atendiendo los requerimientos de nuestros clientes e incorporando mejoras con fin de cumplir con los requisitos de las norma establecidas.”

Para cumplir con el compromiso de mantener el sistema de gestión y la mejora continua, el personal es capacitado; el equipo cumple con los estándares de calibración requeridos, y todo el sistema de documentación es revisado y mejorado continuamente para mantener el nivel de calidad que haga competitivos los servicios ofrecidos.

#### **3.2.4. Propósito del sistema de gestión de la calidad**

El objetivo de establecer el sistema de gestión de la calidad es brindar servicios de calidad asegurando que los resultados de los ensayos sean técnicamente válidos y confiables, para así alcanzar la competitividad y reconocimiento a nivel internacional del laboratorio; conforme a los requisitos solicitados en la Norma COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025.

Mediante el sistema, se documentan las actividades relacionadas con la gestión del ensayo, implementando procedimientos, políticas, formatos y registros.

La implementación del Sistema de Gestión de la Calidad sirve para evitar errores e ineficiencias, corregir errores y demostrar el cumplimiento de los requisitos de la norma.

### **3.2.5. Declaración del compromiso de la dirección con la calidad**

La dirección del Centro de Investigaciones de Ingeniería debe comprometerse a:

- Supervisar y asegurar la buena práctica profesional y la calidad de los ensayos y calibraciones.
- Verificar que el servicio ofrecido sea de la más alta calidad, solucionando los problemas de la industria relacionados con la metrología eléctrica.
- Implementar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión de la calidad, verificando su cumplimiento e integridad.
- Capacitar al personal que se relacione con las actividades del ensayo, con el fin de que conozcan la documentación necesaria para implementar las políticas y procedimientos que aseguren la calidad de su trabajo.
- Comprometerse con el cumplimiento de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 y mejorar continuamente la eficiencia del sistema de gestión de la calidad.

### **3.2.6. Política para la protección y confidencialidad de información**

Tanto el Laboratorio de Metrología como el Centro de Investigaciones de Ingeniería se comprometen a proteger la información de las empresas que requieran los servicios de calibración y ensayo. Además, se garantiza la confidencialidad e integridad de los datos de las empresas y de los resultados e informes de los ensayos solicitados.

Se asegura la confidencialidad de la información manteniendo acceso restringido y uso solamente a personal autorizado. Se mantendrá la integridad de los resultados e informes, asegurando su precisión, confiabilidad y que no será alterado o modificado. La información debe estar disponible para ser procesada por personas autorizadas.

Los únicos casos en los que el centro podrá revelar información confidencial son: cuando la empresa solicita o autoriza que la información sea revelada, y cuando la legislación vigente lo obliga o exige.

### **3.2.7. Política para la protección de los derechos de propiedad**

El laboratorio de Metrología Eléctrica y el Centro de Investigaciones de Ingeniería se comprometen a garantizar la protección de los derechos de la propiedad intelectual o técnica; sean investigaciones científicas, invenciones, patentes, marcas, programas informáticos, normas, documentos, modelos industriales, etc.

Esto aplica para cualquier propiedad intelectual o técnica, desarrollada por empresas externas que soliciten los servicios, o dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

### **3.2.8. Política para la protección de los registros**

Es responsabilidad del laboratorio controlar, conservar, mantener y dirigir el uso de los documentos en los cuales se registren los ensayos realizados y sus resultados. Todos los registros físicos o digitales, deben estar debidamente identificados almacenados, protegidos y tener capacidad de recuperación, disponibilidad, distribución y retención.

La información y los registros deben estar protegidos de pérdidas, uso incorrecto, acceso no autorizado, revelación no autorizada, modificación o destrucción, a cargo del jefe del laboratorio y de la Dirección.

### **3.2.9. Política para la protección de la reputación de la OGA**

El personal del centro y del laboratorio se compromete a conservar la ética, integridad, imparcialidad y confidencialidad ante la OGA y su personal, durante y después del proceso de acreditación.

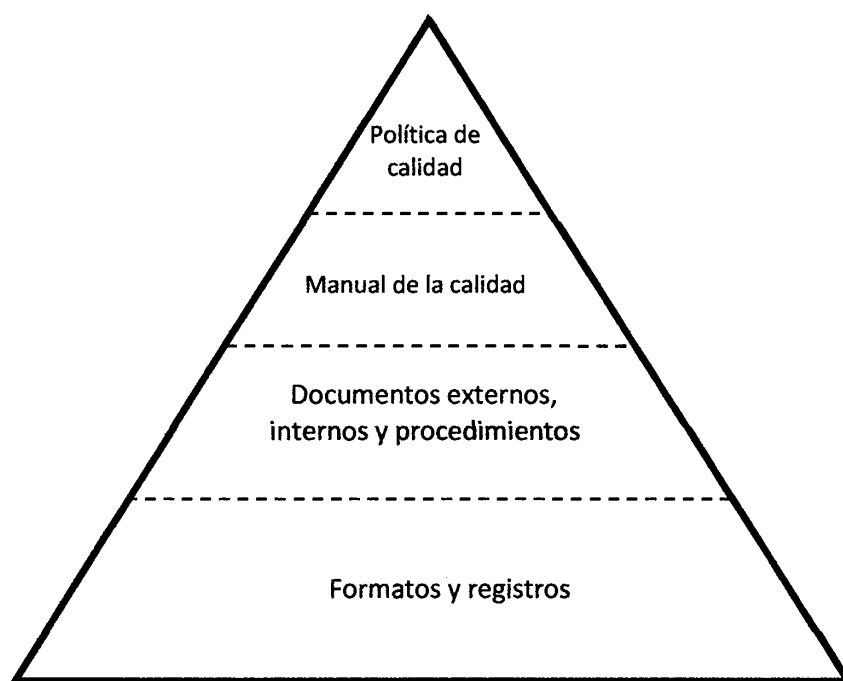
Además, deben defender en todo momento la reputación del ente acreditador, incluso ante personas externas al centro. Los valores como la ética profesional, la integridad, la honestidad, la responsabilidad técnica y social, la imparcialidad, la lealtad y la confidencialidad, son el pilar de la institución.

### 3.3. Control de documentos en el Laboratorio de Metrología

Los documentos que se manejen dentro del laboratorio pueden ser declaraciones de políticas, procedimientos, especificaciones, tablas de calibración, gráficos, manuales, avisos, software, etc.

Todo documento realizado para el sistema de gestión de la calidad debe seguir la jerarquía mostrada en la figura 5, en la cual se observa una estructura piramidal que hace referencia a la importancia de cada uno.

Figura 5. Estructura documental del sistema de gestión de la calidad



Fuente: elaboración propia.

### **3.3.1. Procedimientos**

Este tipo de documento es aquel que describe las funciones, acciones y responsabilidades para la realización de un proceso. Debe poseer las siguientes características:

- Estar disponibles donde se lleven a cabo operaciones esenciales.
- Ser revisados y modificados periódicamente para asegurar el mejoramiento continuo.
- Ser retirados si son obsoletos o no válidos.
- Estar debidamente identificados si son documentos retenidos.

Todo procedimiento realizado debe incluir los siguientes aspectos, que faciliten su cumplimiento:

- **Código:** identifica el documento asignándole una simbología que permita diferenciarlo de los demás documentos y la sección del centro a la que pertenece.
- **Índice:** lista, de forma general, el contenido del documento o procedimiento y sirve de guía para la utilización del mismo.
- **Objetivo:** establece la función del procedimiento, describiendo e indicando el fin para el que fue realizado y la importancia del mismo.
- **Alcance:** describe cuándo y a quiénes aplicar el documento, indicando los límites de su utilización.

- **Responsabilidad:** define quiénes serán los encargados dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para velar por su correcto cumplimiento.
- **Documentación y datos relacionados (Referencias):** lista los documentos en los cuales se basó el documento y que se relacionan con el mismo, para su cumplimiento. La tabla X muestra un ejemplo de la tabla usada en esta sección.

**Tabla X. Ejemplo de la tabla a utilizar para listar documentación y datos relacionados dentro de un procedimiento**

<i>Código</i>	<i>Nombre del documento o dato</i>

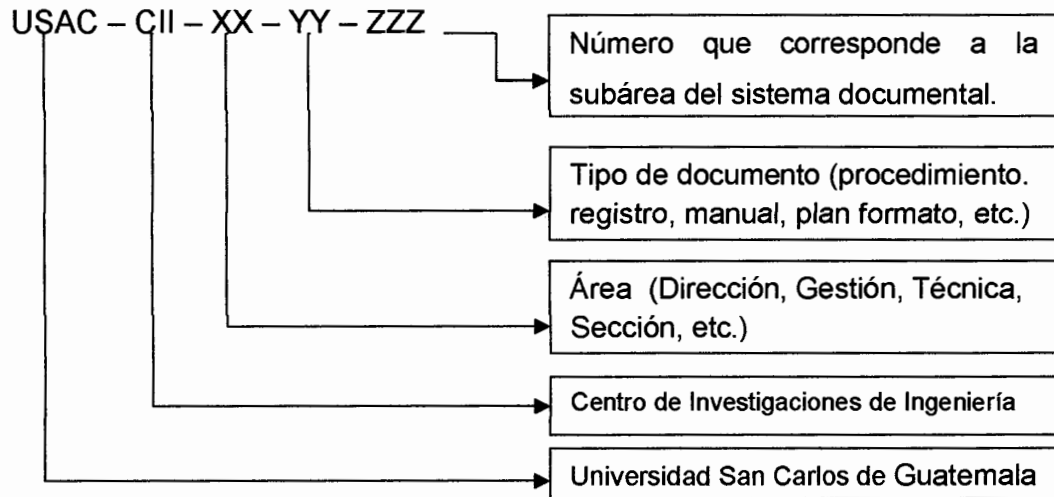
Fuente: Según documento USAC – CII – DIR – PR – 001. Centro de Investigaciones de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala.

- **Definiciones:** incluye todos los conceptos básicos que se relacionan con el procedimiento y facilitan la comprensión y realización del mismo.
- **Procedimiento:** detalla de forma sucesiva, los pasos necesarios para cumplir con el correcto desarrollo de la actividad para la cual fue creado.

### **3.3.1.1. Codificación de los procedimientos**

Todo procedimiento realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, debe identificarse con un código. La estructura del código se muestra en la figura 6.

Figura 6. **Codificación de los procedimientos**



Fuente: elaboración propia.

- Área: identifica el área de trabajo de aplicación del documento a que se refiere dentro del centro.
- Subárea: se asignará por la determinación de un rango dado por los códigos numéricos.
- Número: número de correlativo según el área y subárea de trabajo.
- Tipo de documento: identificará el documento a que se refiere según lo establecido dentro de cada área.

En la tabla XI se muestra el número de correlativo que se va a usar en la codificación de los procedimientos en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, dependiendo el área y subárea para el cual son desarrollados.



Tabla XI. **Codificación de los procedimientos para el área de Dirección y subárea**

<b>Área</b>	<b>Subárea</b>	<b>Número</b>
DIRECCIÓN DIR	Sistema documental	001 – 100
	Auditorías	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>	
	Instalaciones y servicios generales	601 – 650
	Vehículos	651 – 700
	Equipo de cómputo	701 – 750
	Mobiliario	751 – 800
	Edificios	801 – 850
Medio ambiente	851 – 900	
Seguridad industrial	901 – 950	
<b>Servicio al cliente</b>		
Atención al cliente	951 – 999	

Continuación de la tabla XI.

<b>Área</b>	<b>Subárea</b>	<b>Número</b>
CONCRETOS - CO	Documentos generales y ensayos	001 – 100
METALES - ME	Documentos generales y ensayos	101 – 200
SUELOS - SU	Documentos generales y ensayos	201 – 300
QUÍMICA INDUSTRIAL QIND	Documentos generales y ensayos	301 – 400
GESTIÓN DE LA CALIDAD - GC	Documentos generales y ensayos	401 – 450
TECNOLOGÍA DE LA MADERA - TMAD	Documentos generales y ensayos	451 – 500
TOPOGRAFIA Y CATASTRO	Documentos generales y ensayos	501 – 550
METROLOGÍA ELECTRÍCA - ME	Documentos generales y ensayos	551 – 600

Fuente: según documento USAC – CII – DIR – PR – 001. Centro de Investigaciones de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala.

Para codificar el procedimiento se emplea una simbología adecuada para indicar el tipo de documento, como se muestra en la tabla XII.

Tabla XII. **Codificación según el tipo de documento**

Código	Tipo de documento	Código	Tipo de documento
MA	Manual	FO	Formato
PR	Procedimiento	EN	Ensayo
IN	Instrucción	DG	Documentos generales
RG	Registro	PO	Política
PL	Plan	OBJ	Objetivo
MT	Método de trabajo	PRG	Programa

Fuente: según documento USAC – CII – DIR – PR – 001. Centro de Investigaciones de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala.

### 3.3.2. **Formatos y registros**

Los formatos son documentos auxiliares originados de los procedimientos, con los cuales se recopila información que garantice el cumplimiento y control de la actividad a la cual se refiere.

Para su identificación, todo formato realizado dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería debe contener como mínimo:

- Logotipo de identificación
- Título del formato
- Código del formato
- Versión del formato, referido a la última modificación realizada
- Fecha de la última modificación

Tabla XIII. **Ejemplo del encabezado de un formato**

VALE DE ENTREGA DE EQUIPO Y SUMINISTROS			USAC.CII-DIR-FO-201
Aprobado por:	Firma:	Fecha:	Versión 01

Fuente: según documento USAC – CII – DIR – PR – 001. Centro de Investigaciones de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala.

Los registros son documentos en los cuales se recopila toda la información que entra y sale, como evidencia del resultado de las actividades, ensayos y calibraciones realizados en el centro.

Los datos que identifican a un registro dentro del Centro de Investigaciones, son los siguientes:

- Título del registro
- Código
- Nombre del registro o de la actividad para la cual fue creado
- Responsable de la información contenida en el registro
- Fecha de realización del registro

Tabla XIV. **Ejemplo del encabezado de un registro**

LISTADO DE ASISTENCIA		USAC-CII-DIR-RG-016 Versión 01
ACTIVIDAD:	RESPONSABLE:	FECHA:

Fuente: según documento USAC – CII – DIR – PR – 001. Centro de Investigaciones de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala.

### 3.3.3. Procedimiento para la elaboración y/o modificación de documentos

En la tabla XV se muestra un resumen de los elementos importantes, que debe contener el procedimiento para la elaboración y modificación de documentos. En la última casilla, se detallan los resultados esperados con la implementación del procedimiento.

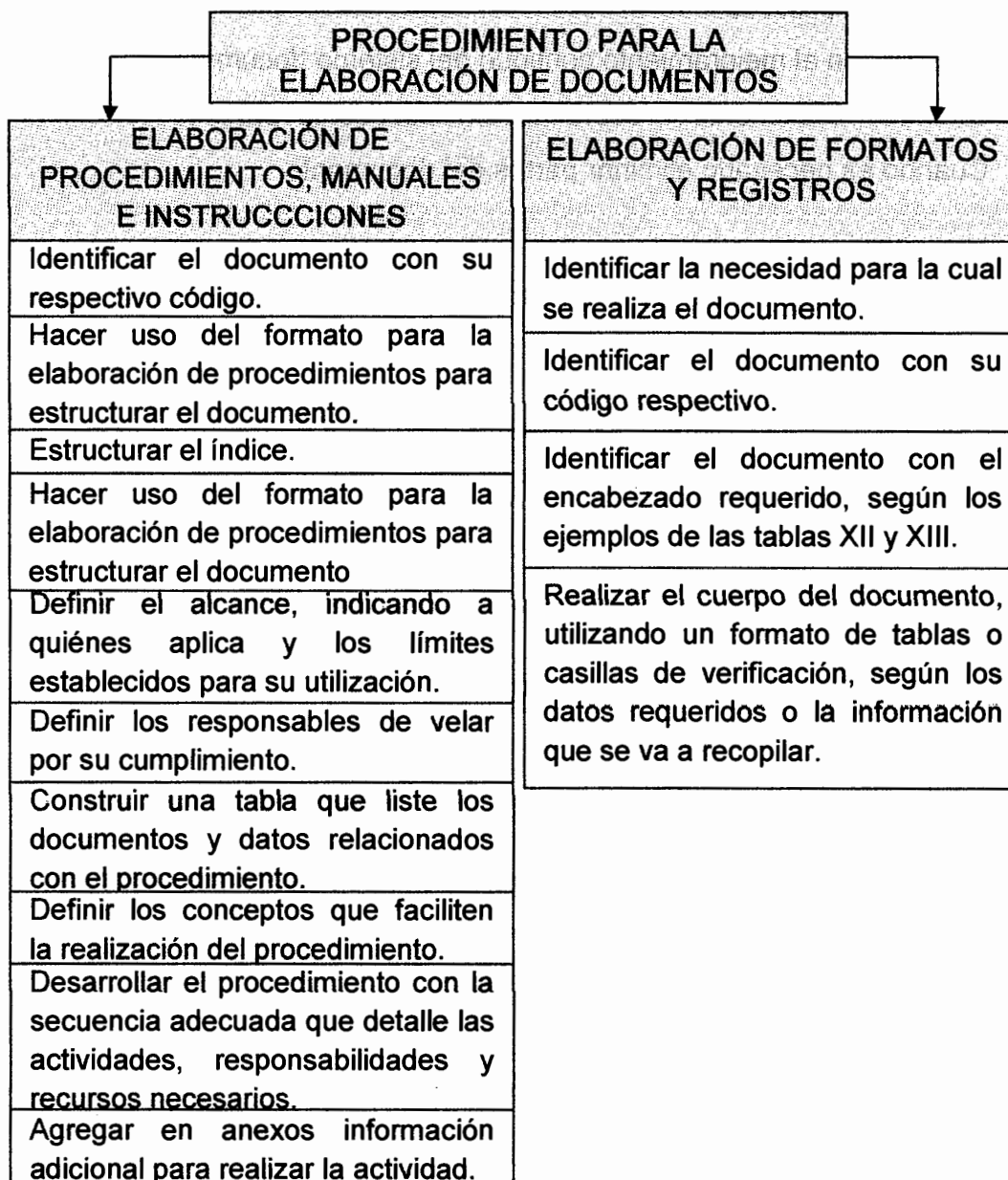
Tabla XV. Cuadro resumen del procedimiento de elaboración y/o modificación de documentos

Nombre	Procedimiento de emisión y/o modificación de documentos
Objetivo	Establecer lineamientos para la codificación, formato y estructura de manuales, procedimientos, registros, formatos, instrucciones, planes, métodos de trabajo y todo documento que forme parte del sistema documental.
Alcance	Aplica para la elaboración y modificación de manuales, procedimientos, políticas, formatos, planes y métodos de trabajo realizados en todas las áreas del centro.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe del laboratorio y su personal</li><li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li><li>• Personal técnico y administrativo del CII.</li></ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poseer un procedimiento que sea la base para la realización de todos los procedimientos del sistema documental del CII.</li><li>• Cumplir con los requisitos de gestión de la norma.</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se muestra un esquema del procedimiento para la aprobación y emisión de documentos, sintetizando los pasos que debe seguir.

Figura 7. **Esquema del procedimiento para la elaboración de documentos**



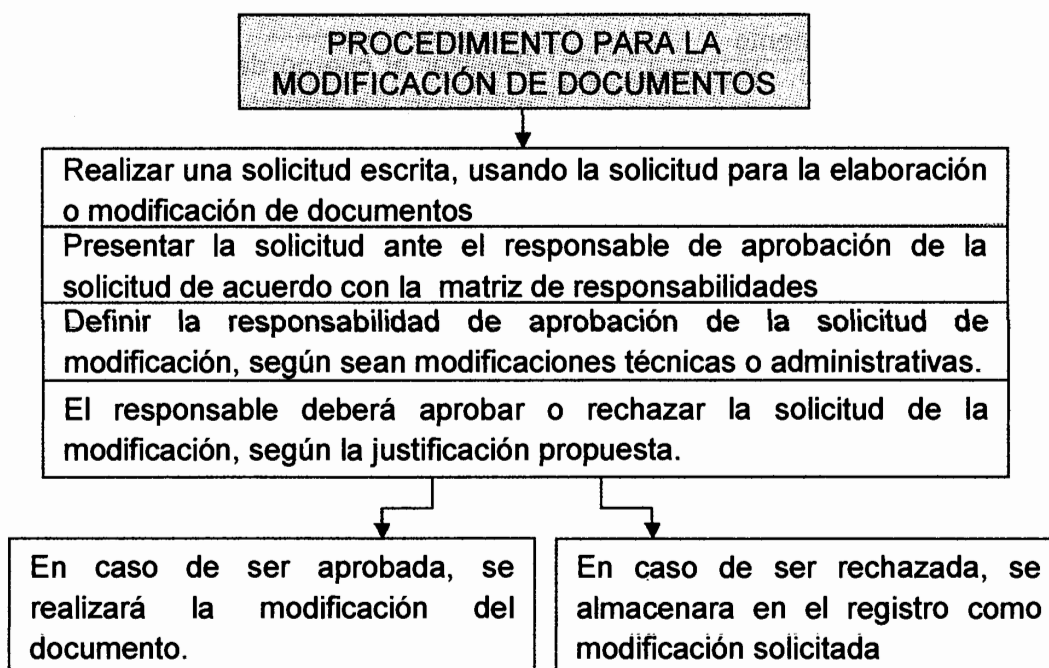
Fuente: elaboración propia.

La modificación de documentos debe de realizarse bajo el cumplimiento de las normas aplicadas y lo establecido en el Manual de la Calidad. La modificación es justificada por las siguientes razones:

- Hacer mejoras en el documento con el fin de facilitar su uso
- Mejorar un proceso
- Cumplir con el mejoramiento continuo del sistema documental
- Cuando el documento no cubra las necesidades del proceso
- Cuando es necesario eliminar partes del documento

El esquema del procedimiento para la modificación de documentos, se muestra en la figura 8.

Figura 8. **Esquema del procedimiento para la modificación de documentos**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. Procedimiento para la aprobación y emisión de documentos

El procedimiento para la aprobación y emisión de documentos, es necesario como parte del proceso de creación de un procedimiento, ya que lo pone en vigencia. En la tabla XVI se listan y detallan los elementos importantes de este procedimiento.

Tabla XVI. **Cuadro resumen del procedimiento para la aprobación y emisión de documentos**

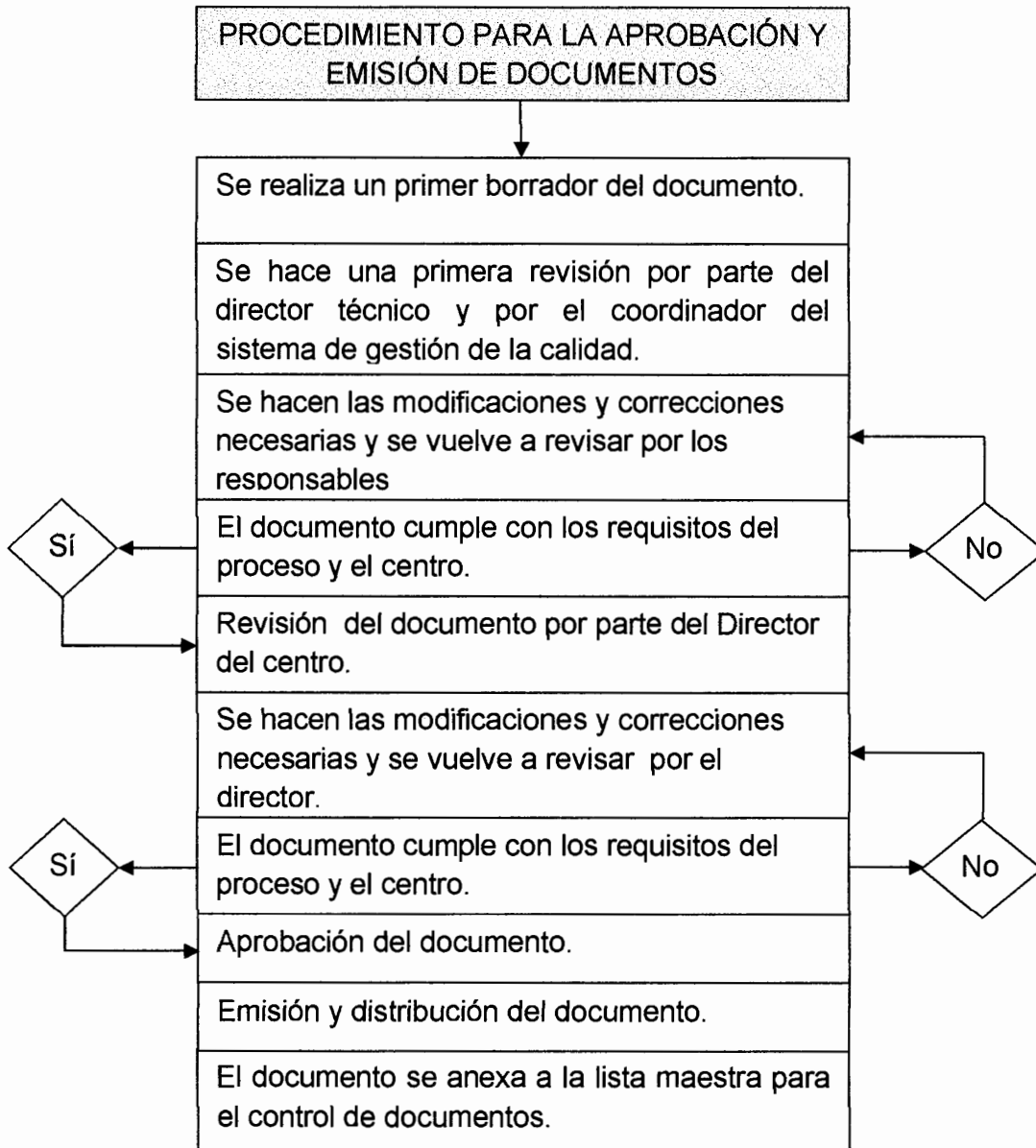
Nombre	Procedimiento de aprobación y emisión de documentos
Objetivo	Que los procedimientos que ya han sido elaborados se aprueben y pongan en vigencia, previa revisión, asegurando que cumplen los requisitos del sistema de gestión de la calidad y cubren las necesidades del proceso al cual se aplica.
Alcance	Aplica al aprobar y emitir manuales, procedimientos, políticas, formatos, planes y métodos de trabajo realizados en todas las áreas del centro.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe del laboratorio y su personal</li><li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li><li>• Personal técnico y administrativo del CII.</li></ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asegurar que los documentos aprobados sean de calidad.</li><li>• Control del proceso de emisión y aprobación de documentos.</li></ul>

Fuente: elaboración propia



En el caso de la aprobación y emisión de documentos, el esquema se muestra a continuación en la figura 9.

