



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA EL
ENSAYO Y CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA
ELÉCTRICA Y TRANSFORMADORES DE MEDICIÓN**

Tesis previa a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES:

Edgar René Illescas Yauri
Johny Mauricio Ortega Orellana

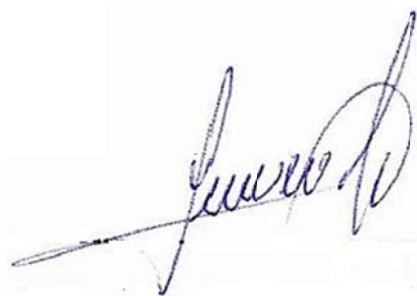
DIRECTOR:

Ing. Freddy Campoverde

Cuenca - Ecuador
2010-2011

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y conclusiones de la presente Tesis, son de exclusiva responsabilidad de los autores

Cuenca, 21 de agosto del 2011.



(f) -----

Edgar René Illescas Yauri



(f) -----

Johny Mauricio Ortega Orellana



El Ing. Freddy Campoverde

CERTIFICA:

Haber dirigido y revisado adecuadamente cada uno de los capítulos de la Tesis realizada por los estudiantes Edgar René Illescas Yauri y Johny Mauricio Ortega Orellana y por cumplir con los requisitos necesarios autoriza su presentación

Cuenca, 31 de agosto de 2011

Ing. Freddy Campoverde



DEDICATORIA

La presente Tesis la dedico a Piedad Alejandrina, mi apoyo esencial, a mi hijo Alexander Sebastián a mis padres Blas y Margarita, a mis hermanos y hermanas que durante todo este tiempo me apoyaron decididamente, aunque con rabietas por el tiempo que he tenido que quitarles a ellos y dedicarlos a mis estudios pero al final un logro más alcanzado en mi vida.

Gracias Dios por tu ayuda.

EDGAR ILLESCAS



DEDICATORIA

La presente Tesis la dedico a toda mi familia, principalmente a mis padres Julio y Alicia, a mis hermanos Jenny, Diana y Santiago que a lo largo de la carrera supieron brindarme su apoyo incondicional para salir siempre adelante y culminar con éxito esta etapa de mi vida.

También la dedico a familiares, amigos y a todos que de una u otra manera contribuyeron con la realización de la presente tesis ya que con una frase de aliento me ayudaron a seguir adelante y terminar con esta etapa de formación profesional.

JOHNY ORTEGA



AGRADECIMIENTOS

En este momento muy importante de nuestras vidas queremos agradecer antes que nada a DIOS que nos ha llenado de tantas bendiciones, llenándonos de fuerza para salir adelante, además queremos agradecer a nuestras familias, amigos y profesores que nos ayudaron a concluir con esta etapa de nuestras vidas.

Queremos dar un agradecimiento especial a nuestro director el Ing. Freddy Campoverde por habernos guiado a lo largo del desarrollo del proyecto ya que con su amistad, sus consejos y observaciones pudimos culminar con éxito la presente tesis.

También expresamos nuestro agradecimiento al Ing. Javier Vintimilla y al Ing. Francisco Carrasco, por su desinteresada colaboración, consejos y por el apoyo brindado.

EDGAR ILLESCAS YAURI
JOHNY ORTEGA ORELLANA



ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I ALCANCE Y OBJETIVOS

1.1 Generalidades.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo Principal.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Conceptos y Definiciones.....	4
1.3.1 Metrología.....	4
1.3.1.1 Tipos de Metrología.....	4
1.3.2 Confirmación Metrológica.....	5
1.3.3 Calibración.....	5
1.3.4 Verificación Metrológica.....	6
1.3.5 Patrón de Medida.....	7
1.3.5.1 Tipos de Patrones de Medida.....	7
1.3.6 Error de Medición.....	8
1.3.6.1 Clasificación de los Errores de Medición.....	8
1.3.7 Incertidumbre.....	9
1.3.7.1 Identificación de las Fuentes de Incertidumbre.....	10
1.3.7.2 Cuantificación de las Fuentes de Incertidumbre.....	10
1.3.7.2.1 Evaluación Tipo A.....	10
1.3.7.2.2 Evaluación Tipo B.....	12
1.3.7.3 Propagación de Incertidumbres.....	12
1.3.8 Proceso de Medición.....	12
1.3.9 Exactitud y Precisión de la Medición.....	13
1.3.9.1 Exactitud.....	13
1.3.9.2 Precisión.....	13
1.3.10 Ajuste Metrológico.....	14
1.3.11 Trazabilidad Metrológica.....	14
1.3.11.1 Cadena de Trazabilidad.....	14



1.3.11.2 Importancia de la Trazabilidad.....	14
1.3.11.3 Elementos de la Trazabilidad.....	15
1.3.11.4 Jerarquía de la Trazabilidad y Calibración.....	16

CAPÍTULO II ELEMENTOS DE MEDICIÓN

2.1 Contadores de Energía Eléctrica.....	18
2.1.1 Contador de Energía Electromecánico o de Inducción.....	18
2.1.1.1 Partes de un Medidor de Energía Activa Electromecánico.....	18
2.1.1.2 Principio de Funcionamiento de un Contador de Energía Activa Electromecánico o de Inducción.....	19
2.1.1.3 Principio de Medición de un Contador de Inducción o Electromecánico de Energía Activa.....	19
2.1.2 Contador Electrónico de Energía Eléctrica.....	21
2.1.2.1 Principio de Medición de un Contador Electrónico de Energía Eléctrica.....	22
2.1.2.2 Partes del Contador Electrónico.....	24
2.1.3 Calibración de Contadores de Energía.....	25
2.1.3.1 Calibración por Medio de un Contador Patrón.....	26
2.1.4 Errores del Contador de Energía.....	27
2.1.5 Tipos de Contadores de Energía Eléctrica.....	27
2.2 Transformadores de Medida.....	28
2.2.1 Transformadores de Corriente.....	29
2.2.1.1 Conexión del Transformador de Corriente.....	29
2.2.1.2 Transformador de Corriente de Línea.....	30
2.2.2 Transformadores de Voltaje.....	30
2.2.2.1 Conexión del Transformador de Voltaje.....	31
2.2.2.2 Transformadores de Voltaje de Línea.....	31
2.2.3 Sistemas y Elementos de Medición.....	32
2.2.3.1 Medición Directa en Baja Tensión.....	32
2.2.3.1.1 Sistema Monofásico.....	33



2.2.3.1.2 Sistemas Polifásicos.....	35
2.2.3.2 Medición Semi-Indirecta.....	37
2.2.3.2.1 Sistema Monofásico.....	37
2.2.3.2.2 Sistema Trifásico.....	38
2.2.3.3 Medición Indirecta.....	40
2.2.3.3.1 Sistema Monofásico.....	41
2.2.3.3.2 Sistema Trifásico.....	42
2.3 Acometidas y Conectores.....	43
2.4 Grapas.....	44
2.5 Cajas para Contadores de Energía.....	45

CAPÍTULO III NORMATIVA PARA LA MEDICIÓN

3.1 Clasificación de los Clientes según el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).....	47
3.1.1 Clasificación por la Característica del Consumo.....	47
3.1.1.1 Categoría Residencial.....	47
3.1.1.2 Categoría General.....	47
3.1.1.3 Categoría Alumbrado Público.....	47
3.1.2 Clasificación por el Nivel de Tensión.....	47
3.1.2.1 Grupo de Nivel de Alta Tensión.....	47
3.1.2.2 Grupo de Nivel de Media Tensión.....	48
3.1.2.3 Grupo de Nivel de Baja Tensión.....	48
3.2 Tipos de Medición.....	48
3.2.1 Medición en Baja Tensión.....	48
3.2.1.1 Medición Directa.....	48
3.2.1.2 Medición Semi-Indirecta.....	50
3.2.2 Medición en Media Tensión.....	51
3.2.2.1 Medición Indirecta.....	51
3.2.3 Medición en Alta Tensión.....	54
3.3 Normas Nacionales e Internacionales.....	55



3.3.1 INEN 279 Contadores de Energía Eléctrica de Inducción Monofásicos Clase 2 definiciones e INEN 280. Requisitos, INEN.....	55
3.3.2 IEC 62052-11 Equipos de Medida de la Energía Eléctrica (c.a.). Requisitos Generales y Condiciones de Ensayo. Parte 11: Equipos de Medida.....	56
3.3.3 IEC 62053-11 Equipos de Medida de la Energía Eléctrica (c.a.) Requisitos Particulares Parte 11: Contador Electromecánico de Energía Activa Clases 0.5, 1.0 y 2.0.....	56
3.3.4 IEC 62053-21 Equipos de Medida de la Energía Eléctrica (c.a.). Requisitos Particulares. Parte 21: Contador Estáticos de Energía Activa (Clases 1.0 y 2.0).....	57
3.3.5 IEC 62053-22 Equipos de Medida de la Energía Eléctrica (c.a.). Requisitos Particulares. Parte 22: Contador Estáticos de Energía Activa (Clases 0.2S y 0.5S).....	60
3.3.6 ANSI C12.1-2008 Instituto Nacional de Normalización Estadounidense para Contadores de Energía Eléctrica.....	61
3.3.7 ANSI C12.20-2002 Instituto Nacional de Normalización Estadounidense para Contadores de Energía Eléctrica Clase 0.2 y 0.5.....	61
3.3.8 IEC 60044-1. Transformadores de Medida. Parte 1: Transformadores de Corriente.....	63
3.3.9 IEC 60044-2. Transformadores de Medida. Parte 2: Transformadores Inductivos de Tensión.....	64
3.4 Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.....	65
3.4.1 Estructura del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.....	66
3.4.2 Instituto Ecuatoriano de la Normalización.....	67
3.4.3 Organismo de Acreditación Ecuatoriano.....	69

CAPÍTULO IV ANÁLISIS, DISEÑO, EQUIPAMIENTO Y PROCEDIMIENTOS

4.1 Análisis del Laboratorio de Metrología.....	71
4.1.1 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y/o Calibración Norma ISO/IEC 17025.....	71



4.1.1.1 Requisitos Relativos a la Gestión.....	71
4.1.1.2 Requisitos Técnicos.....	72
4.2 Diseño de un Laboratorio de Metrología Eléctrica.....	74
4.2.1 Diseño Arquitectónico del Laboratorio.....	74
4.2.1.1 Área Administrativa.....	74
4.2.1.2 Área para Entrega y Recepción de Equipos de Medida.....	75
4.2.1.3 Bodega de Almacenamiento para Contadores de Energía.....	75
4.2.1.4 Bodega de Almacenamiento para Transformadores de Medida.....	75
4.2.2 Laboratorio de Metrología para Contadores de Energía.....	75
4.2.2.1 Iluminación.....	76
4.2.2.2 Alimentación Eléctrica.....	76
4.2.2.3 Sistema de Puesta a Tierra.....	76
4.2.2.4 Condiciones Ambientales dentro del Laboratorio.....	76
4.2.2.4.1 Temperatura.....	77
4.2.2.4.2 Humedad.....	77
4.2.2.4.3 Presión Atmosférica.....	77
4.2.2.4.4 Ruidos.....	77
4.2.2.5 Ensayos y/o Calibraciones del Laboratorio de Metrología para Contadores de Energía.....	77
4.2.3 Laboratorio de Metrología para Transformadores de Medida.....	78
4.2.3.1 Ensayos y/o Calibraciones del Laboratorio de Metrología para Transformadores de Medida.....	79
4.3 Equipamiento del Laboratorio de Metrología para el Ensayo y/o Calibración de Equipos de Medida.....	79
4.3.1 Equipos para el Laboratorio Metrológico de Contadores de Energía.....	79
4.3.1.1 Sistema de Energía Ininterrumpida.....	79
4.3.1.1.1 Principio de Funcionamiento.....	80
4.3.1.1.2 Especificaciones Técnicas.....	80
4.3.1.2 Banco de Calibraciones para Contadores de Energía.....	81
4.3.1.2.1 Principio de Funcionamiento.....	81
4.3.1.2.2 Especificaciones Técnicas.....	81



4.3.1.3 Equipo para Ensayo de Aislamiento para Contadores de Energía.....	82
4.3.1.3.1 Principio de Funcionamiento.....	82
4.3.1.3.2 Especificaciones Técnicas.....	82
4.3.1.4 Patrón de Verificación Trifásico.....	83
4.3.1.4.1 Principio de Funcionamiento.....	83
4.3.1.4.2 Especificaciones Técnicas.....	84
4.3.1.5 Luxómetro.....	85
4.3.1.5.1 Principio de Funcionamiento.....	85
4.3.1.5.2 Especificaciones Técnicas.....	85
4.3.1.6 Climatizador.....	86
4.3.1.6.1 Principio de Funcionamiento.....	86
4.3.1.6.2 Especificaciones Técnicas.....	86
4.3.1.7 Equipos de Medición de Temperatura.....	87
4.3.1.7.1 Principio de Funcionamiento.....	87
4.3.1.7.2 Especificaciones Técnicas.....	88
4.3.1.8 Equipos de Medición de Humedad Relativa.....	88
4.3.1.8.1 Principio de Funcionamiento.....	88
4.3.1.8.2 Especificaciones Técnicas.....	89
4.3.1.9 Equipos de Medición de Nivel de Ruido.....	89
4.3.1.9.1 Principio de Funcionamiento.....	89
4.3.1.9.2 Especificaciones Técnicas.....	90
4.3.2 Equipos para el Laboratorio Metrológico de Transformadores de Medida.....	90
4.3.2.1 Equipo para Medir la Relación de Transformación.....	91
4.3.2.1.1 Principio de Funcionamiento.....	91
4.3.2.1.2 Especificaciones Técnicas.....	91
4.3.2.2 Equipo para Medir la Rigidez Dieléctrica.....	92
4.3.2.2.1 Principio de Funcionamiento.....	92
4.3.2.2.2 Especificaciones Técnicas.....	92



4.3.2.3 Equipo para Ensayo de Aislamiento para Transformadores de Medida.....	93
4.3.2.3.1 Especificaciones Técnicas.....	93
4.4 Procedimientos dentro del Laboratorio de Metrología.....	94
4.4.1 Procedimientos Administrativos del Laboratorio.....	94
4.4.1.1 Procedimiento Para el Control de Documentos.....	94
4.4.1.2 Procedimiento para la Revisión de Solicitudes de Ofertas y Contratos.....	99
4.4.1.3 Procedimiento para Subcontrataciones.....	104
4.4.1.4 Procedimiento para Compra de Servicios y Suministros.....	108
4.4.1.5 Procedimiento de Atención al Cliente.....	113
4.4.1.6 Procedimiento de Políticas y Solución de Quejas.....	118
4.4.1.7 Procedimiento de Control de Trabajo.....	123
4.4.1.8 Procedimiento de Acción Correctiva.....	129
4.4.1.9 Procedimiento de Acción Preventiva.....	134
4.4.1.10 Procedimiento para el Control de Registros.....	139
4.4.1.11 Procedimiento para Auditorías Internas.....	143
4.4.1.12 Procedimiento de Revisiones por la Dirección.....	149
4.4.2 Procedimientos Técnicos del Laboratorio.....	154
4.4.2.1 Procedimiento de Muestreo.....	154
4.4.2.2 Procedimiento de Manejo de Materiales.....	158
4.4.2.3 Procedimiento de la Calidad de los Resultados.....	163
4.4.2.4 Procedimiento de Calibración de Equipos Patrones.....	169
4.4.2.5 Procedimiento de Ensayo y/o Calibración de Contadores de Energía Eléctrica.....	174
4.4.2.6 Procedimiento de Ensayo y/o Calibración de Transformadores de Medida (TPs - TCs).....	179
4.5 Lineamientos Generales del Laboratorio de Metrología Eléctrica.....	184
4.5.1 Manual de Calidad.....	184
4.5.2 Personal del Laboratorio de Metrología.....	188
4.5.2.1 Organigrama del Laboratorio de Metrología.....	188



4.5.2.2 Competencia del Personal del Laboratorio de Metrología.....	189
4.5.2.2.1 Director General del Laboratorio.....	189
4.5.2.2.2 Jefe Departamental de Ensayos y/o Calibraciones.....	190
4.5.2.2.3 Metrólogo Principal.....	190
4.5.2.2.4 Metrólogo Auxiliar.....	191
4.5.2.2.5 Secretaria de la Dirección del Laboratorio.....	191
4.5.2.2.6 Personal de Recepción y Bodega.....	192
4.5.2.2.7 Personal del Departamento de Atención al Cliente.....	192
4.5.2.2.8 Personal del Departamento de Auditorías.....	193
4.5.3 Procedimiento de Acreditación en el OAE.....	193
4.5.3.1 Etapas para la Acreditación en el OAE.....	194
4.5.3.2 Primera Etapa – La Solicitud de Acreditación.....	194
4.5.3.2.1 Solicitud de Acreditación.....	194
4.5.3.2.2 Revisión y Aceptación de la Solicitud.....	196
4.5.3.3 Segunda Etapa - Evaluación.....	196
4.5.3.3.1 Proforma por Servicios.....	196
4.5.3.3.2 Designación del Equipo Evaluador.....	196
4.5.3.3.3 Evaluación Documental.....	197
4.5.3.3.4 Evaluación en el Sitio (IN SITU).....	197
4.5.3.3.5 Acciones Correctivas del Laboratorio.....	197
4.5.3.3.6 Toma de Decisiones de Acreditación.....	198
4.5.3.3.7 Certificado de Acreditación e Inclusión en el registro de Laboratorios Acreditados.....	198
4.5.3.4 Mantenimiento de la Acreditación.....	199
4.5.3.5 Sanciones.....	199
4.6 Diseño del Laboratorio de Metrología Aplicado al Laboratorio de Contadores de la E.E.R.C.S.....	199
4.6.1 Laboratorio de Medidores Actual de la E.E.R.C.S.....	200
4.6.1.1 Instalaciones Civiles.....	200
4.6.1.2 Condiciones Ambientales.....	200
4.6.1.3 Alimentación Eléctrica.....	200



4.6.1.4 Personal del Laboratorio.....	201
4.6.1.5 Equipos Actuales.....	201
4.6.1.6 Pruebas que se realizan dentro del Laboratorio.....	202
4.6.2 Laboratorio de Transformadores de Medida de la E.E.R.C.S.....	202
4.7 Diseño Proyecto del Laboratorio de Metrología para la E.E.R.C.S.....	202
4.7.1 Área para Entrega y Recepción de Equipos de Medida.....	203
4.7.2 Bodegas de Almacenamiento para contadores de Energía y Transformadores de Medida.....	204
4.7.3 Área para Ensayos y/o Calibraciones de Rutina para Contadores de Energía.....	204
4.7.4 Área de Metrología para Contadores de Energía y Transformadores de Medida.....	205
4.7.4.1 Condiciones Ambientales dentro del Área de Metrología.....	205
4.7.5 Oficinas para los Departamentos Administrativos del Laboratorio.....	205
4.7.6 Sala de Juntas y Capacitación.....	206
4.7.7 Equipos para el Área de Pruebas de Rutina de Contadores de Energía....	206
4.7.8 Ensayos y/o Calibraciones Sugeridos para el Área de Pruebas de Rutina de Contadores de Energía.....	206
4.7.9 Equipos para el Área de Metrología de Contadores de Energía y Transformadores de Medida.....	206
4.7.10 Ensayos y/o Calibraciones para el Área de Metrología de Contadores de Energía y Transformadores de Medida.....	207

CAPÍTULO V TRAZABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

5.1 Diseño del Sistema para la Trazabilidad.....	210
5.1.1 Trazabilidad en el Ecuador.....	211
5.1.2 Componentes del Sistema de Trazabilidad.....	211
5.1.2.1 Sistema de Identificación.....	211
5.1.2.2 Unidad Mínima Trazable.....	211



5.1.2.3 Incertidumbre en la Medición.....	212
5.1.2.4 Cadena Continua de Comparaciones.....	212
5.1.2.5 Documentación de los Pasos de Trazabilidad.....	212
5.1.2.6 Referencia a Unidades del SI.....	212
5.1.2.7 Recalibración a Equipos Patrones.....	213
5.1.3 Requisitos de la Cadena de Trazabilidad.....	213
5.1.4 Cadena de Trazabilidad Interna del Laboratorio.....	214
5.1.5 Cadena de Trazabilidad de los Patrones de Medida.....	215
5.1.6 Cadena de Trazabilidad de los Equipos de Medida.....	216
5.1.7 Importancia de la Trazabilidad.....	216
5.1.8 Sistemas para la Captura de Datos.....	217
5.1.9 Incertidumbre de Medición.....	217
5.1.9.1 Incertidumbre por Resolución del Instrumento de Medición....	217
5.1.9.2 Incertidumbre del Equipo Patrón de Referencia.....	217
5.1.10 Software para la Gestión de Datos.....	218
5.1.11 Datos a Registrar.....	218
5.1.12 Frecuencia de Ensayo y/o Calibración de los Equipos Patrones.....	219
5.1.13 Registros del Sistema de Trazabilidad.....	219
5.1.14 Diagrama de Entidad Relación.....	219
5.1.14.1 Tabla de los Equipos de Medición.....	220
5.1.14.2 Tabla de los Laboratorios de Metrología.....	221
5.1.14.3 Tabla de los Equipos Patrones de Laboratorios Acreditados por el OAE.....	221
5.1.14.4 Tabla de los Equipos Patrones de Laboratorios del OAE-INEN.....	222
5.1.14.5 Tabla de los Equipos Patrones de Laboratorios Acreditados Internacionalmente.....	223
5.1.14.6 Tabla de los Equipos Patrones del SI.....	224
5.1.14.7 Tabla de Características Eléctricas del Equipo de Medida.....	225
5.1.14.8 Tabla del Cliente.....	226
5.1.14.9 Tabla del Personal del Laboratorio.....	226



5.1.14.10 Tabla del Proveedor.....	227
------------------------------------	-----

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	230
6.2 Recomendaciones.....	232
Bibliografía.....	234
Anexo #1 Formularios Internos del Laboratorio de Metrología.....	238
Anexo #2 Instructivos para el Ensayo y/o Calibración.....	239
Anexo #3 Solicitud de Acreditación para el OAE.....	240
Anexo #4 Procedimiento de Acreditación en el OAE.....	241
Anexo #5 Plano Actual del Laboratorio de Medidores de la E.E.R.C.S.....	242
Anexo #6 Plano Proyectado del Laboratorio de Metrología para la E.E.R.C.S.....	243

ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS

Figura 1.1 Error Absoluto.....	9
Figura 1.2 Elementos que Integran la Trazabilidad.....	15
Figura 2.1 Diagrama de Bloques de un Medidor Electrónico.....	25
Figura 2.2 Representación de los Transformadores de Corriente.....	29
Figura 2.3 Transformadores de Voltaje.....	31
Figura 2.4 Representación de los TPs.....	31
Figura 2.5 Sistema de Medición Directa.....	33
Figura 2.6 Sistema Monofásico 1F2C-1S.....	34
Figura 2.7 Sistema Monofásico 1F2C-1A.....	34
Figura 2.8 Sistema Monofásico 1F3C-2S.....	34
Figura 2.9 Sistema Monofásico 1F3C-2A.....	35



Figura 2.10 Sistema Bifásico 2F3C-12S.....	36
Figura 2.11 Sistema Bifásico 2F3C-12A.....	36
Figura 2.12 Sistema Trifásico 3F4C-16S.....	36
Figura 2.13 Sistema Trifásico 3F4C-16A.....	37
Figura 2.14 Conexión Sistema Monofásico - Medición Semi-Indirecta.....	38
Figura 2.15 Sistema Monofásico 1F3C-4S.....	38
Figura 2.16 Sistema Trifásico 3F4C-9S.....	39
Figura 2.17 Sistema Trifásico 3F4C-10A.....	40
Figura 2.18 Conexión Sistema Trifásico - Medición Indirecta.....	40
Figura 2.19 Sistema Monofásico 5S o 35S.....	41
Figura 2.20 Sistema Trifásico 9S.....	42
Figura 2.21 Sistema Trifásico 9A.....	42
Figura 2.22 Grapas de Tensora para Acometida.....	44
Figura 2.23 Abrazadera para Acometida de Baja Tensión.....	45
Figura 3.1 Integración del CONCAL.....	66
Figura 4.1 Organigrama del Laboratorio de Metrología.....	188

ÍNDICE GENERAL DE TABLAS

Tabla 3.1 Especificaciones para Sistemas de Medición Monofásicos en BT y MSI.....	51
Tabla 3.2 Especificaciones para Sistemas de Medición Trifásicos en BT y MSI.....	51
Tabla 3.3 Sistemas de Medición en Media Tensión.....	52
Tabla 3.4 Sistemas de Medición Indirecto.....	53
Tabla 3.5 Características Técnicas de los Trafomix.....	54



CAPÍTULO 1

ALCANCE Y OBJETIVOS



1.1 GENERALIDADES

En la actualidad en nuestro país no existe un laboratorio acreditado internacionalmente para realizar el ensayo y/o calibración de equipos de medida, por lo que la presente tesis tiene como objetivo principal establecer los lineamientos generales para el diseño de un laboratorio de metrología en donde se realizarán ensayos y calibraciones a contadores de energía eléctrica y transformadores de medida, si bien es cierto en los laboratorios existentes realizan pruebas a sus equipos es necesario que estos sean certificados.

El laboratorio de metrología debe tener una adecuada infraestructura física, estar debidamente equipado y tener un sistema de trazabilidad que le permita al personal del laboratorio contar con la información de las acciones realizadas sobre sus equipos hasta que cumplan con su periodo de vida útil.

En la actualidad estos laboratorios son muy importantes para las empresas distribuidoras, ya que les permiten garantizar que sus equipos de medición brinden un servicio de calidad al consumidor final.

Este tipo de laboratorios deben cumplir con ciertos parámetros establecidos en normas nacionales e internacionales y al contar con una acreditación de esta magnitud los laboratorios podrán emitir certificados que garanticen los resultados obtenidos en las pruebas desarrolladas por su personal.



1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un Laboratorio de Metrología para el ensayo y/o calibración de equipos de medida con procedimientos que satisfagan las exigencias de la normativa establecida, asociada a los lineamientos necesarios para la conformación del mismo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las características técnicas mínimas de los equipos de referencia para que los resultados obtenidos en los ensayos y/o calibraciones puedan ser certificados.
- Documentar los procedimientos y registros necesarios para el cumplimiento de las normas ISO e IEC dentro de un laboratorio de metrología.
- Definir la metodología para la operación de los laboratorios de ensayo y/o calibración de contadores de energía y transformadores de medida.
- Diseñar un sistema de trazabilidad para que los equipos de medida dentro de un laboratorio de metrología estén referenciados hacia equipos patrones del SI.
- Presentar las ventajas que se obtienen al poseer equipos de medida plenamente ensayados y/o calibrados.



1.3 CONCEPTOS Y DEFINICIONES

1.3.1 METROLOGÍA

Metrología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de los sistemas de medida, la determinación de magnitudes físicas y la aplicación de los medios o procesos para la medición de las magnitudes¹.

La metrología a nivel mundial ha tomado cierto protagonismo ya que desde gobiernos, empresas, industrias y la población en general están involucradas con esto debido a que ha facilitado las transacciones comerciales mejorando la calidad de vida de la población, la metrología está relacionada con la calidad del producto y de los servicios, siendo el núcleo para la acreditación de laboratorios y certificación de productos proporcionando múltiples beneficios en el campo industrial y comercial.

1.3.1.1 TIPOS DE METROLOGÍA

La metrología tiene varios campos de estudio pero en la actualidad se han normado tres grandes grupos que cubren todos los aspectos técnicos y prácticos de las mediciones:

- La Metrología Legal que está ligada a requisitos técnicos obligatorios para garantizar medidas correctas en áreas de interés público, el alcance de la metrología legal va a depender de las reglamentaciones de cada país y puede variar de uno a otro.
- La Metrología Industrial se centra en las medidas aplicadas a la producción y al control de calidad de procesos industriales, en este tipo de metrología existen laboratorios acreditados que reciben diferentes instrumentos para su verificación ayudando a las industrias a tener un control de sus equipos ganando confiabilidad y obteniendo altos niveles de calidad.

¹ FRANCO, Irene, *Metrología y Calidad*, Vocabulario internacional de Metrología edición BIPM 2008



- La Metrología Científica es la que se ocupa de los problemas comunes dentro del área metrológica independientemente de la medida, se ocupa de los problemas teóricos y prácticos con las unidades de medida en general.

1.3.2 CONFIRMACIÓN METROLÓGICA

La confirmación metrológica es un conjunto de operaciones necesarias que se realizan en un laboratorio de metrología para asegurar que los equipos de medición cumplan con los requisitos según las normas establecidas para su uso². La confirmación metrológica debe de incluir las siguientes etapas:

- Calibración.
- Verificación Metrológica.
- Decisiones y Acciones.
- Trazabilidad de los equipos.

La confirmación metrológica no se completa hasta que los equipos no estén debidamente certificados, los requisitos de confirmación metrológica normalmente son diferentes a los requisitos de fábrica y no se encuentran especificados en los equipos.

1.3.3 CALIBRACIÓN

La calibración es el procedimiento metrológico por medio del cual se compara un equipo de medición cualquiera con un equipo patrón de referencia cuya exactitud es determinante para dicho proceso³.

² La Guía Metas, Edición 2004 según ISO/IEC 17250, *Manual de aseguramiento metrológico*, Venezuela 2009.

³ BOTERO, Marcela y ARDILLA, William, *Proceso de Confirmación Metrológica Dentro de una Organización Productiva*. Universidad tecnológica Pereira 2008



El Intervalo de calibración es el tiempo que debe transcurrir entre una calibración y otra con el fin de minimizar el riesgo de que el equipo se encuentre fuera de tolerancias permitidas, para el cálculo de este tiempo existen dos tipos de selección; la calibración inicial que viene dada por:

- Las recomendaciones dadas por el fabricante del equipo.
- El alcance y la continuidad de uso del equipo.
- Las condiciones ambientales de trabajo del equipo.
- La exactitud de medición del equipo.

Luego de establecer un intervalo de calibración inicial se realiza un ajuste a este tiempo tratando de minimizar los costos, reducir al máximo los errores y obtener mejores resultados en las pruebas realizadas, para ajustar este tiempo se toma en cuenta lo siguiente:

- El tipo de equipo.
- Las tendencias de los resultados obtenidos anteriormente.
- Los registros históricos.
- La frecuencia de revisión y calidad de los controles internos de calibración.

1.3.4 VERIFICACIÓN METROLÓGICA

La verificación metrológica es el proceso por el cual se interpretan los resultados obtenidos en el certificado de calibración determinando si el equipo cumple o no con los requisitos y normas establecidos por la empresa⁴.

Dentro de la verificación metrológica existe la evaluación de consistencia que es un conjunto de actividades que permiten determinar las características metrológicas que debe cumplir un equipo y la evaluación de conformidad que determina si un instrumento cumple o no con los requisitos establecidos por la evaluación.

⁴La Guía Metas, Op. Cit. p. 5.



Finalmente la toma de decisiones y acciones son actividades que se realizan después de conocer el resultado de la evaluación de conformidad del equipo, en caso de que un equipo no cumpla con las especificaciones de la norma será necesario realizar otros procedimientos que permitan obtener el certificado de aprobación.

1.3.5 PATRÓN DE MEDIDA

El patrón de medida es una referencia que se utiliza para realizar la calibración de los equipos, el patrón de medida puede ser un instrumento de medida, una medida materializada o un sistema de medida definido⁵.

1.3.5.1 TIPOS DE PATRONES DE MEDIDA

Existen diferentes tipos de patrones de medida que ayudan a calibrar diferentes equipos obteniendo altos índices de calidad, el patrón primario posee las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor se acepta sin referirse a otros patrones de la misma magnitud.

El patrón secundario cuyo valor está designado para la comparación con un patrón primario de la misma magnitud, por lo general los patrones primarios son utilizados para calibrar patrones secundarios.

El patrón de referencia tiene la más alta calidad metrológica disponible en un laboratorio del cual se derivan las mediciones efectuadas en dicho establecimiento, por lo general los laboratorios mantienen estos patrones de referencia para calibrar sus patrones de trabajo que se utilizan para desarrollar las pruebas a equipos de medida

⁵FRANCO, Irene. Op. Cit. p. 4



1.3.6 ERROR DE MEDICIÓN

El error de medición es principalmente la incertidumbre en la determinación de un resultado, es también denominado como la diferencia entre el valor obtenido y el valor verdadero de una medida o magnitud⁶.

En todo proceso de medición existen limitaciones ya sea por los instrumentos utilizados, por el método de medición empleado, por el personal que realiza la medición y en sí por el mismo proceso de medición, todo esto introduce errores; por tanto, es importante tratar de disminuir los mismos en la medida de lo posible para que la medición sea lo más confiable posible.

El error en la medición no necesariamente significa que se haya realizado una mala medición o cometido alguna equivocación, con el error se indica en forma cuantitativa las limitaciones que el proceso de medición introduce en la determinación de la magnitud medida.

1.3.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ERRORES DE MEDICIÓN

Existen varias maneras de clasificar los errores, por su origen o carácter, pueden también ser errores sistemáticos que son originados por las imperfecciones de los métodos de medición, esto afectará los resultados medidos siempre en un mismo sentido.

Los errores estadísticos (σ_{est}) son los que se producen al azar debido a diferentes causas como por el exceso en la medición, los errores ilegítimos llamados también errores espurios están relacionados al concepto de equivocación y para evitarlos se debe tener cuidado en los procedimientos de medición.

⁶GIL, S. Y RODRÍGUEZ, E., *Física re-Creativa*.

Los errores pueden ser provocados por los instrumentos de medición, llamado error de exactitud (σ_{exac}) el cual representa el error absoluto del instrumento utilizado para la medición, el error absoluto que gráficamente es la distancia Δx en la figura 1, donde se busca un intervalo $x - \Delta x \leq x \leq x + \Delta x$ que con cierta probabilidad se puede decir que se encuentra el mejor valor de la magnitud x .

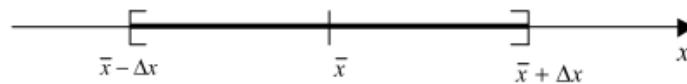


Figura 1.1 Error Absoluto

El error relativo es el resultado de la división entre el error absoluto y el mejor valor de la magnitud mientras que el error relativo porcentual se multiplica dicho valor por 100.

$$\epsilon_{\%} = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100 \quad (1.1)$$

1.3.7 INCERTIDUMBRE

La incertidumbre es un parámetro que caracteriza la dispersión de los valores que pueden ser atribuidos razonablemente al valor de la magnitud medida, el resultado de la medición está influido tanto por la estimación del valor de la magnitud como por la estimación de la incertidumbre⁷.

Existen diferentes fuentes de incertidumbre como el mismo material a medir, el proceso de medición, las magnitudes patrón que se toma como referencia; todas estas fuentes son inevitables por lo que siempre va a existir incertidumbre en el valor obtenido.



⁷Guía sobre trazabilidad e Incertidumbre. CENAM México 2008, SCHMID, Wolfgang y LAZOS Rubén, Guía para estimar la incertidumbre de la medición.

1.3.7.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE INCERTIDUMBRE

Después de determinar la magnitud mediante un proceso de medición se procede a identificar las posibles fuentes de incertidumbre que provienen de diversos factores involucrados en la medición, no es recomendable desechar ninguna de las fuentes de incertidumbre ya que es preferible la inclusión de un exceso de fuentes para la determinación de la magnitud medida.

- Los resultados de la calibración de los equipos utilizados.
- La incertidumbre de la medida patrón.
- La repetitividad de las medidas.
- Características de los instrumentos.
- Variaciones de las condiciones ambientales.
- El proceso de medición.

1.3.7.2 CUANTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE INCERTIDUMBRE

Existen dos métodos principales para la cuantificación de las fuentes de incertidumbre, el primero está basado en un análisis estadístico de una serie de mediciones y el segundo comprende todas las demás maneras de estimar la incertidumbre.

Cabe mencionar que no existe ninguna diferencia en la naturaleza de los componentes que resultan en la clasificación de cada uno de los dos tipos de evaluación puesto que ambos están basados en distribuciones de probabilidad.

1.3.7.2.1 EVALUACIÓN TIPO A

La incertidumbre de una magnitud de entrada X_i obtenida a partir de observaciones repetidas se estima con base en la dispersión de los resultados individuales, si X_i se



determina por “ n ” mediciones resultando en valores $q_1, q_2, \dots, q_n$, el mejor estimado x_i para el valor de X_i es la media de los resultados individuales.

$$x_i = \bar{q} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n q_j \quad (1.2)$$

La dispersión de los resultados de la medición $q_1, q_2, \dots, q_n$, para la magnitud de entrada X_i se expresa por su desviación estándar experimental como:

$$s(q) = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2\right)} \quad (1.3)$$

La incertidumbre estándar $u(x_i)$ de X_i se obtiene finalmente mediante el cálculo de la desviación estándar experimental de la medida.

$$u(x_i) = s(\bar{q}) = \frac{s(q)}{\sqrt{n}} \quad (1.4)$$

Obteniendo al final la incertidumbre estándar de X_i como:

$$u(x_i) = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2\right)} \quad (1.5)$$

No se puede dar un número preciso de las repeticiones “ n ” para el proceso ya que esto va a depender de las condiciones y exigencias de cada medición pero hay que considerar ciertos puntos para determinar este parámetro.

- Aumentar el número de repeticiones resulta en una redundancia de la incertidumbre.
- Un número grande de repeticiones aumenta el tiempo de medición que puede ser contraproducente si las condiciones ambientales u otras magnitudes de entrada no se mantienen constantes durante el tiempo de las mediciones.



- Es poco recomendable realizar más de 10 repeticiones para una sola medición.

1.3.7.2.2 EVALUACIÓN TIPO B

Para el cálculo de la incertidumbre de magnitud de entrada en este tipo de evaluación se utiliza información externa obtenida por la experiencia de las personas que realizan los procesos; las diferentes fuentes de información son:

- Certificados de calibración de los equipos utilizados en la medición.
- Manuales del instrumento de medición.
- Normas.
- Valores de las mediciones anteriores.
- Conocimiento de las características de los equipos de medida.
- El comportamiento del sistema de medición.

1.3.7.3 PROPAGACIÓN DE INCERTIDUMBRES

Hay ciertos tipos de medidas que no se obtienen directamente sino que se derivan de otras fuentes medibles, el área de una figura geométrica es un ejemplo de esto ya que se mide la longitud de los lados pero no se mide el área en sí, los errores cometidos al realizar las mediciones directas se propagan en la magnitud derivada o magnitud final.

1.3.8 PROCESO DE MEDICIÓN

El proceso de medición está basado en tres sistemas; lo que se va a medir, el instrumento o conjuntos de instrumentos que se utilizan para medir y el sistema de referencia con el cual se compara las magnitudes medidas⁸.



⁸ SANTO, Marisa y LECUMBERY, Gabriela, *El Proceso de Medición*. Argentina 2005; GALINA, Esther *Medida, geometría y el proceso de medir*. Argentina 2008

El proceso de medición involucra:

- El atributo a medir permitiendo asignar un valor numérico a cada objeto o evento de la medición.
- La estrategia para poder obtener los resultados efectivamente.
- La unidad de medida para expresar los valores obtenidos en forma objetiva y comparable con otras mediciones.
- El instrumento para la medición con excelentes índices de exactitud y precisión.

1.3.9 EXACTITUD Y PRECISIÓN DE LA MEDICIÓN

La exactitud y precisión en el proceso de medición están relacionadas con los errores cometidos en la obtención de una magnitud, siempre se comete el error de creer que son sinónimos pero al final dentro de la medición son completamente diferentes.

1.3.9.1 EXACTITUD

La exactitud es una medida de la calidad de calibración de los equipos respecto de los patrones de medida que se están manejando dentro del laboratorio, la exactitud está relacionada con el error sistemático de la medición⁹.

1.3.9.2 PRECISIÓN

La precisión está definida por el inverso proporcional del error causal o estadístico, obteniendo una alta precisión cuando el error estadístico sea pequeño y será baja cuando el error causal sea alto¹⁰.



⁹⁻¹⁰ *Vocabulario Internacional de Metrología*, Edición BIPM 2008; *Guía de medición de errores* Laboratorio de física – Mediciones y errores, Universidad de los Andes Trujillo Venezuela

1.3.10 AJUSTE METROLÓGICO

El ajuste metrológico es la operación de llevar un instrumento de medición a un correcto funcionamiento, en el cual la exactitud, precisión e incertidumbre están dentro de los parámetros de tolerancia para su utilización en un laboratorio metrológico¹¹.

1.3.11 TRAZABILIDAD METROLÓGICA

La trazabilidad es una propiedad del proceso de medición donde el resultado puede ser relacionado por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones entre patrones nacionales e internacionales teniendo todas las incertidumbres determinadas¹².

1.3.11.1 CADENA DE TRAZABILIDAD

Para el establecimiento de la cadena de trazabilidad se debe considerar lo siguiente:

- Definir claramente los patrones de referencia, es preferible que las referencias pertenezcan a institutos nacionales de metrología.
- Demostrar que la cadena de trazabilidad está referida al escalón jerárquico más alto posible, incluyendo el valor total de la incertidumbre de las mediciones.
- Evidenciar las referencias utilizadas en el procedimiento de calibración para todos los niveles de la cadena de la trazabilidad.

1.3.11.2 IMPORTANCIA DE LA TRAZABILIDAD

La trazabilidad en la actualidad es de gran importancia debido a que en cualquier proceso de verificación y calibración garantizara que los resultados sean fácilmente comparables y validados independientemente del lugar en donde se hayan realizado.



¹¹BOTERO, Marcela, ARDILA William y ESPINO Luz María, *Proceso de Confirmación Metrológica Dentro de una Organización Productiva*. Universidad tecnológica Pereira 2008.

¹²Guía sobre trazabilidad e Incertidumbre. CENAM México 2008.

La trazabilidad es la fuente de aceptación de resultados para la acreditación de laboratorios, estableciendo parámetros de calidad según normas establecidas, algunos laboratorios al no poder establecer la trazabilidad utilizan métodos alternativos como:

- Usar patrones de referencia certificados por un proveedor competente.
- Usar patrones claramente descritos dentro de un acuerdo de calibración.

1.3.11.3 ELEMENTOS DE LA TRAZABILIDAD

La trazabilidad está compuesta por una cadena ininterrumpida de comparaciones que se relacionan con un patrón adecuado, una incertidumbre de medición que es transferible para cada paso de la cadena de trazabilidad calculada según normas establecidas, la documentación de cada paso es importante ya que aquí se incluye la declaración de los resultados obtenidos en el proceso de calibración.

Cuando un laboratorio realiza uno o más pasos de la cadena de trazabilidad es declarado competente y puede proporcionar evidencia de su competencia técnica, otro aspecto importante dentro de la cadena de trazabilidad es la referencia a las unidades del Sistema Internacional (SI) ya que la cadena de trazabilidad finaliza en estos patrones primarios.



Figura 1.2 Elementos que Integran la Trazabilidad¹³
¹³Fuente: “Nota Técnica de L&S Consultores”

1.3.11.4 JERARQUÍA DE LA TRAZABILIDAD Y CALIBRACIÓN

La jerarquía es de vital importancia dentro del proceso de calibración, decide a qué nivel se deberá acceder para la calibración de los equipos de acuerdo a su uso y categoría, existen cuatro niveles: en el primer nivel están los organismos internacionales, ellos están a cargo de desarrollar los patrones primarios para referencia, la incertidumbre es muy baja en estos patrones y la cadena de trazabilidad está bien definida.

En el segundo nivel están los organismos nacionales de metrología, en cada país existen los respectivos organismos y son las autoridades más altas en metrología, estos Institutos Nacionales de Metrología son los encargados de proporcionar los patrones de medida, estos institutos deben participar periódicamente en comparaciones internacionales, es decir que su obligación es estar a la par mundial con organismos como el Sistema Interamericano de Metrología (SIM) o el European Collaboration in Measurement Standards (EUROMET) ya que estos tienen altos índices de confiabilidad y calidad.

En el tercer nivel se encuentran los laboratorios acreditados con normas internacionales (ISO/IEC17025), esta acreditación se da para magnitudes, ensayos y/o calibraciones de



equipos específicos obteniendo incertidumbres muy pequeñas, por lo general estos laboratorios llevan a cabo calibraciones para clientes externos.