Figura 9. **Esquema del procedimiento para la aprobación y emisión de documentos**



Fuente: elaboración propia.

### **3.3.5. Procedimiento para el control de documentos**

El control de los documentos generados interna o externamente es de gran importancia. Un documento controlado es aquel que ha sido aprobado y puesto en vigencia y que pertenece al sistema documental del laboratorio; el cual debe ser controlado y administrado de acuerdo con el manual de calidad y el procedimiento para el control de documentos. Todos los documentos deben ser controlados sin importar si son almacenados por medios electrónicos, digitales, impresos, analógicos o fotográficos.

El control de los documentos es necesario en los siguientes casos:

- Documentos obsoletos o no válidos
- Registro y distribución de los documentos en el centro
- Control de documentos externos

Los documentos no controlados son aquellos que han sido distribuidos de forma impresa o digital y cuya responsabilidad de actualización, mejoramiento, modificación o validación no será del centro. Estos deberán poseer un sello o marca de agua que los identifique.

Un documento externo es aquel que no fue creado dentro del sistema de gestión de la calidad del centro pero que pertenece a él ya que es utilizado para las actividades de este.

En la tabla XVII se muestran los elementos de importancia, que conforman el procedimiento para el control de documentos y los resultados que se espera obtener con su implementación.

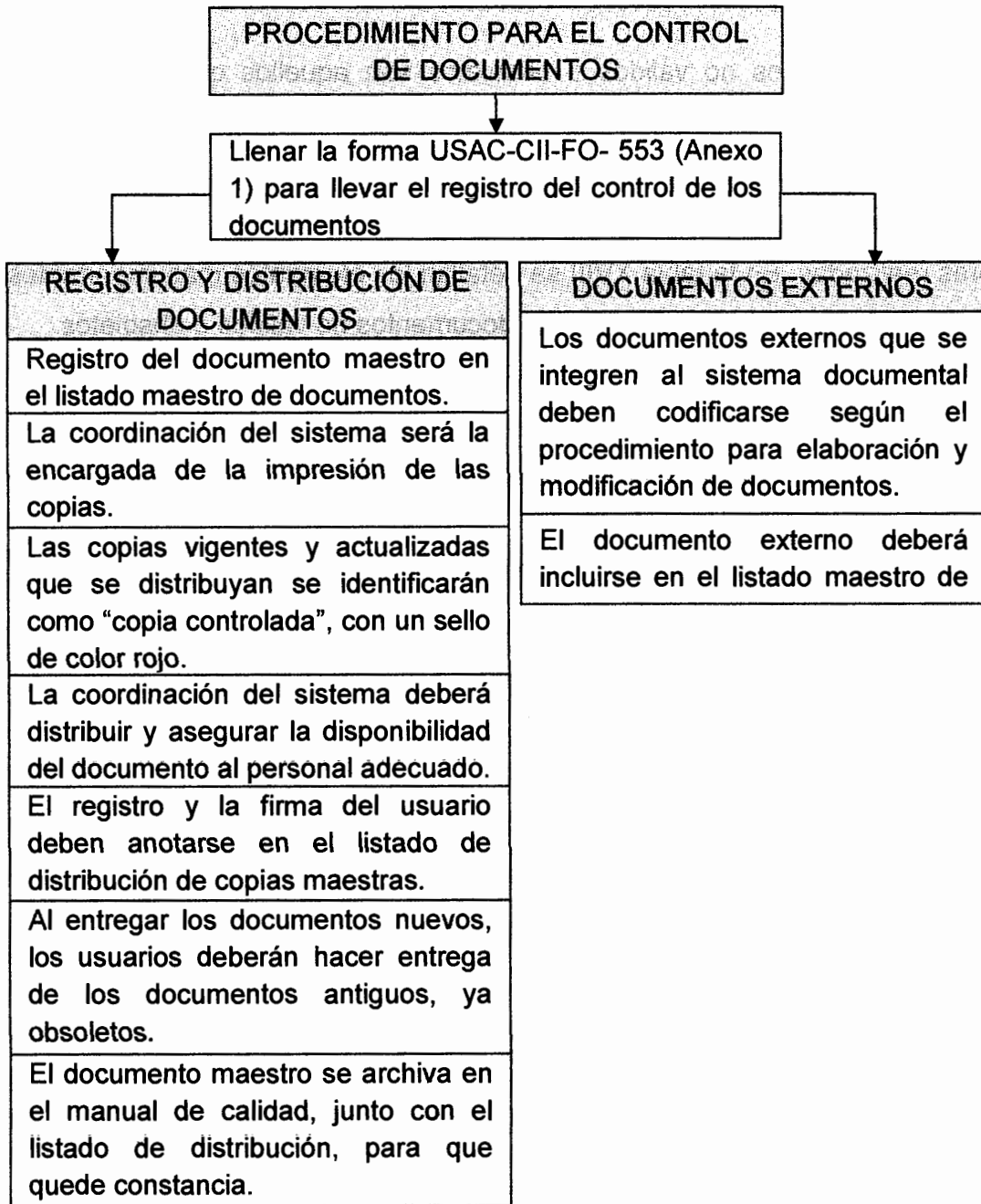
**Tabla XVII. Cuadro resumen del procedimiento para el control de documentos**

Nombre	Procedimiento para el control de documentos
Objetivo	Establecer los parámetros generales que deben seguirse para el control de la información y documentos que forman parte del sistema documental.
Alcance	Aplica para el control del manual de calidad, procedimientos, instrucciones, planes de trabajo, programas, métodos de trabajo, y todos los documentos que forman parte del sistema documental del centro.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> <li>• Personal técnico y administrativo del CII</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control sobre el manejo y uso de todos los documentos del sistema de gestión de la calidad.</li> <li>• Que la información manejada sea vigente.</li> <li>• Mantener la confidencialidad e integridad de la información.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 10 se muestra el esquema del procedimiento para el control de documentos externos y para el registro y distribución de documentos. El procedimiento para eliminación de documentos obsoletos o no válidos se detallará en el siguiente inciso.

Figura 10. Esquema del procedimiento para el control de documentos



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.6. Procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos

Los documentos no válidos u obsoletos son aquellos que debido a la creación de nuevas versiones o a que no cubren las necesidades de los procesos del centro, deben eliminarse o destruirse. El documento maestro debe almacenarse, para tener constancia de las versiones creadas y las mejoras realizadas. En la tabla XVIII se detallan los elementos más importantes del procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos.

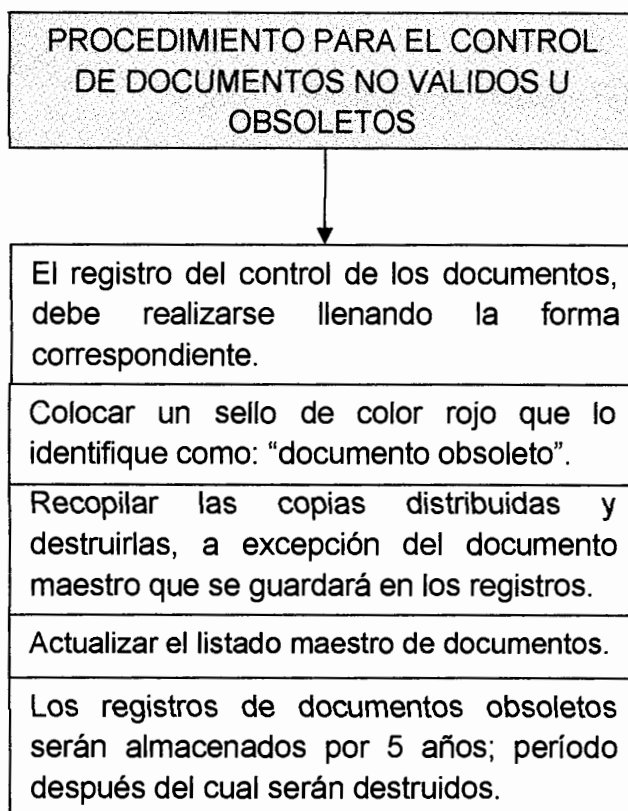
Tabla XVIII. Cuadro resumen del procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos

Nombre	Procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos
Objetivo	Establecer las acciones a tomar en caso de que se desarrollen nuevas versiones o no cumplan con el objetivo para el cual fueron creadas, evitando que circulen en el sistema documental y se haga mal uso de ellas.
Alcance	Aplica para el control de todos los documentos que forman parte del sistema documental del centro.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe del laboratorio y su personal</li><li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li><li>• Personal técnico y administrativo del CII.</li></ul>
Resultados esperados	Evitar que los documentos utilizados sean obsoletos y afecten la eficiencia de las actividades del centro.

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra el esquema que sintetiza las acciones que se deben tomar para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos, lo cual también forma parte del procedimiento para el control de documentos.

Figura 11. **Esquema del procedimiento para la eliminación de documentos no válidos u obsoletos**



Fuente: elaboración propia.

El artículo 382 del Código de Comercio de Guatemala dice que "todo comerciante debe conservar de forma ordenada y organizada, durante no menos de cinco años, los documentos de su empresa, salvo que lo dispongan otras leyes".

### **3.4. Revisión de solicitudes, ofertas y contratos**

Este procedimiento es de gran importancia ya que es la base para aprobar cualquier orden de trabajo. Las políticas y procedimientos para el proceso de revisión de solicitudes, ofertas y contratos tienen como fin definir, documentar y dejar claro entre ambas partes, los siguientes puntos:

- Los requisitos del cliente
- Los métodos de ensayo o calibración a utilizar
- La capacidad, habilidades, experiencia, recursos humanos y físicos del laboratorio para cumplir con los requisitos
- Asegurar que los métodos de ensayo y calibración seleccionados son los adecuados

La solicitud es el documento con el que se tiene constancia de la petición de la realización de un ensayo o de la prestación de algún servicio. La oferta es la propuesta de contratación o el ofrecimiento de hacer cumplir algo. El contrato tiene como finalidad proporcionar servicios de ensayo o calibración a los clientes que los soliciten, según condiciones previamente acordadas entre ambas partes.

Es importante que este proceso sea práctico y eficiente y que los aspectos financieros, legales y el tiempo de entrega del trabajo solicitado sean tomados en cuenta en la orden de trabajo, que se utiliza como contrato entre el cliente y el Laboratorio de Metrología Eléctrica. En el caso de las solicitudes, ofertas y contratos internos, el procedimiento debe ser más simplificado.

#### **3.4.1. Política para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos**

La revisión de las solicitudes, ofertas y contratos debe establecer explícitamente las condiciones de realización de un ensayo o calibración; estableciendo adecuadamente los requisitos del cliente, los métodos de ensayo o calibración, los recursos disponibles, habilidades y experiencia del personal, precios, formas de pago, tiempo de entrega de los resultados y métodos de manejo de la información del cliente.

Cualquier diferencia entre pedido u oferta debe ser aclarada antes de realizar cualquier trabajo, de manera que se asegure la conformidad de ambas partes.

El director de la calidad, tiene como obligación velar por el cumplimiento de los requisitos solicitados por el cliente y abrir parte de “no conformidad” en caso de incumplimiento de alguno de ellos, tomando las acciones correctivas debidas para el hecho dado.

Como fin primordial de la revisión cuidadosa de las solicitudes, ofertas y contratos, el servicio prestado al cliente en todas las etapas del proceso, será de la mejor calidad y satisfaciendo los requisitos por él solicitados.

#### **3.4.2. Procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos**

En la tabla XIX se describen los elementos del procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos del centro.



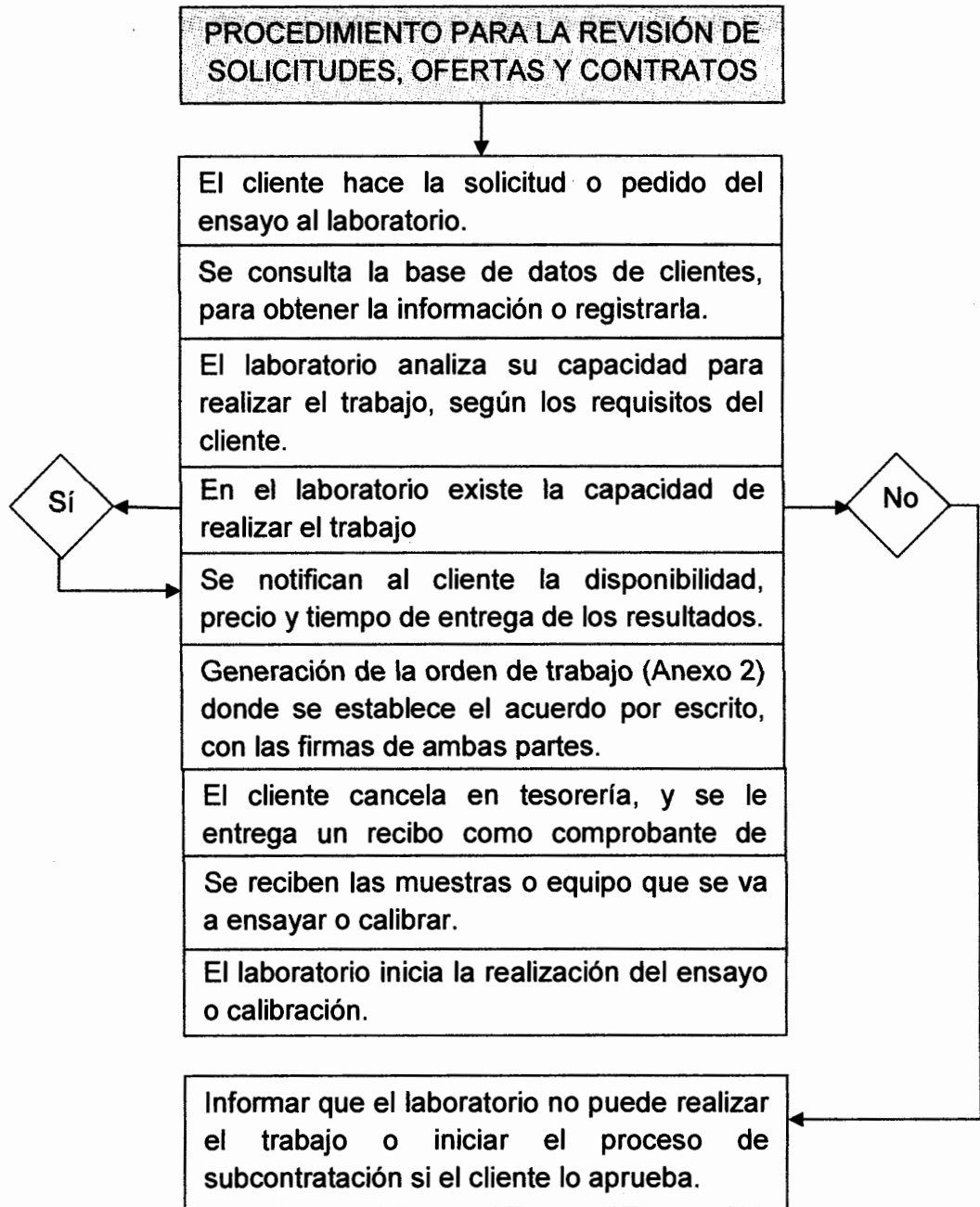
**Tabla XIX. Cuadro resumen del procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos**

Nombre	Procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos
Objetivo	Establecer los pasos a seguir ante una solicitud, oferta o petición de un ensayo o calibración, asegurando que los puntos del contrato, especificaciones, controles, etc., queden bien definidos entre el cliente y el centro.
Alcance	Aplica a todas las secciones, para el proceso de revisión de solicitudes, ofertas y contratos de un cliente al centro.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII</li> <li>• Jefe del laboratorio</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> <li>• Personal administrativo y técnico del CII.</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del proceso de solicitud, oferta y contrato para la realización de un ensayo o calibración.</li> <li>• Calidad óptima en el servicio suministrado al cliente y satisfacción de sus requisitos.</li> <li>• Claridad entre el cliente y el centro sobre las condiciones de la contratación, métodos, realización del ensayo, manejo de información, etc.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos, se sintetiza en el esquema de la figura 12, mostrada a continuación:

Figura 12. **Esquema del procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos**



Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Subcontrataciones**

La subcontratación es una opción usada en los casos en los que el laboratorio no pueda cumplir con el trabajo solicitado y se da bajo las siguientes circunstancias:

- Carga de trabajo
- Necesidad de conocimientos técnicos adicionales
- Incapacidad temporal para realizar el trabajo
- Convenios con agencias
- Menor costo e igual calidad de servicio
- Acceso a mejores equipos o servicio de alto nivel

El requisito indispensable para subcontratar otro laboratorio, es que este preste un servicio de igual o mejor calidad al ofrecido en el laboratorio donde se solicitó el trabajo, asegurando que el ente subcontratado cumple con los requisitos de la norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025 y también ha sido acreditado por la OGA.

La subcontratación no desliga al laboratorio de la responsabilidad de los resultados del ensayo o calibración solicitada y el cliente debe tener conocimiento de ella y aprobarla, de manera que se cumpla con los requisitos que él solicitó. Si el cliente no está de acuerdo con la subcontratación, el trabajo debe cancelarse.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería, según las políticas de la Universidad, no permite la subcontratación.

La política y el procedimiento para las subcontrataciones son exigidos por los requisitos de la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025, permitirán acreditar el ensayo y servirán como guía para normalizar esta actividad, en caso de ser necesaria.

### **3.5.1. Política para las subcontrataciones**

Todo ensayo o calibración que deba realizarse por un ente subcontratado es responsabilidad del laboratorio donde se solicitó el servicio y del Centro de Investigaciones de Ingeniería. El centro se compromete a asegurar la calidad del trabajo, la confiabilidad de los resultados, la integridad y confidencialidad de la información y el cumplimiento de los requisitos del cliente establecidos en el contrato.

Las labores que se subcontraten en una organización competente, deben estar acordadas y aprobadas por el cliente, sin olvidar llevar registro de ellas.

La subcontratación permanente de la realización total de un ensayo, no permite la acreditación de ese ensayo por parte de la OGA. La subcontratación debe ser de tipo excepcional, debidamente justificada y realizada en organismos acreditados por la misma. La subcontratación permanente del ensayo completo o parcial, es permitida en el caso que requieran equipamiento único y de disponibilidad limitada en el país. La norma no considera la contratación de personal como subcontratación.

### 3.5.2. Procedimiento para la subcontratación de ensayos y/o calibraciones

Los elementos importantes del procedimiento para la subcontratación de ensayos y calibraciones, se detallan en la tabla XX, mostrada a continuación.

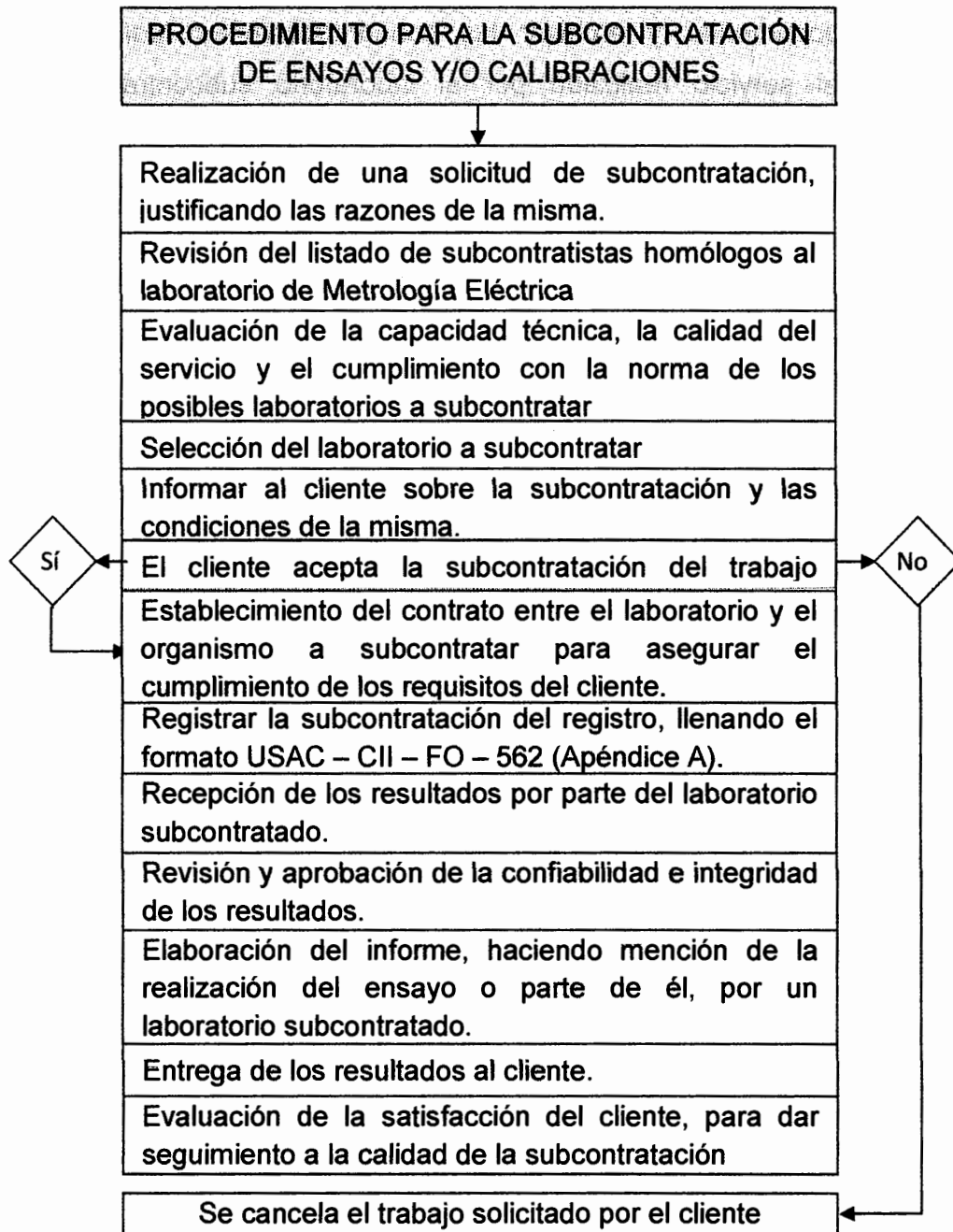
Tabla XX. Cuadro resumen del procedimiento para subcontrataciones de ensayo y/o calibraciones

Nombre	Procedimiento para subcontrataciones del ensayo y/o calibraciones
Objetivo	Establecer el procedimiento y los requisitos que deben cumplir los entes a subcontratar, asegurando la calidad del servicio y el cumplimiento con dicha norma.
Alcance	Aplica para la subcontratación de ensayos y/o calibraciones en todas las secciones del CII.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dirección del CII</li><li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li><li>• Jefe del laboratorio y su personal</li></ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se evita que se subcontraten laboratorios incapaces para cumplir con los requisitos del cliente y de la norma aplicada.</li><li>• Establece explícitamente los requisitos que deben cumplir los laboratorios a subcontratar.</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se muestra el esquema del procedimiento para la subcontratación de ensayos y/o calibraciones.

**Figura 13. Esquema del procedimiento para la subcontratación de ensayos y/o calibraciones**



Fuente: elaboración propia.

### **3.5.3. Registro de subcontratistas**

Registrar las subcontrataciones, así como los datos de la empresa a subcontratar y las condiciones de la subcontratación es de gran importancia. Se deben documentar y archivar las subcontrataciones realizadas como evidencia del servicio realizado por el laboratorio subcontratado y para conservar un listado de posibles laboratorios a subcontratar, por medio del uso de un formato USAC – CII – FO – 562 (Apéndice 1).

El registro debe contener la información necesaria para identificar al organismo subcontratado y las condiciones de la realización del trabajo, de manera que quede registrado el compromiso asumido por ambas partes y la información necesaria del laboratorio subcontratado. La información requerida se lista a continuación:

- Nombre de la organización o laboratorio subcontratado
- Dirección y teléfono del la organización o laboratorio subcontratado
- Ensayo a subcontratar
- Requisitos solicitados por el cliente
- Fecha de subcontratación
- Fecha de entrega de resultados
- Firma del Jefe de la sección del CII que realiza el trabajo
- Firma del representante de la organización o laboratorio subcontratado

### **3.6. Compras de servicios y suministros**

Los servicios y suministros que se compren, deben cumplir con los estándares de calidad requeridos y cubrir las necesidades del centro para la realización de sus actividades.

La implementación de un correcto proceso de selección y compra de servicios y suministros, pretende evitar que la mala calidad de los mismos afecte la calidad de los resultados de los ensayos y/o calibraciones que se realizan en el laboratorio. A continuación se listan los servicios y suministros que requieren del control de dicho proceso:

- Gestión y compra de equipos y patrones
- Instrumentos
- Instalaciones y puesta en marcha
- Mantenimiento de equipo e instrumentación
- Calibración y verificación

Todas las acciones, evaluaciones, muestreos y selección de suministros y proveedores, deben registrarse con el fin de llevar control de la calidad de los servicios y suministros comprados y mantener una base de datos de los proveedores elegidos como competentes.

Todo suministro comprado, sea fungible o no, debe poseer una etiqueta para identificar la fecha de compra, proveedor y la sección o laboratorio al cual pertenece.

### **3.6.1. Política para la selección y compra de servicios y suministros**

Cualquier servicio o suministro necesario para el correcto desempeño del centro, será inspeccionado y seleccionado por métodos adecuados de evaluación de proveedores y/o muestreo de suministros, de forma que se cumpla con la calidad requerida.



El proceso de selección y compra, toma en cuenta la selección cuidadosa de los proveedores de servicios y suministros, la calificación de la calidad de los mismos y el compromiso del laboratorio de verificar, antes de su uso, que cumplan con los estándares requeridos.

La correcta selección y compra de servicios y suministros, dará como resultado un servicio de calidad, confiabilidad en los resultados de los ensayos, mejoramiento de las actividades realizadas en el centro y de las condiciones de trabajo del personal técnico y administrativo.

### **3.6.2. Métodos de inspección de suministros**

La inspección de materias primas o suministros es primordial para asegurar la calidad. En el caso del laboratorio de Metrología Eléctrica, la inspección se realizará para aceptar o rechazar un producto o suministro, con base en la conformidad respecto de un estándar establecido por los requisitos del cliente y del método del ensayo.

En el laboratorio, los suministros, por lo general, serán lotes pequeños de producto o materia prima, por lo que para verificar la calidad de los mismos y aceptarlos o rechazarlos, se utilizará la inspección al 100%.

La inspección al 100% consiste en verificar la calidad de todos los productos que se van a comprar. Este tipo de inspección está recomendada cuando el lote es pequeño, el producto que va a comprarse es de gran valor o cuando es posible realizarlo con facilidad y fiabilidad; lo cual es el caso de los suministros del Laboratorio de Metrología Eléctrica.