Los laboratorios que no están acreditados se encuentran en el cuarto nivel, las demostraciones de trazabilidad dentro de estos laboratorios requieren de un riguroso análisis ya que este es el nivel más bajo dentro de la jerarquía de la calibración.

CAPÍTULO 2



ELEMENTOS DE MEDICIÓN

2.1 CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las empresas distribuidoras a través del medidor de energía conocido también como contador de energía, registran las lecturas de energía para sus correspondientes facturaciones al consumidor final, este equipo permite obtener la cantidad de potencia consumida durante un periodo de tiempo determinado.

$$A = \int_{t_1}^{t_2} P \cdot dt \quad (2.1)$$

$$A = \int_{t_1}^{t_2} V \cdot I \cdot dt \quad (2.2)$$

Los contadores más utilizados por las empresas distribuidoras por su precisión son:

- Clase 0.2 contadores electrónicos.
- Clase 1.0 contadores electrónicos.
- Clase 2.0 contadores electromecánicos.



La clase de precisión significa los límites de error porcentual admisible para todos los valores de corriente entre el 10% nominal y la corriente máxima con un factor de potencia igual a uno.

2.1.1 CONTADOR DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICO O DE INDUCCIÓN

Un contador electromecánico se define como un equipo en el cual las intensidades que circulan por arrollamientos fijos reaccionan sobre las intensidades inducidas en el elemento conductor móvil generalmente un disco, originando un movimiento proporcional a la energía consumida, los contadores de inducción pueden ser tipo socket y sobrepuestos (tipo bornera).

2.1.1.1 PARTES DE UN CONTADOR DE ENERGÍA ACTIVA ELECTROMECAÁNICO

Los principales componentes de un contador electromecánico monofásico son:

- Sistema motriz.
- Rotor y cojinetes.
- Imán de freno.
- Mecanismo integrador – numerador o registrador.

2.1.1.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN CONTADOR DE ENERGÍA ACTIVA ELECTROMECAÁNICO O DE INDUCCIÓN

Cuando el contador de inducción no está alimentado solo se crea un flujo magnético Φ_u por el imán permanente, al consumir energía se origina el flujo Φ_i creando corrientes de Foucault induciendo el par motor M_m que produce el movimiento del disco.

Al transcurrir el tiempo de consumo la velocidad del disco va aumentando al igual que el par motor M_m y a su vez aumenta el par de frenado M_F hasta llegar a un equilibrio entre



estos momentos manteniendo una velocidad constante siempre que exista consumo de energía, caso contrario el disco se detiene.

El giro del disco es transmitido a través de un perno sinfín del sistema integrador - numerador, este sistema está diseñado con engranajes que se mueven mediante tambores, la relación de transmisión de los engranajes está calculada para que las cifras indicadoras correspondan a la energía consumida en kWh.

2.1.1.3 PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE UN CONTADOR DE INDUCCIÓN O ELECTROMECAÁNICO DE ENERGÍA ACTIVA

El contador de inducción basa sus mediciones en la cantidad de giros que da el disco durante un tiempo determinado, el par motor (M_m) que actúa sobre el disco es proporcional a la potencia (P) que se mide, además depende de una constante (c_1) cuyo valor viene dado por las características constructivas del sistema motor.

$$M_m = c_1 \cdot P \quad (2.3)$$

Mientras que el momento de freno (M_F) es proporcional a la velocidad periférica (v) del disco, también depende de una constante (c_2) cuyo valor dependerá del imán permanente y de su posición respecto al disco de aluminio.

$$M_F = c_2 \cdot v \quad (2.4)$$

La velocidad es uniforme cuando el par motor y el de freno son iguales pudiendo expresarse:

$$v = \frac{dl}{dt} \quad (2.5)$$

Donde “ l ” significa el recorrido desde un punto del disco cuya distancia del eje rotacional es igual a una distancia, donde $l = 2\pi n r$ “ n ” es el número de vueltas que da el contador, reemplazando obtenemos la siguiente expresión:

$$v = \frac{d(2\pi n)}{dt} = 2\pi \frac{dn}{dt} \quad (2.6)$$

Igualando los momentos del par motor y del par de frenado ($M_m = M_F$) se obtiene:

$$c_1 \cdot P = c_2 \cdot v = c_2 \cdot 2\pi \frac{dn}{dt} \quad (2.7)$$

$$c_1 \cdot P = c_2 \cdot 2\pi \frac{dn}{dt} \quad (2.8)$$

$$P dt = \frac{c_2}{c_1} \cdot 2\pi dn \quad (2.9)$$

$$C = \frac{c_2}{c_1} \cdot 2\pi \quad (2.10)$$

$$\int_{t_1}^{t_2} P \cdot dt = C \int_{n_1}^{n_2} dn \quad (2.11)$$

El primer miembro de la ecuación (2.9) expresa la energía medida (E) y el segundo miembro indica la cantidad de vueltas n que da el disco durante la medición, obteniendo que el número de vueltas es proporcional a la energía consumida multiplicada por una constante que viene dada por las características constructivas del contador.

$$E = C \cdot n \quad (2.12)$$

La constante C viene dada por las características del sistema motor y del mecanismo integrador-numerador, para cada contador existirá una constante diferente, esta constante es la relación entre el número de vueltas del disco y la energía registrada.

$$C = \frac{rev}{kWh} \quad (2.13)$$

2.1.2 CONTADOR ELECTRÓNICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Un contador electrónico o de estado sólido de energía activa se define como un contador en el cual la intensidad y la tensión aplicadas a un elemento electrónico de medida producen una salida proporcional a la energía a medir.¹



Los contadores electrónicos tienen una clase de precisión mejor que los electromecánicos, registran generalmente energía activa pero ciertos equipos disponen de canales adicionales para registrar energía reactiva, máxima potencia de demanda, etc., haciéndoles muy útiles para la medición a nivel industrial, comercial y residencial.

Estos contadores poseen una memoria interna donde almacenan la información de los parámetros programados por cada empresa distribuidora de acuerdo a sus necesidades y al pliego tarifario vigente, esto con la finalidad de disponer de información sobre los consumos y de otros parámetros para evaluaciones posteriores, su costo es elevado en comparación con los contadores normales debido a sus prestaciones.

En la actualidad también se tienen contadores electrónicos con registrador tipo ciclométrico para la medición de energía activa, estos están siendo utilizados en su mayoría para un consumo de hasta 15 kVA², este tipo de contador se comenzó a utilizar por la falta de fiabilidad de los LCD's y memorias de almacenamiento de bajo costo.

¹ IEC 62052-11. © 2003. Primera edición, 2003-02. *Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a). Requisitos generales ensayos y condiciones de ensayo.* Parte 11. Equipos de Medida.

² Normalización del uso de equipos de medición para clientes residenciales Comerciales e Industriales; Análisis técnico económico, ECUACIER 2003. Anexo1.

2.1.2.1 PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE UN CONTADOR ELECTRÓNICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los contadores electrónicos utilizan voltajes y sensores de corriente para generar una señal disponible para multiplicación electrónica, ésta puede ser realizada utilizando técnicas analógicas o digitales³.

En el dominio del tiempo se tiene la potencia activa instantánea, este valor es independiente de la variación de la amplitud o la distorsión armónica.

$$P_t = V_t \cdot I_t \cdot \cos(\theta) \quad (2.14)$$



Donde:

- V_t es el voltaje instantáneo
- I_t es la corriente instantánea
- $\cos(\theta)$ es el ángulo de fase entre V_t e I_t

La potencia activa en el dominio de la frecuencia (valores RMS de voltaje y corriente) es:

$$P = V \cdot \sin(\omega t) \cdot I \sin(\omega t + \theta) \quad (2.15)$$

Donde:

- V es el voltaje pico de medio ciclo
- I es la corriente pico de medio ciclo
- θ es el ángulo de fase entre V e I
- t es el valor instantáneo de tiempo
- ω es la frecuencia Hz

³ MUNDAY, M. L. y ROBINSON, J. S. *ALPHA® Plus Meter Electronic Meter for Electric Energy Measurement, Calculations of energy and active power, reactive and apparent*, junio 2000 Rev4.

Por trigonometría:

$$P = \left[\frac{V}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I}{\sqrt{2}} \cdot \cos(\theta) + \frac{V}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I}{\sqrt{2}} \cdot \cos(2\omega t - \theta) \right] \quad (2.16)$$

$$P = \left[\frac{V \cdot I}{2} \cdot \cos(\theta) + \frac{V \cdot I}{2} \cdot \cos(2\omega t - \theta) \right] \quad (2.17)$$

Para valores de V e I RMS, dentro de un ciclo lineal o largo periodo de tiempo:

$$P_{rms} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos(\theta) \quad (2.18)$$



Para su aplicación se necesita conocer el ángulo de fase entre la corriente y voltaje, es aplicable solo para una frecuencia discreta, en caso de armónicos en las ondas de V e I se necesita conocer sus magnitudes además del ángulo de desfaseamiento debiendo calcular y sumar la componente de potencia para cada armónica.

La potencia reactiva es la relación con la que la energía eléctrica se entrega a una carga, se almacena y regresa de la misma dentro de un mismo ciclo lineal, para la potencia reactiva promedio que se han tomado las mediciones RMS se tiene:

$$Q_{rms} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \sin(\theta) \quad (2.19)$$

La potencia aparente es la resultante del efecto que ocasiona las potencias activa y reactiva en el sistema, ayuda a determinar cuál es la capacidad para abastecer el sistema.

$$S = V \cdot I \quad (2.20)$$

Con los valores RMS de corriente y voltaje se puede determinar con exactitud la potencia aparente.

$$S = V_{rms} \cdot I_{rms} \quad (2.21)$$

Para cualquier frecuencia específica se tiene directamente $V_{rms} \cdot I_{rms}$ sin considerar el ángulo de desfaseamiento, como la potencia aparente es la suma vectorial de la potencia activa y la potencia reactiva considerando el desfaseamiento de 90 grados se tiene:

$$S_{rms} = \sqrt{P_{rms}^2 + Q_{rms}^2} \quad (2.22)$$

La ecuación anterior es aplicable para una frecuencia específica y no es correcta cuando hay armónicos significativos presentes, para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad (2.23)$$



Donde D se considera como potencia de distorsión y representa el producto cruzado de diferentes voltajes y corrientes para cada una de las frecuencias de armónicos presentes, se requiere la magnitud y ángulo de fase de cada armónico para calcular con precisión D .

2.1.2.2 PARTES DEL CONTADOR ELECTRÓNICO

Un contador electrónico está compuesto por varios elementos que le permiten funcionar y realizar una correcta medición de la energía eléctrica consumida, los principales elementos son:

- Visualizador Display o Registrador tipo Ciclométrico.
- Circuitos de medición de corriente y tensión.
- Puerto de comunicaciones (opcional).
- Microcontrolador.
- Elementos de electrónica analógica (resistencias, condensadores, etc.).
- Memorias.
- Cristal oscilador.

El componente principal del contador electrónico es el microcontrolador ya que en éste se basa todo su funcionamiento, tiene memoria de datos RAM y memoria de programa ROM, circuitos de entrada y salida, el microcontrolador es un dispositivo programable que puede realizar un sin número de tareas y procesos, además de funciones de control de energía es responsable del control de la interfaz analógica y de los cálculos de energía.

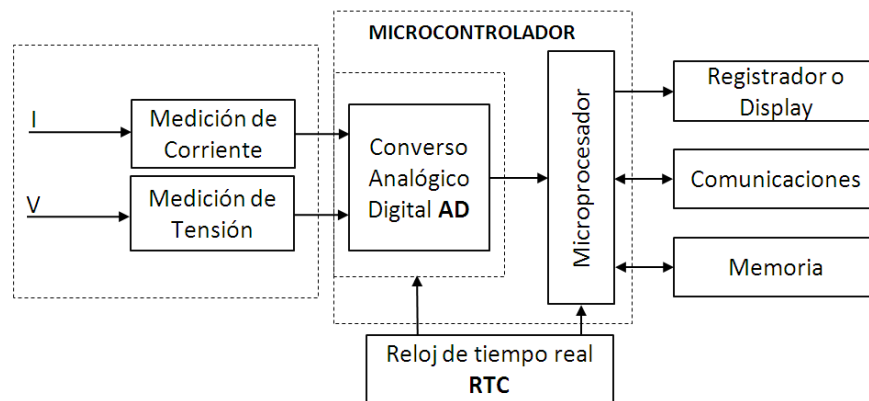


Figura 2.1 Diagrama de bloques de un medidor de energía electrónico monofásico

El shunt es un elemento importante del contador electrónico ya que en él se mide la corriente a través de una resistencia ubicada entre los bornes de entrada y salida, el valor de la resistencia eléctrica del shunt debe ser conocida con precisión ya que se utiliza para determinar la intensidad de corriente que fluye a través de la carga mediante la medición de voltaje a través de ella, también se utilizan transformadores o efecto hall.

2.1.3 CALIBRACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA

La calibración de contadores es la determinación del grado de exactitud con el cual realiza sus mediciones, durante la calibración se compara la cantidad de energía registrada entre un contador de energía y un contador patrón de referencia, con este procedimiento se obtiene un error determinado en la medición y será comparado con los límites especificados en la norma utilizada como referencia.

Los fabricantes de contadores realizan este proceso en un laboratorio de metrología acreditado y reconocido internacionalmente, este procedimiento consiste en analizar una muestra aleatoria de contadores, los mismos que deben cumplir con los requerimientos exigidos en las normas establecidas para su fabricación, todo esto se lo realiza antes de proceder a la producción en serie y la colocación de sus productos en el mercado,



mientras que las empresas distribuidoras generalmente realizan pruebas de rutina en sus laboratorios.

2.1.3.1 CALIBRACIÓN POR MEDIO DE UN CONTADOR PATRÓN

En la actualidad un contador patrón está integrado en los denominados bancos de calibración en los que se pueden realizar los ensayos y/o calibraciones, estos están equipados con una fuente de poder de alta estabilidad de control programable y comandado a través de un computador.

Estos bancos se caracterizan por tener alta precisión, estabilidad en funcionamiento, amplio rango de potencia, baja distorsión y confiabilidad, en estos se pueden realizar pruebas a cualquier tipo de medidor (según norma) electrónico e inductivo pudiendo ser de multitarifa, de energía prepago, de energía reactiva o de uso normal.

El principio de operación de los bancos de calibración está dado por su tecnología y modelo pero en forma general se podría distinguir los componentes necesarios para realizar las pruebas a los contadores:

- Fuente de poder programable.
- Medidor patrón.
- Calculador de error.
- Posicionador de contadores a prueba.

El contador patrón también supervisa el estado de la fuente de poder programable que es utilizada para generar la señal de voltaje, corriente, fase y frecuencia, estos parámetros son asignados libremente y ajustados a la configuración de salida.

El módulo calculador de error del impulso de energía de salida del contador patrón y del de prueba se utilizan para el cálculo del error de cada contador dependiendo de la clase, exactitud y tipo; tanto la fuente de poder como el contador patrón son controlados por el



computador mediante un software de aplicación, el computador controla todo el proceso obteniendo y administrando los resultados de las calibraciones realizadas.

2.1.4 ERRORES DEL CONTADOR DE ENERGÍA

Los errores en los contadores de energía eléctrica vienen dados por varios factores que influyen en el funcionamiento del equipo, en cada país existen normas por lo que los contadores deben estar verificados y calibrados antes de entrar en servicio, una buena opción es revisar periódicamente el contador con personal especializado para que este cumpla con las tolerancias permitidas para su funcionamiento.

2.1.5 TIPOS DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Existen diferentes tipos de contadores en el mercado, su utilización dependerá de las necesidades de las empresas distribuidoras y de la aplicación del pliego tarifario vigente, en forma general los más utilizados en el país son:

Grupo A:

Contadores que registran solo kWh, contadores electromecánicos y electrónicos con registrador tipo ciclométrico o LCD.

- Contadores Monofásicos
 - 1F2C o 1A, 1S
 - 1F3C o 2A, 2S
- Contadores Polifásicos
 - 2F3C o 12A, 12S
 - 3F4C o 16A, 16S

Grupo B:

Contadores de energía eléctrica electrónicos con LCD que registran kWh, kvarh, kW.



- Contadores Monofásicos
 - 1F2C o 1A, 1S
 - 1F3C o 2S, 2S
- Contadores Polifásicos
 - 2F3C o 12A, 12S
 - 3F4C o 16A, 16S

Grupo C:

Contadores electrónicos con LCD que registran kWh, kvarh y kW en rangos horarios (multitarifa), días normales, fines de semana y festivos.

- Contadores Polifásicos
 - 1F3C o 2A, 2S, 4S
 - 3F3C o 5A, 5S, 12S
 - 3F4C o 16A, 10A, 9S, 16S,

2.2 TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Se denominan transformadores de medida a los equipos que se utilizan para la alimentación de los instrumentos de medición y están basados principalmente en la relación de transformación que poseen cada uno de ellos, los transformadores de medida tienen las siguientes finalidades:

- Separar eléctricamente los circuitos de potencia y medición.
- Permite efectuar mediciones en alta, media y baja tensión.
- Permite colocar los instrumentos de medición a distancias evitando la influencia de campos magnéticos que afecten las mediciones.

2.2.1 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Un transformador de corriente es aquel que reduce los valores nominales de altas corrientes a valores bajos, en este tipo de transformador la corriente secundaria dentro de condiciones normales de operación es proporcional a la corriente primaria con un desfase cercano a 0° entre ellas, ganando con esto un sentido apropiado para las conexiones de los equipos de medición.

Los parámetros básicos a considerar en los TCs para medición de energía son: la clase de precisión, relación de transformación (K_c), la potencia nominal que será igual a la sumatoria de las potencias absorbidas por los circuitos de corriente de los equipos conectados al TC a valor nominal, el nivel de aislamiento (BIL valor normalizado en kV) y la polaridad entre terminales.

2.2.1.1 CONEXIÓN DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

El devanado primario se conecta en serie al circuito de alta, media o baja tensión, mientras que el devanado secundario se conecta a los circuitos de corriente de los equipos de medición como amperímetros, vatímetros, etc.

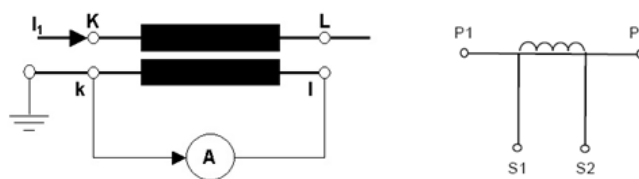


Figura 2.2 Representación de los Transformadores de Corriente

Un transformador de corriente está en la capacidad de soportar condiciones extremas de funcionamiento y dependiendo de esto se determina la calidad del mismo basándose en sus características térmicas y dinámicas que se presentan en un cortocircuito.

2.2.1.2 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE LÍNEA



Este tipo de transformador se instala directamente en la red de alta o media tensión, son parte integral de los sistemas de distribución, deben estar diseñados para soportar todas las condiciones de funcionamiento extremas como sobrecargas, descargas atmosféricas, cortocircuitos, etc.

Se caracterizan por tener alta resistencia térmica y alta resistividad dinámica, tienen un aislamiento especial por lo general con papel dieléctrico, impregnados con aceite y colocados en una envolvente de porcelana, en algunas ocasiones son aislados también con una resina sintética, permitiéndoles soportar cualquier condición de funcionamiento.

2.2.2 TRANSFORMADORES DE VOLTAJE

Un transformador de voltaje es aquel que reduce los voltajes de alta o media tensión a valores bajos y manejables, la relación de transformación de tensión es:

$$K_u = \frac{U_1}{U_2} \quad (2.24)$$

Esta relación de transformación es proporcional a la relación entre las espiras del devanado primario y secundario además tienen un valor constante para cada transformador que va a depender de las características constructivas de cada equipo.

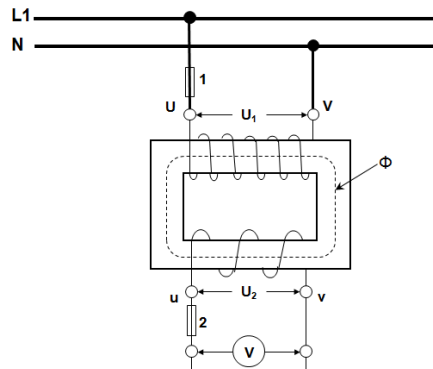


Figura 2.3 Transformador de Voltaje

Para medición y facturación de energía eléctrica utilizando TP's los parámetros básicos a considerar son: la clase de precisión de 0,5 según las normas IEC, la relación de transformación K_p , la potencia nominal que debe ser por lo menos igual a la potencia nominal absorbida por todos los equipos de medición a conectarse, el nivel de aislamiento (BIL valor normalizado en kV) y la polaridad entre terminales.

2.2.2.1 CONEXIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE VOLTAJE

Los transformadores de voltaje se conectan en paralelo, tanto el devanado primario que va a la red de alta tensión como el secundario que va a los circuitos de tensión de los equipos de medición.

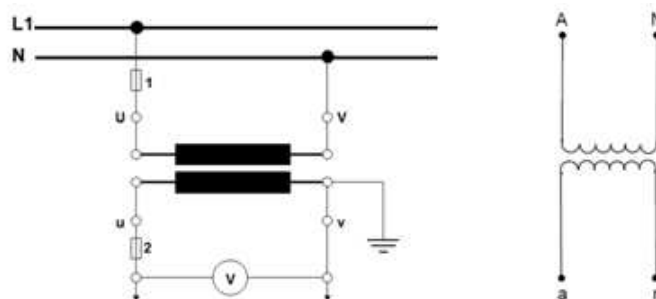


Figura 2.4 Representación de los TP's

2.2.2.2 TRANSFORMADORES DE VOLTAJE DE LÍNEA



Este tipo de transformadores están conectados en forma permanente en el sistema de distribución, deben estar diseñados para soportar las condiciones de funcionamiento que se dan como: sobre tensiones, cortocircuitos, etc.

La rigidez dieléctrica es la propiedad más importante de los TPs ya que los materiales aislantes deben asegurar la longevidad del transformador, está relacionada con la alimentación (alta o media tensión) y por ende debe de tolerar estas características de funcionamiento.