Lo más importante de la inspección de suministros es tener claramente definidas las características que estos deben presentar, para que cumplan con la competencia y la calidad requerida en el laboratorio.

Los tipos de defectos que pueden encontrarse en los materiales o suministros que se van a inspeccionar son tres: los defectos críticos, que serán aquellos que violan las leyes, agreden al consumidor o hacen inservible el producto; los defectos mayores, los cuales hacen inservible el producto ya que afectan su correcto funcionamiento o su utilización y los defectos menores, que producen una disminución leve en el correcto funcionamiento o utilización del producto, que probablemente no sea notado, pero que produzca graves efectos en la calidad del servicio ofrecido o los resultados del ensayo realizado.

Si el suministro o material posee cualquiera de los defectos descritos anteriormente, este será rechazado y deberá registrarse, para llevar un record de la calidad del producto ofrecido por un proveedor específico.

### **3.6.3. Procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros**

El procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros dentro del laboratorio de Metrología Eléctrica se detalla en la tabla XXI a continuación, señalando los elementos importantes del mismo.

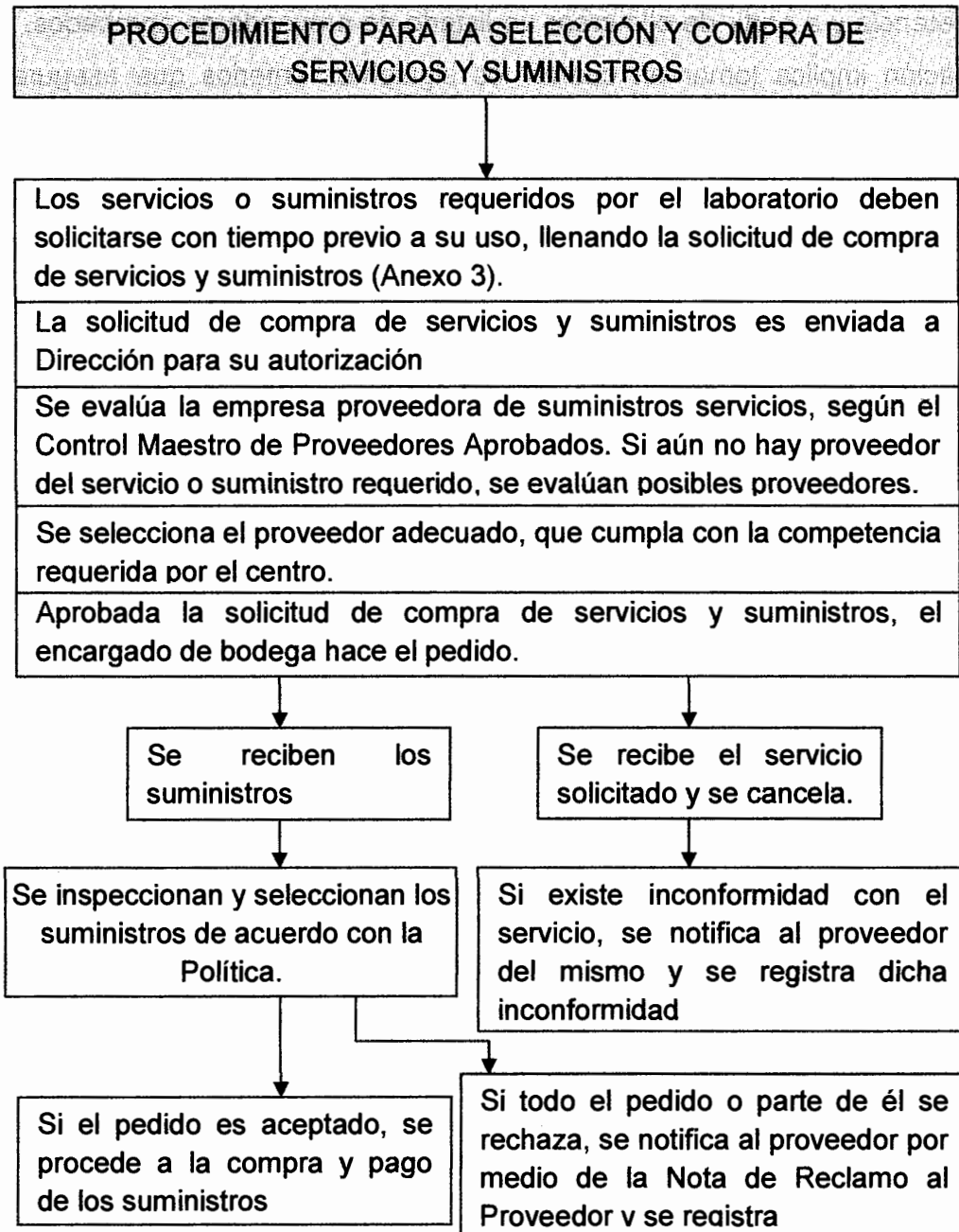
**Tabla XXI. Cuadro resumen del procedimiento de selección y compra de servicios y suministros**

Nombre	Procedimiento de selección y compra de servicios y suministros
Objetivo	Describir el procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros necesarios para las actividades, ensayos y calibraciones realizados en el laboratorio.
Alcance	Aplicado a los laboratorios del CII, para todas aquellas actividades que involucren operaciones, mantenimiento, calibración, validación, instrumentos de análisis, equipo y cualquier servicio adicional necesario.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII</li> <li>• Jefe del laboratorio</li> <li>• Encargado de compras</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios y suministros de calidad, que cumplan con los requisitos de la norma y las necesidades del CII y de sus actividades.</li> <li>• Los laboratorios podrán desempeñarse de forma continua y sin ningún imprevisto o contratiempo.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

A continuación se describe el procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros, resumido en el esquema mostrado en la figura 14.

**Figura 14. Esquema del procedimiento para la selección y compra de servicios y suministros**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.6.4. Evaluación de los proveedores**

Los proveedores de suministros o productos críticos, que afecten la calidad de los ensayos y calibraciones, deben evaluarse para determinar su competencia y a partir de ello crear un listado de proveedores aprobados. Esta evaluación implica tomar en cuenta los siguientes criterios que aseguren el cumplimiento con la Política para la Selección y Compra de Servicios y Suministros:

- Calidad del servicio o producto
- Precio de acuerdo con la calidad solicitada
- Cumplimiento de los requisitos de los ensayos y calibraciones

El más importante de los criterios es la calidad del producto, ya que de ella depende la calidad de los resultados de los ensayos, la calidad del servicio y la satisfacción del cliente. Para evaluar los proveedores a los cuales se les solicitan suministros por primera vez, se siguen los siguientes pasos:

- Identificar posibles proveedores del suministro requerido.
- Contactar a los proveedores para solicitar una cotización.
- Si la cotización es aceptada por el jefe del laboratorio, se procede a realizar la solicitud de compra.
- Terminado el proceso de aprobación de la compra y realizado el pedido, se inspecciona el producto, para aceptarlo o rechazarlo.
- Si el producto cumple con los requisitos, el proveedor es agregado al Listado Maestro de Proveedores aprobados y se convierte en un proveedor confiable y competente.

### **3.7. Servicio al cliente**

La calidad del servicio a los clientes es una de las herramientas competitivas más importantes, ya que asegura la confianza y preferencia de los clientes, en el resultado del servicio obtenido.

Para la Norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025, algunos de los aspectos importantes que deben tomarse en cuenta para mejorar el servicio al cliente están:

- Buena comunicación
- Asesoría técnica
- Retroalimentación
- Cooperación con el cliente
- Acceso al cliente
- Interpretación de los resultados
- Servicio de soporte técnico y logístico
- Seguimiento a las solicitudes del cliente

Para verificar que los criterios para mejorar el servicio al cliente planteados anteriormente, se cumplen, es necesario crear un sistema de retroalimentación constate, a partir del cual se obtenga información de los resultados del servicio, evaluando la satisfacción del cliente. Para ello dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería debe existir un encargado de servicio al cliente, quien tendrá a cargo velar por el cumplimiento de los aspectos mencionados.

### **3.7.1. Encuesta para evaluar la satisfacción del cliente**

Las encuestas son una herramienta de recolección de datos que funcionan como un indicador confiable de la calidad del servicio ofrecido y la satisfacción del cliente. La utilización de las encuestas permitirá:

- Evaluar la satisfacción obtenida del servicio prestado por la empresa.
- Diseñar una organización focalizada en el servicio al cliente.
- Sensibilizar al personal respecto al servicio al cliente.

Para determinar el nivel de satisfacción del cliente y la calidad del servicio ofrecido, se propone realizar una encuesta de evaluación (Apéndice 2). Esta encuesta usa una escala numérica, jerarquizada subjetivamente con respecto del grado de cumplimiento del aspecto evaluado, según el cliente.

Los 10 aspectos más importantes a evaluar son:

- Tangibilidad: apariencia de las instalaciones, equipo y personal.
- Confiabilidad: servicio prestado en la forma indicada.
- Disposición: atención pronta y oportuna para el cliente.
- Competencia: conocimientos y habilidades del personal.
- Cortesía: atención con respeto, consideración y amabilidad.
- Credibilidad: confianza en la oferta.
- Seguridad: control de peligros, riesgos y dudas.
- Accesibilidad: facilidad de contacto.
- Comunicación: información al cliente en lenguaje claro y accesible.
- Percepción: conocimiento de los clientes y sus necesidades.

El cliente percibe la satisfacción según el rendimiento percibido, sus expectativas y su nivel de satisfacción.

El nivel de satisfacción que se puede obtener a partir de la encuesta, se clasifica de la siguiente manera:

- Insatisfacción: no se alcanzan las expectativas del cliente.
- Satisfacción: el desempeño del servicio coincide con las expectativas del cliente.
- Complacencia: el desempeño excede las expectativas del cliente.

Dependiendo del nivel de satisfacción obtenido como resultado de la realización de las encuestas, según la clasificación anterior, se puede conocer el grado de mejora que necesita el servicio al cliente o la realización de los ensayos o calibraciones en sí. El nivel de satisfacción del cliente será la sumatoria de los valores asignados por el cliente según su criterio, a cada aspecto evaluado en la encuesta. La siguiente escala muestra el resultado del nivel de satisfacción del cliente:

- Complacido: de 8 a 10
- Satisfecho: de 5 a 7
- Insatisfecho: igual o menor a 4

Cualquier resultado insatisfecho significa una alerta de que se debe actuar inmediatamente en la mejora del servicio al cliente y tomar medidas correctivas sobre ello. Si el resultado es satisfecho, se logra cumplir con los requisitos del cliente pero es señal de que existen posibles mejoras.



### **3.7.2. Encuesta de evaluación del ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica**

Para conocer el impacto del ensayo de Verificación de contadores de energía eléctrica para el cliente, se utilizaran encuestas autorrellenadas; las cuales son encuestas escritas, que serán contestadas según el criterio de la persona o cliente entrevistado para el efecto.

El esquema de encuesta encierra una serie de preguntas que tienen como fin determinar los siguientes aspectos:

- La importancia del ensayo a acreditar
- La frecuencia de su utilización
- El compromiso de las empresas guatemaltecas con la verificación de los contadores de energía eléctrica
- Qué espera el cliente del servicio ofrecido por el CII

Estas encuestas fueron contestadas por nueve empresas que realizan o deben realizar el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica (Apéndice 3).

#### **3.7.2.1. Tabulación de los resultados**

A continuación se tabulan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a nueve empresas. Véase la tabla XXII.

**Tabla XXII. Resultados para evaluar el ensayo a acreditar**

<b>No</b>	<b>Criterio</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
1	Clientes que han solicitado algún servicio al CII	11%	89%
2	Clientes que han solicitado algún ensayo al laboratorio de Metrología Eléctrica del CII	11%	89%
3	Clientes que han solicitado el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica	11%	89%
4	Verifican de forma periódica los contadores de energía eléctrica.	44%	56%
5	Recurren a otro laboratorio para realizar la verificación	44%	56%

Fuente: elaboración propia.

Algunos de los laboratorios que realizan el ensayo de Verificación de Contadores de Energía Eléctrica son el Laboratorio de UNION FENOSA DEOCSA – DEORSA y Quántico S.A. Otras empresas realizan el ensayo e acuerdo con la NCC14, los laboratorios que el AMM designe.

Las empresas encuestadas, esperan que el servicio prestado por un laboratorio que realice el ensayo, cuente con las siguientes características:

- Disponibilidad, eficiencia y trazabilidad
- Calidad y ética profesional
- Cumplimiento con el estándar internacional
- Resultados confiables
- Tiempo corto de entrega de resultados
- Calibraciones dentro de la tolerancia permitida y lo más exactas posibles

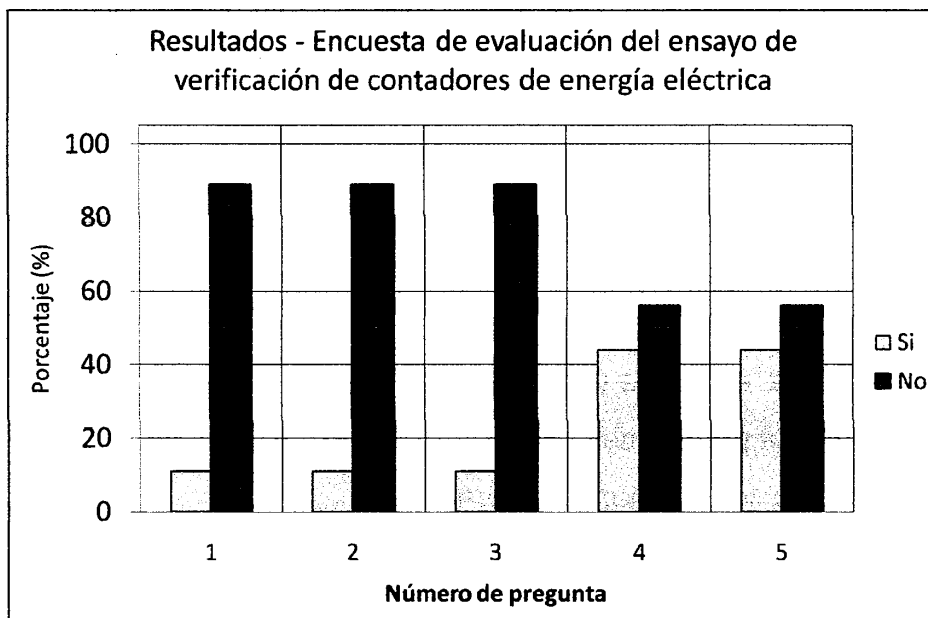
Algunas de las normas en las cuales se basan las empresas encuestadas para la verificación de los contadores de energía eléctrica son:

- Reglamento del EOR, NCC14 y AMM.
- Normas de fabricación del equipo patrón (IEC o ANSI)
- Norma IEC/ISO 17025
- ANSI C12.20-2002

### 3.7.2.2. Representación gráfica de los resultados

En la figura 15 se muestra una gráfica que representa los resultados de la encuesta realizada.

Figura 15. **Resultados de la encuesta de evaluación del ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia. Resultados presentados en la tabla XXII.

### **3.7.2.3. Análisis de los resultados**

Con base en la tabla XXII y la figura 15, se analizan los resultados de la evaluación del impacto que tiene actualmente el ensayo de verificación de contadores de energía eléctrica, para las empresas que deben realizarlo. En la tabla XXII se enumeran las preguntas realizadas en la encuesta, de las cuales se obtiene una respuesta directa para evaluar por medio de porcentajes el criterio indicado en cada una.

Según los resultados obtenidos, solo el 11% de los posibles clientes encuestados han solicitado el ensayo que se va a acreditar en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Aún así el 44% de los clientes realiza revisión periódica para verificar el funcionamiento de sus contadores de energía eléctrica, realizando el análisis o ensayo en otros laboratorios o en laboratorios de la misma empresa.

Debido a que aún no existe una norma vigente que normalice y obligue la verificación de los contadores de energía eléctrica en Guatemala, algunas empresas no realizan el ensayo periódicamente.

El promover la verificación periódica de los contadores de energía eléctrica en las empresas que los distribuyen e instalan, es un medio para cumplir con lo establecido en el Convenio de Cooperación Técnica entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica para la Verificación de Medidores de Consumo de Energía Eléctrica, establecido por el Rector, Doctor Luis Alfonso Leal Monterroso, el 24 de septiembre del año 2004.

Este Convenio se creó considerando el auge y desarrollo del subsector eléctrico del país, con el fin de aunar esfuerzos entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Comisión de Energía Eléctrica, para suplir las necesidades técnicas y académicas.

El principal objetivo del convenio, con la donación del equipo para la realización del ensayo por la Comisión de Energía Eléctrica, además de la creación de un laboratorio auto sostenido, es cumplir con fines docentes y de investigación aplicada, así como para el análisis y control de la calidad del servicio comercial de las distribuidoras de energía eléctrica a través de la precisión de los medidores de energía eléctrica. Los objetivos específicos del convenio son:

- Verificar, calibrar y certificar lotes de medidores de distribución final de energía eléctrica nuevos o en servicio, por medio de muestras de medidores instalados en distintas regiones dentro del área de distribución, así como en los casos que existan reclamos o denuncias, ya sea en áreas residenciales, comerciales o industriales, especialmente en los casos en los que el usuario no acepte la revisión de la distribuidora.
- Uso y aprovechamiento académico de la Facultad de Ingeniería para el manejo de información y procedimientos técnicos en la especialidad que se requiera, según las necesidades de la misma.

### **3.7.5. Procedimiento para mejorar el servicio al cliente**

En la siguiente tabla se muestran los elementos de relevancia del proceso para la mejora del servicio al cliente en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

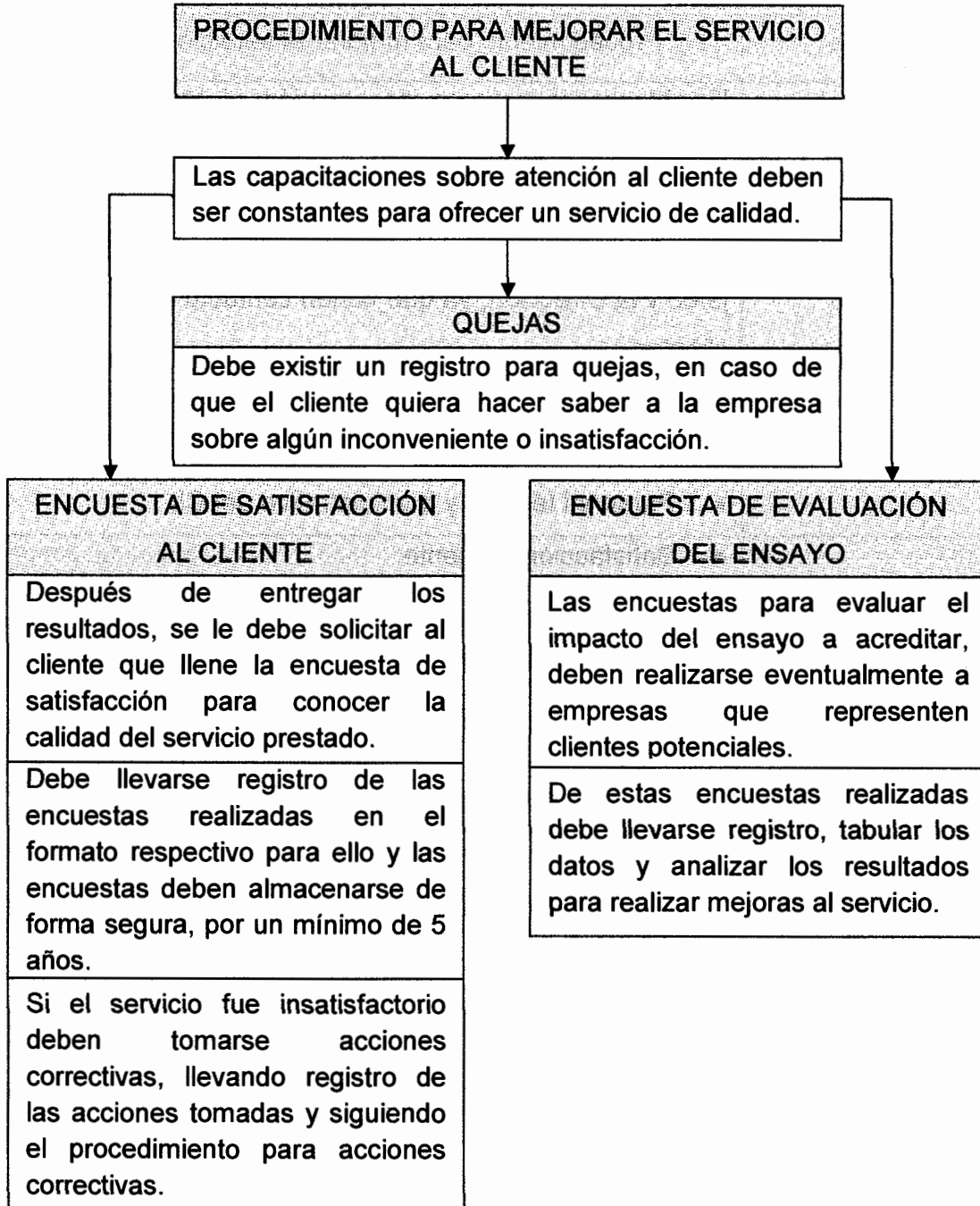
**Tabla XXIII. Cuadro resumen del procedimiento para mejorar el servicio al cliente**

Nombre	Procedimiento para mejorar el servicio al cliente
Objetivo	Establecer un proceso de atención al cliente y ofrecer herramientas para la mejora continua del servicio en todas las áreas del CII.
Alcance	Aplicado a todas las secciones del CII, en especial a los jefes y la Dirección, ya que tienen contacto directo con los clientes.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Personal técnico y administrativo del CII.</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacción al cliente.</li> <li>• Calidad y competitividad en el servicio ofrecido.</li> <li>• Mejora y control de los aspectos de que causen insatisfacción al cliente.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se muestra el esquema del procedimiento para mejorar el servicio al cliente.

**Figura 16. Esquema del procedimiento para mejorar el servicio al cliente**



Fuente: elaboración propia.

### **3.8. Quejas**

Además de evaluar la satisfacción de los clientes, debe existir un método para atender las quejas de los clientes, que puedan haber surgido respecto de algún inconveniente o insatisfacción resultante del servicio prestado. El fin de esto es mejorar el servicio y poner especial atención a aquellos aspectos que necesiten de acciones correctivas, debido a que afectan los requisitos de los clientes y provocan un nivel de insatisfacción.

#### **3.8.1. Política para la atención de quejas**

En el Centro de Investigaciones de Ingeniería, el cliente es lo más importante; por ello, las quejas serán atendidas como uno de los aspectos de principal interés. El fin es ofrecer un servicio de calidad, que se adecúe a los requisitos solicitados por el cliente, para alcanzar y superar sus expectativas y su satisfacción.

Cualquier queja que el cliente presente por causa de insatisfacción del servicio, deberá ser atendida inmediatamente y buscarse solución lo antes posible.

#### **3.8.2. Procedimiento para la resolución de quejas**

En la tabla XXV se muestran los aspectos importantes que debe incluir el procedimiento para quejas utilizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.



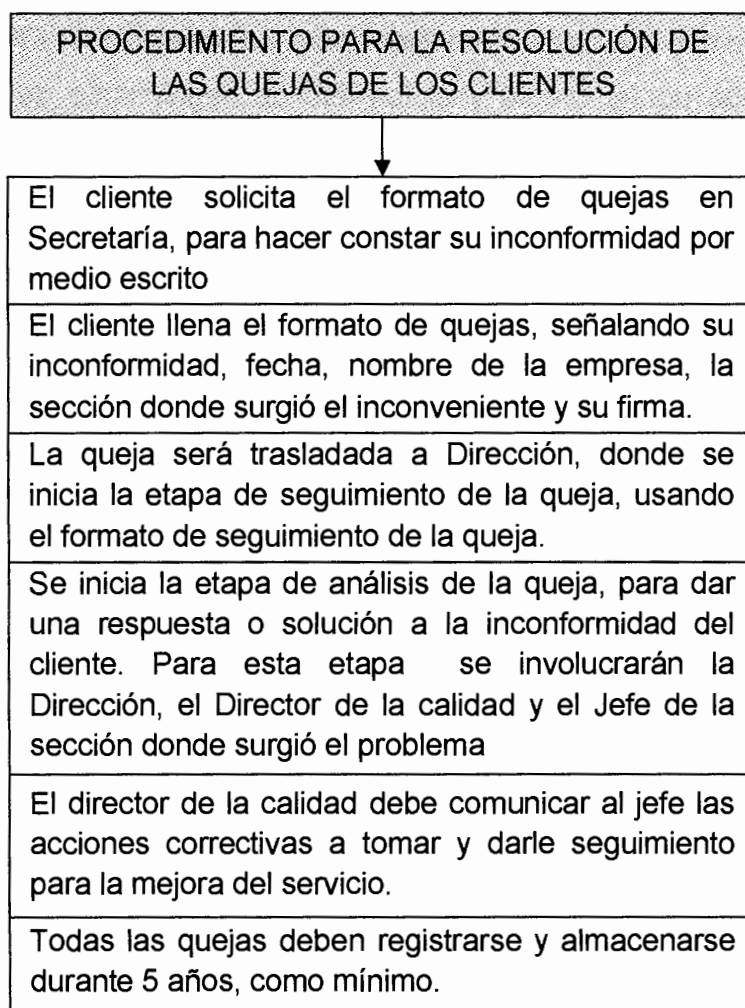
**Tabla XXIV. Cuadro resumen del procedimiento para la resolución de quejas**

Nombre	Procedimiento para quejas
Objetivo	Establecer los lineamientos que deben seguirse en el procedimiento de atención de quejas de los clientes.
Alcance	Será aplicado en todas las secciones del CII y debe estar disponible principalmente para el personal que se relacione directamente con los clientes.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII.</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad.</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal.</li> <li>• Personal técnico y administrativo.</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación y retroalimentación con el cliente.</li> <li>• Mejora del servicio al cliente, según los requisitos de éste</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 17 se muestra de forma resumida, un esquema que representa el procedimiento que debe seguirse para la resolución de las quejas de los clientes

Figura 17. **Esquema del procedimiento para la resolución de las quejas de los clientes**



Fuente: elaboración propia.

### **3.8.3. Registro de las quejas**

Toda queja debe ser registrada para dejar constancia de la misma, llevar seguimiento y tomar acciones correctivas para su resolución. El formato de quejas es llenado por el cliente y el formato de seguimiento de la queja es utilizado por el centro para dar solución a la misma. Ambos registros se muestran en el apéndice 4 y 5.

### **3.9. Control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes**

Debe existir una política y un procedimiento para el control de trabajos no conformes, los cuales al ser detectados requieren la toma de acciones correctivas.

#### **3.9.1. Política de control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes**

Cualquier trabajo de ensayo o calibración debe ser controlado con el fin de detectar no conformidades que afecten los resultados. Al identificar una no conformidad durante la realización del trabajo, debe anularse el trabajo y tomar acciones correctivas. Si la no conformidad se detecta después de la entrega de resultados, deben eliminarse informes o certificaciones emitidas; el cliente debe ser informado, la causa debe corregirse y el trabajo debe ser reprocesado si él así lo desea.

La responsabilidad de controlar el trabajo y detectar una no conformidad es del personal técnico que lo realiza. El determinar si un trabajo es no conforme, es responsabilidad del jefe del laboratorio, al igual que tomar acciones correctivas, detener el trabajo y/o eliminar informes y autorizar un reproceso del ensayo, a petición del cliente.

### 3.9.2. Procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes

La tabla XXV muestra un resumen de los elementos más importantes del procedimiento para el control de trabajos de ensayos y calibraciones no conformes.

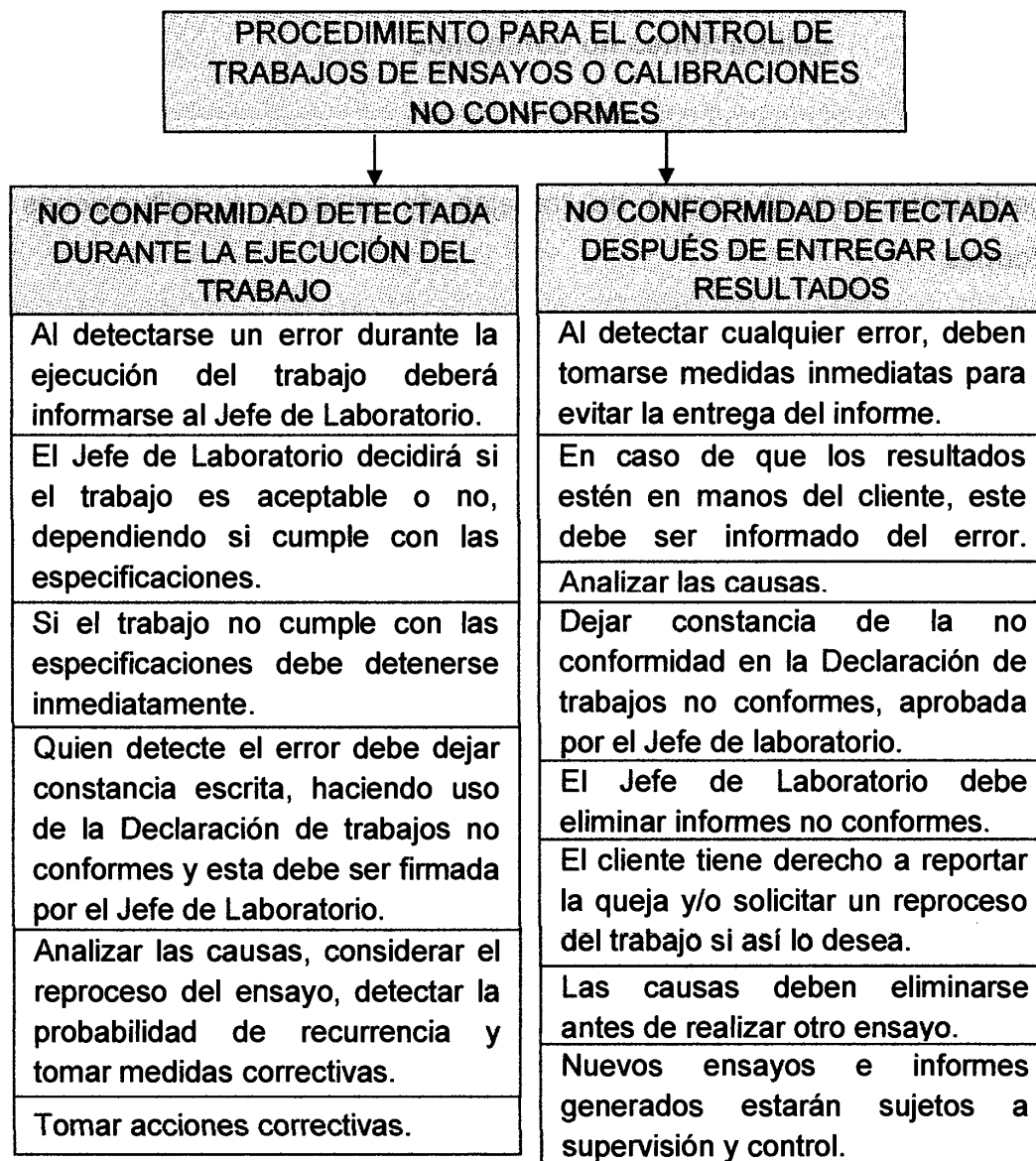
Tabla XXV. Cuadro resumen del procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes

Nombre	Procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes
Objetivo	Especificar los lineamientos para detectar ensayos no conformes, para tomar acciones correctivas y preventivas que eliminen las no conformidades.
Alcance	Para todas las secciones del CII.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII.</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad.</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal técnico.</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de errores a tiempo</li> <li>• Confiabilidad en los resultados</li> <li>• Servicio de calidad</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Las figura 18 muestra el esquema del procedimiento para el control de trabajos de ensayos no conformes, cuando el trabajo es detectado durante la realización del trabajo o después de entregar los resultados al cliente.

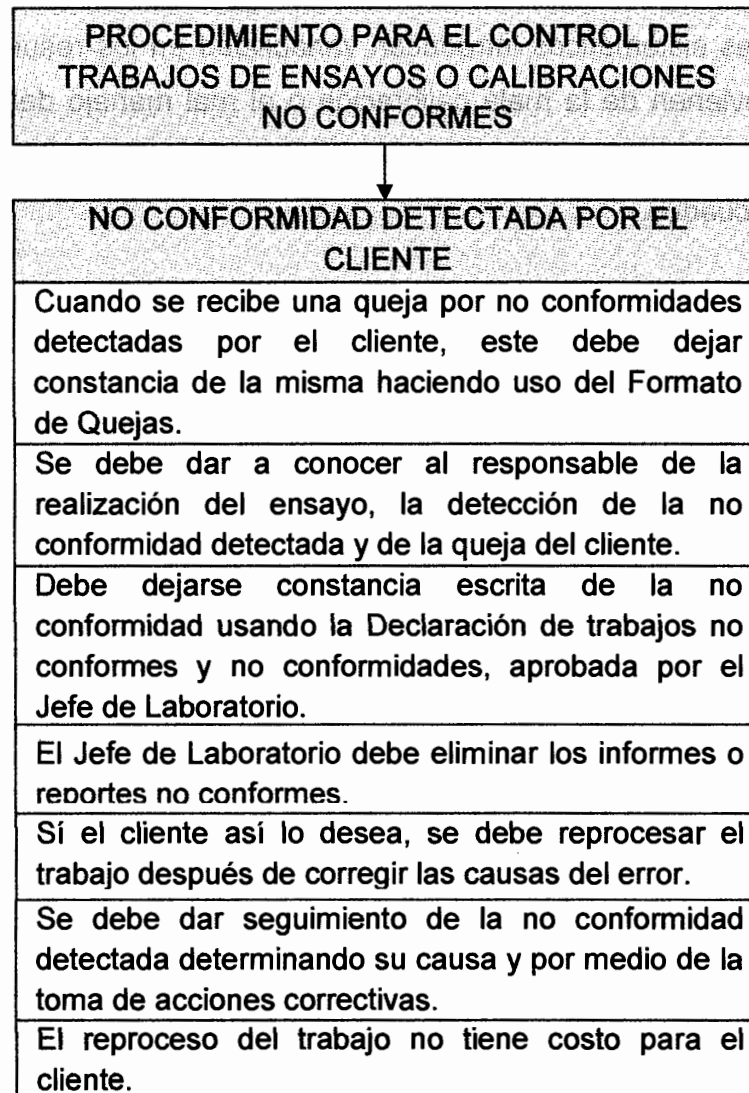
**Figura 18. Esquema del procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 19 se muestra el procedimiento si la no conformidad es detectada por el cliente.

Figura 19. **Esquema del procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes detectados por el cliente**



Fuente: elaboración propia.

### **3.9.3. Procedimiento para el análisis de las casusas de resultados de ensayo no conformes**

Al detectar algún trabajo de ensayo o calibración no conforme, lo más importante es determinar la causa que causó la no conformidad, para tomar acciones correctivas al respecto y así obtener resultados confiables.

Los errores sistemáticos introducen variabilidad en los resultados de una medición y provienen de la mala calibración o el mal manejo del instrumento, condiciones no apropiadas para la realización del instrumento, error humano y métodos inadecuados.

La desviación de este tipo de errores se repite constantemente durante el transcurso de un proceso, afectando la exactitud de los resultados. Pueden eliminarse al calibrar el instrumento, por medio de auditorías de técnicos calificados o por medio de un análisis minucioso del procedimiento utilizado.

Además, existen errores aleatorios o accidentales, los cuales provienen de fuentes incontrolables y ocurren al azar, alterando las medidas realizadas en diferente magnitud y sentido durante un mismo procedimiento.

Pueden ser causados por fluctuaciones en las condiciones ambientales durante el experimento, errores humanos, errores de precisión provenientes de la sensibilidad del aparato, etc. Afectan la precisión y la reproducibilidad de los resultados. Pueden eliminarse realizando "n" veces la misma medición y utilizando herramientas estadísticas para el tratamiento de los resultados.

En la tabla XXVI se muestran los puntos importantes del procedimiento para el análisis de las causas de resultados de ensayos o calibraciones no conformes.

**Tabla XXVI. Cuadro resumen del procedimiento para el análisis de las causas de resultados de ensayos o calibraciones no conformes**

Nombre	Procedimiento para el análisis de las causas de resultados de ensayos o calibraciones no conformes
Objetivo	Especificar los lineamientos para analizar y detectar las causas de resultados de ensayos no conformes para tomar acciones correctivas que corrijan los errores.
Alcance	Para la realización de ensayos en todas las secciones del CII.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII.</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad.</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal técnico.</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de las causas de los errores</li> <li>• Corrección de las causas de error encontradas.</li> <li>• Obtención de resultados confiables</li> <li>• Prestar un servicio de calidad</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 20 se detalla el procedimiento propuesto para el análisis de las causas de resultados de ensayos no conformes, basado en la identificación de errores sistemáticos o accidentales que pueden dar lugar a no conformidades.



Figura 20. **Esquema del procedimiento para el análisis de las causas de resultados de ensayos o calibraciones no conformes**



Fuente: elaboración propia.

### **3.10. Mejora continua**

La mejora continua es la principal herramienta para mantener la eficacia y la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. Los puntos que deben mejorarse continuamente son la política de la calidad, los objetivos, los procedimientos y métodos de trabajo que formen parte del sistema documental. El laboratorio puede realizar mejoras al sistema de gestión por medio de auditorías internas, análisis de datos, revisiones por la dirección, acciones correctivas y preventivas, entre otras.

La mejora continua es responsabilidad de todo el personal del CII, desde la Dirección hasta los auxiliares de laboratorio, quienes deben comprometerse en la mejora de todos los procesos que forman parte del sistema de gestión de la calidad. Para aplicar la mejora continua deben existir los siguientes aspectos:

- Retroalimentación y revisión de los pasos de cada proceso.
- Claridad en la responsabilidad de cada actividad realizada.
- Participación de los responsables del proceso en la discusión de las mejoras a realizar.
- Forma tangible o indicadores para medir los resultados esperados en cada proceso.

Un sistema de gestión de la calidad, implementado bajo las normas ISO, puede ser mejorado efectivamente aplicando a todos los procesos el Ciclo PHVA o Círculo de Deming. El Ciclo PHVA, como sus siglas lo indican, se refiere a un proceso secuencial y continuo cuyas acciones son planificar (P), hacer (H), verificar (V) y actuar (A). En la figura 21, se muestra el diagrama representativo de este ciclo.

Figura 21. Ciclo PHVA o Círculo de Deming



Fuente: elaboración propia.

- Planificar: se definen planes para alcanzar los objetivos deseados en un tiempo determinado. Después de establecer los resultados que se esperan obtener, se desarrolla una teoría para mejorar la actividad analizada y así establecer un plan de trabajo para darle solución al problema estudiado. Esta etapa debe realizarse según los siguientes pasos:
  - Identificar la acción o el documento a mejorar
  - Identificar los clientes externos e internos
  - Verificar los requerimientos de los clientes
  - Trasladar los requerimientos a especificaciones
  - Identificar los pasos claves del proceso que se va a mejorar
  - Establecer indicadores de comparación

- **Hacer:** es la etapa del ciclo PHVA en la que se llevará a cabo el plan establecido en la etapa de planificación, controlando el proceso de manera que se realice lo que se acordó. Una gráfica de GANT es útil en esta etapa para definir las tareas y el tiempo necesario de realización.
- **Verificar:** es la etapa en la que se comparan los resultados definidos en la etapa de planeación, con los resultados que se obtuvieron al implementar los cambios o mejoras. Para ello deben seleccionarse indicadores de medición. En esta etapa se comprueba la eficiencia de las mejoras realizadas.
- **Actuar:** en esta etapa se concluye el ciclo y después de comprobar que las acciones implementadas dan como resultado los objetivos esperados para la mejora, se sistematizan las actividades de acuerdo con las modificaciones realizadas y se documentan los cambios y los objetivos, procedimientos o políticas mejorados.

### **3.10.1. Procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad**

El proceso de mejora continua del sistema de gestión de la calidad, requiere la revisión periódica del sistema documental y de todas las actividades involucradas en la realización de ensayos o calibraciones y en la prestación de servicios. En la tabla XXVII se muestra un resumen de los elementos más importantes que conforman el procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad.

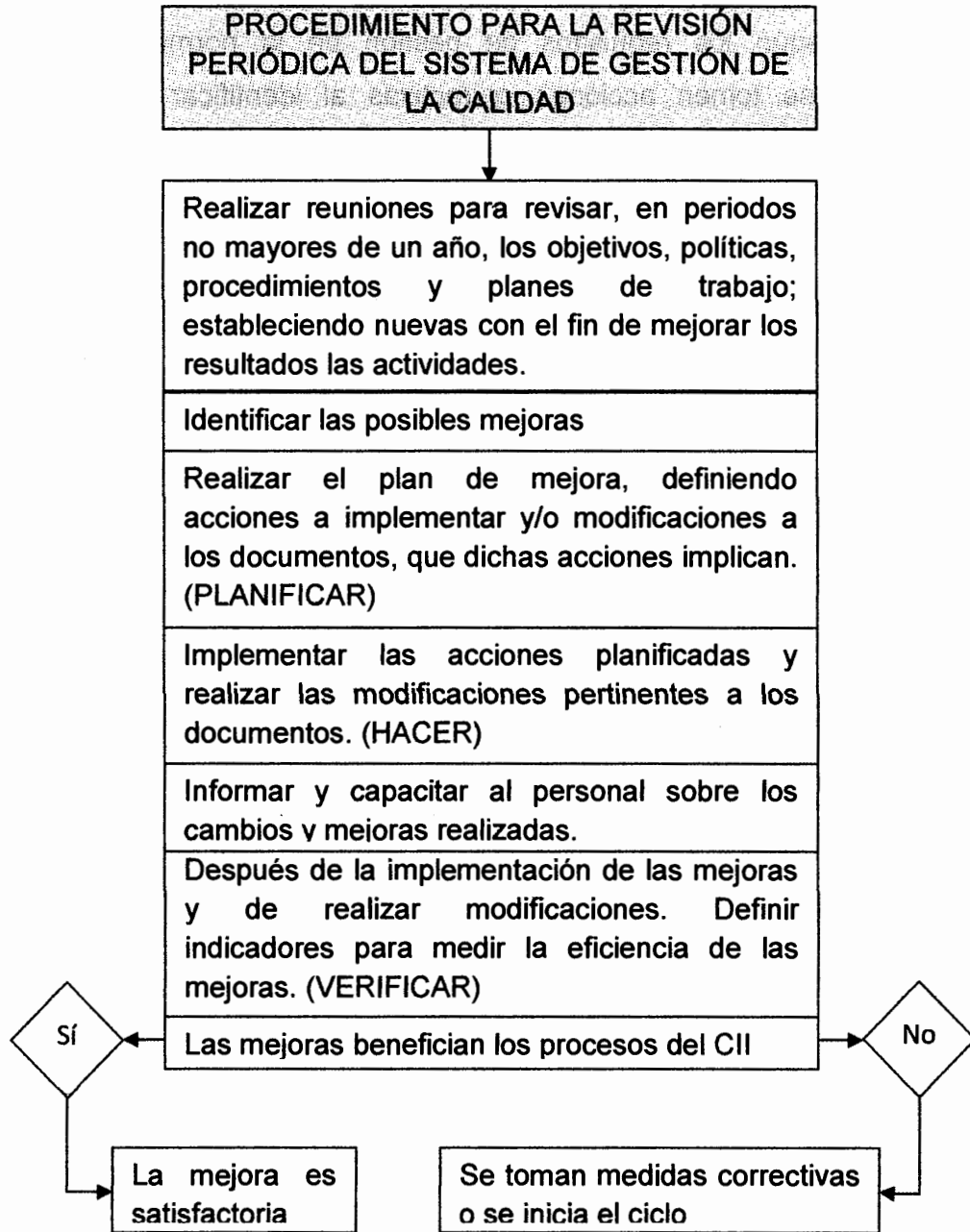
**Tabla XXVII. Cuadro resumen del procedimiento para la revisión periódica del Sistema de Gestión de la Calidad**

<b>Nombre</b>	<b>Procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad</b>
Objetivo	Establecer los pasos a seguir para mejorar continuamente las políticas, procedimientos, objetivos de calidad y métodos de trabajo que formen parte del sistema documental del CII.
Alcance	Aplicable a todo el sistema documental y las actividades de todas las secciones del CII, el área administrativa y a la Dirección.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> <li>• Personal técnico y administrativo del CII</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento del sistema de gestión de la calidad</li> <li>• Competitividad de los servicios ofrecidos en el CII</li> <li>• Mantener los requisitos de la acreditación</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se presenta el esquema que resumen los pasos que deben seguirse para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Figura 22. **Esquema del procedimiento para la revisión periódica del Sistema de Gestión de la Calidad**



Fuente: elaboración propia.

### **3.11. Acciones correctivas**

Las acciones correctivas deben seguir una política y un procedimiento establecidos, según los requisitos de gestión de la norma aplicada. Es necesario que se tomen acciones correctivas al identificar un trabajo no conforme o por la falta del cumplimiento de los objetivos, políticas y procedimientos del sistema de gestión. Para ello, deben identificarse los responsables, quienes deben estar autorizados y poseer la capacidad técnica y apropiada para implementarlas.

La toma de acciones correctivas debe ser el paso a seguir luego de identificar algún error o trabajo no conforme en las actividades del centro, o en los ensayos y calibraciones que se realicen.

#### **3.11.1. Política de acciones correctivas**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería tiene el compromiso de velar por la calidad de sus procesos y el resultado confiable de los servicios que ofrece; por ello, sus objetivos, políticas, procedimientos y operaciones técnicas están sujetas a control y a la toma de acciones correctivas en caso de que sucedan errores o desviaciones durante la realización del trabajo que lo hagan no conforme.

De la misma manera, el centro se compromete con la toma de acciones preventivas que no permitan errores o trabajos no conformes que afecten la calidad del servicio ofrecido y la satisfacción de sus clientes.

### 3.11.2. Procedimiento para la toma de acciones correctivas

Como resultado de algún error o trabajo no conforme identificado en algún proceso del centro, surge el procedimiento para la toma de acciones correctivas. Este se detalla a continuación, en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Cuadro resumen del procedimiento para la toma de acciones correctivas**

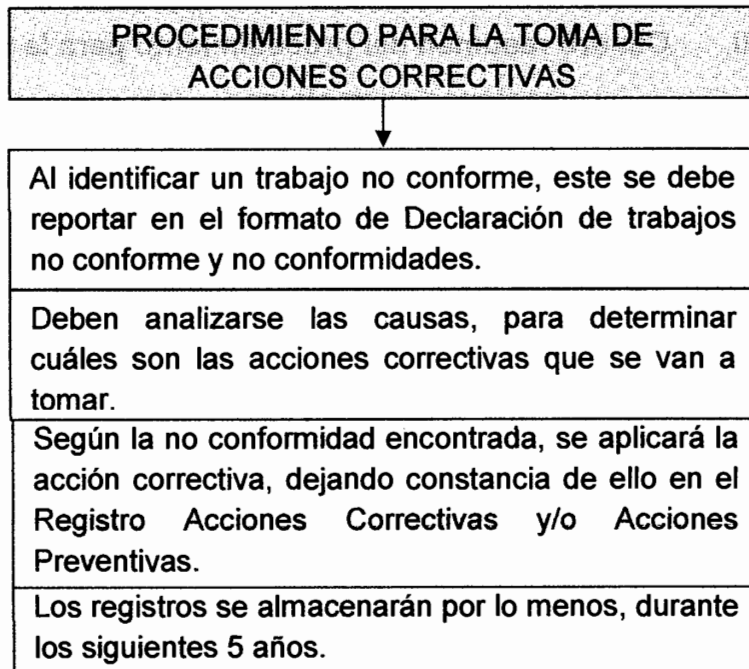
Nombre	Procedimiento para la toma de acciones correctivas
Objetivo	Establecer en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, los mecanismos para llevar a cabo acciones correctivas y preventivas que eviten la ocurrencia de errores y de trabajos no conformes.
Alcance	Aplicable a todos los laboratorios del CII, para la toma de acciones correctivas, al determinar que un trabajo de ensayo o calibración es no conforme o al detectar incumplimiento de los objetivos, políticas y procedimientos del sistema de gestión de la calidad.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dirección del CII</li><li>• Jefe del laboratorio y su personal</li><li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li></ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Confiabilidad en los resultados</li><li>• Satisfacción del cliente</li><li>• Servicios de calidad</li><li>• Sistema de prevención y corrección de errores</li></ul>

Fuente: elaboración propia.



En la figura 23 se muestra el esquema, que resume el procedimiento para la toma de acciones correctivas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Figura 23. **Esquema del procedimiento para la toma de acciones correctivas**



Fuente: elaboración propia.

### 3.12. Acciones preventivas

Las acciones preventivas, al contrario de las correctivas, deben cumplir la función de evitar que ocurran no conformidades, actuando antes y durante la realización de alguna actividad, ensayo o en todo el proceso de prestación del servicio y atención al cliente.

### **3.12.1. Análisis de fuentes potenciales de no conformidad**

Para implementar acciones preventivas debe tenerse en cuenta las fuentes potenciales o causas que pueden causar desviaciones o incumplimiento de los objetivos, políticas, procedimientos y métodos de trabajo establecidos en el sistema documental.

Las situaciones que puede presentar una no conformidad y deben evitarse o detectarse a tiempo, son las siguientes:

- Incumplimiento de los requisitos del cliente
- Muestras dañadas
- Incumplimiento a las especificaciones del método
- Incumplimiento a los métodos y procedimientos establecidos en el sistema documental
- Falta de habilidad y formación del personal
- Mala calibración del equipo
- Falta de mantenimiento del equipo

### **3.12.2. Procedimiento para la implementación de acciones preventivas**

El procedimiento para implementar acciones preventivas, está ligado al procedimiento para el control de trabajos de ensayos o calibraciones no conformes. En la tabla XXIX se muestra un resumen de los elementos más importantes que conforman dicho procedimiento.

**Tabla XXIX. Cuadro resumen del procedimiento para la implementación de acciones preventivas**

Nombre	Procedimiento para la implementación de acciones correctivas
Objetivo	Establecer métodos y lineamientos a seguir para implementar acciones preventivas que eviten que sucedan desviaciones y no conformidades durante la realización de ensayos y calibraciones.
Alcance	Aplicable a todas las secciones del centro, en la realización de todas las actividades y de los ensayos y calibraciones.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> <li>• Personal técnico y administrativo del CII.</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de desviaciones de los objetivos, políticas, procedimientos y métodos de trabajo.</li> <li>• Evitar que ocurran no conformidades.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento para la implementación de acciones preventivas se detalla en la figura 24, mostrada a continuación.

Figura 24. **Esquema del procedimiento para la implementación de acciones preventivas**



Fuente: elaboración propia.

### 3.13. Control de registros

El control de registros es de gran importancia, ya que poseer procedimientos para ello, permite identificar, recopilar, codificar, acceder a archivos, almacenarlos, darles mantenimiento y colocarlos a disposición. Los registros de calidad son los que incluyen informes de auditorías internas, revisiones por la dirección y de acciones correctivas y/o preventivas. Los registros técnicos incluyen la información proveniente de los ensayos y calibraciones realizadas, indican la calidad y los parámetros especificados en el proceso.

En los registros técnicos se incluyen formularios, contratos, hojas de trabajo, manuales de trabajo, hojas de verificación, notas de trabajo, gráficos de control, informes de ensayos y certificados de calibración externos e internos, notas, publicaciones y retroalimentación de los clientes.