2.2.3 SISTEMAS Y ELEMENTOS DE MEDICIÓN

El sistema de medición comprende los elementos necesarios para el registro de energía activa, energía reactiva, máxima demanda de potencia y otros parámetros involucrados en el servicio que brinda una empresa distribuidora de energía, incluyendo también las cajas y accesorios para los contadores de energía.

Considerando que el sistema eléctrico de potencia del Ecuador es trifásico, según lo establecido por el CONELEC (capítulo 3) y de acuerdo a los requerimientos de cada empresa se podrían establecer 3 tipos de medición: medición directa, medición semi-indirecta y medición indirecta.

2.2.3.1 MEDICIÓN DIRECTA EN BAJA TENSION

En la medición directa en baja tensión el contador de energía se conecta directamente a la carga, la medición directa es un sistema en el cual la corriente total producida por la carga conectada circula a través del circuito o circuitos de corriente del contador.

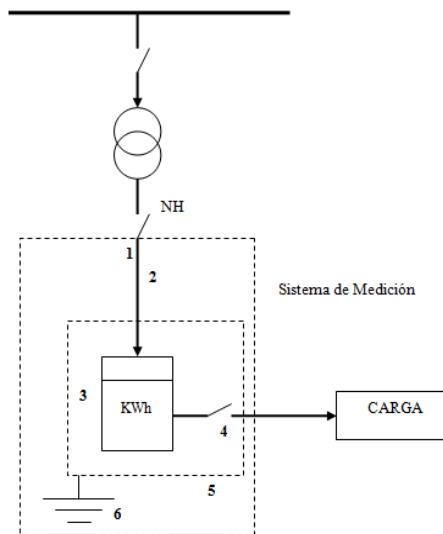


Figura 2.5 Sistema de Medición Directa

2.2.3.1.1 SISTEMA MONOFÁSICO

Por lo general los sistemas de medición se instalan directamente a la red de distribución, en caso de requerir un cliente un transformador de distribución monofásico, este no deberá superar la potencia máxima de 37.5 kVA⁴, los elementos del sistema de medición de un sistema monofásico como se indica en la figura 2.5 son:

1. Conectores.
2. Acometida.
3. Contador de energía eléctrica monofásico.
4. Interruptor termomagnético monopolar o bipolar.
5. Caja para contador de energía eléctrica.
6. Sistema de puesta a tierra.

Existen diferentes representaciones para el sistema monofásico ya que existen varias combinaciones que permiten desarrollar esquemas con varios niveles de voltaje para diferentes usuarios finales a continuación se detallan estos esquemas.

⁴Normalización del uso de equipos de medición para clientes residenciales Comerciales e Industriales; Análisis técnico económico, ECUACIER 2003. Anexo 1

- El esquema Monofásico 1F2C - 1S, según norma ANSI.

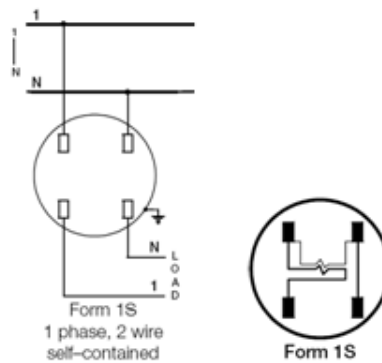


Figura 2.6 Sistema Monofásico 1F2C - 1S⁵

⁵Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

- El esquema Monofásico 1F2C – 1A, según norma IEC.

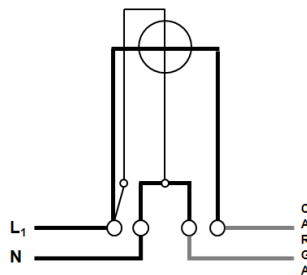


Figura 2.7 Sistema Monofásico 1F2C - 1A

- El esquema Monofásico 1F3C - 2S, según norma ANSI.

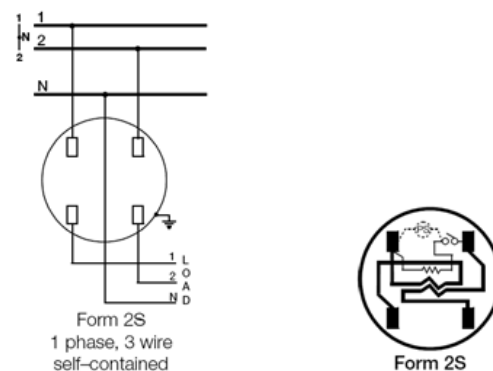


Figura 2.8 Sistema Monofásico 1F3C - 2S⁶

⁶Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

- El esquema Monofásico 1F3C – 2A, según norma IEC.

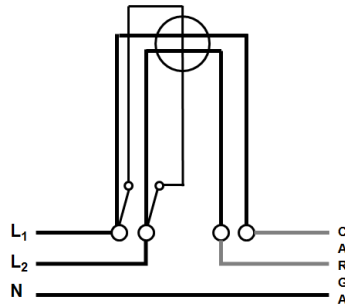


Figura 2.9 Sistema Monofásico 1F3C - 2A

2.2.3.1.2 SISTEMAS POLIFÁSICOS

Estos sistemas de medición también se instalan directamente a la red de distribución, con casos especiales donde un cliente requiere un transformador trifásico de distribución para uso exclusivo, estos transformadores deberán tener una potencia menor a 75 kVA⁶.

Los elementos del Sistema de Medición de un sistema polifásico son:

1. Conectores.
2. Acometida.
3. Contador de energía eléctrica trifásico.
4. Interruptor termomagnético tripolar.
5. Caja para contador de energía eléctrica.
6. Sistema puesta a tierra.

En los sistemas polifásicos generalmente se tiene los siguientes esquemas de conexión:

- El esquema Bifásicos 2F3C - 12S, según norma ANSI.

⁶ Análisis técnico económico, ECUACIER 2003. Anexo 1. Op. Cit. p. 33

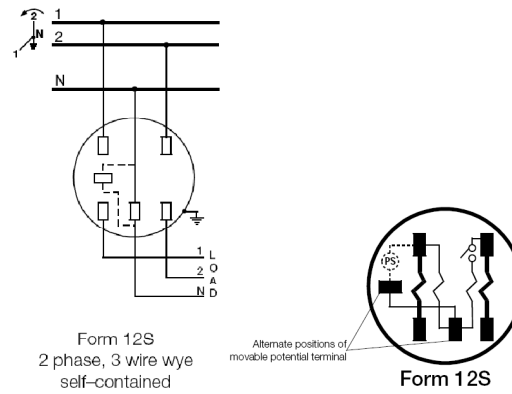


Figura 2.10 Sistema Bifásico 2F3C - 12S⁷

⁷Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

- El esquema Bifásicos 2F3C – 12A, según norma IEC.

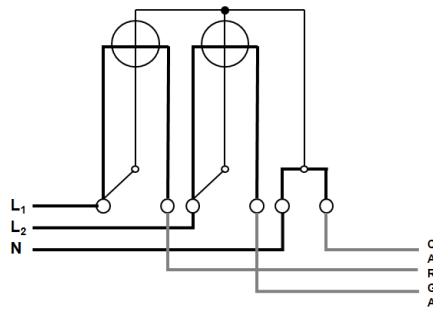


Figura 2.11 Sistema Bifásico 2F3C - 12A

- El esquema Trifásicos 3F4C – 16S, según norma ANSI.

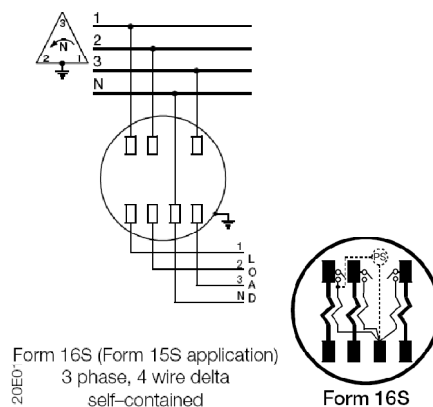


Figura 2.12 Sistema Trifásico 3F4C - 16S⁸

⁸Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

- El esquema Trifásicos 3F4C – 16A, según norma IEC.

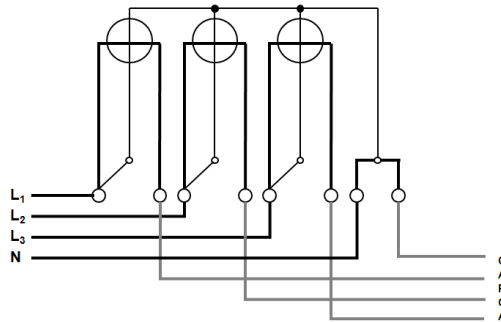


Figura 2.13 Sistema Trifásico 3F4C - 16A

Los contadores de energía utilizados en baja tensión directa deberán admitir cargas de hasta 200A esta corriente estará en función de la potencia del transformador a instalarse, por tanto el cliente deberá tomar en cuenta este valor para el cálculo de sus protecciones.

Para conexiones en baja tensión directa que utilizan interruptores térmicos de 40A, estos son proporcionados generalmente por las empresas distribuidoras, protecciones superiores a estos valores el cliente se encargara de instalarlos de acuerdo al estudio eléctrico presentado.

2.2.3.2 MEDICIÓN SEMI-INDIRECTA

En un sistema de medición semi-indirecta las señales de corriente que llegan al contador de energía eléctrica son proporcionadas a través de TCs.

2.2.3.2.1 SISTEMA MONOFÁSICO

La medición se la realiza en baja tensión para transformadores monofásicos de distribución con potencias entre 25 kVA y 75 kVA⁹, en este tipo de medición se instalan TCs en serie en el secundario del transformador, este modelo no es muy frecuente sin embargo se ha considerado.

⁹Análisis técnico económico, ECUACIER 2003. Anexo 1. Op. Cit. p. 33

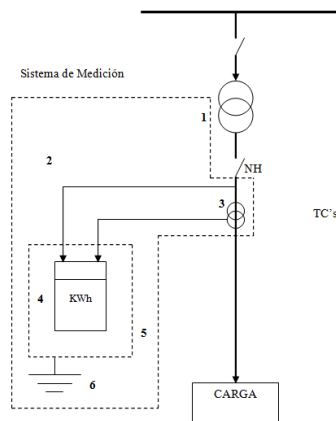


Figura 2.14 Conexión Sistema Monofásico - Medición Semi-Indirecta

Los elementos del sistema de medición para un sistema monofásico indicados en la figura 2.14 son:

1. Conectores.
2. Cableado para la medición.
3. Transformadores de corriente.
4. Contador de energía eléctrica monofásico.
5. Caja para contador de energía eléctrica.
6. Sistema puesta a tierra.

En los sistemas monofásicos de medición semi-indirecta se tienen los siguientes esquemas:

- El esquema Monofásico 1F3C – 4S, según norma ANSI.

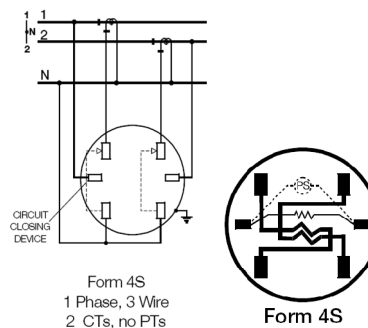


Figura 2.15 Sistema Monofásico 1F3C - 4S¹⁰

¹⁰Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

2.2.3.2.2 SISTEMA TRIFÁSICO

La medición se la realiza en baja tensión para transformadores de distribución con potencias entre 75 kVA y 192.5 kVA¹¹, de igual forma los TCs se conectan en serie en el secundario del transformador.

Los elementos del sistema de medición para un sistema trifásico son.

1. Conectores.
 2. Cableado para la medición.
 3. Transformadores de corriente.
 4. Contador de energía eléctrica trifásico.
 5. Caja para contador de energía eléctrica.
 6. Sistema puesta a tierra.
- El esquema Trifásico 3F4C – 9S, según norma ANSI.

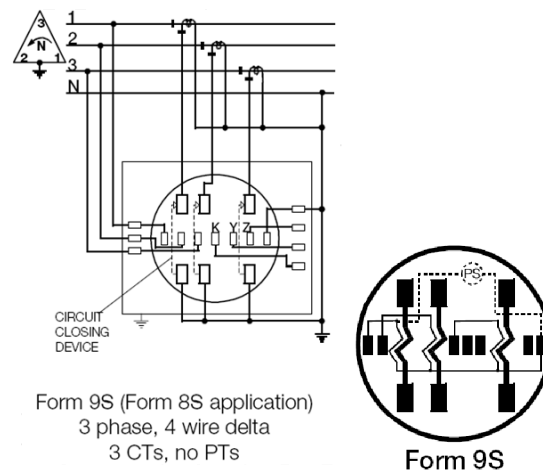


Figura 2.16 Sistema Trifásico 3F4C - 9S¹²

¹² Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

¹¹ Análisis técnico económico, ECUACIER 2003. Anexo 1. Op. Cit. p. 33

- El esquema Trifásico 3F4C – 10A, según norma ANSI.

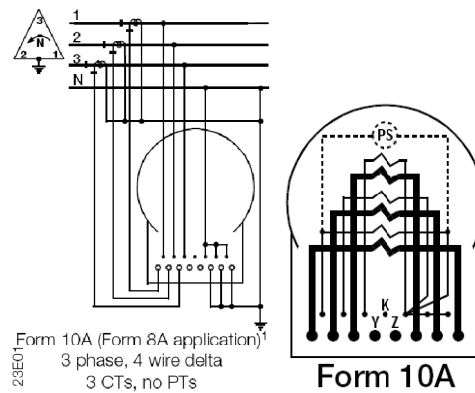


Figura 2.17 Sistema Trifásico 3F4C – 10A ¹³

¹³ Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

Los contadores de energía eléctrica utilizados para baja tensión semi-indirecta deberán admitir cargas de hasta 20A, la corriente máxima estará en función de la potencia del transformador de distribución y de la relación de transformación de los TCs.

2.2.3.3 MEDICIÓN INDIRECTA

En un sistema de medición indirecta las señales que llegan al contador de energía eléctrica son proporcionadas a través de los TCs y TP, en este tipo de medición se coloca a transformadores trifásicos iguales o mayores a 200kVA.

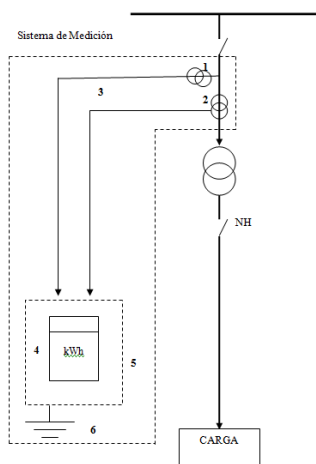


Figura 2.18 Conexión Sistema Trifásico - Medición Indirecta

Los elementos del Sistema de Medición indicados en la figura 2.18 son:

1. Transformador de voltaje.
2. Transformador de corriente.
3. Cableado del equipo de medición.
4. Contador de energía eléctrica.
5. Caja para contador de energía eléctrica.
6. Sistema puesta a tierra.

En los siguientes esquemas de conexión se muestra la representación de los sistemas de medición indirecta en media tensión considerando la conexión del transformador de distribución en el lado primario según la norma ANSI.

2.2.3.3.1 SISTEMA MONOFÁSICO.

El primario del transformador deberá estar conectado en delta para el esquema monofásico 1F3C – 5S o 35S, según diagramas de conexión de la norma ANSI.

- El esquema monofásico 1F3C – 5S o 35S, según norma ANSI.

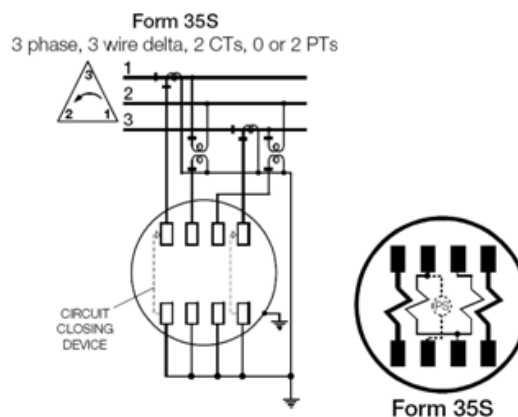


Figura 2.19 Sistema Monofásico 5S o 35S¹⁴

¹⁴ Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

2.2.3.3.2 SISTEMA TRIFÁSICO

- El esquema trifásico 3F4C – 9S, según norma ANSI.

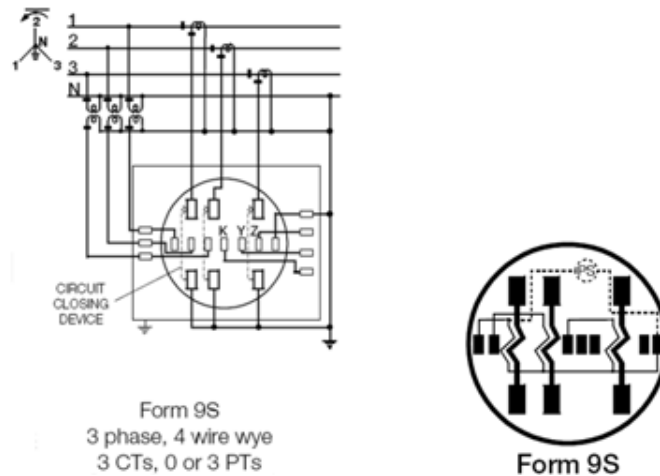


Figura 2.20 Sistema Trifásico 9S¹⁵

¹⁵ Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

- Esquema trifásico 3F4C – 10A, según norma ANSI.

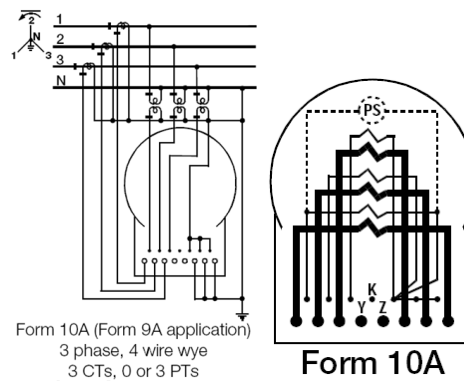


Figura 2.21 Sistema Trifásico 9A¹⁶

¹⁶ Fuente: Technical Manual TM42-2182E ALPHA Plus® Meter.

Los contadores de energía eléctrica utilizados en media tensión deberán admitir corrientes de hasta 20A, la corriente máxima estará en función de la potencia del transformador de distribución a instalarse y de la relación de transformación de los transformadores de corriente.



Además de los principales elementos, se colocan tubos galvanizados con aisladores, abrazaderas, borneras para prueba, tuberías y canaletas para protección de los conductores, su utilización dependerá de las políticas establecidas por las empresas distribuidoras siendo estas:

- Referenciar a tierra las carcasas o bases metálicas y uno de los bornes secundarios de los transformadores de medida.
- Evitar cortocircuitos en el lado secundario de los circuitos de tensión, esto puede destruir el transformador de voltaje.
- No dejar abierto el secundario de los TCs con carga ya que esto dañaría el equipo, una vez instalado el sistema de medición se procede a retirar el cortocircuitador de los bornes secundarios si es el caso.
- Constatar la correspondencia de fase de la señal de corriente con la de voltaje.
- Verificar la polaridad correcta en los TPs y TCs.

Finalmente se debe tomar las debidas precauciones y seguridad para realizar las diversas instalaciones de los sistemas de medición, salvaguardando la integridad del personal y evitando el daño en los equipos de medición y herramientas.

2.3 ACOMETIDAS Y CONECTORES

Las acometidas son las conexiones desde una red principal hasta el usuario final, en el país las empresas distribuidoras están encargadas de realizar este tendido de acuerdo al tipo de cliente tratando siempre de brindar un servicio de calidad, estas pueden ser monofásicas o polifásicas, aéreas o subterráneas

La acometida de baja tensión se toma del poste o pozo de revisión más cercano y se conecta directamente a los terminales de entrada del contador de energía, el cable utilizado en las acometidas aéreas en la mayoría de los casos son de aluminio de tipo pre ensamblado que consta de un cable para la línea y otro para el neutro.

2.4 GRAPAS

Las grapas de retención para acometida sirven para asegurar y tensionar la acometida de la red de baja tensión en sus extremos, consta de un cuerpo, de una cuña deslizante en aluminio y de una agarradera de acero inoxidable de 6", todas resistentes al medio ambiente, funcionan a tracción y permiten asegurar las acometidas concéntricas hasta el 3 x No.6 AWG sin causar daños en la chaqueta externa ni en los conductores.

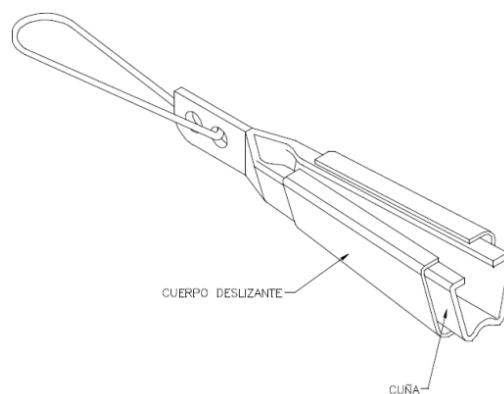


Figura 2.22 Grapa Tensora para Acometida

Fuente: Normas Técnicas RIA-110

Actualmente las empresas distribuidoras utilizan las abrazaderas para acometidas en baja tensión, estos son de material galvanizado resistentes a la corrosión, según normas ASTM-A-153-82 y ASTM-A-12389A, en función del espesor y del material a galvanizar, las secciones y perfiles para la fabricación de los herrajes son de acero estructural tipo ASTM A36 con resistencia mínimo a la fluencia $F_y = 2.400 \text{ kg/cm}^2$.

Los pernos son de tipo espárrago de 5" de longitud y $\frac{1}{2}$ " de diámetro, están hechos de hierro tipo varilla lisa con dos tuercas hexagonales, la perforación de las arandelas es de 1.6 mm (1/16") de juego con respecto al diámetro del perno en concordancia con la norma ANSI-B27.2, para la galvanización de las abrazaderas se realiza la inmersión de las piezas en un baño de zinc según la norma ASTM-49.

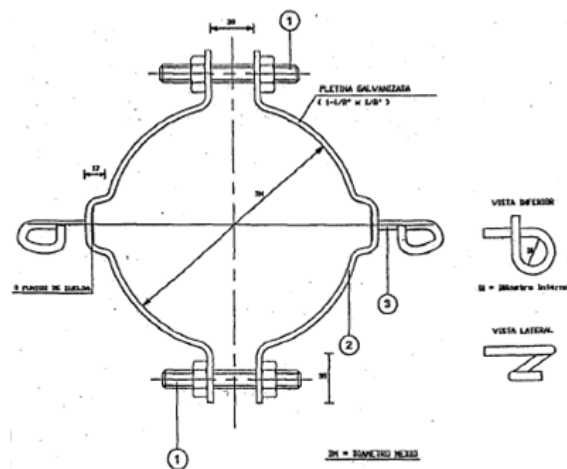


Figura 2.23 Abrazadera para Acometida de Baja Tensión¹⁸

¹⁸ Fuente: Especificaciones Técnicas Centrosur

2.5 CAJAS PARA CONTADORES DE ENERGÍA

La caja está construida de una lámina metálica de 0.91 mm de espesor, está pintada con pintura electrostática al horno de resinas de poliéster y color beige, la cerradura de la caja es de alta seguridad y manipulable únicamente con llave, tiene una compuerta frontal centrada para la manipulación del breaker y otra que protege la cavidad del perno de seguridad, en ambas compuertas se pueden colocar sellos o candados de seguridad.

La base de la caja está fabricada con una lámina de acero SAE 1006, fosfatizada con fosfato de zinc en caliente, está recubierta con resina de poliéster resistente a la intemperie y a los rayos UV, tiene 4 perforaciones de 25.4 mm dos laterales y dos inferiores, cada uno con tapones multimedia de hule de fácil ruptura, la base no tiene conductos de ventilación por lo que se impide el ingreso de cualquier material sólido.

En nuestra ciudad este requerimiento es indispensable para que la Centrosur instale un contador, con esto se evita daños en el equipo causados por fenómenos naturales, además protege contra personas inescrupulosas que traten de robarlos de hecho el usuario final es responsable de cada equipo desde el momento de su instalación.



CAPÍTULO 3

NORMATIVAS

PARA LA

MEDICIÓN



3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CLIENTES SEGÚN EL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CONELEC)

Según el pliego tarifario para las empresas eléctricas vigente para el año 2011, se establece la siguiente clasificación: por las características del consumo, donde se establecen las categorías: residencial, general y alumbrado público; y la clasificación por el nivel de voltaje en: alta, media y baja tensión.

3.1.1 CLASIFICACIÓN POR LA CARACTERÍSTICA DEL CONSUMO

3.1.1.1 CATEGORÍA RESIDENCIAL

Es aplicada al consumo residencial independientemente de la carga conectada, incluye a consumidores que tengan bajos consumos de energía y a los que tengan integrada a la vivienda una pequeña actividad artesanal o comercial.

3.1.1.2 CATEGORÍA GENERAL

La categoría general se aplica al consumo comercial, prestación de servicios públicos, privados y en general al sector industrial.

3.1.1.3 CATEGORÍA ALUMBRADO PÚBLICO

Se aplica al consumo destinado por alumbrado público de vías de circulación, plazas, monumentos, iluminación de parques, sistemas ornamentales públicos y sistemas de señalización utilizados para el control del tránsito.

3.1.2 CLASIFICACIÓN POR EL NIVEL DE TENSIÓN

3.1.2.1 GRUPO DE NIVEL DE ALTA TENSIÓN

Se aplica a niveles de voltajes superiores a 40 kV y asociados con la subtransmisión.



3.1.2.2 GRUPO NIVEL DE MEDIA TENSIÓN

Se aplica a niveles de voltajes entre 600 V y 40 kV, esto incluye a los consumidores que se conectan a la red de media tensión a través de transformadores de distribución para uso exclusivo del consumidor.

3.1.2.3 GRUPO NIVEL DE BAJA TENSIÓN

Es aplicada a niveles de voltajes inferiores a 600 V, es decir a los consumidores conectados desde las redes de baja tensión de propiedad de las empresas distribuidoras.

3.2 TIPOS DE MEDICIÓN

Con la finalidad de registrar los consumos de energía eléctrica y la demanda de máxima potencia se pueden establecer 3 tipos de medición de acuerdo a las experiencias de las empresas distribuidoras:

3.2.1 MEDICIÓN EN BAJA TENSIÓN

Esta medición puede ser Medición Directa (MD), medición semi-indirecta (MSI) y medición Indirecta (MI)

3.2.1.1 MEDICIÓN DIRECTA

Para este tipo de medición se utiliza un contador de energía eléctrica para el registro de kWh o para kWh, kvarh y kW en forma directa, es decir la energía fluye directamente por los elementos de medición del contador de energía (sin transformadores de medida) y de ser necesario se programa en rangos horarios para el registro de energías y demandas máximas de potencia.



En la mayor parte de empresas distribuidoras para los sistemas de medición 1F2H, 1F3H y 2F3H que generalmente se conectan directamente a la red de distribución, utilizan contadores electrónicos con corriente máxima de 60 A o 100 A tipo bornera o socket, con registrador ciclométrico, clase de precisión 1.0 para el registro de kWh, para sistemas de medición que requieran kWh, kvarh y kW se instalan contadores electrónicos con LCD clase de precisión 1.0 y 0.2.

Para sistemas 3F4C es necesario contar con un estudio eléctrico previo para determinar la demanda de potencia requerida por el cliente que deberá ser realizado por un ingeniero eléctrico en libre ejercicio de funciones; se utilizan contadores electrónicos con registrador ciclométrico, clase de precisión 1.0 para el registro de kWh; para sistemas de medición que requieran kWh, kvarh y kW se instalan contadores electrónicos con LCD, clase de precisión 1.0 y para cargas desde 30 kVA se utilizan los clase 0.2.

Para clientes que requieren un transformador monofásico de distribución de hasta 15 kVA se instala un medidor 2F3H tipo bornera que registra kWh o kWh, kvarh y kW, con una corriente máxima de 60 A o de 100 A, para clientes que requieran de un transformador monofásico de distribución entre 15 kVA y 37.5 kVA se instala contadores 1F3H tipo socket que registra kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 200 A.

Para clientes que requieren un transformador trifásico de distribución de hasta 30 kVA se instala un contador 3F4H tipo bornera que registra kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 100 A, para los clientes que requieren de un transformador trifásico de distribución entre 30 kVA y 75 kVA se instala un contador 3F4H tipo bornera que registra kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 200 A.



3.2.1.2 MEDICIÓN SEMI-INDIRECTA

La medición de las magnitudes de la energía eléctrica se realiza con un contador de energía eléctrica (indirecto) y la instalación de transformadores de corriente (TCs) en el lado secundario del transformador de distribución para el registro de kWh, kvarh, kW, de ser necesario también se puede programar en rangos horarios para el registro de energías y demandas máximas de potencia.

Para los sistemas de medición monofásicos con transformadores de distribución con potencias entre 37.5 kVA y 100 kVA se utilizan contadores electrónicos 1F3H tipo socket forma 4S, clase de precisión 0.2 para el registro de kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 20 A.

En lo referente a los TCs es importante tener en cuenta la relación de transformación requerida, clase de precisión (mínimo 0.5), el nivel básico de aislamiento (BIL en kV), Burden (consumo propio IEC) y la potencia en VA entre otras.

Para sistemas de medición a 220 V en el secundario de transformadores de distribución entre 50 kVA y 75 kVA se instalan TCs de 200/5 A, para transformadores entre 75 kVA y 100 kVA se instalan TCs de 300/5 A y para transformadores de 100 kVA se instalan TCs de 400/5 A.

Para los sistemas de medición trifásicos con transformadores de distribución con potencia superior a 75 kVA se utilizan contadores electrónicos 3F4H tipo bornera forma 10A o tipo socket 9S, clase de precisión 0.2 para el registro de kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 20A.

Para sistemas de medición con transformadores de distribución superiores a 75 kVA y hasta 100 kVA se instalan TCs de 250/5 A, para transformadores entre 100 kVA y 112.5 kVA se instalan TCs de 300/5 A, para transformadores entre 112.5 kVA y 160 kVA se instalan TCs de 400/5 A, para transformadores entre 160 kVA y 200 kVA se instalan TCs de 500/5 A.

Según la potencia de los transformadores de distribución trifásicos y la tensión en el secundario, los TCs que se instalan se indican en las siguientes tablas:

SISTEMAS DE MEDICIÓN MONOFÁSICOS				
Potencia Nominal del Transformador (kVA)	Tensión Secundaria del Transformador (kV)	Corriente Secundaria del Transformador (A)	Clase de Contador	TCs
5	240/120	20,8	CL100, 2F3H	No Aplica
10	240/120	41,7	CL100, 2F3H	No Aplica
15	240/120	62,5	CL100, 2F3H	No Aplica
25	240/120	104,2	CL200, 1F3H	No Aplica
37,5	240/120	156,3	CL200, 1F3H	No Aplica
50	240/120	208,3	CL20, 1F3H	200/5 A
75	240/120	312,5	CL20, 1F3H	300/5 A
100	240/120	416,7	CL20, 1F3H	400/5 A

Tabla 3.1: Especificaciones para sistemas de medición monofásicos en BT y MSI.

SISTEMAS DE MEDICIÓN TRIFÁSICOS				
Potencia Nominal del Transformador (kVA)	Tensión Secundaria del Transformador (kV)	Corriente Secundaria del Transformador (A)	Clase de Contador	TCs
15	220/127	39,4	CL100, 3F4H	No Aplica
30	220/127	78,7	CL100, 3F4H	No Aplica
45	220/127	118,1	CL200, 3F4H	No Aplica
50	220/127	131,2	CL200, 3F4H	No Aplica
60	220/127	157,5	CL200, 3F4H	No Aplica
75	220/127	196,8	CL200, 3F4H	No Aplica
100	220/127	262,4	CL20, 3F4H	200/5 A
112,5	220/127	295,2	CL20, 3F4H	300/5 A
150	220/127	393,6	CL20, 3F4H	400/5 A
160	220/127	419,9	CL20, 3F4H	400/5 A
192,5	220/127	505,2	CL20, 3F4H	500/5 A
200	220/127	524,9	CL20, 3F4H	500/5 A

Tabla 3.2: Especificaciones para Sistemas de Medición Trifásicos en BT y MSI.

3.2.2 MEDICIÓN EN MEDIA TENSIÓN

3.2.2.1 MEDICIÓN INDIRECTA

La medición de energía eléctrica se la realiza con un contador indirecto y la instalación de TCs y un TP en el lado primario del transformador para el registro de kWh, kvarh y kW, el contador de energía debe ser programado en rangos horarios para el registro de energías y demandas máximas de potencia.

SISTEMAS DE MEDICIÓN INDIRECTO (MT)								
TCs A EMPLEAR EN LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EN EL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR (Conexión D-Y)								
Potencia (KVA)	Tensión (KV)	Corriente (A)		Sistema de Medición		Medidor Forma		Bil (KV)
		A 6,3 KV	A 22KV	A 6,3 KV	A 22KV	A 6,3 KV	A 22KV	
200	6,3 22	18,35	5,25	TC 20 / 5A	TC 10 / 5 A			
250	6,3 22	22,94	6,57	TC 30 / 5A	TC 10 / 5 A			
300	6,3 22	27,53	7,88	TC 30 / 5A	TC 10 / 5 A			125
400	6,3 22	36,70	10,51	TC 40 / 5A	TC 10 / 5 A	3F-3C	3F-3C	A
500	6,3 22	45,88	13,14	TC 50 / 5A	TC 15 / 5 A	Clase 20	Clase 20	150
800	6,3 22		21,02		TC 20 / 5 A	A1R-ALQ+	A1R-ALQ+	
1000	6,3 22		26,27		TC 30 / 5 A	Forma 5S	Forma 5S	
2000	6,3 22		52,55		TC 50 / 5 A			
4000	6,3 22		105,10		TC 100 / 5 A			

Tabla 3.3: Sistemas de Medición en Media Tensión ¹

Para sistemas de medición trifásicos conexión delta-estrella con transformadores de distribución con una potencia entre 200 kVA y 4000 kVA se utilizan contadorelectrónicos 3F3H tipo bornera forma 5A o socket forma 5S, clase de precisión 0.2 para el registro de kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 20 A, en la tabla 3.3 se indica el sistema de medición que se utiliza para una conexión D-Y del transformador de distribución:

Para sistemas de medición trifásicos conexión estrella-estrella con transformadores de distribución con una potencia entre 200 kVA y 4000 kVA se utilizan contadorelectrónicos 3F4H tipo bornera forma 10A o tipo socket 9S, clase de precisión 0.2 para el registro de kWh, kvarh y kW con una corriente máxima de 20 A.

Según la potencia de los transformadores de distribución trifásicos conectados a una determinada tensión y de acuerdo a la conexión primaria del mismo D-Y o D-D se instalan los TCs de acuerdo a la siguiente tabla:

¹ Sistemas de Medición en Media Tensión, tabla tomada de trabajo: Normalización del uso de equipos de medición para clientes residenciales, comerciales e industriales; análisis técnico y económico, ecuacier.

SISTEMAS DE MEDICIÓN INDIRECTO (MT)								
TCs A EMPLEAR EN LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EN EL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR (CONEXIÓN Y-Y)								
Potencia (KVA)	Tensión (KV)	Corriente (A)		Sistema de Medición		Medidor Forma		Bil (KV)
		A 6,3 KV	A 22KV	A 6,3 KV	A 22KV	A 6,3 KV	A 22KV	
200	6,3 22	18,35	5,25	TC 20 / 5A	TC 10 / 5 A			
250	6,3 22	22,94	6,57	TC 30 / 5A	TC 10 / 5 A			
300	6,3 22	27,53	7,88	TC 30 / 5A	TC 10 / 5 A			125
400	6,3 22	36,70	10,51	TC 40 / 5A	TC 10 / 5 A	3F-4C	3F-4C	A
500	6,3 22	45,88	13,14	TC 50 / 5A	TC 15 / 5 A	Clase 20	Clase 20	150
800	6,3 22		21,02		TC 20 / 5 A	A1R-ALQ+	A1R-ALQ+	
1000	6,3 22		26,27		TC 30 / 5 A	Forma 10A	Forma 10A	
2000	6,3 22		52,55		TC 50 / 5 A			
4000	6,3 22		105,10		TC 100 / 5 A			

Tabla 3.4: Sistemas de Medición Indirecto²

Es importante considerar en los TPs la relación de transformación requerida, clase de precisión (0.5), nivel básico de aislamiento (BIL en kV), potencia que puede soportar en VA, Burden (ANSI pérdidas por consumo propio) 0.5 W entre otras, para un nivel de tensión de 22 kV y en estrella en el lado primario será necesario tres transformadores de 12700/220 V, clase de precisión 0.5, Bill 150 kV, mientras que para sistemas delta en el primario se utilizan dos TPs.

La utilización de los TPs y TCs estará en función de los niveles de tensión, normas establecidas, regulaciones, reglamentos, disposiciones, experiencias, requerimientos de las empresas distribuidoras y del consumidor final.

En la actualidad se están utilizando los transformadores de distribución que tienen incorporados los TCs y TPs, comúnmente se les conoce como Trafomix que no es más que un equipo compacto que se utiliza para realizar la medición, control y protección en media tensión.

Los Trafomix son fabricados de acuerdo a las normas IEC (60044-1 TCs, 60044-2. TPs inductivos, 6044-3 transformadores combinados, 60296 aceites, aislantes para transformadores e interruptores) y la norma ANSI (C57.13 requerimientos para transformadores de instrumentos).

²Sistemas de Medición Indirecto, tabla tomada de trabajo: Normalización del uso de equipos de medición para clientes residenciales, comerciales e industriales; análisis técnico y económico, ecuacier.



Para realizar esta función el Trafomix incorpora en uno los transformadores de tensión y corriente requeridos, los cuales se interconectan internamente entre sí de acuerdo al esquema requerido por lo general delta abierto, estrella o monofásico, en la siguiente tabla se tiene algunas especificaciones técnicas:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA TIPO TRAFOMIX DE 3 ELEMENTOS					
Elementos de Corriente			Elementos de Tensión		
	Para 13.8 kV	Para 22 kV		Para 13.8 kV	Para 22 kV
Primario (A)	10 - 20 Conmutable	10	Primario (kV)	$13.8/\sqrt{3}$ (P1 - P2)	$22/\sqrt{3}$ (P1 - P2)
Secundario (A)	5 (S1 - S2)	5 (S1 - S2)	Secundario (V)	$120/\sqrt{3}$ (S1 - S2)	$110/\sqrt{3}$ (S1 - S2)
Potencia (VA)	15 a 25 o mayor	15 a 25	Potencia (VA)	25 a 50 o mayor	25 a 50 o mayor
Clase de precisión	0.5 o mejor	0.5 o menor	Clase de precisión	0.5 o mejor	0.5 o menor
Frecuencia (Hz)	60	60	Frecuencia (Hz)	60	60
Sobrecarga (%) I n	120	120	Factor tensión	1.2 U n / 30"	1.2 U n / 30"
Intensidad térmica	2 kA / 1"	2 kA / 1"	Conexión	Y-yn0	Y-yn0
Intensidad dinámica	5 kA	5 kA	Tensión aislamiento	15 kV	22 kV o mayor
Tensión aislamiento	15 kV	22 kV o mayor	B.I.L. (kV)	125	150
B.I.L. (kV)	125 o mayor	150			

Tabla 3.5: Características técnicas de los Trafomix.

3.2.3 MEDICIÓN EN ALTA TENSIÓN

La medición de energía eléctrica se la realiza con un contador indirecto y la instalación de TCs y TPs en el lado primario del transformador para el registro de MWh, Mvarh y MW aclarando que la facturación se la realiza en kWh por dólares.

Estos equipos de medición están instalados en los nodos de entrada de las subestaciones a un nivel de tensión superior a 40 kV, la clase de precisión que generalmente se utiliza es mínimo 0.2 con una corriente máxima de 20 A, las características principales de estos contadores de energía son:

- Medición por fase en los cuatro cuadrantes de Vatios-hora, varh, voltios-hora, y amperios-hora.
- Multitarifa.
- Puertos de comunicación RS232, puerto óptico, módem interno.
- Monitoreo de ángulos de fase.
- Chequeo ausencia de corriente y voltaje en las fases.



- Cálculos de la compensación de pérdidas ocasionado por el transformador y por la línea.
- Comunicación remota a través de módem interno vía teléfono.
- Comunicación remota a través de puerto externo RS232.
- Comunicación IP, interfaz de red Ethernet BT 10/100 que permita el acceso remoto al equipo para configuraciones y extracción de datos.
- Comparación fase por fase de voltaje y corriente.
- Monitoreo de calidad de energía.
- Puertos interface SCADA RS232.
- Conectividad en tiempo real a través de Internet.

3.3 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

En lo referente a Contadores de Energía Eléctrica y Transformadores de Medida se tiene como referencia las normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización y Metrología (INEN), Comisión Electrotecnia Internacional (IEC) y por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI).

3.3.1 INEN 279. CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE INDUCCIÓN MONOFÁSICOS CLASE 2 DEFINICIONES E INEN 280. REQUISITOS.

Lamentablemente el INEN como instituto de normalización del Ecuador sólo dispone de normas para contadores de energía eléctrica de inducción clase 2.0, edición 1977, por lo que es necesario su revisión, implementación, adopción u homologación de normas para contadores electrónicos que están siendo utilizados por las empresas distribuidoras.

La norma INEN 279 establece las definiciones que se utilizan para los contadores de energía de inducción monofásicos, pero no se tiene para contadores polifásicos, en lo que respecta a la INEN 280 especifica las características mínimas exigibles para la aprobación de los contadores monofásicos dos hilos clase 2.0 y da los lineamientos para realizar los ensayos correspondientes.



Debido al avance tecnológico ya no se están utilizando los contadores de energía eléctrica de inducción o electromecánicos por lo cual la citación de la norma se la realiza para conocimiento general.

3.3.2 IEC 62052-11. EQUIPOS DE MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (C.A.). REQUISITOS GENERALES Y CONDICIONES DE ENSAYO. PARTE 11: EQUIPOS DE MEDIDA.

Esta norma especifica los requerimientos generales para realizar el ensayo de contadores de energía eléctrica nuevos con un voltaje menor a 600 V y con frecuencia de 50 ó 60 Hz, los ensayos que se describen en la norma se deben considerar como requisitos mínimos para garantizar el correcto funcionamiento del contador dentro de condiciones normales de trabajo, la norma es aplicable a contadores electrónicos o electromecánicos que registran energía activa.

Esta norma también es aplicable para contadores que disponen de elementos de medida para varios tipos de energía (kW, kvarh, kW) o incorporan elementos como tarifadores electrónicos, interruptores horarios, receptores de telemando, interfaces de comunicación de datos entre otros.

La norma hace referencia en forma general a la terminología, valores eléctricos normales, requisitos mecánicos y ensayos, condiciones climáticas, requisitos eléctricos y ensayos tipo.

3.3.3 IEC 62053-11 EQUIPOS DE MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (C.A.) REQUISITOS PARTICULARES PARTE 11: CONTADOR ELECTROMECAÁNICO DE ENERGÍA ACTIVA CLASES 0.5, 1.0 Y 2.0.

Esta norma es aplicable a los contadores electromecánicos nuevos que registran energía activa, la norma hace referencia en forma puntual a los valores eléctricos normales, requisitos mecánicos, condiciones climáticas, requisitos eléctricos, requisitos metrológicos y ajuste.

La mayoría de las empresas distribuidoras del país dejaron de utilizar los contadores electromecánicos clase de precisión 2.0 a mediados del 2006, cabe indicar que para los clientes industriales o comerciales con consumos importantes la medición con contadores electrónicos con LCD se inició a fines del año 1994 debido a los altos costos de los equipos no fue posible masificar su utilización.

A fines del año 2004 se empezó a realizar las pruebas a contadores electrónicos con registrador ciclométrico y con LCD para su uso en forma masiva determinándose algunas ventajas como su menor consumo propio, no requiere de mantenimiento, no necesita de ajustes en calibración, menores dimensiones, menor peso, mejor clase de precisión, menor costo, entre otros.