En la tabla XXX se muestra un resumen de los lineamientos que posee el procedimiento para el control de los registros de calidad del sistema de gestión de la calidad en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

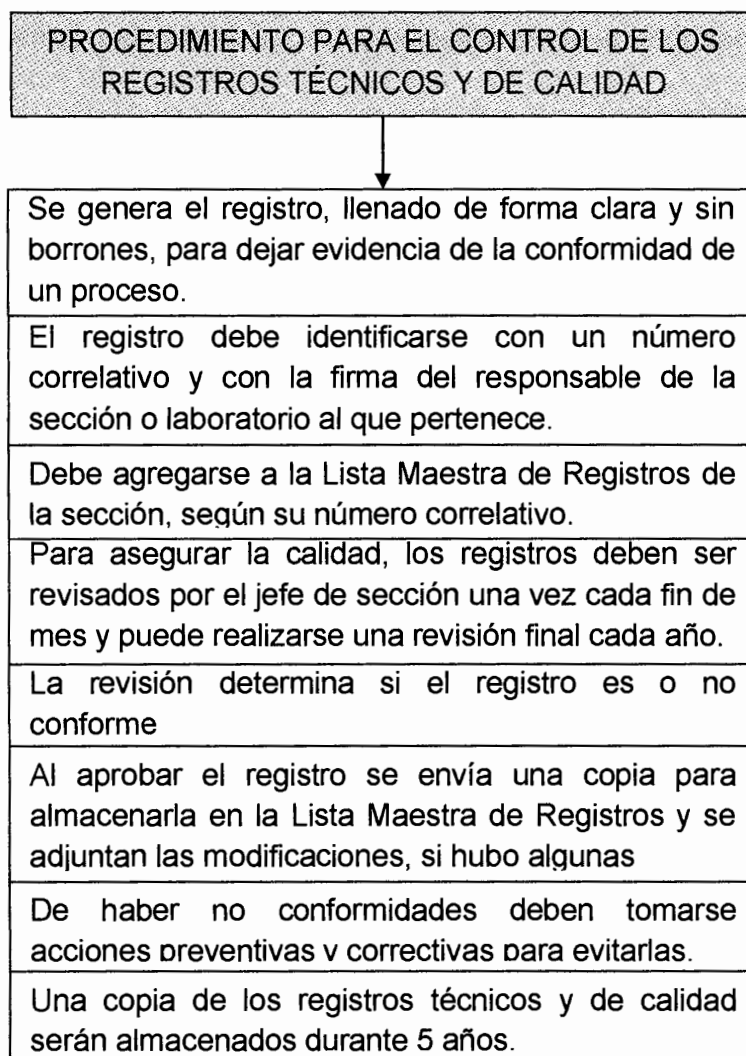
**Tabla XXX. Cuadro resumen del procedimiento para el control de registros**

Nombre	Procedimiento para el control de registros técnicos y de calidad
Objetivo	Establecer pautas para rastrear, controlar, actualizar, difundir, disponer, resguardar, almacenar, proteger, recuperar, consultar, conservar y mantener los registros de técnicos y de calidad dentro del sistema documental del sistema de gestión de la calidad.
Alcance	Aplica a todos los registros generados por el Sistema de Calidad, derivados de la implantación del Manual de Calidad, procedimientos técnicos y de instrucción.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de los registros técnicos y de calidad.</li> <li>• Confidencialidad e integridad de los registros.</li> <li>• Mantener el sistema de gestión de la calidad.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Para asegurar la protección y calidad de los registros, estos deben estar almacenados y conservados de modo que sean recuperables, protegidos de daños, deterioros y pérdidas; y deben ser retenidos 5 años como mínimo.

Figura 25. **Esquema del procedimiento para el control de registros técnicos y de calidad**



Nota: los registros electrónicos seguirán el mismo proceso, generando una copia en papel y una copia electrónica de seguridad las cuales serán debidamente almacenadas.

Fuente: elaboración propia.

### **3.13.1. Procedimiento para la recopilación de información de los registros**

El control de la calidad requiere que la información sea recopilada de forma correcta para asegurar la integridad de la misma; esto es de gran importancia para el mantenimiento y control de los registros. La información que se incluya en los registros, sean estos de calidad o técnicos, debe ser clara e identificarse siempre el responsable de la recopilación y aprobación de la misma.

Debe existir un procedimiento que asegure la calidad de la información incluida en los registros y establezca los pasos a seguir para su recopilación.

Cuando no se sigue un procedimiento que asegure la calidad de los registros o se cometan errores involuntarios, el registro es no conforme y debe ser corregido, modificado y tomarse acciones correctivas. Se considera un registro no conforme cuando:

- Los casilleros no están llenos
- No consigna numeración y fecha
- No consigna responsable del registro, ni su rúbrica
- Existe borrones o tachaduras sin rúbricas
- Se ha usado corrector líquido para borrar la información
- Los registros que fueron declarados con una fecha de conservación y que ya excedieron su estadía en el área.

En la tabla XXXI se muestran los elementos principales del procedimiento para la recopilación de la información registrada.

**Tabla XXXI. Cuadro resumen del procedimiento para la recopilación de información de los registros**

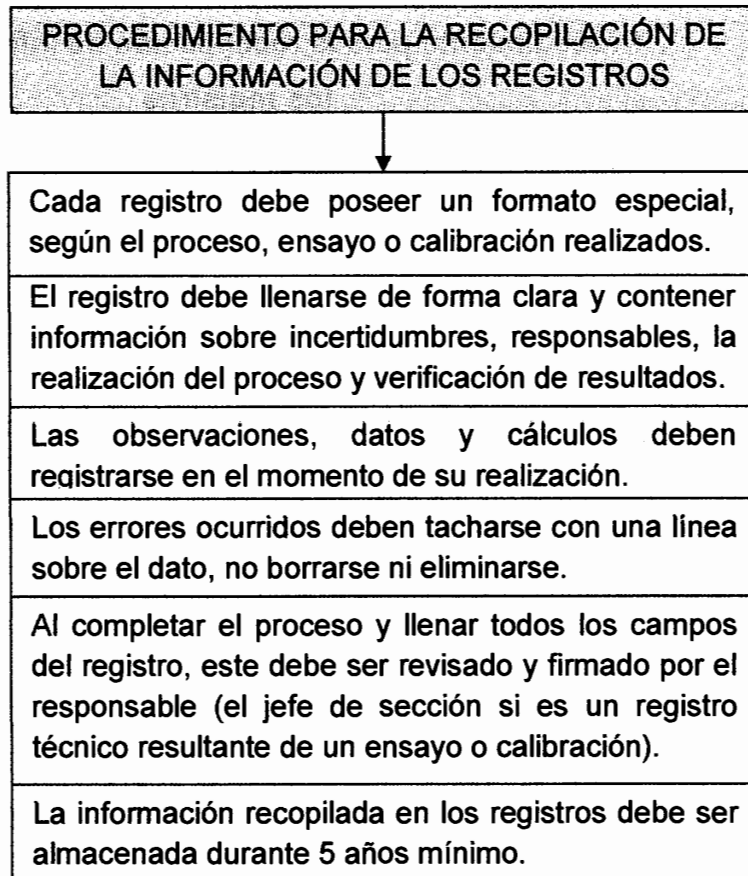
<b>Nombre</b>	<b>Procedimiento para la recopilación de información de los registros</b>
Objetivo	Normalizar la presentación, estructura y contenido de los registros técnicos y de calidad que se generen de los procesos dentro del centro y de los ensayos y calibraciones realizados.
Alcance	Aplicado a todos los registros de calidad y técnicos generados en todas las secciones del CII.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad en los registros generados</li> <li>• Control de los registros generados</li> <li>• Información confiable.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

El esquema mostrado en la figura 26 muestra los pasos que deben seguirse para lograr la calidad de los registros, según el procedimiento para la recopilación de la información.



**Figura 26. Esquema del procedimiento para la recopilación de información de los registros**



Fuente: elaboración propia.

### **3.13.2. Procedimiento para la protección de la información**

El procedimiento para la protección de la información debe seguir los principios planteados en la política de protección de la información. El proteger la información obedece aspectos éticos y profesionales que toda empresa que preste servicios debe tener. En la siguiente tabla se muestran los puntos principales en los cuales se basa este procedimiento.

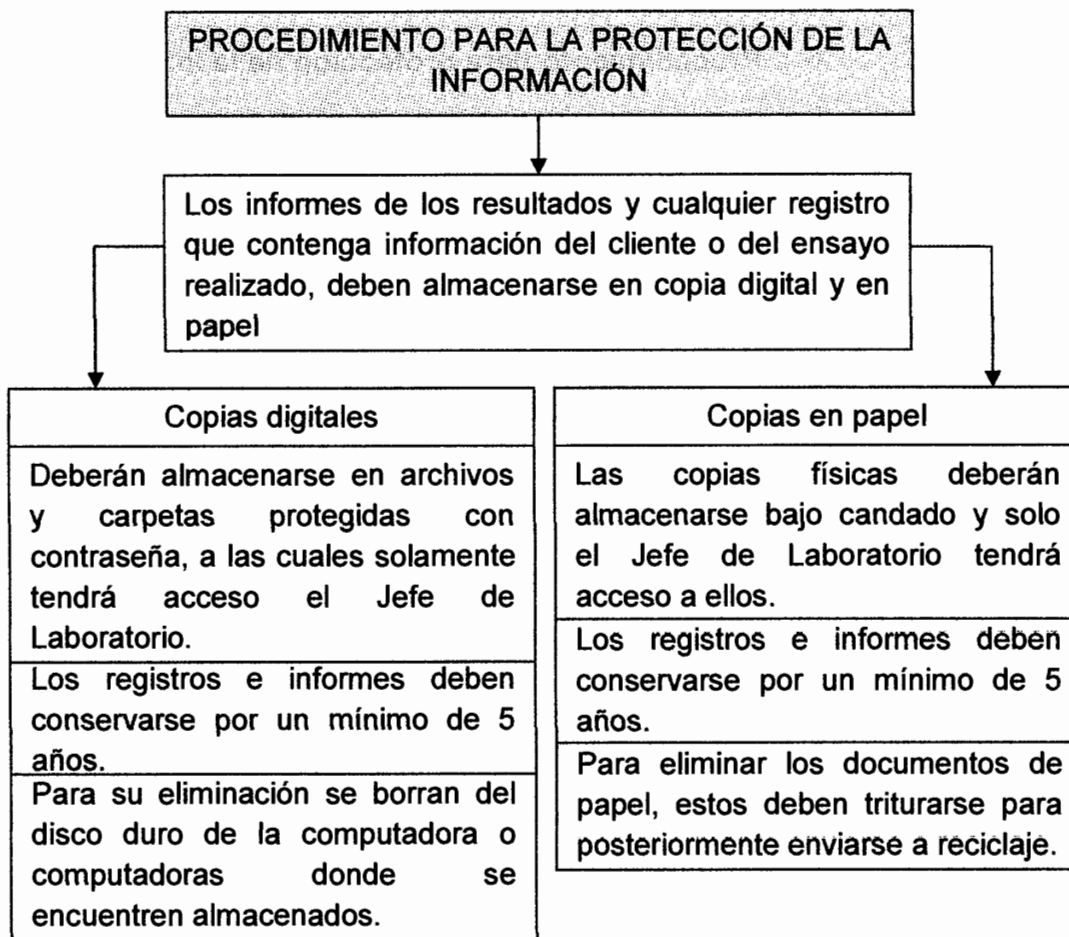
**Tabla XXXII. Cuadro resumen del procedimiento para la protección de la información**

Nombre	Procedimiento para protección de la información
Objetivo	Que la información de informes, registros y los datos del cliente, se encuentre protegida de forma confidencial y segura.
Alcance	Para todos los laboratorios y área administrativa del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del CII</li> <li>• Jefe del laboratorio y su personal</li> <li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asegura la confidencialidad de la información del cliente y de los resultados de los ensayos que se realicen.</li> <li>• Se cumple con la política de protección y confidencialidad de la información.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

La figura 27, muestra de forma abreviada los pasos que debe seguir el procedimiento para la protección de la información.

**Figura 27. Esquema del procedimiento para la protección de la información**



Fuente: elaboración propia.

### **3.13.3. Procedimiento para registrar los resultados**

Debe existir un procedimiento para registrar los resultados, de forma que esta actividad sea ordenada y controlada, asegurando que la información contenida en los informes de resultados de ensayos y calibraciones entregados a los clientes, sea confiable, clara y confidencial.

Los registros de los informes de resultados deben conservarse de forma segura, al igual que cualquier otro documento del sistema documental, durante 5 años como mínimo. En la tabla XXXIII se muestra un resumen de los puntos más importantes de este procedimiento.

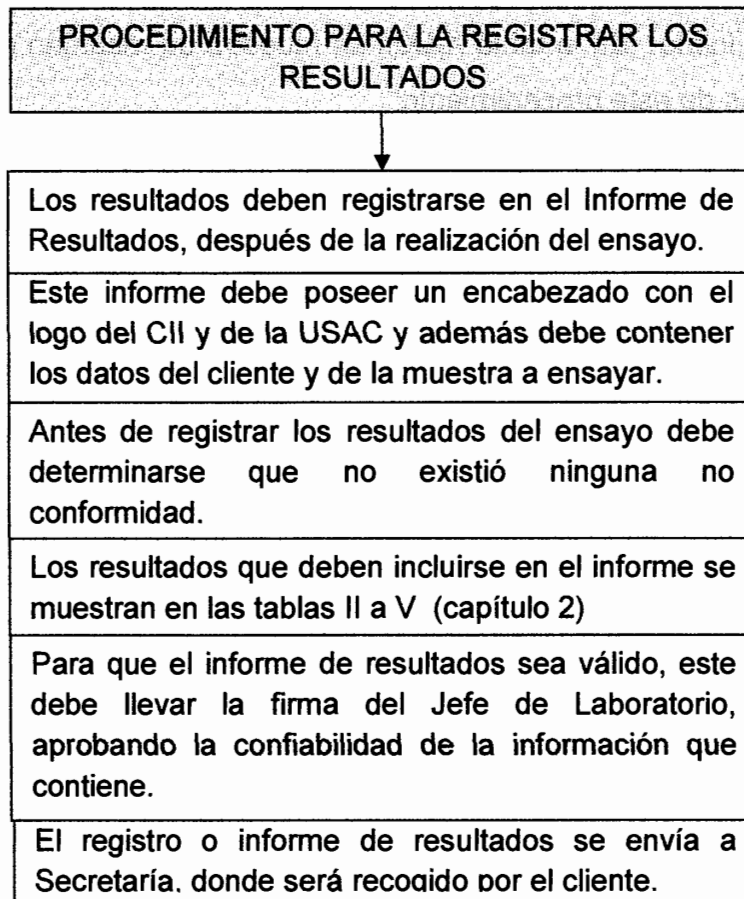
**Tabla XXXIII. Cuadro resumen del procedimiento para registrar los resultados**

Nombre	Procedimiento para registrar los resultados
Objetivo	Controlar y mantener de forma ordenada y clara los registros de los resultados de ensayos y calibraciones realizadas.
Alcance	Para todas las secciones del CII
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe del laboratorio</li> <li>• Personal del laboratorio</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la información proveniente de los resultados de ensayos y calibraciones.</li> <li>• Se asegura la calidad de la información contenida en los registros e informes de resultados.</li> <li>• Existe claridad entre el laboratorio y el cliente al entregar los informes de los resultados.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

El esquema presentado en la figura 28 resume el procedimiento para registrar los resultados.

Figura 28. **Esquema del procedimiento para registrar los resultados**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.13.4. Retención de los registros**

Los registros deben ser retenidos durante un tiempo establecido para tener constancia de la realización de los procesos de ensayo o calibración y de las actividades para mantener del sistema de gestión de la calidad, además de estar disponibles en caso de requerir revisión o consulta. En el Centro de Investigaciones de Ingeniería se han establecido 5 años, durante los cuales se almacenará una copia de todos los documentos y registros generados, tiempo después del cual se eliminarán de forma adecuada.

### **3.14. Auditorías internas**

Debe existir un procedimiento para regular las auditorías internas del sistema documental, de modo que se verifique el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma aplicada. Estas auditorías deben ser periódicas y realizarse siguiendo un calendario establecido.

Dentro de las auditorías debe considerarse toda la documentación requerida por los requisitos de gestión y técnicos solicitados en la norma y que participen en las actividades de ensayo y calibración del laboratorio. La planificación y organización de estas auditorías deben estar guiadas por el Director de la Calidad y monitoreadas por Dirección.

#### **3.14.1. Importancia de las auditorías internas**

Según el vocabulario ISO 8402, define la auditoría de la calidad como “un examen metódico e independiente que se realiza para determinar si las actividades y los resultados relacionados con la calidad cumplen las disposiciones previamente establecidas, y si están implantadas de forma efectiva y son adecuadas para alcanzar los objetivos”.

Las auditorías son de importancia como parte del control interno dentro del laboratorio y no se deben confundir con la inspección o la supervisión. Las auditorías internas permiten que la Dirección del centro y el Jefe del Laboratorio verifiquen si las actividades realizadas, siguen las políticas, objetivos, procedimientos y métodos de trabajo establecidos en el sistema de gestión de la calidad.

### 3.14.2. Procedimiento para la realización de las auditorías internas

Es importante que el procedimiento para la realización de auditorías internas esté disponible tanto para el jefe del laboratorio, como para el director de la calidad y del centro de investigaciones; quienes serán los principales responsables de la realización de las mismas. En la tabla XXXIV se muestra el cuadro resumen con los elementos más importantes de este procedimiento.

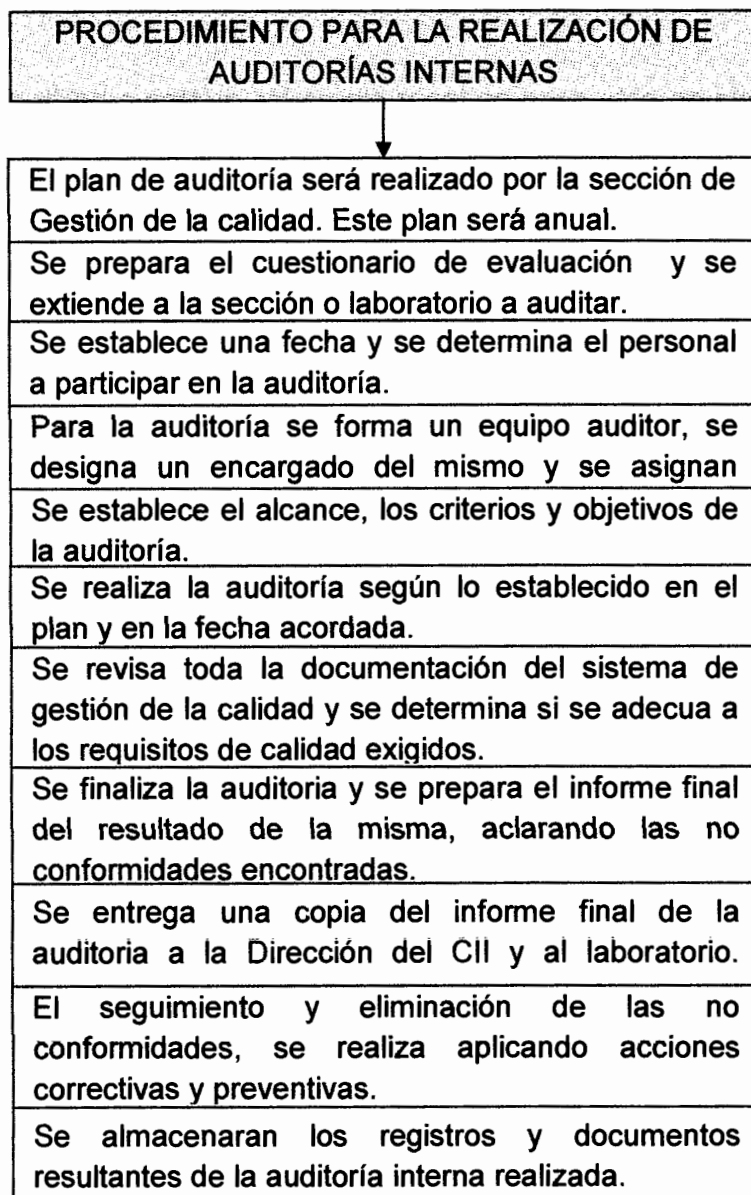
Tabla XXXIV. Cuadro resumen del procedimiento para la realización de auditorías internas

Nombre	Procedimiento para la realización de auditorías internas
Objetivo	Describir cómo comprobar si el Sistema de Gestión de la Calidad implementado en el laboratorio de Metrología cumple, a través de auditorías internas.
Alcance	Aplica a todos los laboratorios del centro, para la realizar auditorías internas, enfocadas en todas las actividades relacionadas con la calidad.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe del laboratorio</li><li>• Director del sistema de gestión de la calidad</li></ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mantener actualizado el sistema de gestión de la calidad</li><li>• Mejorar continuamente el sistema documental</li><li>• Evitar no conformidades en todos los procesos realizados.</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

La figura 29 muestra el esquema del procedimiento para la realización de las auditorías internas, como se muestra a continuación:

**Figura 29. Esquema del procedimiento para la realización de auditorías internas**



Fuente: elaboración propia.



### **3.14.3. Procedimiento para tomar acciones correctivas a partir de una auditoría interna insatisfactoria**

El procedimiento para la toma de acciones correctivas a partir de una auditoría interna, la cual dio como resultado ciertas no conformidades, también se aplica al detectar una no conformidad durante un ensayo.

La diferencia en este caso es tener claros los puntos a partir de los cuales se obtendrá una no conformidad a partir de una auditoría interna realizada. Las no conformidades a partir de una auditoría interna se dan cuando el informe final de la misma, ponga en duda la eficacia de las operaciones o la exactitud y validez de los resultados de los ensayos y calibraciones realizados en el laboratorio.

De la misma forma que las acciones correctivas o preventivas implementadas como resultado de las no conformidades encontradas en los procesos y actividades del laboratorio, las actividades correctivas de las auditorías internas deben registrarse, aclarando el laboratorio y la actividad auditada.

### **3.15. Revisiones de la dirección**

La dirección del centro también debe realizar revisiones periódicas al sistema de gestión y a las actividades de ensayo y calibración del laboratorio. Estas revisiones deben ser calendarizadas y seguir un procedimiento predeterminado, para asegurar la mejora continua y realizar cambios o modificaciones necesarias.

### **3.15.1. Importancia del compromiso de la dirección**

Aunque la Dirección del centro no esté involucrada directamente en la realización de los ensayos y calibraciones o en la atención al cliente, es su compromiso y responsabilidad velar por el cumplimiento del sistema de gestión de la calidad implementado y por el mejoramiento continuo de la calidad en las tareas técnicas y administrativas del CII.

### **3.15.2. Factores sujetos a revisión**

Dentro de la revisión realizada por la dirección, se deben tomar en cuenta los siguientes elementos del sistema de gestión de la calidad del centro:

- Políticas y los procedimientos
- Informes del personal directivo y de supervisión
- Los resultados de las auditorías internas recientes
- Las acciones correctivas y preventivas
- Las evaluaciones por organismos externos
- Los resultados de las comparaciones interlaboratorios o de los ensayos de aptitud
- Todo cambio en el volumen y el tipo de trabajo efectuado
- La retroalimentación de los clientes
- Las quejas
- Las recomendaciones para la mejora
- Otros factores pertinentes, como las actividades del control de la calidad, los recursos y la formación del personal

### 3.15.3. Procedimiento para las revisiones de la dirección

Este procedimiento se describe a continuación, como se muestra en la tabla XXXV, donde se muestran los elementos más importantes que lo componen.

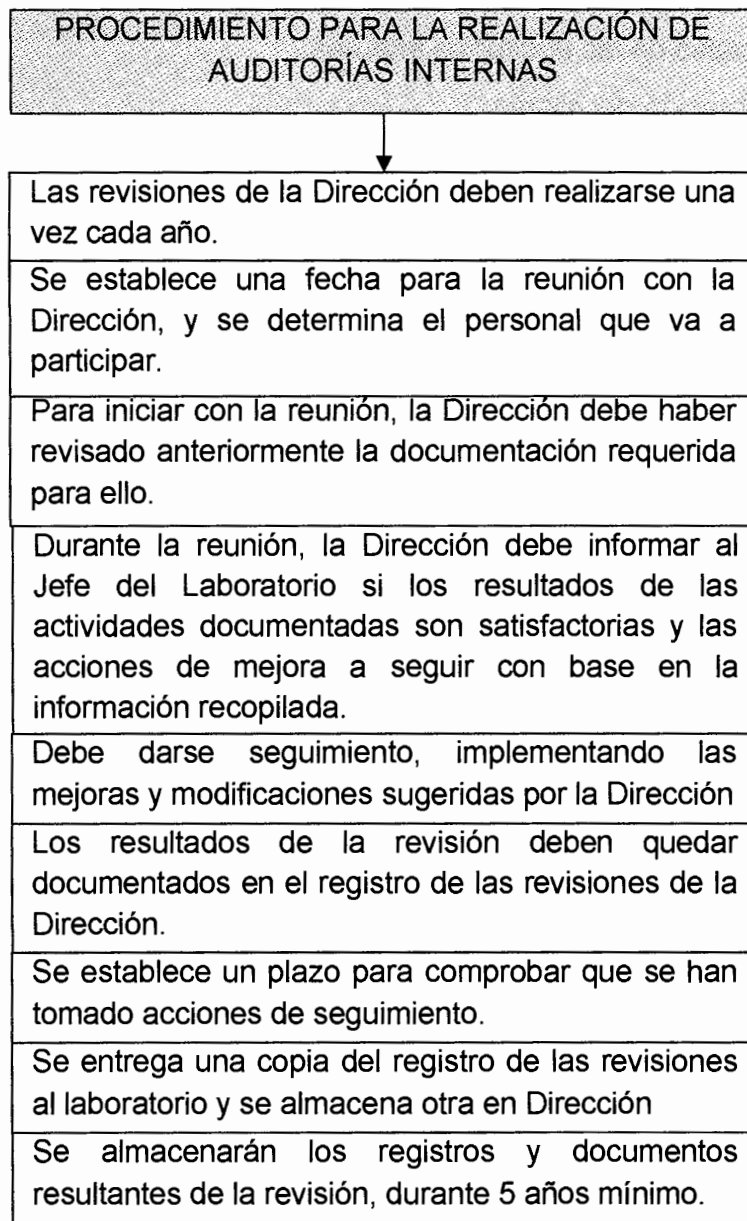
Tabla XXXV. Cuadro resumen del procedimiento para las revisiones de la dirección

Nombre	Procedimiento de registro para las revisiones de la dirección
Objetivo	Definir el procedimiento para realizar las revisiones de la Dirección, de las actividades y del cumplimiento del sistema de gestión de la calidad en los laboratorios del centro.
Alcance	Aplicado por parte de la Dirección a todas las actividades que se relacionen con la calidad en todas las secciones del centro.
Responsables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dirección del CII</li><li>• Jefe del laboratorio.</li></ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Participación de la dirección en la mejora continua de la calidad en el CII.</li><li>• Mantenimiento de los objetivos, metas, políticas y procedimientos del sistema de gestión de la calidad</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

En la figura 30 se describen los pasos que sigue el procedimiento para las revisiones de la Dirección, mediante un esquema mostrado a continuación.

Figura 30. **Esquema del procedimiento para las revisiones de la dirección**



Fuente: elaboración propia.

Los documentos que deben revisarse por la Dirección antes de realizar la reunión con el jefe del Laboratorio y el Director de la Calidad, son los siguientes:

- Informes finales de las auditorías internas
- Retroalimentación del cliente:
  - Quejas
  - Encuestas de satisfacción al cliente
- Registros que muestren el desempeño de los procesos y la conformidad de los resultados.
- Registros de las acciones correctivas y preventivas implementadas.
- Modificaciones realizadas al sistema documental.
- Recomendaciones de mejora.

Los resultados de la revisión y el informe final resultante de ello, deben estar orientados a dar seguimiento a los siguientes aspectos:

- La mejora de la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad.
- La mejora del servicio en relación con los requisitos del cliente.
- Los recursos necesarios para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio.

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ACREDITAR EL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES ELÉCTRICOS**

La importancia de crear un sistema documental, como parte de los requisitos de la norma aplicada y del Sistema de Gestión de la Calidad que la misma exige, es implementarlo por medio de acciones basadas en la comunicación con el personal para que este conozca su compromiso con la calidad.