3.3.4 IEC 62053-21. EQUIPOS DE MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (C.A.). REQUISITOS PARTICULARES. PARTE 21: CONTADORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA ACTIVA (CLASES 1.0 Y 2.0)

Esta norma es aplicable a los contadores estáticos nuevos que registran energía activa, se hace referencia en forma particular a los valores eléctricos normales, requisitos mecánicos, condiciones climáticas, requisitos eléctricos y requisitos metrológicos.

Entre los requisitos generales para contadores electrónicos de energía eléctrica con registrador ciclométrico clase 1.0 que solicitan las diferentes distribuidoras se tiene:

Material:

- Base y tapa cubrebornos de policarbonato.
- Tapa Principal o cubierta de policarbonato transparente.
- Tambor del registrador ciclométrico de policarbonato negro con eje metálico.
- Placa de datos aleación de aluminio.



Norma de fabricación:

- Norma de fabricación y ensayos IEC 62052-11, IEC 62053-21, IEC 61036.

Propiedades generales:

- Marca, modelo.
- Año de fabricación no menor a 1 año de la compra.
- Procedencia.
- Número de fases (de acuerdo a requerimiento).
- Número de hilos (de acuerdo a requerimiento).
- Número de elementos de medición (de acuerdo a requerimiento).
- Ensamblaje tipo bornera o socket.
- Tarifa simple.

Propiedades eléctricas:

- Tensión nominal (de acuerdo a requerimiento).
- Frecuencia nominal 60 Hz.
- Corriente nominal 10 A o menor.
- Corriente máxima 60 A o 100 A.
- Corriente de arranque 40 mA o menor.
- Magnitud a medir energía activa (kWh).
- Indicador de lectura registrador tipo ciclométrico.
- Conexión directa.
- Consumo propio por cada elemento de tensión Máximo 1.0 W.
- Consumo propio por cada elemento de corriente incluido motor del registrador Máximo 0.5 VA.



Resistencia a la intemperie de la base, cubierta o tapa principal, tapa cubrebornes y tambores del sistema ciclométrico:

- Grado de protección $\geq$ IP 54.
- Resistencia rayos UV720 h (ASTM G 53).

Detalles constructivos:

- Tapa principal y cubrebornes con dispositivos independientes para colocar sellos de seguridad.
- Indicador de ausencia de fase.
- LED emulador de generación de impulsos que permitirá su calibración.
- Diagrama de conexión impresa en placa de datos.
- Bornes con doble tornillo de sujeción para conductor.
- Número de medidor visual y en código de barras.

Registrador:

- Tipo ciclométrico.
- Número de dígitos 5 enteros + 1 decimal.

Certificaciones

- Certificado de cumplimiento de normas de fabricación.
- Vida útil garantizada por el proveedor mínima 15 años.
- Tiempo de garantía técnica mínima 2 años.

Para contadores electrónicos con LCD clase Precisión 1.0 y tomando en cuenta los requerimientos que sean aplicables para este tipo de contadores descritos anteriormente se deberán adicionar lo siguiente:



Norma de fabricación:

- Puerto óptico ANSI C 12.18 - ANSI C 12.19.

Propiedades generales:

- Multitarifa, mínimo 4.

Propiedades eléctricas:

- Magnitudes a medir energía activa, energía reactiva y demanda máxima en cuatro tarifas.

Detalles constructivos:

- Velocidad de transmisión 9600 bps.
- Emulador LED y/o en Display de generación de impulsos para calibración.
- Sistema de archivo memoria no volátil.
- Fuente auxiliar de energía: batería – condensador.
- Indicador de lecturas y datos.
- Pantalla LCD de alta resolución.

3.3.5 IEC 62053-22. EQUIPOS DE MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (C.A.). REQUISITOS PARTICULARES. PARTE 22: CONTADORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA ACTIVA (CLASES 0.2S Y 0.5S)

Esta parte de la norma es aplicable a los contadores estáticos nuevos que registran energía activa clase de precisión 0.2S y 0.5S que tienen conectados transformadores para uso interior dentro de la envolvente, trata en forma particular los siguientes requerimientos: valores eléctricos normales, requisitos mecánicos, condiciones climáticas, requisitos eléctricos y requisitos metrológicos.



Las normas IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22 se pueden aplicar a contadores que registren múltiples energías o que incorporen elementos funcionales dentro de la misma envolvente aplicando también sus normas específicas.

3.3.6 ANSI C12.1-2008. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN ESTADOUNIDENSE PARA CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En esta norma se establecen los requisitos mínimos para el correcto funcionamiento de los contadores de energía activa de corriente alterna, contadores de demanda, registros de demanda, dispositivos de pulso, dispositivos auxiliares, también incluye información sobre temas relacionados como normas de medición recomendados, requisitos de instalación, métodos de prueba y los planes de ensayo.

3.3.7 ANSI C12.20-2002. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN ESTADOUNIDENSE PARA CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA CLASE 0.5 Y 0.2

Esta norma establece los aspectos físicos y criterios de desempeño para contadores clase precisión 0.2 y 0.5, estos requerimientos son aplicables a contadores de electricidad desmontables incluye también a los tipo socket, de existir diferencias entre los requisitos de esta norma con C12.1 y C12.10 los requisitos de esta norma prevalecerán.

Entre los requisitos generales para contadores electrónicos de energía eléctrica activa, reactiva, demanda máxima, perfil de carga y calidad de energía tipo socket que solicitan las diferentes distribuidoras se tiene:

Material:

- Base de policarbonato.
- Tapa principal policarbonato transparente.



Norma de fabricación:

- ANSI C12.1, C12.10, C12.16 y C12.20, puerto óptico ANSI C 12.18 - ANSI C 12.19.

Propiedades generales:

- Marca.
- Modelo.
- Año de fabricación no menor a 1 año de la compra.
- Procedencia.
- Número de fases (de acuerdo a requerimiento).
- Número de hilos (de acuerdo a requerimiento).
- Número de elementos de medición (de acuerdo a requerimiento).
- Multitarifa, mínimo 4.

Propiedades eléctricas:

- Tensión nominal (de acuerdo a requerimiento).
- Frecuencia nominal 60 Hz.
- Corriente nominal (de acuerdo a requerimiento).
- Corriente máxima (de acuerdo a requerimiento).
- Clase de precisión 0.2.
- Magnitudes a medir Energía activa, energía reactiva, demanda máxima en 4 tarifas pico, no pico, factor de potencia, perfil de carga y medición de características de calidad de energía.
- Consumo propio por cada elemento de tensión 1 W.
- Consumo propio por cada elemento de corriente 0.5 VA.
- Velocidad de transmisión de datos 9600 bps.



Resistencia a la intemperie de la base, cubierta o tapa principal, tapa cubrebornes:

- Grado de protección $\geq$ IP 54.
- Resistencia rayos UV 720 h (ASTM G 53).

Detalles constructivos:

- Tapa principal con dispositivos independientes para colocar sellos de seguridad.
- Puerto de comunicación Interfaz de red Ethernet BT 10/100 (IP) que permita el acceso remoto al equipo para configuraciones y lectura de datos.
- Visualizador de generación de impulsos para calibración LED y/o en Display
- Sistema de archivo memoria no volátil.
- Incluir la fuente auxiliar de energía: batería – condensador.
- Pantalla (display o visualizador) cristal líquido (LCD) de alta resolución.
- Base o tipo de ensamble tipo socket.
- Número de medidor visual y en código de barras.

Certificaciones:

- Certificado de cumplimiento de normas de fabricación.
- Vida útil garantizada por el proveedor mínima 15 años.
- Tiempo de garantía técnica mínima 2 años.

3.3.8 IEC 60044-1. TRANSFORMADORES DE MEDIDA. PARTE 1. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Esta parte de la norma se aplica a los transformadores de corriente utilizados para instrumentos de medición y dispositivos de protección eléctrica a frecuencia entre 15 Hz y 100 Hz, la norma está orientada a los transformadores con arrollamientos separados, sin embargo, puede ser aplicable en su caso a autotransformadores.

La norma describe las condiciones de servicios normal y especial, rangos, requisitos de diseño, clasificación de las pruebas, tipos de ensayos, ensayos de rutina, ensayos especiales, marcas, requisitos adicionales de medición de transformadores de corriente, requisitos adicionales para la protección de transformadores de corriente, requisitos adicionales para la clase de protección PR de transformadores de corriente, requisitos adicionales para la clase de protección PX de transformadores de corriente.

Las características principales de los transformadores de corriente vienen dadas por:

- Intensidad Primaria.
- Intensidad Secundaria.
- Voltaje de Aislamiento.
- Voltaje Máximo.
- Frecuencia.
- Potencia (VA).
- Sobrecarga de la In (%).
- Intensidad Térmica.
- Intensidad Dinámica.
- BIL (kV).

3.3.9 IEC 60044-2. TRANSFORMADORES DE MEDIDA. PARTE 2: TRANSFORMADORES INDUCTIVOS DE TENSIÓN

La norma IEC 60044-2 es aplicable a los nuevos transformadores de tensión inductivos para uso con instrumentos de medición eléctrica y los dispositivos de protección eléctrica a frecuencias entre 15 Hz y 100 Hz, de igual forma la norma se refiere básicamente a los transformadores con devanados separados, sin embargo puede ser aplicable en su caso para autotransformadores.



La norma describe las definiciones generales, requisitos, condiciones normales y especiales de servicio, rangos, requerimientos de diseño, clasificación de las pruebas, tipos de pruebas, pruebas de rutina, pruebas especiales, señalización en placa y terminales, requisitos de precisión para transformadores de medida de inducción de una sola fase, requisitos adicionales para transformadores de medida de inducción de una sola fase protegidos.

Para transformadores de medida el INEN no dispone de normas establecidas por tanto es necesaria la implementación opción u homologación de normas ya establecidas.

Las características principales de los transformadores de voltaje vienen dadas por:

- Voltaje Primario.
- Voltaje Secundario.
- Voltaje de Aislamiento.
- Factor de Tensión.
- Frecuencia.
- Potencia (VA).
- Intensidad Secundaria.
- Conexión.
- BIL (kV).

3.4 LEY DEL SISTEMA ECUATORIANO DE LA CALIDAD

Con la aprobación del proyecto de ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad N°- 076 publicada en el suplemento del registro oficial del 22 de Febrero del 2007, se crea el Consejo Nacional de la Calidad (CONCAL), este organismo regulará al INEN, al Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE) y a las entidades e instituciones públicas, que emiten normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad (PEC), algunos objetivos de la ley son:

- Establecer el marco jurídico del sistema ecuatoriano de calidad.
- Regular el funcionamiento del sistema ecuatoriano de calidad, establecer los requisitos y los procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad.
- Garantizar que las normas, reglamentos técnicos y los procedimientos para evaluación de la conformidad se adecuen a los convenios y tratados internacionales de los que el país es signatario.
- Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad.
- Establecer los requisitos y procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos.

3.4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA ECUATORIANO DE LA CALIDAD

El CONCAL es el organismo técnico y rector del sistema ecuatoriano de calidad en los procesos y procedimientos, es responsable de la ejecución de los principios y mecanismos de la calidad y la evaluación de la conformidad, es una entidad de derecho público con personería jurídica, patrimonio y fondos propios con autonomía administrativa, financiera y operativa.

El CONCAL estará integrado por 4 representantes del ejecutivo, 3 delegados de las Cámaras de Industrias, Comercio y Pequeña Industria, un delegado de la Federación de Exportadores y uno de Asociaciones de Consumidores legalmente constituidas.



Fig. 3.1 Integración del CONCAL



Algunos deberes y atribuciones que tiene el CONCAL dentro de sus funciones son:

- Elaborar el Plan Nacional de Calidad.
- Conocer los resultados de la gestión del INEN y OAE e impartir las recomendaciones del caso a los organismos públicos que conforman el Sistema Ecuatoriano de la Calidad (SEC).
- Resolver en última instancia los conflictos que hayan originado acciones u omisiones por parte de las entidades que conforman el SEC.
- Emitir las directrices para los procedimientos de evaluación de la conformidad relacionados con la certificación.
- Imponer sanciones correspondientes por las violaciones a la presente ley en base al informe del INEN o del OAE.
- Designar temporalmente laboratorios, organismos evaluadores de la conformidad siempre que no existan en el país.

3.4.2 INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Es una entidad técnica de derecho público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios con autonomía administrativa, económica, financiera y operativa. El INEN es el organismo responsable de la metrología en el Ecuador, las mediciones estarán fundamentadas en la trazabilidad de los patrones nacionales hacia patrones internacionales del Sistema Internacional, deberá también establecer los métodos de comparación y calibración de patrones de medición a nivel nacional.

Únicamente el INEN otorgará los certificados de contraste y calibración de los elementos de pesar o medir que utilicen los laboratorios acreditados, a su vez estos laboratorios podrán otorgar certificados de contraste y calibración en equipos utilizados con fines comerciales.



Los instrumentos de medición automáticos o manuales que se empleen en los servicios de suministro de energía eléctrica estarán sometidos al control del INEN el cual cuenta con un laboratorio de referencia técnico, por tanto los laboratorios acreditados deberán obligatoriamente mantener la trazabilidad a sus equipos.

El INEN estará integrado por dos representantes del ejecutivo, tres delegados de las Cámaras de Industrias, Comercio y Pequeña Industria, un delegado de la Federación de Exportadores, un representante de las Universidades y Escuelas Politécnicas, uno del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y un representante de las Asociaciones de Consumidores Legalmente Constituidas.

Entre las funciones que cumple el INEN están:

- Cumplir las funciones de organismos técnico nacional competente, en reglamentación, normalización y metrología.
- Formular las propuestas de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad así como las propuestas de las normas y procedimientos metrológicos.
- Previa acreditación, certificación y/o designación, actuar como organismo de evaluación de la conformidad de la competencia a nivel nacional.
- Homologar o adoptar normas internacionales.
- Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios acreditados, industrias y centros de investigación.
- Conservar el patrón nacional de medida.
- Asesorar en los problemas de medición.
- Participar en el intercambio del desarrollo metrológico a nivel nacional e internacional.
- Realizar peritajes, dirimentes y dictaminar sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios.
- Promover y ejecutar la investigación y el desarrollo tecnológico en los diversos campos de la metrología.



3.4.3 ORGANISMO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO

El organismo de acreditación ecuatoriano (OAE) es una entidad técnica de derecho público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios con autonomía administrativa, económica, financiera y operativa.

El OAE estará integrado por el subsecretario de Industrialización del Ministerio de Comercio Exterior, el Director Ejecutivo del CONCAL, dos delegados del ejecutivo, un delegado permanente de las Cámaras de Producción, un representante de los organismos de evaluación de la conformidad, un delegado técnico permanente del sector académico designado por el organismo de acreditación de las universidades y escuelas politécnicas, un representante del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y un delegado de las Asociaciones de Consumidores legalmente constituidas.

Algunas funciones que cumple el OAE son:

- Acreditar de acuerdo a los lineamientos internacionales, la competencia técnica de los organismos que operan en materia de evaluación de conformidad.
- Cumplir las funciones de organismo técnico nacional para acreditación de la evaluación de la conformidad para los propósitos establecidos en las leyes del Ecuador.
- Ejercer la representación internacional en materia de acreditación de evaluación de la conformidad.
- Supervisar a las entidades acreditadas y determinar las condiciones técnicas para el servicio a terceros.
- Promover la acreditación de la evaluación de la conformidad a nivel nacional.



CAPÍTULO 4

ANÁLISIS, DISEÑO, EQUIPAMIENTO Y PROCEDIMIENTOS



4.1 ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA

El laboratorio de metrología es un espacio destinado para la realización de ensayos y/o calibraciones de contadores de energía y transformadores de medida, este laboratorio deberá ser acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Los laboratorios de las empresas distribuidoras no poseen la acreditación para poder emitir un certificado de ensayo y/o calibración de sus equipos de medición de energía eléctrica, por tanto es necesario estar reconocido por el OAE para brindar un servicio de calidad basado en las normas establecidas.

4.1.1 REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN NORMA ISO/IEC 17025

La norma ISO/IEC 17025 es la regulación internacional que indica los parámetros necesarios para que un laboratorio de ensayo y/o calibración pueda ser acreditado, tiene dos secciones definidas, una sección en la cual se establecen los requisitos para que el laboratorio tenga una gestión sólida y en la segunda sección nos indica los requisitos técnicos para la competencia de ensayos y/o calibraciones.

4.1.1.1 REQUISITOS RELATIVOS A LA GESTIÓN

La norma ISO/IEC 17025 sugiere la implementación de acciones para que el laboratorio busque la excelencia en funcionamiento y en resultados, para esto el laboratorio tendrá que documentar todos sus procesos.

El laboratorio deberá ser una entidad con responsabilidad jurídica, establecer, mantener e implementar un sistema de gestión apropiado, el cual debe cubrir el trabajo realizado dentro de sus instalaciones y estar de acuerdo al alcance de sus actividades.

El laboratorio tendrá que documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones, contar con un manual de calidad, un sistema de control de documentos, un espacio para servicio al cliente, sistema de recepción de quejas, acciones correctivas y preventivas, auditorías internas y verificación del cumplimiento de la norma.



Todos estos documentos serán archivados por el laboratorio por un tiempo establecido por los organismos de acreditación, tendrán un sistema para la identificación, división y almacenamiento de cada documento, todos estos registros serán plenamente legibles y almacenados donde no sufran ningún deterioro y sean fácilmente ubicados dentro del laboratorio evitando desorden y pérdida de los mismos.

4.1.1.2 REQUISITOS TÉCNICOS

Con respecto a los requisitos técnicos la norma se base principalmente en el entorno en el cual se realizan las pruebas de ensayo y/o calibración, ya que estos factores pueden alterar los resultados obtenidos por el personal del laboratorio.

La norma sugiere que el personal del laboratorio debe ser competente, estar constantemente capacitado teniendo en cuenta las acciones presentes y futuras que desarrollara el laboratorio, además deberá tener actualizado el perfil de cada uno.

Con respecto a las condiciones ambientales dentro del laboratorio, la norma no precisa el valor de temperatura, humedad y ruido, sino indica que debe ser un ambiente armónico para que estos parámetros no influyan en los resultados obtenidos, nos sugiere revisar las normas de los ensayos y/o calibraciones a realizar para verificar dichos parámetros.

En las instalaciones civiles debe haber una separación eficaz entre áreas vecinas en las que se realicen actividades incompatibles para que no exista contaminación cruzada, hace hincapié en que el orden y la limpieza del laboratorio deberán ser constantes y necesarios durante todos los procesos.

El proceso del ensayo y/o calibración la norma indica que pueden ser normalizados, desarrollados por el mismo laboratorio y no normalizados, estos procesos deben incluir el muestreo y cada uno debe satisfacer las necesidades del cliente.



El laboratorio debe tener los equipos necesarios para el muestreo, transporte y el desarrollo de procesos de ensayo y/o calibración para que los resultados se mantengan dentro de tolerancias permitidas, antes de poner en servicio todos los equipos se deben verificar y calibrar; para cada equipo se deberá establecer programas de mantenimiento periódico que sirva para el sistema de trazabilidad.

Con respecto a la trazabilidad de las mediciones la norma esta referenciada al S.I., el sistema de trazabilidad se da por medio de una cadena ininterrumpida de mediciones, para los ensayos y calibraciones pero que en el caso de las calibraciones la incertidumbre influye mucho más que en los ensayos.

Una parte importante es el procedimiento del muestreo para el desarrollo de ensayos y/o calibraciones, se debe tener un procedimiento establecido en donde todos los factores que pudieran influir en el resultado final tienen que ser controlados durante este proceso.

La manipulación de los ítems de ensayo y/o calibración debe ser controlada permanentemente y tener un procedimiento adecuado para aquello, este proceso debe contemplar el transporte, la manipulación, protección, almacenamiento, conservación y disposición final, todo esto es para proteger la integridad del ítem.

El laboratorio deberá garantizar que sus resultados sean valederos, esto se logra mediante un procedimiento de control de calidad, los resultados obtenidos se deben archivar para que en el futuro se puedan detectar tendencias y analizar datos para sacar conclusiones del proceso realizado a los equipos.

Por último, la norma establece que los resultados se deben entregar en un informe detallado de forma clara, exacta, no ambigua y objetiva en un certificado de ensayo y/o calibración, en el cual constara el nombre del laboratorio, del cliente, fechas de realización de las pruebas, una identificación única del documento, una breve descripción del procedimiento de las pruebas, resultados obtenidos, para certificados de calibración este constara de la incertidumbre obtenida y firmas del personal autorizado.



4.2 DISEÑO DE UN LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA

4.2.1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL LABORATORIO

Los diseños arquitectónicos de un laboratorio de metrología no están normalizados sino que dependen del espacio, de los equipos a instalarse, de los procesos establecidos y del número de personas que van a trabajar en el desarrollo de ensayos y/o calibraciones.

El espacio físico para desarrollar los procesos de ensayos y/o calibraciones debe ser suficiente para que se puedan realizar cualquier actividad considerando que se requiere de un espacio mínimo aproximado de 3m^2 por persona y que cada actividad deberá estar aislada para que los resultados no se vean afectados por la contaminación cruzada.

4.2.1.1 ÁREA ADMINISTRATIVA

El diseño arquitectónico para las instalaciones del laboratorio de metrología no se limitará a los laboratorios en sí, como indica la norma, el laboratorio deberá contar con un sistema de gestión para esto los departamentos administrativos deberán contar con un espacio para desarrollar las diferentes actividades de este sistema y asegurar el buen funcionamiento del laboratorio por lo que se contará además con las siguientes áreas:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Secretaría General.
- Sala de Juntas y Capacitación.
- Cafetería.



4.2.1.2 ÁREA PARA ENTREGA Y RECEPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

Esta área estará destinada para la entrega y recepción de los equipos de medición, dependerá básicamente del volumen de los equipos de medición y de la cantidad de personas que laborarán, tendrá una iluminación mínima de 200lux, una alimentación eléctrica de 127/220V, un sistema contra incendios con detector de humo, el piso debe ser para alto tráfico con acceso a montacargas y/o una hidráulica para pallet.

4.2.1.3 BODEGA DE ALMACENAMIENTO PARA CONTADORES DE ENERGÍA

Esta bodega estará destinada para el almacenamiento de contadores de energía, el espacio físico dependerá básicamente del volumen de los equipos de medición y de las personas que laborarán, deberá tener una iluminación de 200lux, alimentación eléctrica de 127/220V, la temperatura entre 15°C y 25°C, un sistema contra incendios con detector de humo y el piso debe ser para alto tráfico.