En este caso la documentación enfocada en los requisitos de gestión de la norma, debe implementarse a través de métodos de información y capacitación del personal del Laboratorio de Metrología, de la sección de Gestión de la Calidad y la Dirección del centro. Esto debe realizarse como parte del compromiso que todos deben tener con el mejoramiento continuo y el mantenimiento del Sistema de Gestión de la Calidad.

El Manual de la Calidad, los objetivos, políticas de calidad, los procedimientos, los planes, métodos de trabajo, registros y todo documento generado para apoyar el sistema documental, serán la base para alcanzar la competitividad de los servicios ofrecidos por el laboratorio y la calidad de los resultados obtenidos de los ensayos y calibraciones.

#### **4.1. Proceso de autorización de la Dirección de la sección y del CII, para su implementación**

La autorización por parte de la Dirección, para implementar el Sistema de Gestión de la Calidad, es importante siempre que implique cambios en las instalaciones, inversión o utilización de recursos.

Los documentos como políticas, procedimientos, planes y métodos de trabajo necesitan la aprobación del Jefe de sección y del director del centro, siguiendo el "Procedimiento para la elaboración y aprobación de documentos". Para las mejoras que impliquen cambios en las instalaciones y requieran recursos o inversión, el proceso que se debe seguir se detalla en el "Procedimiento para la compra de servicios y suministros".

#### **4.2. Métodos de información al personal**

Después de aprobar y emitir los documentos del sistema, es importante transmitir al personal los requisitos de la acreditación y cómo utilizar cada documento.

##### **4.2.1. Sensibilización del personal**

La sensibilización es un método que permite comunicar, hacer consciencia e introducir al personal en el proceso implementado. Sirve para afianzar la cultura de calidad entre los directivos, el personal administrativo y técnico del centro.

Se inicia con una sensibilización general frente a los propósitos, importancia, ventajas y mejoras que se obtienen con los procesos, cambios en la cultura y el compromiso que deben tener todos para alcanzar el éxito en la implementación y puesta en marcha del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025. Los siguientes métodos se pueden realizar por medio de:

- Reuniones: deben ser programadas antes de iniciar el proceso de acreditación y se debe involucrar a todo el personal comprometido con la calidad. Al finalizar, debe acordarse junto con los asistentes, la fecha de la próxima reunión.
  
- Exposiciones: es importante que estas se realicen utilizando ejemplos, mostrando las ventajas y desventajas, permitiendo que surjan dudas y exista retroalimentación entre el expositor y los asistentes. Las siguientes sugerencias pueden ser útiles:
  - Utilizar una agenda para tratar cada punto.
  - Realizar discusiones con los participantes acerca del tema.
  - Hacer uso de fotografías o gráficos cuando sea necesario.
  - Resumir cada punto al final y evitar desviaciones del tema.
  - Tratar de conciliar puntos de vista divergentes.
  
- Creación de estrategias: al finalizar la discusión, los participantes deben proponer estrategias y actividades que animen el compromiso de todos con la calidad y la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad que favorezca el proceso de acreditación.



#### **4.2.2. Programa de capacitación**

La capacitación es una actividad planeada y fundamentada en las necesidades reales de una empresa u organización, con el fin de orientar al personal para que adquiera o mejore competencias que promuevan el mejoramiento del desempeño laboral. Sus propósitos son los siguientes:

- Crear, difundir, mantener, reforzar y actualizar los valores y la cultura de calidad
- Clarificar, consolidar y apoyar los cambios organizacionales
- Elevar la calidad del desempeño
- Resolver problemas
- Inducción y orientación de nuevo personal
- Actualización de conocimientos y habilidades

Deben programarse capacitaciones al implementar el Sistema de Gestión de la Calidad, para asegurar que la información contenida en el sistema documental sea asimilada. Se recomiendan los siguientes pasos:

- Establecer los objetivos de la capacitación
- Describir las tareas según el puesto y la sección
- Elaborar un registro sobre el análisis de las tareas
- Preparar una hoja de instrucción para el desarrollo de la tarea o trabajo
- Elaborar el programa de capacitación
- Preparar al aprendiz
- Presentar la operación a los involucrados
- Realizar una prueba de desempeño

Después de la capacitación, es importante que se evalúe el desempeño para comprobar si cumple con los fines para los cuales se realizó. Esta evaluación no debe ser solamente cuantitativa, sino también cualitativa, la cual puede medirse analizando los siguientes elementos:

- Cambio real de los conocimientos
- Nuevas actitudes del personal
- Niveles de apertura al aprendizaje
- Incremento de la productividad
- Mayor integración a las actividades del centro

#### **4.2.3. Medios de distribución y publicación del sistema de gestión de la calidad**

Para lograr la acreditación del ensayo, siguiendo el “Procedimiento de aprobación y emisión de documentos”, deben publicarse y poner a disposición del personal del laboratorio tanto el manual de calidad como todos los documentos que forman parte del sistema documental.

#### **4.3. Programa de implementación del sistema de gestión de la calidad**

El proceso de implementación del sistema de gestión de la calidad, que permita que el proceso de acreditación del ensayo se lleve a cabo sin ningún inconveniente, incluye 4 etapas, en las cuales se realizarán diferentes actividades para completar cada una de ellas.

En la figura 31 se muestra un diagrama de las 4 etapas del proceso completo y las actividades principales que componen cada etapa.

**Figura 31. Etapas del proceso de implementación del Sistema de Gestión de la Calidad**



Fuente: elaboración propia.

La implementación del sistema debe seguir los siguientes pasos:

- Diagnosticar y promover la cultura de calidad.
- Después de obtener la aprobación de Dirección, preparar el plan de implementación del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Establecer una estructura y una política de calidad
- Asignar responsabilidades
- Identificar los procesos a documentar
- Evaluar los recursos presentes y futuros
- Establecer un programa de calidad
- Crear un plan para implementar el sistema

- Implementar el sistema
- Preparar el manual de calidad
- Determinar la interacción de los procesos
- Documentar los procesos existentes e implementar los requeridos por la norma
- Establecer un plan de control de los documentos
- Elaborar registros
- Establecer un plan de control de los registros
- Establecer planes y métodos de trabajo
- Evaluar la asimilación de los objetivos, la política de calidad, los procedimientos y planes de trabajo implementados
- Verificar el cumplimiento de los perfiles definidos
- Llevar un registro de competencias laborales
- Aplicar una metodología para la capacitación
- Implementar las auditorías internas de calidad
- Dar seguimiento aplicando la mejora continua

Aunque en el presente documento se tome en cuenta solo la documentación que cumple con los requisitos de gestión, la acreditación requiere que se implemente la documentación correspondiente a los requisitos técnicos. El cumplimiento de estos requisitos es importante para que la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad sea eficiente y genere los resultados esperados para acreditar el ensayo, y representa el paso posterior para completar el proceso de implementación del sistema.

#### **4.3.1. Importancia de su implementación**

La implementación del Sistema de Gestión de la Calidad es el elemento principal para acreditar un ensayo, y la importancia de su implementación se verá reflejada principalmente en el aumento de clientes, en la preferencia y confiabilidad de los mismos, en la mejora del servicio al cliente, en la competitividad tanto a nivel nacional como internacional, en el aumento de la eficiencia de todos los procesos y en la reducción de los costos de mala calidad, los cuales son los que podrían eliminarse si todos los procesos se desarrollaran perfectamente” (Crosby, 1979).

#### **4.3.2. Planeación de los recursos necesarios para implementar el Sistema de Gestión de la Calidad**

Para implementar un Sistema de Gestión de la Calidad, el eslabón principal será el cambio de la cultura organizacional del centro hacia un enfoque de calidad y de servicio al cliente. Todo proyecto requiere recursos para ejecutarlo y mantenerlo; por eso es importante definir los recursos requeridos para la implementación, según las actividades que se lleven a cabo.

Los recursos pueden ser humanos, físicos, económicos, tecnológicos, de asesoría externa y de tiempo. En la siguiente tabla se detallan los recursos necesarios para implementar el sistema.

**Tabla XXXVI. Recursos necesarios para implementar el Sistema de Gestión de la Calidad**

<b>Tipo de recurso</b>	<b>Descripción</b>
Recursos humanos	Es necesario asignar personal, cuya tarea sea la implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión de la Calidad.
Recursos físicos	El espacio físico y los recursos tecnológicos y de logística son necesarios para implementar el sistema. Para cumplir con la norma serán necesario equipos de inspección y ensayo o aseguramiento metrológico que permitan controlar la calidad del proceso.
Asesoría externa	Este recurso es un aporte de experiencia profesional y especializada. Debe analizarse el alcance que tendrá y su importancia, ya que representan un costo que deberá incluirse dentro del presupuesto.
Recursos tecnológicos	Dentro de estos recursos se incluye el diseño de una aplicación para el manejo y administración de la documentación, auditorías internas y externas y como soporte para el mejoramiento del sistema. También representan un costo para el centro.
Tiempo	Debe planificarse correctamente el inicio y el final del proceso de implementación del sistema, ya que esto representa un costo.

Fuente: elaboración propia.

### **4.3.3. Medidas a tomar para su implementación**

Para implementar el sistema documental se recomienda que se tomen en cuenta los siguientes aspectos antes de iniciar el proceso:

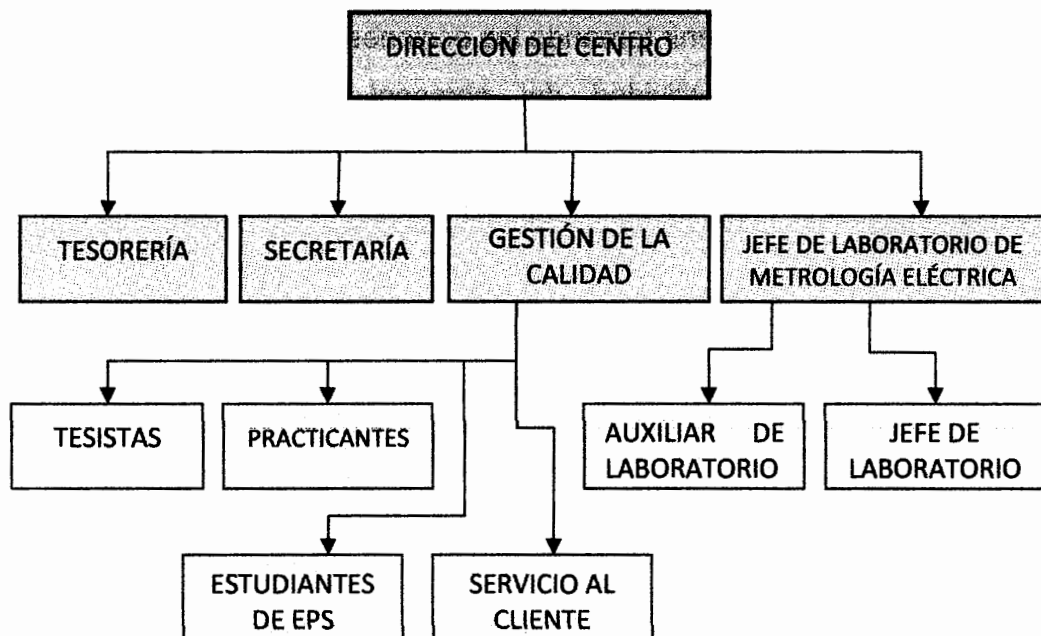
- **Definición de tareas y actividades:** es importante que se definan, detallen y describan a cabalidad las tareas que corresponderán a la implementación del sistema documental y que serán la base del proceso de acreditación en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- **Tiempo requerido:** deben programarse las actividades que se van a realizar y el tiempo requerido para cada una de ellas. Se estima que el proceso completo lleva entre 12 y 18 meses, lo cual dependerá del diagnóstico inicial y del compromiso del centro respecto de la calidad y la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad.
- **Asignación de responsabilidades:** todas las tareas deben realizarse por el personal correspondiente de acuerdo con el perfil de su puesto y su capacidad técnica. Partiendo del organigrama del centro, deben asignarse las tareas requeridas para la implementación del sistema exigido por la norma, respetando jerarquías y contratando personal, de ser necesario.
- **Compromiso de todas las partes involucradas:** el compromiso con la calidad y la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad del personal de todas las áreas del centro y de la Dirección, es lo principal para conseguir que el proceso de acreditación sea exitoso.

#### 4.3.4. Personal responsable de su implementación

La responsabilidad de llevar a cabo todas las tareas necesarias para agilizar el proceso de acreditación, elaboración de documentos e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad está delegada a la sección de Gestión de la Calidad; siendo esta dirigida y supervisada por la Dirección del Centro.

En la siguiente figura se muestra el organigrama representativo de la jerarquía relacionada con el proceso de acreditación.

Figura 32. Organigrama establecido para la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad



Fuente: elaboración propia.



#### **4.4. Beneficios obtenidos con la implementación**

La implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, no solamente beneficia el proceso de acreditación del ensayo, sino que también ofrece los siguientes beneficios para el centro:

- Estandarización de los principales servicios ofrecidos a los clientes.
- Hace apto al laboratorio para acreditar los ensayos que cumplan los requisitos.
- Mejora la organización y optimiza los recursos dentro del laboratorio.
- Brinda confianza a sus clientes, tanto externos como internos.
- Control en todas las actividades que afecten la calidad, exigidas por los clientes.
- Se detectan no conformidades, de manera oportuna y de forma que se puedan corregir o prevenir tomando las acciones pertinentes.
- Incrementa la competitividad del personal con los programas de capacitación y en consecuencia, la competitividad de la institución.
- Competitividad a nivel nacional e internacional.

## **5. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ACREDITAR EL ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **5.1. Importancia de la mejora continua**

La mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad, debe ser un objetivo permanente para el Centro de Investigaciones de Ingeniería, ya que por medio de ella se aumenta la probabilidad de asegurar la satisfacción del cliente y de alcanzar los requisitos y objetivos de la acreditación.

La importancia de implementar la mejora continua en todos los procesos del centro radica en que con ello se obtienen los siguientes beneficios:

- Se consolidan las capacidades del personal y aumentan las ventajas competitivas.
- Integración de las actividades de mejora de todas las secciones del centro y a distintos niveles, orientadas de acuerdo con la política de calidad.
- Respuesta rápida ante las oportunidades que favorezcan al centro
- Mejora en el servicio al cliente externo y al cliente interno
- Servicios de mayor calidad
- Mantenimiento y control del sistema documental y sus procesos

## **5.2. Métodos de evaluación del desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad**

Después de implementar el sistema, es importante que se evalúe el desempeño del mismo. Para ello deben implementarse métodos que permitan la evaluación de los mismos, además de la información obtenida de las auditorías internas y del mejoramiento continuo del sistema que se aplique a partir de los resultados obtenidos de estas.

### **5.2.1. Evaluación del desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad**

La autoevaluación es un método utilizado para determinar la eficiencia del sistema implementado, mediante la revisión completa y sistemática de las actividades y resultados obtenidos. Su realización proporciona una visión del desempeño y madurez del sistema, con el fin principal de mejorarlo y de alcanzar un modelo de excelencia que garantice la calidad. Los principales motivos de su realización son:

- Comparar los resultados respecto a expectativas.
- Identificar fortalezas del sistema y las deficiencias respecto del desempeño esperado.
- Desarrollar planes de acción para mejorar y solucionar las deficiencias y con ello mantener el desempeño esperado, de forma que se cumplan los objetivos y la política de calidad.

Los beneficios que ofrece la autoevaluación a quienes la aplican, les permiten gestionar e identificar mejoras. Estos beneficios son:

- Proporciona un planteamiento estructurado y basado en datos que permite evaluar e identificar puntos de mejora.
- Educa al personal del laboratorio sobre la gestión y la mejora.
- Integra las iniciativas de mejora entre las diferentes secciones o laboratorios del centro.
- Facilita la comparación con otros laboratorios de ensayo de naturaleza similar, identificando las oportunidades de mejora dentro del CII.
- Permite reconocer el progreso y el rendimiento del personal del laboratorio.
- Ofrece la oportunidad de aprender sobre los puntos débiles y fuertes del laboratorio, lo que significa, alcanzar la excelencia del centro.

La responsabilidad de su realización está delegada al Jefe del Laboratorio de Metrología Eléctrica, con la participación de su personal, utilizando la "Forma para autoevaluaciones del desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad del Laboratorio de Metrología" (Apéndice D).

Los indicadores de desempeño son otra herramienta para evaluar el desempeño del sistema y pueden ser aplicados a cualquier proceso del Sistema de Gestión de la Calidad, que sea susceptible a análisis, medición y mejora.

La implementación del sistema requiere la medición de todo, ya que solo se puede mejorar todo lo que se pueda medir. Un indicador es una magnitud asociada a una característica que permita que a través de su medición y comparación con estándares establecidos, evaluar dichas características y verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos para el servicio.

El establecimiento de indicadores para determinar si un objetivo o meta ha sido alcanzado, no sustituye las encuestas y evaluaciones directas de servicio y atención al cliente. Se recomienda que los indicadores sean evaluados mensualmente, durante la realización de las auditorías internas de calidad en el laboratorio.

La implementación los indicadores se enfoca en demostrar la conformidad del servicio ofrecido, asegura la conformidad del sistema implementado y mejora continuamente su eficacia.

Por medio de los indicadores se determina si se cumple o no el estándar de la característica que se va a medir, lo cual comienza con una expectativa de calidad que se transforma en el correspondiente indicador.

A continuación se detallan los indicadores que evalúan la eficiencia del sistema, reflejado en los resultados obtenidos en el servicio; para ello se parte de una expectativa, el indicador que se genera y el estándar que debe cumplir.

Tabla XXXVII. **Indicadores para evaluar la eficiencia del sistema de gestión de la calidad**

<b>Indicadores de evaluación</b>	
Expectativa	Rapidez en la entrega de los resultados.
<b>Indicador</b>	Tiempo transcurrido entre la aprobación de la orden de trabajo y el tiempo de entrega del informe final.
Estándar	Menos de una semana.
Expectativa	Rápida solución de quejas.
<b>Indicador</b>	Tiempo transcurrido entre la emisión de la queja y la aplicación de las acciones correctivas.
Estándar	Menos de dos días hábiles.
Expectativa	Rápida atención al cliente
<b>Indicador</b>	Tiempo transcurrido desde que el cliente se contacta con el centro y la solución a sus inquietudes.
Estándar	Menos de 15 minutos.
Expectativa	Eliminación de no conformidades.
<b>Indicador</b>	Cantidad de no conformidades encontradas, mensualmente.
Estándar	No deben existir no conformidades.

Fuente: elaboración propia.

### **5.2.2. Seguimiento de las auditorías internas**

Las auditorías internas deben realizarse según el “Procedimiento para la realización de las auditorías internas”. Los informes finales obtenidos de las auditorías internas realizadas, deben dar como resultado actividades correctivas que permitan que el sistema esté actualizado y mejorado y la calidad requerida por la acreditación se mantenga.

Algunas de las actividades que se deben realizar después de una auditoría interna se describen a continuación:

- Implementación de acciones correctivas para eliminar las no conformidades surgidas, siguiendo el “Procedimiento para la toma de acciones correctivas”.
- Implementación de métodos de seguimiento, medición, análisis y mejora para evaluar la satisfacción del cliente, siguiendo el “Procedimiento para mejorar el servicio al cliente”.
- Aplicar acciones preventivas para evitar posibles no conformidades que puedan surgir, siguiendo el “Procedimiento para la implementación de acciones preventivas”.
- Aplicar los indicadores para evaluar la eficiencia del servicio ofrecido.
- Verificar y revisar el sistema para asegurar el cumplimiento y efectividad de las acciones correctivas y preventivas implementadas.

### **5.2.3. Mejoramiento continuo del Sistema de Gestión de la Calidad**

El objetivo de la mejora continua es incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas. La información proveniente de los clientes y otras partes interesadas, las auditorías, y la revisión del sistema, pueden utilizarse para identificar oportunidades para la mejora.

Para mejorar continuamente el sistema de gestión de la calidad se recomienda lo siguiente:

- Analizar y evaluar periódicamente la situación del centro para identificar las áreas en las que se puede mejorar.
- Establecer objetivos de mejora
- Buscar, evaluar e implementar posibles soluciones destinadas a la mejora.
- Estudiar la relación beneficio - costo para establecer un presupuesto a una mejora que requiera recursos económicos.
- Hacer de la mejora una actividad continua.

La mejora continua debe realizarse siguiendo el "Procedimiento para la revisión periódica del sistema de gestión de la calidad". El límite de la mejora continua se da cuando ya se han alcanzado servicios y procesos de excelente calidad y aceptación.



### **5.3. Verificación del Sistema de Gestión de la Calidad y de los resultados obtenidos con su aplicación**

Al analizar los resultados después de implementar el Sistema de Gestión de la Calidad y evaluar el desempeño del mismo, se obtiene una retroalimentación útil que llevará a la mejora continua y a la calidad deseada. A continuación se describen los pasos concretos que deben seguirse después de verificar o autoevaluar el Sistema de Gestión de la Calidad aplicado en el Laboratorio de Metrología Eléctrica.

- Después de realizar la autoevaluación, debe realizarse una reunión interna, donde participen el jefe y el personal del laboratorio.
- Detectar los puntos débiles y fuertes para identificar las áreas de mejora dentro del laboratorio.
- Definir criterios para identificar las áreas que necesitan mejoras cruciales, ya que con ellas se producirá un cambio positivo y esperado.
- Elaborar un plan de mejora partiendo de lo siguiente:
  - Identificar los beneficios que obtendrán los clientes
  - Definir el alcance; si afectará a todo el centro o solamente la sección donde se realizó la autoevaluación
  - Evaluar la participación del personal
  - Definir las responsabilidades y quiénes representan el personal adecuado para la implementación de las mejoras
  - Definir los medios y recursos necesarios para implementar el plan

- Se describe el problema, la necesidad que va a cubrirse, el objetivo de la mejora, las actividades que se van a realizar, los medios que se utilizarán, los responsables de su ejecución, el calendario de su cumplimiento y el proceso de seguimiento y verificación del plan implementado.
- Posteriormente, se debe revisar el progreso obtenido con la mejora y si existe la necesidad de replantear el plan seleccionado.

#### **5.4. Acreditación del ensayo ante la OGA**

La OGA es una entidad que acredita un ensayo de laboratorio, bajo ciertos principios y lineamientos de evaluación, lo cual le permite determinar si cumple con lo necesario para ser acreditado.

##### **5.4.1. Obtención del Certificado de Acreditación**

El Certificado de Acreditación concede la acreditación del ensayo, es proporcionado por una tercera parte y representa la garantía de que un producto, proceso o servicio está conforme los requisitos de la norma aplicada. En este caso la Norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025.

Lo más importante de la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad es la obtención del Certificado de Acreditación que otorga la OGA a todos los laboratorios acreditados y asegura el cumplimiento de los requisitos de la Norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025.

Al momento de otorgar la acreditación, la OGA emite un Certificado de Acreditación, cuyo contenido es el siguiente:

- Nombre del laboratorio acreditado
- Registro de Acreditación
- Fecha de emisión
- Documentos normativos según los cuales el laboratorio ha sido acreditado
- Referencia al anexo conteniendo la resolución y el alcance de su acreditación.

#### **5.4.2. Proceso de la OGA para acreditar el ensayo**

El procedimiento que sigue la OGA para otorgar dicho certificado es el siguiente:

- Evaluación del cumplimiento de los requisitos generales, tales como:
  - Instalaciones adecuada
  - Instrumentos calibrados
  - Participación regular en programas de ensayos de aptitud o comparaciones interlaboratorios
  - Personal calificado
  - Sistema de gestión de la calidad implementado, que incluya procesos de mejora continua y auditorias periódicas.
- Cumplir con los “Requisitos generales para establecer la competencia técnica de laboratorios de ensayo y de calibración” de la Norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025.
- Definir el alcance de la acreditación en la solicitud, dejando claro cuáles son los métodos o ensayos que requieren ser acreditados, especificando la siguiente información:

- Ensayo o calibración a acreditar
  - Método de referencia
  - Ítem de ensayo o calibración
  - Unidades
  - Rango
  - Incertidumbre
- 
- Debe enviarse la solicitud de acreditación a la OGA, utilizando el formulario OGA-FEC-001 “Solicitud de Acreditación para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración”, que se debe completar para iniciar el proceso de evaluación.
  
  - La OGA procede conforme a lo determinado en los procedimientos OGA-PAC-006 “Procedimiento General de Acreditación” y OGA-PEC-007, “Acreditación de Laboratorios de Ensayo y/o Calibración”, para evaluar la documentación.
  
  - Después de comprobar los requisitos y documentos que se establecen en la solicitud, la OGA envía el presupuesto de evaluación al laboratorio, para que este apruebe e informe por escrito su conformidad.
  
  - La OGA designa al equipo evaluador, integrado por personal técnico, competente e imparcial que posee la capacidad técnica necesaria, de acuerdo con el alcance de acreditación solicitado.
  
  - Se realiza la evaluación en sitio, es decir en las instalaciones del laboratorio. Para ello se sigue el procedimiento General de Acreditación y el de Evaluación de Laboratorios de Calibración y Ensayo. Este proceso se lleva según los siguientes pasos:

- Se hace una reunión inicial para acordar los aspectos generales.
- Se lleva a cabo la evaluación.
- Se realiza una reunión, para presentar el informe final de la evaluación, que incluye las no conformidades identificadas.
- El laboratorio debe tomar acciones correctivas sobre las no conformidades encontradas y enviar evidencia objetiva de su implementación a la OGA, lo cual será analizado por el equipo evaluador, para emitir una conclusión y continuar con el proceso.
- El evaluador líder, según el informe de la evaluación del laboratorio y las acciones correctivas, elabora un informe de Evaluación para el Consejo Nacional de Acreditación. Seguida de la presentación del equipo evaluador ante el Consejo. El Consejo emite una resolución.
- El jefe de la OGA decide otorgar o denegar la acreditación, basándose en la resolución del Consejo y el informe del equipo evaluador.
- La decisión se notifica al laboratorio evaluado. Dicha resolución, cuando corresponda, define el alcance de la acreditación y establece los derechos y obligaciones del laboratorio acreditado. Además, es el instrumento legal que regula la actuación y el cumplimiento de las condiciones por parte del laboratorio acreditado.
- Se otorga el Certificado de Acreditación.

## **6. IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **6.1. Medio ambiente**

El medio ambiente es un sistema complejo y dinámico de interrelaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales, que evoluciona a través del proceso histórico de la sociedad, abarca la naturaleza, la sociedad, el patrimonio histórico-cultural, lo creado por la humanidad, la propia humanidad, y como elemento de gran importancia las relaciones sociales y la cultura.

#### **6.1.1. Recurso natural**

El concepto de recurso natural según las Naciones Unidas es “todo aquello que encuentra el hombre en la naturaleza y que puede utilizar en beneficio propio”. Los recursos naturales, son el patrimonio de la nación y constituyen los elementos materiales necesarios para satisfacer nuestros requerimientos de alimentación, vestido, vivienda, energía, etc., garantizando el bienestar de generaciones futuras.

#### **6.1.2. Medio ambiente y desarrollo tecnológico**

El desarrollo industrial ha traído un gran beneficio a la humanidad y a su vez un gran riesgo en el deterioro del medio ambiente. Es imposible que la industria no cause daño alguno al medio ambiente; la única medida que se puede tomar para reducir el daño es la educación y la fabricación de tecnología segura.

Las preocupaciones ambientales y el impacto de los daños de la industria al medio ambiente iniciaron en la década de los 60, lo cual dio lugar a una serie de acontecimientos internacionales, para incentivar y dirigir el auge tecnológico e industrial hacia un nuevo rumbo; enfocado en el desarrollo sostenible de energía y tecnología, que permita la conservación del medio ambiente.

La relación entre la tecnología y el medio ambiente es inseparable, por ello para la protección del medio ambiente es necesario encontrar alternativas energéticas viables que permitan la supervivencia de la humanidad.

## **6.2. Energía eléctrica**

La energía eléctrica se define como la forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo cual produce entre ambos un flujo continuo de cargas, conocido como corriente eléctrica. Este tipo de energía, es una energía secundaria, ya que es obtenida a partir de otras formas de energía.

### **6.2.1. Fuentes de generación de energía eléctrica**

La energía eléctrica se puede obtener de las siguientes maneras:

- Combustibles fósiles:
  - Carbón: roca sedimentaria, formada por la transformación anaeróbica de grandes masas vegetales, que sirve como combustible para generar energía eléctrica.

- **Petróleo:** los derivados líquidos del petróleo como el fuelóleo y el gasóleo, obtenidos del refinado del crudo, responden a especificaciones adaptadas a los requerimientos de las centrales térmicas.
- **Gas natural:** constituido en su mayor parte por metano ( $\text{CH}_4$ ) y algunos otros hidrocarburos ligeros, es un combustible esencialmente limpio cuya combustión genera muy pocos productos residuales.
- **Hidráulica:** mediante una central hidroeléctrica, se transforma la energía potencial de una masa de agua mantenida a desnivel entre un embalse y la central eléctrica situada aguas abajo, en energía eléctrica.
- **Geotérmica:** proviene del calor interior de la tierra sobre los acuíferos, lo cual produce agua caliente o vapor que pueden ser utilizados, dependiendo de su valor energético, para generar electricidad.
- **Eólica:** procedente del viento. Los aerogeneradores producen una transformación de la energía cinética del aire en energía mecánica, que a su vez se transforma en energía eléctrica mediante un generador.
- **Solar:** se genera por la concentración de la radiación solar y el aprovechamiento del calor generado.
- **Biomasa:** se produce gracias a la materia orgánica, tanto residual como de cultivos específicos, recuperable por combustión directa o por transformación en otros combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, que pueden ser empleados en aplicaciones domésticas o industriales.



- **Nuclear:** es la energía de la fisión de núcleos de uranio en un reactor nuclear, lo que proporciona energía térmica necesaria para producir vapor de agua y mover una turbina que posteriormente genere electricidad a través de un generador eléctrico.
- **Undimotriz:** energía producida por el movimiento de las olas del mar concentradas en las costas. Aprovecha la capacidad de las olas del mar de desplazarse grandes distancias sin apenas pérdidas de energía.

### **6.2.2. Impacto ambiental causado por el uso de energía eléctrica.**

En la tabla XXXVIII se muestra el impacto que causa cada fuente de energía eléctrica en el aire, el agua, los suelos, los seres vivos y otros.

Tabla XXXVIII. **Impacto ambiental causado por la generación y uso de la energía eléctrica**

	Fuente	Impacto en el aire	Impacto en el agua	Impacto en el suelo	Impacto en los seres vivos	Impacto en otros
Por tratamiento y transporte	Carbón	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> y partículas de polvo.	Vertidos ácidos, escorrentías y aguas residuales	Ocupación de espacio, subsidencia y escombreras.	Perturbación de hábitats naturales	Ruido e impacto visual.
	Gas natural	SH <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , compuestos orgánicos y elementos traça	Residuos líquidos	Ocupación de espacio	Perturbación de hábitats e daños en la fauna por gaseoductos.	Ruido, impacto visual y residuos sólidos
	Petróleo	SH <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , compuestos orgánicos volátiles y partículas.	Consumo de agua y vertidos contaminados.	Ocupación de espacio	Perturbación de hábitats y daños en la fauna por oleoductos.	Olores, impacto visual, fugas de crudo.

Continuación de la tabla XXXVIII.

	Fuente	Impacto en el aire	Impacto en el agua	Impacto en el suelo	Impacto en los seres vivos	Impacto en otros
Por combustión	Carbón	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , compuestos orgánicos, elementos traza, contaminantes secundarios, de-posición y gases de invernadero.	Utilización y consumo de agua, vertidos químicos y térmicos.	Ocupación de espacio y contaminación	Efectos derivados de la combustión	Ruido, impacto visual, generación de residuos sólidos
	Gas natural					
	Petróleo					
Energía renovable	Hidráulica	No tiene efectos	Modificación de la calidad en los ciclos hidrológicos.	Ocupación de espacio y riesgo de movimiento de las tierras.	Modificación de hábitats, cambio y migración de especies, obstáculos en los cauces.	Daño visual, daño sobre el microclima y riesgo de rotura de la presa.

Continuación de la tabla XXXVIII.

	Fuente	Impacto en el aire	Impacto en el agua	Impacto en el suelo	Impacto en los seres vivos	Impacto en otros
Energía renovable	Eólica, solar, biomasa, etc.	Gases de combustión de la biomasa y contaminación geotérmica.	Utilización y contaminación del agua.	Ocupación de espacio	Modificación de los hábitat y riesgo para las aves por el uso de la energía	Ruido e impacto visual.
Energía nuclear	Combustible de uranio y generación nuclear	Polvo, explotación minera y emisiones radiactivas	Utilización y consumo, descargas térmicas y químicas, emisiones de radionucleidos, drenajes mineros y contaminación subterránea.			
Undimotriz	Movimiento de las olas del mar	Ninguno	Ninguna	Ninguno	Afecta el hábitat de los seres vivos marinos.	

Fuente: DELSO MARTÍN, Carlos. ENDESA. Principales impactos potenciales sobre el medio ambiente en el sector eléctrico. Disponible en línea en: [http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/2000/sesion/E\\_ELECTR.pdf](http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/2000/sesion/E_ELECTR.pdf)

La electricidad es una forma limpia de la energía, pero todos los sistemas generadores y las actividades extractivas de las materias primas utilizadas, ejercen efectos sobre el medio ambiente.

Como resultado de la generación de energía eléctrica, puede producirse una serie de impactos potenciales sobre la atmósfera, las aguas, los suelos y los ecosistemas relacionados con esos medios; tal como se detalló en la tabla XXXVIII.

La magnitud de los impactos causados sobre el medio ambiente dependen fundamentalmente de:

- El tipo de fuente o recurso energético utilizado
- El rendimiento de los sistemas de generación aplicados
- La eficacia de los sistemas correctores de la contaminación
- Las características y el valor del entorno natural afectado

### **6.2.3. Medidas de mitigación**

A pesar de que el uso de energía eléctrica causa varios daños al medio ambiente y al hábitat de diferentes especies, incluida la humana, existen diferentes medidas de mitigación para corregir o reducir el daño causado.

A continuación se definen algunos métodos y medidas que pueden tomarse para combatir y reducir el daño causado por la generación y uso de la energía eléctrica.

- Restauración de terrenos:
  - Diseño y acondicionamiento de las nuevas superficies
  - Disposición selectiva de terrenos estériles
  - Reforestación de suelos
  - Aporte de enmiendas y fertilización
  - Ejecución de siembras y plantaciones
  - Labores de mantenimiento
  - Recolección de cosechas
  - Creación de áreas de recreo y/o de protección ambiental
  
- Tratamiento de aguas:
  - Segregación de aguas limpias
  - Minimización y tratamiento fisicoquímico de aguas contaminadas (neutralización, decantación y evacuación de lodos)
  - Asignación correcta del uso del agua en función de las características de la planta y de las condiciones ambientales de su entorno
  
- Tratamiento y deposición correcta de residuos sólidos y gaseosos (para las plantas de combustibles fósiles).

### **6.3. La acreditación y el medio ambiente**

Dentro de un proceso de acreditación también se debe involucrar el compromiso con el medio ambiente, que lleve a implementar un Sistema de Gestión Ambiental. Actualmente, la protección al medio ambiente, es un tema de gran importancia a nivel mundial, por lo que debe existir un compromiso, a través del establecimiento de una política medioambiental.

Dentro de una política medioambiental se recomienda tomar en cuenta los siguientes principios:

- Integrar la gestión ambiental y el concepto de desarrollo sostenible dentro de las políticas del centro, utilizando criterios medioambientales documentados en los procesos de planificación y toma de decisiones.
- Uso racional de los recursos y reducción de la producción de desechos, residuos, emisiones, vertidos e impacto ambiental.
- Aplicación de programas de mejora continua y el establecimiento de objetivos y metas medioambientales, realizando procesos respetuosos con el entorno.
- Mantener un control permanente del cumplimiento legislativo y la revisión periódica del comportamiento medioambiental y la seguridad de las instalaciones.
- Dar prioridad al uso de energías renovables y la investigación y el desarrollo de tecnologías más limpias y eficaces.
- Promover la sensibilización y concienciación para la protección ambiental, mediante la formación interna y externa y la colaboración con las autoridades, instituciones y asociaciones ciudadanas.
- Exigir a los proveedores la implantación de políticas medio ambientales coherentes con los principios adoptados en el centro.
- Fomentar el uso racional y el ahorro de energía entre los usuarios y la sociedad en general.

#### **6.4. Desechos generados en el laboratorio**

El laboratorio genera desecho de los materiales que utiliza para sus actividades administrativas y en el sistema documental que implementará. En la tabla IX se detallan los materiales que utiliza para sus funciones, siendo estos papel y tinta para impresora, los cuales requerirán algún tratamiento para su disposición final o eliminación.

Es responsabilidad del laboratorio y del centro, utilizar el proceso correcto para la eliminación de los desechos, asegurando que el daño que causarán al medio ambiente será el mínimo o ninguno.

##### **6.4.1. Impacto ambiental de los desechos generados en el laboratorio**

Se define como impacto ambiental al efecto que produce determinada actividad humana sobre el medio ambiente. El impacto ambiental que causan los desechos del laboratorio se detalla a continuación:

- **Papel:** el papel toma más de 10 años en descomponerse, por lo tanto miles de toneladas desechadas aún se encuentran en el medio ambiente, afectando sus suelos, aguas y a los seres vivos.
- **Tinta de impresora:** las tintas son una mezcla homogénea de materia colorante, resinas, disolventes y algunos aditivos. Un cartucho de tinta para impresora tarda aproximadamente 300 años en degradarse. Los residuos químicos de tinta y polvo de toner quedan en el medio ambiente, contaminando sus aguas y el aire.



#### **6.4.2. Métodos de eliminación de los desechos**

El cuidado del medio ambiente se puede realizar mediante una estrategia ecológica conocida como las tres erres de la ecología, la cual propone los siguientes métodos para la gestión ambiental:

- **Reducir:** es el principal método para disminuir el impacto ambiental causado por los desechos de residuos y se basa en la reducción o eliminación del uso de algún bien para reducir la cantidad que se va a desechar.
- **Reutilizar:** además de reducir el consumo, el segundo paso es la reutilización de los bienes, para reducir indirectamente el impacto ambiental. Con este método se puede alargar la vida útil de un bien, separándolo para un mismo uso o dándole diferente uso.
- **Reciclar:** el sistema de consumo actual produce bienes aptos para el reciclaje por medio de métodos fisicoquímicos o mecánicos, para darles tratamiento total o parcial y obtener alguna materia prima o un nuevo producto.

##### **6.4.2.1. Métodos de eliminación del papel**

- **Reducción del uso del papel:** el principal método para disminuir el daño ambiental causado por los desechos de papel es reducir su uso, evitando utilizarlo innecesariamente. Para cumplir con este método se propone:
  - Utilizar papel solamente en la redacción de documentos, cuyo uso sea necesario para las actividades del laboratorio.

- Imprimir solamente los documentos del sistema que han sido aprobados, evitando la impresión de varias copias de borradores.
- Imprimir la cantidad de copias que deben estar a disposición del personal de laboratorio.
- Reutilización del papel: el papel que ha sido utilizado a doble cara puede ser reutilizado para la impresión de borradores o de copias no controladas de los documentos del sistema.
- Reciclaje de papel: el laboratorio debe seleccionar el papel que ya no puede reutilizarse y los registros que deben ser eliminados después de los 5 años de almacenamiento, para enviarlos posteriormente a una empresa que se dedique al reciclaje de papel.

A continuación se resume el proceso de reciclaje del papel:

- Reducir el papel a pasta de papel y combinarlo con nueva pasta procedente de la madera;
- Plastificación: se añaden disolventes químicos para separar las fibras de papel;
- Criba: se retira todo lo que no son fibras de papel;
- Centrifugación: se separa el papel de los lodos;
- Flotación: se elimina la tinta por medio de burbujas de aire;
- Lavado: para retirar las pequeñas partículas que puedan quedar;
- Blanqueamiento: con peróxido de hidrógeno o hidrosulfito de sodio.

#### **6.4.2.2. Métodos de eliminación de cartuchos de tinta de impresora**

- Reducción del uso de tinta: al igual que el uso de papel, el de la tinta se puede reducir de la misma manera, produciendo menos documentos innecesarios e imprimiendo solamente aquellos que sean aprobados para el sistema documental.
- Reutilización del cartucho de tinta: se puede reutilizar los cartuchos de tinta vacíos, rellenándolos nuevamente con tinta para utilizarlos nuevamente en la impresora. Este método puede realizarse tantas veces como la calidad del cartucho lo permita, antes de reciclarlo.
- Reciclaje del cartucho de tinta: este método también se conoce como remanufacturación. El reciclaje es la reconstrucción de cartuchos de toner. Con ello se pueden ahorrar barriles de petróleo cada año, que serían utilizados en la fabricación del plástico de los cartuchos, además se disminuyen millones de toneladas de basura que demorarían cientos de años en degradarse.

## CONCLUSIONES

1. La creación de procedimientos, políticas, registros y formatos que normalicen las actividades administrativas del Laboratorio de Metrología Eléctrica son la base para la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad y uno de los requisitos para que la OGA acredite el Ensayo de Verificación de Contadores de Energía Eléctrica.
2. El control de la documentación permite que no existan documentos obsoletos en circulación, además de asegurar la protección y confidencialidad de los registros y datos de los clientes.
3. La compra de suministros requiere una actividad adicional para la inspección de los mismos cuando sean recibidos por el centro, con el fin de asegurar que la calidad de estos será la misma requerida por el proceso para el cual están destinados.
4. Las empresas que solicitan el Ensayo de Verificación de Contadores de Energía Eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica, son pocas según las encuestas realizadas por lo que existe la necesidad de promover la importancia de su realización en las empresas que no poseen un laboratorio propio.

5. Las auditorías internas y las revisiones por la dirección, son parte de las funciones del director del centro y del director de la calidad, con el fin de que el Sistema de Gestión de la Calidad no se vuelva obsoleto y se mejore continuamente.
  
6. Poseer la documentación no significa que el laboratorio cumple con la acreditación, si el sistema no se implementa y mantiene continuamente. Deben existir hechos comprobables de que se ha cumplido con los requisitos.

## RECOMENDACIONES

1. Para mejorar el servicio al cliente y cumplir con los requisitos solicitados por la Norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025, se propone crear un puesto específico para ello, donde se atiendan todas las quejas de los clientes y se les dé seguimiento.
2. Es necesario que se dé seguimiento para implementar los requisitos técnicos que cubran en totalidad, lo requerido por la Norma COGUANOR/ NTG/ISO/IEC 17025, ya que sin ellos sería imposible la acreditación.
3. La subcontratación es una actividad no permitida por las políticas de la USAC y del Centro de Investigaciones de Ingeniería, pero aún así puede llegar a ser necesaria en los casos en los que por motivos extraordinarios, el Laboratorio de Metrología no lo pueda realizar y el cliente lo solicite.
4. Los requisitos técnicos deben ser implementados por personal técnico capacitado o un estudiante de Ingeniería Eléctrica o Electrónica que conozca sobre metrología eléctrica.
5. Deben implementarse y mantenerse herramientas administrativas, como encuestas, quejas, métodos de inspección de suministros, etc., para identificar mejoras a los procesos y actividades del laboratorio.

6. Es necesario promover la realización del ensayo, tanto dentro de la Facultad de Ingeniería como para las empresas del sector eléctrico del país, para que se cumpla con los objetivos con los cuales se estableció el convenio entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ABENSUR BARTRA, Valentín. *La protección del medio ambiente y los recursos naturales en la nueva Constitución del Perú*. Scientific electronic library online Perú. [en línea] [ref. de 24 de mayo de 2011] Disponible en Web: <<http://www.scielo.org.pe/pdf/iigeo/v5n10/a02v5n10.pdf>>.
2. Agencia de Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia y Tecnología de Cuba. *Introducción al conocimiento del medio ambiente. Curso Universidad para todos*. [en línea ] Editorial Academia [ref. de 23 de mayo de 2011] Disponible en Web: <[http://www.medioambiente.cu/download/Tabloide\\_Medio\\_Ambiente.pdf](http://www.medioambiente.cu/download/Tabloide_Medio_Ambiente.pdf)>.
3. ANGELINI, Nora. *Aseguramiento de la calidad y validación de metodología para análisis químicos*. [en línea] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005. [ref. de 10 de marzo de 2010] Disponible en Web: <[www.rlc.fao.org/es/inocuidad/codex/rla3014/pdf/quimi.pps](http://www.rlc.fao.org/es/inocuidad/codex/rla3014/pdf/quimi.pps)>.
4. Ayuntamiento de Valladolid. Manual de calidad. *Subcontratación de ensayos. Versión 2* [en línea] Área de Medio Ambiente. [ref. de 04 de mayo de 2010] Disponible en Web: <[http://www10.ava.es/rccava/documentos/qc\\_qa/RCCAVA45.pdf](http://www10.ava.es/rccava/documentos/qc_qa/RCCAVA45.pdf)>.



5. Centro de Investigaciones de Ingeniería. Sobre el Centro de Investigaciones de Ingeniería. [en línea]. Universidad San Carlos de Guatemala [ref. de 07 de marzo de 2010] Disponible en Web: <<http://cii.ingenieria-usac.edu.gt>>.
6. Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Chimborazo – EERSA. *Curso: Electricista básico de redes eléctricas*. [en línea] Empresa Eléctrica Riobamba S.A. Ecuador. [ref. de 21 de marzo de 2010] Disponible en web: <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>>.
7. Comisión Guatemalteca de Normas. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR/NTG/ISO/IEC 17025. Guatemala: Ministerio de Economía.37 p.
8. Consultoría ISO 17025 SGC Consulting España. *Sistemas de Gestión de la Calidad y Control de Producción SL*. [en línea] [ref. de 7 de abril de 2011] Disponible en Web: <<http://www.sgccconsulting.es/documentos/iso17025.pdf>>.
9. CUSIYUPANQUI CHICCHON, César Fernando. *Control de la calidad en la planta de fabricación de bolígrafos y plumones*. Capítulo 4. Herramientas Estadísticas. [en línea] Tesis digitales UNMSM. [ref. de 8 de julio de 2010] Disponible en Web: <[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/cusiyupanqui\\_cc/cap4.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/cusiyupanqui_cc/cap4.pdf)>.

10. Data Center. *Modelo de Investigación Participativa*. Creando encuestas. [en línea] Estados Unidos, 2004. [ref. de 17 de agosto de 2010] Disponible en Web: <<http://www.datacenter.org/research/creatingsurveys/creandoencuestas.pdf>>.
11. Departamento administrativo de la función pública. *Guía de planeación para implementar el sistema de gestión de la calidad bajo la Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública NTCGP 1000:2004*. [en línea] Red Universitaria de Extensión en Calidad. Bogotá, 2006. [ref. de 1 de marzo de 2011] Disponible en Web: <[http://portal.dafp.gov.co/form/formularios.retrieve\\_publicaciones?no=424](http://portal.dafp.gov.co/form/formularios.retrieve_publicaciones?no=424)>.
12. \_\_\_\_\_. *Guía de diagnóstico para implementar el Sistema de Gestión de la Calidad en la Gestión Pública*. NTCGP 1000:2004 [en línea]. Red Universitaria de extensión en calidad. Bogotá, 2006. [ref. de 25 de marzo de 2011] Disponible en Web: <[http://www.ufps.edu.co/ufpsnuevo/proyectos/meci/documentos/ntgc1000\\_marcolegal/guiadiagnostico.pdf](http://www.ufps.edu.co/ufpsnuevo/proyectos/meci/documentos/ntgc1000_marcolegal/guiadiagnostico.pdf)>.
13. DESSLER, Gary. *Administración de personal*. 8a ed. México: Pearson Education, 2001. 700 p.
14. Dirección de Desarrollo Económico. *Procedimiento de revisiones por la dirección. DEE -PE01. Copia no controlada*. [en línea] Ayuntamiento de Mérida. [ref. de 18 de enero de 2011] Disponible en Web: <[http://www.merida.gob.mx/municipio/sitios/certificacion\\_iso/web/contraloria/archivos/com-pe01.pdf](http://www.merida.gob.mx/municipio/sitios/certificacion_iso/web/contraloria/archivos/com-pe01.pdf)>.

15. Educaguía. *Gestión de calidad*. Capítulo 23. Inspección y muestreo. [en línea] [ref. de 27 de julio de 2010] Disponible en Web: <<http://www.educaguia.com/apuntes/apuntes/calidad/inspeccion-muestreo.pdf>>.
16. Equipo de calidad INTA. *Manual de la calidad. Sistema de calidad 17025. Revisión 10*. [en línea] Bariloche, Argentina. 28 de diciembre de 2009. [ref. de 20 de abril de 2010] Disponible en Web: <<http://www.inta.gov.ar/ins/calidad/archivos/politicas/mc-cef.pdf>>.
17. Facultad de Ingeniería USAC. Historia de la Facultad de Ingeniería. [en línea]. Universidad San Carlos de Guatemala [ref. de 05 de marzo de 2010] Disponible en Web: <<https://www.ingenieria-usac.edu.gt/historia.php>>.
18. \_\_\_\_\_. *Nosotros*. [en línea]. Universidad San Carlos de Guatemala [ref. de 05 de marzo de 2010] Disponible en Web: <<https://www.ingenieria-usac.edu.gt/nosotros.php>>.
19. GARCÍA, Manuel; QUISPE, Carlos; PÁEZ, Luis. *Mejora continua de la calidad en los procesos*. [en línea] Notas científicas. Industrial Data. Agosto 2003. [ref. de 1 de mayo de 2011] Disponible en Web: <[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6\\_n1/pdf/mejora.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n1/pdf/mejora.pdf)>.

20. GRAMMATICO, Juan Pablo. *La satisfacción del cliente – usuario*. Programa de acreditación de laboratorios. Módulo 10. [en línea] Fundación Bioquímica Argentina. Ciudad de México, Diciembre 2007. [ref. de 04 de agosto de 2010] Disponible en Web: <<http://www.mex.ops-oms.org/contenido/tuberculosis/cdtaller/presentaciones/M%C3%B3dulo%2010%20Satisfacci%C3%B3n%20de%20Cliente.pdf>>.
21. Honeywell. Normas IEC 947. [en línea]. *Productos de seguridad Industrial*. [ref. de 16 de febrero de 2011] Disponible en Web: <<http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/safety/catalog/sp/00si151s.pdf>>.
22. Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC). *Métodos de ensayo y calibración; Validación del método*. [en línea] [ref. de 10 de marzo de 2010] Disponible en Web: <[www.imcyc.com/webmail/tmp/criterios %2017025.doc](http://www.imcyc.com/webmail/tmp/criterios%2017025.doc)>.
23. International Electrotechnical Commission. *IEC 62052-11 Ed. 1.0 Spanish* [en línea]. IEC Webstore. [ref. de 25 de marzo de 2010] Disponible en Web: <[http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Arnum\\_PK/32399](http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Arnum_PK/32399)>.
24. KAORU, Ishikawa; MEDINA, Jesús Nicolau. *Introducción al control de la calidad*. 3ª ed. Madrid. Díaz de Santos. 1994. 473 p.

25. LÓPEZ GUERRA, Ingrid. *Evaluación y mejora continua: conceptos y herramientas para la medición y mejora del desempeño*. Indiana, Estados Unidos de Norteamérica: Global Bussines Press, 2007. 220 p.
26. LÓPEZ REY, Susana. *Implantación de un sistema de calidad: los diferentes sistemas de calidad*. España: Ideas Propias, 2006. 176 p.
27. LÓPEZ SEGRERA, Francisco. *Definición de acreditación y reflexiones sobre el tema*. [en línea] Universidad autónoma de Occidente, Colombia. Septiembre 2006. [ref. de 31 de marzo de 2010] Disponible en Web: <[http://dali.uao.edu.co:7777/pls/portal/docs/PAGE/UNIAUTONOMA\\_INVESTIGACIONES/\\_OF\\_DI%2001/GRUPOS/CAT\\_EDRA/DOCUMENTOS/DEF\\_ACRE.PDF](http://dali.uao.edu.co:7777/pls/portal/docs/PAGE/UNIAUTONOMA_INVESTIGACIONES/_OF_DI%2001/GRUPOS/CAT_EDRA/DOCUMENTOS/DEF_ACRE.PDF)>.
28. MALLOR, Fermín; SANTOS, Javier. *Introducción al control de calidad*. [en línea] Universidad Pública de Navarra. España. [ref. de 15 de abril de 2010] Disponible en Web: <[http://www.unavarra.es/estadistica/LADE/M.O.C./Calidad\\_Introd.pdf](http://www.unavarra.es/estadistica/LADE/M.O.C./Calidad_Introd.pdf)>.
29. MARTÍN, Carlos Delso. *Energía eléctrica y medio ambiente*. [en línea] ENDESA. Febrero de 2001. [ref. de 02 de junio de 2011] Disponible en Web: <[http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/2000/sesion/E\\_ELECTR.pdf](http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/2000/sesion/E_ELECTR.pdf)>.
30. Metrología EMA. *Qué es la Metrología?* [en línea] [ref. de 08 de marzo de 2010] Disponible en Web: <<http://www.metrologia-ema.com/pdf/metrologia-basica.pdf>>.