4.2.1.4 BODEGA DE ALMACENAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Esta bodega estará destinada para el almacenamiento de transformadores de medida, el espacio físico dependerá básicamente del volumen de los equipos de medición y de las personas que laborarán, tendrá una iluminación de 200lux, alimentación eléctrica de 127/220V, una temperatura entre 15°C y 25°C, deberá contar con un sistema contra incendios y el piso debe ser para alto tráfico con acceso para una hidráulica.

4.2.2 LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA CONTADORES DE ENERGÍA

El laboratorio de metrología para contadores de energía eléctrica deberá cumplir con los requisitos técnicos y de gestión según la norma ISO/IEC 17025, dentro del laboratorio se desarrollarán pruebas puntuales y trabajarán el (los) metrologo principal y el (los) metrologo auxiliar que estarán capacitados para el proceso del ensayo y/o calibración.



4.2.2.1 ILUMINACIÓN

El laboratorio de metrología debe tener una perfecta iluminación, requerimiento que está normalizado con magnitudes entre 500 y 1000 lux en la superficie de trabajo, es recomendable tener una iluminación de 750 lux preferentemente de luz blanca.

4.2.2.2 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

El área de metrología debe tener un sistema eléctrico estable que permita que los equipos estén siempre alimentados con energía eléctrica, este sistema se logra con equipos UPS (Uninterruptible Power Supply) que son independientes de la red de alimentación eléctrica normal.

El UPS será trifásico con voltajes de salida de 127/220V, la potencia estará definida por la carga del laboratorio en kVA, estará alimentado directamente desde la red principal, las redes deberán estar plenamente identificadas como red normal y red de UPS ya que no todos los equipos se pueden conectar al equipo.

4.2.2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra no es más que la conexión de un conductor eléctrico enterrado en el suelo con la red principal, esto con la finalidad de dispersar corrientes eléctricas y captar el potencial de referencia cero, este proceso se realiza principalmente para protección del personal y de los equipos conectados a dicha red, se considera un buen sistema de puesta a tierra si los valores máximos de resistencia están entre 3 y 5Ω .

4.2.2.4 CONDICIONES AMBIENTALES DENTRO DEL LABORATORIO

Las condiciones ambientales dentro de un laboratorio de metrología deberán ser las adecuadas, con parámetros que permitan desarrollar los procesos sin alterar los resultados obtenidos, estos parámetros serán controlados por el laboratorio asegurándose de mantenerlos constantes durante los ensayos y/o calibraciones.



4.2.2.4.1 TEMPERATURA

La temperatura dentro del laboratorio de metrología debe mantenerse a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, este parámetro permitirá desarrollar normalmente los procesos del laboratorio.

4.2.2.4.2 HUMEDAD

La humedad dentro del laboratorio debe ser la menor posible ya que los equipos tienden a oxidarse, para que el laboratorio cumpla con las normativas la humedad no puede ser menor al 50% ni mayor al 75%, en caso de no estar dentro de este rango todos los resultados obtenidos durante los procesos se verán alterados.

4.2.2.4.3 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica está normalizada y puede ser ligeramente superior a 25Pa, con esto se evita la entrada de aire sucio a las diferentes zonas al abrir las puertas de acceso ya sea durante las pruebas o cuando no se estén desarrollando estos procesos.

4.2.2.4.4 RUIDOS

Aunque en el laboratorio de metrología eléctrica no van a existir ruidos fuertes este es un parámetro importante para la armonización del trabajo y del personal, el nivel máximo de ruido será de 45dB.

4.2.2.5 ENSAYOS Y/O CALIBRACIONES DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA CONTADORES DE ENERGÍA

Las pruebas para el laboratorio metrológico de contadores de energía según norma IEC 62052-11 se establecen por un orden específico en el cual se tiene las siguientes pruebas a desarrollarse:



1. Ensayos de Propiedades de Aislamiento.
 - 1.1 Ensayo a la Tensión de Impulso.
 - 1.2 Ensayo con Tensión Alterna.
2. Ensayos de Precisión.
 - 2.1 Comprobación de la constante del Contador.
 - 2.2 Ensayo de Arranque.
 - 2.3 Ensayo de Marcha en Vacío.
 - 2.4 Ensayo de la Magnitud de Influencia.
3. Ensayos de los Requisitos Eléctricos.
 - 3.1 Ensayo del Consumo.
 - 3.2 Ensayo de la Influencia de la Tensión de Alimentación.
 - 3.3 Ensayo de la Influencia de las sobre intensidades de corta duración.
 - 3.4 Ensayo de la Influencia del Calentamiento Propio.

4.2.3 LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA TRANSFORMADORES DE MEDIDA

El laboratorio de metrología para transformadores de medida deberá cumplir con los requisitos técnicos y de gestión según la norma ISO/IEC 17025, este espacio en su parte física es muy parecido al laboratorio metrológico de contadores pero deberá contar con una separación mínima de 2.5m entre áreas.

Las condiciones de trabajo del laboratorio de metrología para transformadores de medida deberán ser las mismas que las descritas anteriormente para el laboratorio de metrología de contadores de energía en lo referente a:

- Iluminación.
- Alimentación eléctrica.
- Sistema de puesta a tierra.
- Condiciones ambientales.



4.2.3.1 ENSAYOS Y/O CALIBRACIONES DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Dentro del laboratorio de transformadores de medida se desarrollarán las siguientes pruebas según normas IEC 60044-1 e IEC 60044-2 para transformadores de corriente y de voltaje respectivamente:

- Verificación de la polaridad y de las marcas de conexiones.
- Prueba de soporte de tensión en el devanado primario.
- Prueba de soporte de tensión en los devanados secundarios.

4.3 EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA EL ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

El laboratorio de metrología deberá estar plenamente equipado para poder realizar el ensayo y/o calibración tanto de contadores de energía como a transformadores de medida manteniendo las condiciones establecidas en las normas ISO/IEC 17025, IEC y ANSI respectivamente.

4.3.1 EQUIPOS PARA EL LABORATORIO METROLÓGICO DE CONTADORES DE ENERGÍA

4.3.1.1 SISTEMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIDA

El UPS mantiene los valores de voltaje, corriente y frecuencia estable debido a que su estructura interna le permite sortear armónicos, ruidos eléctricos, variaciones de los valores nominales de la red, además brinda soporte al momento de un corte de energía sin que la alimentación en los equipos se vea afectada.



4.3.1.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En condiciones normales de funcionamiento el UPS se alimenta con energía de la red que se canaliza a través del convertidor de energía de entrada (CA a CC), alimentando al cargador de baterías interno, luego se purifica la señal y pasa a otro convertidor de salida (CC a CA) alimentando a la carga, existen filtros al inicio y al final del proceso lo que permite obtener energía estable a la salida.

Cuando falla el servicio de la red entran en funcionamiento automáticamente las baterías del UPS, la energía de estas baterías pasa a través del convertidor de salida (CC a CA) garantizando la alimentación de los equipos, este cambio no se percibe en la carga ya que se lo realiza en micro segundos, este proceso no solo se realiza cuando hay un corte de energía, sino que también, cuando en la red existen variaciones en los valores de entrada admitidos por el equipo, cuando se restablecen los parámetros o la energía de la red el UPS pasa a funcionamiento normal.

4.3.1.1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El UPS debe cumplir con los siguientes requerimientos técnicos:

- Potencia de salida (de acuerdo a la carga eléctrica del laboratorio).
- Alimentación trifásica de 220V CA.
- Frecuencia de entrada 60Hz.
- Tensión de salida 127/220V CA.
- Frecuencia de salida 50 ó 60Hz (50Hz seleccionable en el panel frontal).
- Eficacia del sistema (carga total) de 88%.
- Factor de potencia 0.9.
- Forma de onda de salida sinusoidal pura.
- Tiempo de respaldo a plena carga de 8min.
- 20 baterías secas de 12 V– 12Ah, libres de mantenimiento.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.



4.3.1.2 BANCO DE CALIBRACIÓN PARA CONTADORES DE ENERGÍA

Dentro de la gama de contadores existen diferentes equipos con características específicas, en el mercado existe los contadores tipos bornera y los de tipo socket por lo que dentro del laboratorio se deberá tener los equipos adecuados y necesarios para poder realizar las pruebas a los dos tipos de contadores, también se puede contar independientemente con un equipo patrón de muy buenas características y alta precisión o los generadores de señales o cargas fantasmas, la conveniencia de uno u otro equipo estará dada en función de las necesidades de cada laboratorio.

4.3.1.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Generalmente un banco de calibración está conformado por una fuente de poder programable, medidor patrón, calculador de error y un posicionador de contadores de prueba, la fuente de poder es utilizada para generar la señal de voltaje, corriente y frecuencia, estas amplitudes pueden ser ajustadas al estatus de salida del contador a prueba, el calculador de error de energía de salida calcula el error tanto del medidor patrón como del medidor de prueba.

El medidor patrón supervisa el impulso de energía estándar para la prueba y al mismo tiempo muestra los valores de voltaje, corriente, potencia activa, reactiva, aparente, el factor de potencia, la frecuencia, supervisando el estado de salida de la fuente de poder.

Cada banco viene incluido con un software de control para todo el proceso, este es primordial para la calibración, el programa indica en detalle los pasos de la prueba, se puede verificar los resultados e imprimirlos al final.

4.3.1.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Los requisitos mínimos para el banco de calibración son:



- Alimentación de 127/220V CA.
- Corriente de salida trifásica de 0 a 120A con una resolución de 0.01A o mejor.
- Voltaje de salida trifásico con centro estrella de 0 a 600 V y resolución de 0.1 V o mejor.
- Fase programable de 0° a 360° para cada canal de corriente y voltaje con una resolución de 0.1°.
- Ambiente de trabajo de 0°C a 45°C de temperatura.
- Ambiente de trabajo de 5% a 90% de humedad.
- Sistema de protección contra sobre temperatura, sobre corriente, distorsión armónica y contra corto circuito.
- Puerto USB, RS232.
- La clase de precisión dependerá de las necesidades del laboratorio de metrología.
- Deberá contar con trazabilidad otorgada por un laboratorio acreditado.

4.3.1.3 EQUIPO PARA ENSAYO DE AISLAMIENTO PARA CONTADORES DE ENERGÍA

El megger es el equipo que se utiliza para medir el aislamiento eléctrico en los contadores de energía.

4.3.1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El megger aplica un voltaje entre devanados, esto con el fin de evaluar el estado de su aislamiento, tiene 3 cables, uno rojo que se conecta al primer devanado, un negro para la carcasa, aislante y el verde para tierra, este equipo es un generador de corriente continua, su funcionamiento se base en la Ley de Ohm ya que al conectar un devanado a C.C. se induce una corriente obteniendo valores de resistencia que llegan a valores de los Tera ohmios ($T\Omega$).

4.3.1.3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El megger debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos técnicos:



- Alimentación 127/220V CA.
- Alimentación de la red eléctrica y también de baterías.
- Voltaje de Salida de 5 kV para contadores de energía.
- Rango de resistencia 10k Ω a 35T Ω .
- Pasos de voltaje de salida de 10 V entre 50 V y 1kV, de 25 V entre 1kV y 5kV.
- Corriente de cortocircuito de 3mA.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.
- Memoria Interna.
- Puerto USB, RS232.
- Pruebas automáticas de IR, PI, DAR, SV y DD.
- Equipo aprobado con norma IEEE 43-2000.
- Protección de ingreso IP65.

4.3.1.4 PATRÓN DE VERIFICACIÓN TRIFÁSICO

El patrón de verificación trifásico es utilizado para el ensayo de contadores de energía monofásicos, trifásicos y transformadores de medida, estos equipos pueden ser móviles para ensayos in situ o estáticos para ensayos dentro del laboratorio.

4.3.1.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El patrón de verificación tiene la función de ensayos para contadores de salidas de pulsos para energía activa, reactiva y aparente, realiza la medición de voltaje, corriente, factor de potencia, potencia activa, reactiva y aparente.

Este equipo se utilizará principalmente para realizar las pruebas de pérdidas de los contadores de energía en medición directa para equipos monofásicos y trifásicos, además, realiza el análisis de armónicos y el ensayo de la relación de transformación de transformadores de medida.



4.3.1.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas del patrón de verificación trifásico son:

- Alimentación de 127V CA.
- Alimentación a Baterías.
- Consumo de potencia de 25VA.
- Temperatura de operación de 15°C a 30°C.
- Clase de precisión 0.1.
- Tres entradas de tensión.
- Cuatro entradas de corriente.
- Rango de tensión entre 25V y 600V.
- Rango de tensión de carga de 100mV a 5V.
- Pinzas de corriente de 10A, 100A y 1000A respectivamente.
- Comunicación USB y Ethernet.
- Duración de las baterías de 15min.
- Según Norma IEC 61000-4.
- Software de aplicación.

En el equipo patrón de verificación trifásico viene incluido con un analizador de calidad de redes que se utiliza para encontrar averías en la línea, tiene funciones específicas para localizar huecos, sobretensiones, interrupciones, inter armónicos, armónicos y captura de transitorios $\geq 200\mu s$, tiene las siguientes especificaciones técnicas:

- Clase de precisión 0.1.
- Armónicos de tensión y corriente 2 – 63.
- Inter Armónicos tensión y corriente 2 – 63.
- Flicker hasta 40Hz.
- Transitorios $\geq 200\mu s$ (10kHz).
- Según Norma IEC 61000-4.



4.3.1.5 LUXÓMETRO

El luxómetro es el equipo con el cual se puede medir la luminosidad dentro de una habitación, puesto de trabajo, etc., la iluminación por lo general se mide en lúmenes o en candelas por metro cuadrado.

4.3.1.5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del luxómetro se basa en una celda o célula fotovoltaica que recibe una cierta cantidad de luz, la cual transforma en energía eléctrica analógica, esta señal dependiendo del equipo va a mostrarse como el desplazamiento de una aguja, el encendido de un diodo o mostrando una cifra.

Todos estos equipos tienen un filtro de corrección de espectro el que permite corregir errores de medición evitando que las diferencias de espectro falseen las medidas, el luxómetro tiene varias escalas para acoplarse a las diferentes luminosidades.

4.3.1.5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El luxómetro debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos técnicos:

- Alimentación a baterías.
- Rango de medición de 0 a 50000 lux.
- Resolución 0.1 lux / 1 lux.
- Precisión de lectura $\pm 3\%$.
- Condiciones ambientales de 0°C a 50°C.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.
- Cumpla con las normativas IEC-1010-1, EN 61061-1.
- Tipo de protección IP 54.
- Memoria de 16000 valores.
- Velocidad de medición de 1.5 por segundo (Actualización de pantalla).
- Indicación de alarmas (batería baja, sobrecarga, etc.).



4.3.1.6 CLIMATIZADOR

Un sistema de climatización dentro de un laboratorio es utilizado para proporcionar un ambiente confortable manteniendo el control de la humedad, temperatura, la limpieza y distribución de aire además del nivel acústico, para tener controlado todos estos parámetros es necesario una zonificación del laboratorio ya que cada área no tiene los mismos criterios de climatización.

Para el cálculo del climatizador es necesario tener en cuenta ciertos parámetros como la superficie, el color de las paredes, el techo, la temperatura ambiente exterior promedio y la potencia eléctrica dentro del laboratorio, todo esto influye para un buen sistema.

4.3.1.6.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El tipo de climatizador multi-split es un sistema de varias unidades interiores con una sola unidad exterior, lo que permite climatizar varias aéreas independientes, para una mejor compresión se tiene el sistema Split que está compuesto por el panel interior que contiene el filtro de aire, la serpentina evaporadora, un ventilador de baja velocidad y el panel de control, mientras que la unidad exterior comprende la unidad condensadora, ambas unidades están conectadas por dos tubos de cobre.

Por las tuberías circula el gas llamado freón que genera frío a baja presión, el freón se comprime y sale a gran presión y temperatura del cilindro, pasa a través de un condensador en donde el gas es enfriado y licuado, pasa por una válvula donde el líquido se expande perdiendo presión y temperatura que posteriormente se gasifica en el evaporador donde las moléculas de gas intercambian su temperatura con el tubo de calor, el gas se enfría y pasa por el filtro que está enfriando la habitación.

4.3.1.6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El sistema deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos técnicos:



- Alimentación 127/220 V CA.
- Capacidad para frío y calor (de acuerdo a las condiciones del laboratorio).
- Potencia eléctrica en frío y calor (de acuerdo a las condiciones del laboratorio).
- Nivel de ruido interior alto de 44 dB y bajo de 38 dB.
- Nivel de ruido exterior máximo de 57 dB.
- EER rendimiento de 2.3 kCal/hW.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.
- Control remoto.
- Deflector de aire de 4 vías.
- Dirección de flujo de aire.
- Deshumidificación saludable.
- Control de descongelamiento.

4.3.1.7 EQUIPO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA

La temperatura dentro del laboratorio es importante ya que su variación puede alterar los resultados obtenidos, para la medición de la temperatura se utiliza un termómetro digital.

4.3.1.7.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento del termómetro láser se basa en el estudio del espectro electromagnético, la radiación infrarroja es parte de la luz solar y puede descomponerse en un prisma, esta radiación posee energía por lo que todo cuerpo con cierta temperatura irradia energía.

El equipo se debe apuntar perpendicularmente al objeto a medir, para realizar una buena lectura, el objeto de medición debe ser mayor que el punto de medición, cuanto más pequeños sea el objeto más corta es la distancia para la medición, hay que tener en cuenta que la superficie en donde se realiza la medición sufre una modificación de acuerdo a la distancia que es tomada la lectura.



4.3.1.7.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Un equipo adecuado debe cumplir con las siguientes características mínimas:

- Alimentación a base de baterías.
- Margen de temperaturas 0°C a 300°C.
- Resolución de 0.1°C.
- Temperatura Ambiente de 0°C a 50°C.
- Margen espectral de 8 a 14 μm .
- Error adicional entre $< 0.05k/k$ ó $< 0.05\%k$.
- Precisión de $\pm 0.75\%$ del valor medido.
- Resolución óptica de 60:1 (19 mm punto de medición con 1.15 m).
- Tiempo de respuesta a lecturas 250 ms.
- Identificación de eventos breves de 85 ms.
- Reproducibilidad de $\pm 0.5\%$ del valor medido ó de $\pm 1^\circ\text{C}$, rige el mayor valor.

4.3.1.8 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE HUMEDAD RELATIVA

Para la región sierra la humedad no es un limitante para realizar las pruebas aunque se deberá mantener esta magnitud constante para que las pruebas sean consideradas valederas, el equipo que mide la humedad relativa es el higrómetro.

4.3.1.8.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del higrómetro se basa en una sonda que tiene una capacitancia de humedad con un dieléctrico plástico con una constante dieléctrica fija entre 2 y 15, lo que hace la humedad es dilatar este dieléctrico y censar la variación.

Al dilatarse el dieléctrico varía la geometría del capacitor y por ende la reducción de su capacitancia, estas variaciones causan un cambio de frecuencia en los componentes del equipo que resulta en una modulación de frecuencia que está en función de la humedad relativa, estas frecuencias se convierten en señales de voltaje que mediante convertidores se visualizan en la pantalla del equipo.



4.3.1.8.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El higrómetro debe cumplir con las siguientes especificaciones mínimas técnicas:

- Alimentación a base de baterías.
- Rango de humedad relativa 5 a 95% HR.
- Exactitud de $\pm 2.5\%$ HR.
- Resolución de 0.1% RH.
- Tiempo máximo de respuesta a la medición de 60 seg.
- El Tipo de sensor debe ser una película polimérica de capacitancia electrónica.
- Condiciones ambientales de 0°C a 50°C.
- Memoria de 99 puntos de datos.

4.3.1.9 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE NIVEL DE RUIDO

El equipo para medir el nivel de ruidos es conocido como sonómetro; es el instrumento que sirve para medir los niveles de presión sonora que dependen de la amplitud y, por tanto, de la intensidad acústica, su percepción y sonoridad, en resumen el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado, trabaja con el decibelio (dB) que es la unidad para la presión sonora.

4.3.1.9.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El sonómetro tiene los siguientes componentes: un micrófono que convierte las variaciones de presión de las ondas sonoras en una tensión eléctrica proporcional a la presión sonora, es el componente principal del sonómetro ya que condiciona el funcionamiento del equipo, tiene un amplificador el cual amplifica la señal del micrófono lo suficiente como para medir todos los niveles de la presión sonora.



Los filtros de frecuencia son componente importantes del sonómetro ya que cuya respuesta simula la respuesta auditiva humana, compensa la diferencia de sensibilidad del oído humano para las diferentes frecuencias de sonido, el detector de señal es el encargado de obtener el valor de la señal proporcional al valor medio cuadrático, el indicador que después de que la señal ha sido amplificada, modificada y promediada en el tiempo indica el valor de la presión sonora en dB.

4.3.1.9.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El sonómetro debe cumplir los siguientes requerimientos técnicos mínimos:

- Alimentación a baterías.
- Sonómetro Digital.
- Pantalla LCD 5 dígitos.
- Resolución: 0.1 dB.
- Ponderación: dB A y dB C.
- Respuesta: Rápida y Lenta.
- Rango de Medición: 30 a 130 dB A.
- Funciones: SPL y LMAX.
- Memoria de 4GB para almacenar las mediciones.
- Cumplir con las normas: IEC 60651, IEC 60804, IEC 61672.
- Clase de Precisión 2.0.

4.3.2 EQUIPOS PARA EL LABORATORIO METROLÓGICO DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA

4.3.2.1 EQUIPO PARA MEDIR LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Dentro del laboratorio de metrología una de las pruebas que sea realizará a los transformadores de medida es el de relación de transformación, esta prueba permite verificar que los TCs y TPs cumplan con los parámetros de precisión.



4.3.2.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento del TTR se basa en aplicar un determinado voltaje al transformador en vacío, el equipo con su circuitería interna ve la relación de tensión entre los devanados obteniendo así la relación de transformación, el voltaje aplicado es de corriente alterna y dependiendo de los equipos se puede dar la tensión nominal.

Los equipos TTR además de tener la función de medir la relación de transformación tienen pruebas adicionales que se realizan a los transformadores de medida, la prueba de corriente de excitación y la polaridad de los devanados.