31. Ministerio de Ciencia y Tecnología. *Terminología*. [en línea]. Fundación para el fomento de la Innovación Industrial. [ref. de 16 de febrero de 2011] Disponible en Web: <[http://www.ffii.es/puntoinformcyt/Archivos/rbt/ITC\\_BT\\_01.pdf](http://www.ffii.es/puntoinformcyt/Archivos/rbt/ITC_BT_01.pdf)>.
32. MONTERROSO, Elda. *Normas ISO* [en línea] *Universidad Nacional de Luján. Argentina*. [ref. de 08 de abril de 2010] Disponible en Web: <<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/normasiso.htm>>.
33. National Electrical Manufacturers Association. *ANSI C12.10:2004. Electricity meters – 0.2 and 0.5 Accuracy Classes*. [en línea] American National Standards Institute. [ref. de 25 de marzo de 2010] Disponible en Web: <<http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ANSI+C12.20-2010>>.
34. \_\_\_\_\_. *ANSI C12.1 – 2008. Code for electricity meters*. [en línea] American National Standards Institute. [ref. de 25 de marzo de 2010] Disponible en Web: <[http://www.nema.org/stds/complimentary-docs/upload/C12.1-2008\\_C&S.pdf](http://www.nema.org/stds/complimentary-docs/upload/C12.1-2008_C&S.pdf)>.
35. \_\_\_\_\_. *ANSI C12.20:2008. Electricity meters – 0.2 and 0.5 Accuracy classes*. [en línea] American National Standards Institute. [ref. de 25 de marzo de 2010] Disponible en Web: <<http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ANSI+C12.20-2010>>.
36. Navactiva. *La subcontratación como herramienta para la gestión logística*. [en línea]. [ref. de 28 de junio de 2010] Disponible en Web: <<http://www.navactiva.com/es/descargas/pdf/alog/subcontratacion.pdf>>.

37. Nucleoeléctrica Argentina S.A. *La generación de la energía eléctrica y la sociedad*. [en línea] [ref. de 02 de junio de 2011] Disponible en Web: <[http://www.na-sa.com.ar/files/pdf/energia\\_sociedad.pdf](http://www.na-sa.com.ar/files/pdf/energia_sociedad.pdf)>.
38. Oficina Guatemalteca de Acreditación. *Acerca de la OGA*. [en línea] Oficina Guatemalteca de la OGA. [ref. de 06 de abril de 2010] Disponible en Web: <[http://oga.org.gt/acerca\\_de\\_la\\_oga.html](http://oga.org.gt/acerca_de_la_oga.html)>.
39. \_\_\_\_\_. *Guía para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración*. [en línea] Ministerio de Economía. Sistema Nacional de Calidad. [ref. de 8 de mayo de 2011] Disponible en Web: <<http://www.oga.org.gt/images/files/File/OGA-GEC-001.pdf>>.
40. \_\_\_\_\_. Información General. [en línea] Oficina Guatemalteca de la OGA. [ref. de 06 de abril de 2010] Disponible en Web: <[http://oga.org.gt/informacion\\_general.html](http://oga.org.gt/informacion_general.html)>.
41. \_\_\_\_\_. *Listado de verificación para Evaluación In Situ de un Laboratorio. OGA-FEC-007*. Guatemala: OGA, 2006. 5 p.
42. \_\_\_\_\_. *Procedimiento OGA-PAD-003 "Uso de Logotipo y de la Marca de Acreditación"* [en línea] Oficina Guatemalteca de la OGA. [ref. de 06 de abril de 2010] Disponible en Web: <<http://www.oga.org.gt/images/files/File/OGA-PAD-003.pdf>>.
43. \_\_\_\_\_. *OGA – PAC – 006 (Procedimiento General de Acreditación)*. [en línea] Guatemala C.A. [ref. de 12 de mayo de 2011] Disponible en Web: <<http://oga.org.gt/images/files/File/OGA-PAC-006.pdf>>.

44. Organismo Nacional de Acreditación de Paraguay. *Criterios para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración de acuerdo a la NORMA NP – ISO/IEC 17025* [en línea] [ref. de 20 de junio de 2010] Disponible en Web: <[http://www.conacyt.gov.py/ona/doc/documentos\\_ona/ensayos/CRI008Rev10VigFeb2009.pdf](http://www.conacyt.gov.py/ona/doc/documentos_ona/ensayos/CRI008Rev10VigFeb2009.pdf)>.
45. PAZ COUSO, Renata. *Servicio al Cliente: la comunicación y la calidad en el servicio en la atención al cliente*. España: Ideas Propias, 2005. 150 p.
46. PÉREZ VILLA, Pastor Emilio; MÚNERA VÁSQUEZ, Francisco Nahum. *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria*. Colombia, Bogotá: Editorial Universidad Cooperativa. Colección Economía Solidaria, 2007. 121 p.
47. Portal de Metrología de Venezuela. *Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de Metrología*. [en línea]. [ref. de 18 de marzo de 2010] Disponible en Web: <[http://www.metrologia.com.ve/archivos\\_index/p.htm](http://www.metrologia.com.ve/archivos_index/p.htm)>.
48. PULIDO GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw Hill, 2010. 363 p.
49. Red de Bibliotecas Universitarias. *Sistema de Gestión de la Calidad según ISO 9001:2000*. [en línea] [ref. de 22 de abril de 2011] Disponible en Web: <[http://www.rebiun.org/opencms/opencms/handle404?exporturi=/export/docReb/biblio\\_iso.pdf&%5d](http://www.rebiun.org/opencms/opencms/handle404?exporturi=/export/docReb/biblio_iso.pdf&%5d)>.





50. SALAMANCA CORREA, Rodrigo. *La tecnología de los morteros* [en línea]. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. [ref. de 16 de febrero de 2011] Disponible en Web en: <<http://www.umng.edu.co/www/resources/11art6.pdf>>.
51. Servicio Nacional de capacitación y empleo. *Guía de autoevaluación para la implementación del Sistema de Gestión de Calidad*. [en línea] Departamento de capacitación de empresas. Gobierno de Chile, 2004. [ref. de 19 de marzo de 2011] Disponible en Web: <<http://empresas.sence.cl/normacalidad/GuadeAutoevaluacionOficial2.pdf>>.
52. SILICEO AGUILAR, Alfonso. *Capacitación y desarrollo de personal*. 4a ed. México: Limusa; Noriega, 2004. 246 p.
53. Subsecretaría de Innovación y Calidad. *Aplicación de 9 claves para el cambio*. [en línea] Secretaría de Salud de México [ref. de 10 de febrero de 2011] Disponible en Web: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/pediatrica/9claves.pdf>>.
54. THOMPSON, Ivan. *La satisfacción del cliente*. [en línea] [ref. de 22 de septiembre de 2010] Disponible en Web: <[http://cmapspublic3.ihmc.us/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1177396161687\\_1469889960\\_1840](http://cmapspublic3.ihmc.us/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1177396161687_1469889960_1840)>.
55. Universidad de Alcalá. Tema 5. *La encuesta estadística*. [en línea] [ref. de 05 de septiembre de 2010] Disponible en Web: <[http://www2.uah.es/vicente\\_marban/ASIGNATURAS/SOCIOLOGIA%20ECONOMICA/TEMA%205/tema%205.pdf](http://www2.uah.es/vicente_marban/ASIGNATURAS/SOCIOLOGIA%20ECONOMICA/TEMA%205/tema%205.pdf)>.

56. Universidad Nacional de Colombia. *Procedimiento de acreditación de laboratorios. Gestión de laboratorios*. [en línea] [ref. de 18 de enero de 2011] Disponible en Web: <<http://www.manizales.unal.edu.co/simege/descargas/ACREDITACION%20DE%20LABORATORIOS.pdf>>.
57. VILA ESPESO, Miguel Ángel; VALLÉS ESCUDER, Roberto. ROMERO RODRÍGUEZ, Rosalía. *Auditorías internas de la calidad*. España: Díaz de Santos; Instituto Valenciano de Certificación, 1999. 103 p.
58. VIVAS JABALOYES José; CAROT SIERRA, José Miguel; MARTÍNEZ GÓMEZ, Mónica. Generalitat Valenciana. *Catálogo de indicadores de calidad para el sistema de gestión de los centros que imparten enseñanzas de formación profesional*. [en línea] Instituto de Valencia de evaluación y calidad educativa. [ref. de 6 de mayo de 2011] Disponible en Web: <[http://www.edu.gva.es/eva/docs/calidad/publicaciones/es/cat\\_ind\\_fp\\_c.pdf](http://www.edu.gva.es/eva/docs/calidad/publicaciones/es/cat_ind_fp_c.pdf)>.
59. Zeus Managment Consultants Méxiso. *Auditorías internas de caliad*. [en línea] [ref. de 17 de noviembre de 2010] Disponible en Web: <<http://www.zeusconsult.com.mx/pwmc/00000008.htm>>.
60. \_\_\_\_\_. *Control de los registros de calidad*. [en línea] [ref. de 17 de noviembre de 2010] Disponible en Web: <<http://www.zeusconsult.com.mx/pwcm/00000009.htm>>.



## APÉNDICE

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
---	--	---

### REGISTRO PARA LAS SUBCONTRATACIONES

Fecha:

#### DATOS DEL SUBCONTRATISTA

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_  
Nombre del encargado: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

#### DATOS DEL LABORATORIO QUE SUBCONTRATA

Laboratorio o Sección: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_  
Jefe de Sección: \_\_\_\_\_

#### DATOS DEL ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN SUBCONTRATADO

ENSAYO O CALIBRACIÓN A EFECTUAR: \_\_\_\_\_

MUESTRA / EQUIPO: \_\_\_\_\_

Proveedor/Marca y Modelo: \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_  
JEFE DEL LABORATORIO

\_\_\_\_\_  
SUBCONTRATISTA



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA







### APÉNDICE 3

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA - - ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA - - SERVICIO AL CLIENTE -		

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha:

1. ¿Alguna vez ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SÍ  NO

2. Si su respuesta fue SI ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SÍ  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO



4. Si su respuesta fue SI ¿Qué ensayo o prueba solicitó?
5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?  
SI  NO
6. En su empresa, ¿Actualmente se solicita el ensayo para verificar sus medidores de energía eléctrica?  
SI  NO
7. Si su respuesta fue SÍ, ¿A qué institución lo solicita?
8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?
9. En que norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica
10. Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?

## APÉNDICE 4

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
---	--	---

**Servicio al cliente:** Con el afán de mejorar el servicio, si usted tiene alguna inconformidad o sugerencia, por favor llene esta boleta y entréguela en recepción.

FORMATO DE QUEJAS			
Fecha:		No. de boleta:	001
Datos de la Empresa			

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

TIPO DE ASUNTO:			
Queja	Denuncia	Sugerencia	Otro:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>

**Laboratorio que prestó el servicio :** \_\_\_\_\_

Explicación de los hechos (de forma clara y precisa):	
Nombre de la persona que presenta la queja:	
FIRMA:	

PARA USO EXCLUSIVO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES USAC		
Fecha de Implementacion de las acciones correctivas:	RESPONSABLE:	FIRMA:
ACCION A IMPLEMENTAR:		
EFECTIVA:	NO EFECTIVA:	
REQUIERE OTRAS ACCIONES CORRECTIVAS:		
SI:	NO:	
OBSERVACIONES:		







# ORDEN DE TRABAJO



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



**ORDEN DE TRABAJO**

**No. XXXX**

**LABORATORIO DE:** \_\_\_\_\_

**INTERESADO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**PROYECTO:** \_\_\_\_\_ **Teléfono:** \_\_\_\_\_

**DIRECCIÓN:** \_\_\_\_\_

**MUESTRA / EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**Proveedor/Marca y Modelo:** \_\_\_\_\_

**TRABAJO A EFECTUAR:** \_\_\_\_\_

**COSTO DEL TRABAJO:** \_\_\_\_\_ **Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Materiales** Q \_\_\_\_\_

**Mano de obra** Q \_\_\_\_\_

**Total** Q \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
INTERASADO

\_\_\_\_\_  
JEFE DE SECCIÓN

INFORME No. \_\_\_\_\_ COBRABLE SI  NO

TRABAJO O INFORME RECIBIDOS POR: COSTO: Q \_\_\_\_\_

(f) \_\_\_\_\_ RAZÓN: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Guatemala \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_\_

Original : Control Secretaria CII  
(Trabajo terminado)

Duplicado: Laboratorio que efectúa  
el trabajo.

Triplificado: Control Inmediato Secr.

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











# Informe de la Evaluación de la Documentación -Laboratorios-

OGA-FEC-004  
2006-01-06 / 2  
Página: 1 de 5

Agregue referencias al documento (Manual de la Calidad, procedimiento, etc.) u otro comentario que se considere necesario.

Existe documento

No Existe documento

No Aplica

## Razón Social

--

Código del Laboratorio	Nombre del Laboratorio
OGA-	

## Descripción del Sistema de Calidad

<input type="checkbox"/> Manual de Calidad	<input type="checkbox"/> Organigrama
<input type="checkbox"/> Declaración de Objetivos y políticas	<input type="checkbox"/> Posición legal del Organismo

Documentos (COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 y Criterios de la OGA)	Sección
--	---------

Documentos (COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 y Criterios de la OGA)	Sección
<b>4 Requisitos de Gestión (4)</b>	
<i>Organización</i>	
<input type="checkbox"/> Identificación de los cargos y autoridades	4.1.5.8 a)
<input type="checkbox"/> Disposiciones para la imparcialidad	4.1.5 b)
<input type="checkbox"/> Política para la protección de confidencialidad de información	4.1.5 c)
<input type="checkbox"/> Política para la protección de derechos de propiedad	4.1.5 c)
<input type="checkbox"/> Procedimiento para la protección de los registros	4.1.5 c)
<input type="checkbox"/> Política para la protección de la reputación de la OGA	4.1.5 d)
<input type="checkbox"/> Estructura funcional y lineal del laboratorio (Criterios de la OGA)	4.1.5 e)
<input type="checkbox"/> Especificación de la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo personal	4.1.5 f)
<input type="checkbox"/> Supervisión del personal	4.1.5 g)
<input type="checkbox"/> Dirección técnica y la identificación de todas las responsabilidades (Criterios de la OGA)	4.1.5 h)
<i>Sistema de Calidad</i>	
<input type="checkbox"/> Manual de Calidad	4.2.2
<i>Control de Documentos</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento para el control de documentos	4.3.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento (o lista maestra) para la aprobación y emisión de documentos	4.3.2.1
<i>Revisión de las solicitudes, ofertas y contratos</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimientos para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos	4.4.1
<input type="checkbox"/> Políticas para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos	4.4.1
<i>Subcontratación de ensayos y calibraciones</i>	
<input type="checkbox"/> Registro de subcontratistas	4.5.4
<i>Compras de servicios y suministros</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para la selección y compra de servicios y suministros	4.6.1
<input type="checkbox"/> Política(s) para la selección y compra de servicios y suministros	4.6.1
<input type="checkbox"/> Inspección o verificación de los suministros, reactivos y materiales fungibles comprados	4.6.2



<input type="checkbox"/> Registros de las acciones tomadas	4.6.2
<input type="checkbox"/> Evaluación de proveedores de materiales fungibles, suministros y servicios importantes	4.6.4
<i>Servicio al cliente</i>	
<input type="checkbox"/> Cooperación con el cliente	4.7
<i>Quejas</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para quejas	4.8
<input type="checkbox"/> Política(s) para quejas	4.8
<input type="checkbox"/> Registros de las quejas y de las investigaciones y acciones correctivas	4.8
<i>Control de los trabajos de ensayo y/o calibración no conformes</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para los casos de no conformidad con los propios procedimientos	4.9.1
<i>Mejora</i>	
<input type="checkbox"/> Mejora continua de la eficacia del sistema de gestión mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de la auditorías, el análisis de los datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección	4.10
<i>Acción correctiva</i>	
<input type="checkbox"/> Política(s) para la implementación de acciones correctivas	4.11.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para la implementación de acciones correctivas	4.11.1
<input type="checkbox"/> Designación autoridades para la implementación de acciones correctivas	4.11.1
<input type="checkbox"/> Existe investigación para determinar la o las causas raíz del problema	4.11.2
<input type="checkbox"/> Identificación de acciones correctivas posibles, selección, implementación, documentación de las acciones correctivas	4.11.3
<input type="checkbox"/> Seguimiento a las acciones correctivas implementadas	4.11.4
<input type="checkbox"/> Auditorías adicionales	4.11.5
<i>Acción preventiva</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para la identificación de mejoras necesarias y la implementación de acciones preventivas	4.11.1 / 4.11.2
<i>Control de Registros</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento para la identificación, recolección, indexación, acceso, archivo, almacenamiento, mantenimiento y disposición de los registros técnicos y de la calidad	4.12.1.1
<input type="checkbox"/> Registros de informes de auditorías internas y revisiones por la dirección, acciones correctivas y preventivas	4.12.1.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para los registros almacenados electrónicamente	4.12.1.4
<input type="checkbox"/> Registros técnicos	4.12.2.1
<i>Auditorías Internas</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) y programación para las auditorías internas	4.13.1
<input type="checkbox"/> Registros de los hallazgos, las acciones correctivas y el área de actividad auditada	4.13.3
<input type="checkbox"/> Auditorías de seguimiento: Verificación y registro de la implementación y eficacia de las acciones correctivas tomadas	4.13.4



<i>Revisiones por la dirección</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) y programación para las revisiones por la dirección	4.14.1
<input type="checkbox"/> Registro de hallazgos	4.14.2
<b>Requisitos Técnicos (5)</b>	
<i>Personal</i>	
<input type="checkbox"/> Asegura la competencia del personal	5.2.1
<input type="checkbox"/> Metas con respecto a la educación, formación y habilidades del personal	5.2.2
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para identificar la necesidad de formación y para proporcionar formación al personal	5.2.2
<input type="checkbox"/> Política(s) para identificar la necesidad de formación y para proporcionar formación al personal	5.2.2
<input type="checkbox"/> Descripciones de cargos	5.2.4
<input type="checkbox"/> Autorización de personal específico	5.2.5
<i>Instalaciones y condiciones ambientales</i>	
<input type="checkbox"/> Seguimiento, control y registros de las condiciones ambientales	5.3.2
<i>Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimientos adecuados para el muestreo, manejo, transporte, almacenamiento y preparación de los ítems a ser ensayados y/o calibrados	5.4.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones y tipos de calibraciones	5.4.6.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición	5.4.6.2
<i>Equipos</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimientos para el manejo seguro, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipo de medición	5.5.6
<input type="checkbox"/> Procedimiento para comprobaciones intermedias (si aplica)	5.5.10
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para la actualización de las copias de las calibraciones (si aplica)	5.5.11
<i>Trazabilidad de la medición</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para la calibración de los equipos	5.6.1
<input type="checkbox"/> Programa(s) para la calibración de los equipos	5.6.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) y programa(s) para la calibración de los patrones	5.6.3.1 / 5.6.3.3
<input type="checkbox"/> Procedimiento para el manejo seguro, transporte, almacenamiento y uso de los patrones y de los materiales de referencia	5.6.3.4
<i>Muestreo</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimientos y plan de muestreo	5.7.1
<input type="checkbox"/> Procedimiento(s) para registrar los datos pertinentes y las operaciones relacionadas al muestreo	5.7.3
<i>Manejo de ítems de ensayo y calibración</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimientos para el transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención y/o disposición de los ítems	5.8.1



# Informe de la Evaluación de la Documentación -Laboratorios-

<input type="checkbox"/> Procedimientos e instalaciones para evitar el deterioro, pérdida o daño del ítem	5.8.4
<i>Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración</i>	
<input type="checkbox"/> Procedimientos de control de calidad	5.9
<i>Informe de los resultados</i>	
<input type="checkbox"/> Informe de ensayo / certificado de calibración	5.10.1

## Ensayos Proveídos

<input type="checkbox"/> clínicos	<input type="checkbox"/> alimenticios, de bebidas o/y drogas	<input type="checkbox"/> de gases químicos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> de vibraciones	de textiles
<input type="checkbox"/> acústicos	<input type="checkbox"/> mecánicos	<input type="checkbox"/> construcción civil
<input type="checkbox"/> radiales	<input type="checkbox"/> de cueros/calzados	eléctricos
<input type="checkbox"/> Otros: _____		

## Calibraciones Proveídas

<input type="checkbox"/> Electricidad	<input type="checkbox"/> Temperatura	<input type="checkbox"/> Fuerza y Dureza
<input type="checkbox"/> Viscosidad	<input type="checkbox"/> Humedad	Masa
<input type="checkbox"/> Dimensión	<input type="checkbox"/> Tiempo y Frecuencia	<input type="checkbox"/> Presión
<input type="checkbox"/> Radio frecuencia	<input type="checkbox"/> Volumen	Vacío
<input type="checkbox"/> Otro: _____	<input type="checkbox"/> Óptica	Sonido
<input type="checkbox"/> Otro(s): _____		

## Calibraciones Internas

<b>Electricidad</b>		
<input type="checkbox"/> Capacitancia	<input type="checkbox"/> Corriente	Resistencia
<input type="checkbox"/> Inductancia	<input type="checkbox"/> Tensión	<input type="checkbox"/> Otro: _____
<b>Dimensión</b>		
<input type="checkbox"/> Volumen	<input type="checkbox"/> Diámetro	<input type="checkbox"/> Otro: _____
<input type="checkbox"/> Longitud	<input type="checkbox"/> Superficie	Otro: _____
<b>Otros</b>		
<input type="checkbox"/> Temperatura	<input type="checkbox"/> Viscosidad	<input type="checkbox"/> Fuerza y Dureza
<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Radio frecuencia	Masa
<input type="checkbox"/> Tiempo y Frecuencia	<input type="checkbox"/> Vacío	Presión
<input type="checkbox"/> Sonido	<input type="checkbox"/> Otros: _____	







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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
ENCUESTA 001 - SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

01	04	11
----	----	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?  
SI  NO
2. Si su respuesta es Sí ¿El servicio que recibió fue de calidad?  
SI  NO
3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?  
SI  NO
4. Si su respuesta es Sí ¿Qué ensayo o prueba solicitó?
5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?  
SI  NO



6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SI

NO

7. Si su respuesta es SI, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?  
*De acuerdo a la NCC14, los laboratorios que el AMM designe.*

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?  
*Según norma 0.2%*

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?  
*Reglamento del EOR y NCC14 AMM.*  
*Normas de fabricación del equipo patrón (IEC o ANSI)*

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?  
*Eficiencia.*



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
ENCUESTA 001 - SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

04	04	2011
----	----	------

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SI  NO

2. Si su respuesta es Sí ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SI  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

4. Si su respuesta es Sí ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SÍ

NO

7. Si su respuesta es SÍ, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?

Laboratorio de UNION FENOSA DEOCSA-DEORSA

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?

Menor al 2% medidores electromecánicos,

Menor al 0.5% medidores electrónicos.

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?

Ambas

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?

Respuesta correcta en tiempo.



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
ENCUESTA 001 - SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

08	05	11
----	----	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SÍ  NO

2. Si su respuesta es Sí ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SÍ  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO

4. Si su respuesta es Sí ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO

6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SÍ

NO

7. Si su respuesta es SÍ, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
ENCUESTA 001 - SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

09	05	11
----	----	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SI  NO

2. Si su respuesta es SÍ ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SI  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

4. Si su respuesta es SÍ ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SÍ

NO

7. Si su respuesta es SÍ, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?

Calidad y profesionalismo que cumpla con los estándares establecidos internacionalmente para esta clase de laboratorios para una mejor confiabilidad.



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
- SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

10	5	11
----	---	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SÍ

NO

2. Si su respuesta es SÍ ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SÍ

NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ

NO

4. Si su respuesta es SÍ ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ

NO



6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SI

NO

7. Si su respuesta es SÍ, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?  
Quantico S.A.

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?  
0.04 %

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?  
ANSI C12.20-2002

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?  
Disponibilidad, eficiencia, trazabilidad.



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
ENCUESTA 001 - SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

10	05	11
----	----	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SI  NO

2. Si su respuesta es SÍ ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SI  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

4. Si su respuesta es SÍ ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SÍ

NO

7. Si su respuesta es SÍ, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?

Norma IEC- 17025

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?

Que de seguridad y confiabilidad en la calibración de aparatos de medición eléctrica, que la calibración este en la tolerancia permitida, y que sea lo más exacta posible.



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
ENCUESTA 001 - SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

11	5	11
----	---	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SÍ  NO

2. Si su respuesta es SÍ ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SÍ  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO

4. Si su respuesta es SÍ ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO

6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SÍ

NO

7. Si su respuesta es Sí, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?  
Ajustes exactos para la medición exacta...



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
- SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

13	5	2011
----	---	------

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SÍ  NO

2. Si su respuesta es Sí ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SÍ  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO

4. Si su respuesta es Sí ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SÍ  NO

6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SI

NO

7. Si su respuesta es SÍ, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?  
LABORATORIO PROPIO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?  
+/- 5%

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?  
NINGUNA DE DOS

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?

CALIBRACIÓN Y RECALIBRACIÓN DE MEDIDORES MECÁNICOS,  
ELECTRÓNICOS Y DIGITALES PARA LA CORRECTA MEDICIÓN DE CONSUMO  
DE ENERGÍA Y POTENCIA.



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



- LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA -  
- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA -  
- SERVICIO AL CLIENTE -

Su opinión es de importancia para el Centro de Investigaciones de Ingeniería; nuestro compromiso es ofrecerle un servicio de calidad, por lo que le agradecemos se sirva a contestar la siguiente serie de preguntas. Gracias por su tiempo. Marque con una X la casilla seleccionada

Fecha: 

15	05	11
----	----	----

1. ¿Ha solicitado algún servicio al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

SI  NO

2. Si su respuesta es Sí ¿El servicio que recibió fue de calidad?

SI  NO

3. ¿Ha solicitado algún ensayo o calibración al laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO

4. Si su respuesta es Si ¿Qué ensayo o prueba solicitó?

Calibración de analizador de redes eléctricas portátil, medición de tierra física

5. ¿Ha solicitado el ensayo de verificación de medidores de energía eléctrica al Laboratorio de Metrología Eléctrica del Centro de Investigaciones de Ingeniería?

SI  NO



6. ¿Verifican en forma periódica el cumplimiento de especificaciones de sus medidores de energía eléctrica?

SÍ

NO

7. Si su respuesta es Sí, ¿A qué laboratorio de calibración recurren para la verificación?

8. ¿Cuál es el valor del error nominal de sus medidores de energía eléctrica?

0.58

9. ¿En qué norma IEC o ANSI fundamentan la verificación (calibración) de sus medidores de energía eléctrica?

en ninguna

10. ¿Qué espera del servicio de un laboratorio de ensayo y calibración?

Que realice los ensayos apegados a alguna de las normativas y que tenga la posibilidad de certificar las calibraciones y los ensayos que realice, que tenga trazabilidad.