4.3.2.1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El TTR debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas mínimas:

- Alimentación en base a baterías y red eléctrica 127/220 V CA.
- Rango de razón de 0.8000 a 15000:1 (auto rango).
- Exactitud con razón ≤ 10 a 1: $\pm 2\%$ de lectura.
- Exactitud con razón ≤ 10 a 1000 a 1: $\pm 0.1\%$ de lectura.
- Exactitud con razón ≤ 1000 a 1: $\pm 0.2\%$ de lectura.
- Señal de excitación para TP de 44 Vrms máximo.
- Señal de excitación para TC de 0 a 1 A en auto nivel, 0.1 a 5 Vrms.
- Display de corriente de excitación con rango de 0 a 1000 mA con exactitud de $\pm 2\%$ de lectura y ± 2 mA.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.
- Cumpla con las normativas ANSI/IEEE C57.12.90.
- Mensajes de fallo (Conexión incorrecta, inversión H/X, corto, batería baja, etc.).
- Condiciones ambientales de 0°C a 50°C.
- Interfaz paralela y serial (RS232).
- Memoria interna de 100 registros de prueba.
- Mediciones mostradas en el equipo de la relación de transformación, corriente de excitación RMS y polaridad de los devanados.



4.3.2.2 EQUIPO PARA MEDIR LA RIGIDEZ DIELECTRICA

Los transformadores de medida en la mayoría de los casos tienen aislamiento seco, pero también vienen sumergidos en aceite, a estos equipos se comprueba el estado del aislamiento con un equipo para medir la rigidez dieléctrica que es llamado chispometro.

4.3.2.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento del chispometro se base en la aplicación de voltaje con un regulador hasta que se ionice el aceite del aislamiento, al ionizarse se da la ruptura dieléctrica produciendo una chispa, la medida de voltaje se visualiza en el chispometro, este procedimiento es sencillo pero bastante útil para verificar el estado del aislante.

4.3.2.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas del chispometro son:

- Alimentación en base de baterías y red eléctrica 127/220 V CA.
- Tensión de ensayo de 100 kV eficaz.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.
- Interfaz serie (RS232).
- Condiciones ambientales de 0°C a 50°C.
- Desconexión de corriente de 1 a 5 mA en menos de 1 ms.
- Alcance de detección de ruptura en líquidos con resistencia de aislamiento $< 30 \text{ M}\Omega$.
- Medida de tensión en valor eficaz con resolución de 0.1 kV con precisión de $\pm 1 \text{ kV}$.



4.3.2.3 EQUIPO PARA ENSAYO DE AISLAMIENTO PARA TRANSFORMADORES DE MEDIDA

El megger es el equipo que se utiliza para medir el aislamiento eléctrico en alta tensión en transformadores de medida, contadores de energía, etc., y en algunos casos para medir la resistencia de conductores antes de realizar conexiones.

4.3.2.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El megger debe cumplir con los siguientes requisitos técnicos mínimos:

- Alimentación 127/220V CA.
- Alimentación de la red eléctrica y también de baterías.
- Voltaje de salida de 10kV para transformadores de medida.
- Rango de resistencia 10k Ω a 35T Ω .
- Pasos de voltaje de salida de 10V entre 50V y 1kV, de 25V entre 1kV y 10kV.
- Corriente de cortocircuito de 3mA.
- Pantalla LCD para visualización con luz de fondo.
- Memoria interna.
- Puerto USB, RS232.
- Pruebas automáticas de IR, PI, DAR, SV y DD.
- Equipo aprobado con norma IEEE 43-2000.
- Protección de ingreso IP65.

Los equipos para el control de las condiciones ambientales dentro del laboratorio de metrología de contadores de energía como el luxómetro, el climatizador, el termómetro digital, el higrómetro y el sonómetro tienen las mismas características para el laboratorio de metrología para transformadores de medida.



4.4 PROCEDIMIENTOS DENTRO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA

Según la norma ISO/IEC 17025 establece que dentro del laboratorio se debe documentar prácticamente todo desde los procedimientos administrativos hasta los procedimientos técnicos, ya que se debe tener respaldo del cumplimiento de los requisitos de esta norma.

4.4.1 PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS DEL LABORATORIO

Al mencionar procedimientos administrativos se refiere a todos aquellos que no tienen relación con los procedimientos específicos para el ensayo y/o calibración de los contadores de energía y de los transformadores de medida, estos procesos son tan importantes como los técnicos para cumplir con la norma ISO/IEC 17025.

4.4.1 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE DOCUMENTOS

DESCRIPCIÓN: Control de Documentos.

Código: PA-LM-CD-01

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para elaborar, modificar, revisar y eliminar los documentos del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todos los departamentos del laboratorio ya que en cada uno de ellos existirá el control de documentos respectivo.

3. DEFINICIONES



Documento: Formulario aprobado y revisado que realiza el laboratorio para manejar información del mismo.

Procedimiento: Documento que describe la secuencia de pasos para llevar a cabo una actividad o un proceso del laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Software certificado.
- Armarios.
- Formularios.

6. MÉTODO

El método es de codificar y archivar los documentos en forma física y digital.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL CONTROL DE DOCUMENTOS

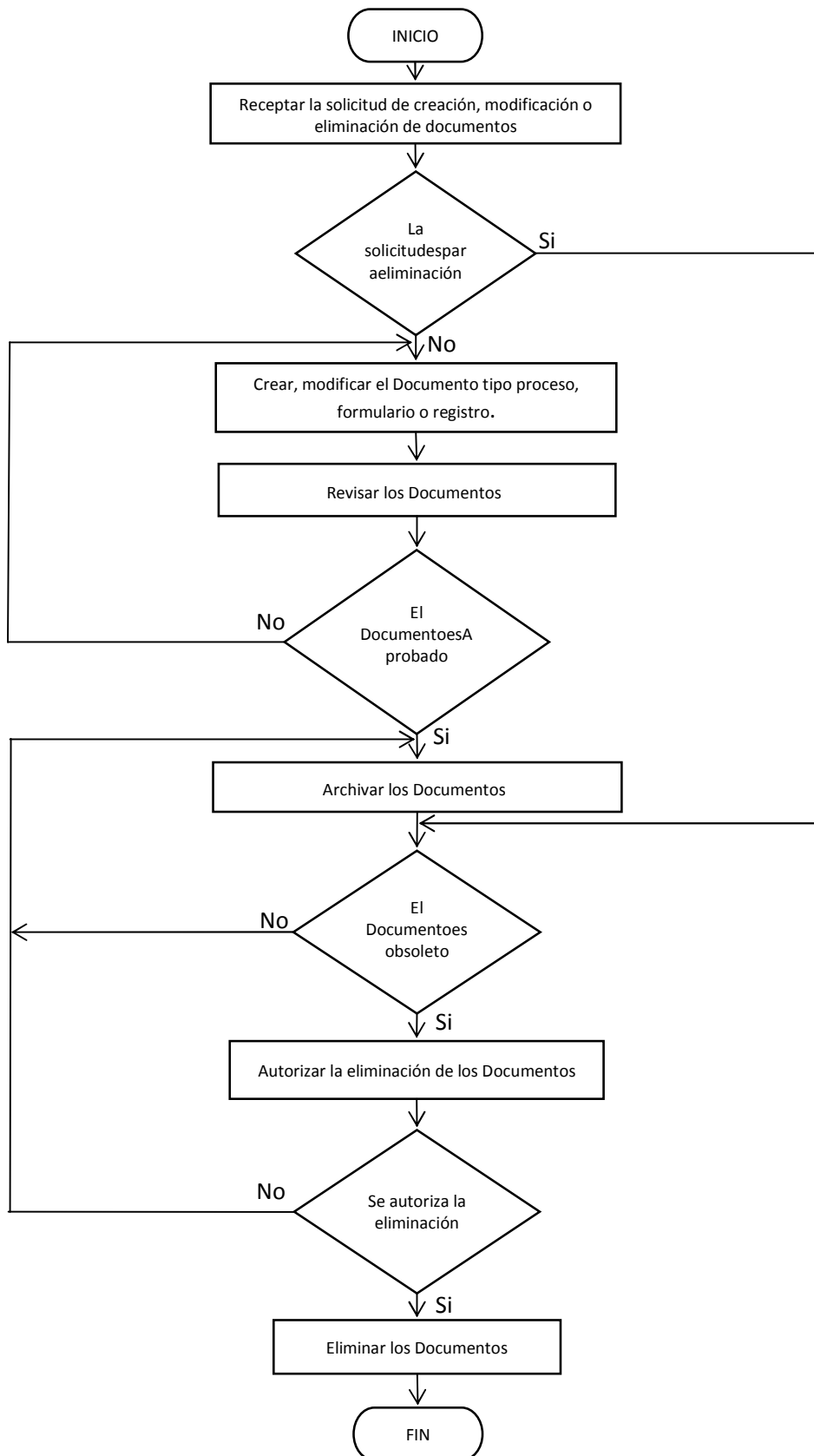
Las condiciones ambientales son importantes para que los documentos permanezcan en perfectas condiciones, por lo que deben ser archivados en un lugar fresco debido a que se almacenarán durante un tiempo aproximado de dos años.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Receptar las solicitudes de creación, modificación, o eliminación de documentos.	Director General del Laboratorio, Jefe del Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar que procedimiento se crearán, modificarán o eliminarán	Personal del Laboratorio	Solicitudes	Solicitud llenada correctamente, justificar el trámite	Solicitudes recibidas	Las solicitudes deben estar codificadas, sin deterioros, sin enmendaduras	Personal del Laboratorio	Software certificado para el control de documentos.	En las solicitudes de deberán detallar la actividad a realizar	N/A	Rg. LM CD -01
2	Crear el documento tipo procedimiento, formulario o registro.	Jefe del Departamento de Ensayo y/o Calibración	Crear los documentos requeridos.	Personal del Laboratorio	Solicitudes recibidas	Las solicitudes deben estar codificadas, sin deterioros, sin enmendaduras	Documentos	Codificado, Revisado, sin Deterioros	Personal del Laboratorio	Software certificado para el control de documentos.	Los documentos deben tener la codificación, y revisión del personal solicitante	N/A	N/A
3	Revisión de los documentos del Laboratorio	Director General del Laboratorio	Revisar, aprobar y autorizar el documento	Jefe del Departamento de Ensayo y/o Calibración	Documentos	Codificado, Revisado, sin Deterioros	Documentos Autorizados en vigencia	Revisados, aprobados, autorizados	Personal del Laboratorio	Software certificado para el control de documentos.	Los Documentos deben tener la respectiva aprobación por el Director General y presentar a las personas solicitantes.	N/A	N/A
4	Archivar los Documentos del Laboratorio	Personal del Laboratorio	Almacenar, controlar, ordenar, constatar los documentos	Personal del Laboratorio	Documentos Autorizados en vigencia	Revisados, aprobados, autorizados	Documentos Autorizados Archivados en vigencia	Archivados secuencialmente	Personal del Laboratorio	Armarios y Copias de Seguridad	Los documentos deben ser archivados secuencialmente para su fácil acceso y disponibilidad	N/A	
5	Autorizar la eliminación de los documentos	Director General del Laboratorio	Eliminar los documentos que ya han cumplido su tiempo de vida útil dentro del Laboratorio	Personal del Laboratorio	Documentos Autorizados Archivados en vigencia	Archivados secuencialmente	Documentos eliminados	Obsoletos	Personal del Laboratorio	N/A	Eliminar los documentos físicos como las copias digitales de seguridad caducados	N/A	Rg. LM CD -01
6	Eliminar los Documentos del Laboratorio	Director General del Laboratorio	Eliminar los documentos que ya han cumplido su tiempo de vida útil dentro del Laboratorio	Personal del Laboratorio	Documentos eliminados	Obsoletos	Documentos eliminados	Obsoletos	Personal del Laboratorio	N/A	Eliminar los documentos físicos como las copias digitales de seguridad caducados	N/A	Rg. LM CD -01

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO





10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado principal se verá en una auditoria interna donde se revisarán todos los documentos archivados en el laboratorio.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por:
- Elaboración:
- Revisión:
- Aprobación:

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

En forma general todos los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal, sin embargo será necesario que se disponga de una copia principalmente en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.



4.4.1.2 PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN DE SOLICITUDES DE OFERTAS Y CONTRATOS

DESCRIPCIÓN: Revisión de Solicitudes de Ofertas y Contratos.

Código: PA-LM-SOC-02

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para organizar, revisar y controlar las solicitudes de ofertas y contratos del laboratorio de metrología.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección general del Laboratorio y al Departamento de Atención al Cliente que son los que velan el cumplimiento de estos procesos.

3. DEFINICIONES

Contrato: Documento que recoge las condiciones de un convenio entre dos a más partes por un bien o servicio.

Procedimiento: Documento que describe la secuencia de pasos para llevar a cabo una actividad o un proceso del laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Software certificado.
- Armarios.
- Formularios.



6. MÉTODO

El método que se aplica revisar, codificar y archivar en forma física y digital los contratos que el laboratorio ha realizado.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LA REVISIÓN DE OFERTAS Y CONTRATOS

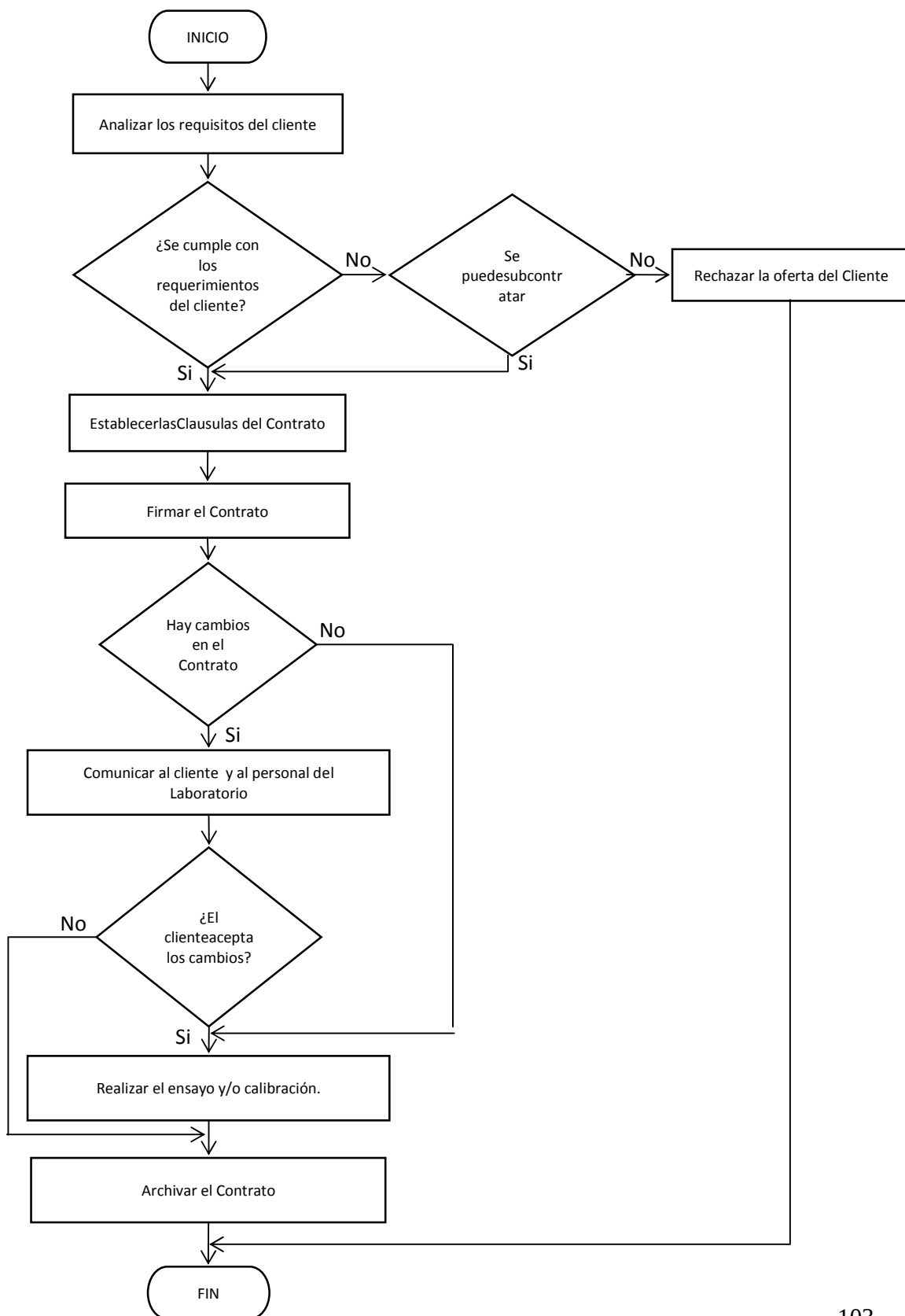
Al iniciar el contrato se establecen las cláusulas para realizar ensayos y/o calibraciones, pero también influyen las condiciones ambientales ya que los contratos se archivan durante 2 años aproximadamente por lo que se deben mantener en un lugar fresco donde no sufran ningún deterioro y estén siempre a mano del personal o cliente del laboratorio.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Analizar los requisitos del cliente	Director General del Laboratorio	Determinar si se puede cumplir con los requerimientos del cliente	Clientes en general	Requerimientos del Cliente	Requerimientos del ensayo y/o calibración	Solicitud de contrato	Determinar que requerimientos se cumple con el cliente	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Solicitud de contrato	Los requerimientos del cliente deben ser claros, sin ambigüedades.	N/A	N/A
2	Cumplir con los requisitos del cliente	Director General del Laboratorio	Determinar si se puede cumplir con los requerimientos del cliente	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Solicitud de contrato	Determinar que requerimientos se cumple con el cliente	Requerimientos que cumplimos	Establecer las cláusulas y los requerimientos que cumplimos de las exigencias del cliente	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Solicitud de contrato	Los Documentos no deben tener ningún deterioro.	Instructivos del ensayo y/o calibración de equipos de medida	N/A
3	Establecer las cláusulas del contrato	Director General del Laboratorio	Determinar las cláusulas del contrato con el cliente	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Requerimientos que cumplimos	Establecer las cláusulas y los requerimientos que cumplimos de las exigencias del cliente	Contrato Establecido	Cumplir con los requerimientos del para realizar el ensayos y/o calibraciones	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos certificados, personal capacitado	Las cláusulas del contrato deben satisfacer al cliente como al laboratorio	Instructivos del ensayo y/o calibración de equipos de medida	N/A
4	Firmar el contrato	Director General del Laboratorio	Firmar el Contrato	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Contrato Establecido	Cumplir con los requerimientos del para realizar el ensayos y/o calibraciones	Contrato Firmado	Clausulas establecidas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Contrato Físico	El contrato no debe tener ningún tipo de daño ni enmendaduras	Información Jurídica	N/A
5	Realizar cambios al contrato	Director General del Laboratorio	Determinar si se realizan o no cambios al contrato establecido	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Contrato Firmado	Clausulas establecidas	Contrato Modificado	Establecer las nuevas cláusulas del contrato	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Contrato Físico	Tanto el Cliente como el personal del laboratorio deben estar al tanto de los cambios y aprobar estos	Información Jurídica	N/A
6	Comunicar al cliente y al personal del laboratorio	Director General del Laboratorio	Comunicar los cambios que se realizan de acuerdo a las primeras clausulas y al desarrollo del ensayo y/o calibración	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Contrato Modificado	Establecer las nuevas cláusulas del contrato	Aceptación del cliente de los cambios propuestos por el laboratorio	El cliente debe estar de acuerdo con los cambios realizados	Departamento de Ensayos y/o Calibración y Clientes	Equipos certificados, personal capacitado	El cliente no debe tener ninguna objeción a los cambios del contrato para poder realizar el ensayo y/o calibración del equipo de medida	N/A	N/A
7	Realizar el ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal y Auxiliar	Realizar el ensayo y/o calibración de acuerdo a las cláusulas del contrato y normas establecidas	Departamento de ensayos y/o calibración y Clientes	Aceptación del cliente de los cambios propuestos por el laboratorio	El cliente debe estar de acuerdo con los cambios realizados	Resultados del ensayo y/o calibración	Los resultados deben estar basados en normas establecidas para el ensayo y/o calibración de equipos	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos certificados, personal capacitado	El ensayo y/o calibración se realiza de acuerdo a normas establecidas	Instructivos del ensayo y/o calibración de equipos de medida	N/A
8	Archivar los Contratos	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Archivar los contratos y mantenerlos durante 2 años	Departamento de Ensayos y/o Calibración	Resultados del ensayo y/o calibración	Los resultados deben estar basados en normas establecidas para el ensayo y/o calibración de equipos	Contrato Archivado	Registrar el ensayo y/o calibración y archivar los resultados	Departamento de Ensayos y/o Calibración	Armarios archivadores y Copias digitales de Seguridad	Los Documentos no deben ningún tipo de daño ni enmendaduras	Instructivos del ensayo y/o calibración de equipos de medida	Rg. LM OC-02

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO





10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado principal se reflejará en una auditoría interna donde se revisarán los documentos archivados del laboratorio, además, al archivar los contratos se podrá analizar si se cumple o no con los clientes.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Cliente.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio.
- Revisión: Cliente/Dirección del Laboratorio.
- Aprobación: Cliente/Dirección del Laboratorio.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

En general todos los procesos deben conocer y estar a disposición de todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.



4.4.1.3 PROCEDIMIENTO PARA SUBCONTRATACIONES

DESCRIPCIÓN: Subcontrataciones.

Código: P-LM-SC-03

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para organizar, revisar y controlar la subcontratación de procesos que no se pueden realizar dentro del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección general del Laboratorio y al Departamento de Atención al Cliente que son los que velarán el cumplimiento de estos procesos.

3. DEFINICIONES

Contrato: Documento que recoge las condiciones de un convenio entre dos a más partes por un bien o servicio.

Oferta: Propuesta de un producto o servicio para contratar.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Contratos Prestablecidos, Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Software certificado.
- Registro de Laboratorios de Metrología. .



6. MÉTODO

El método que se aplica es de verificar si se puede realizar el procedimiento requerido por el cliente, luego revisar y archivar en forma física y digital los subcontratos establecidos por el cliente.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA SUBCONTRATACIONES

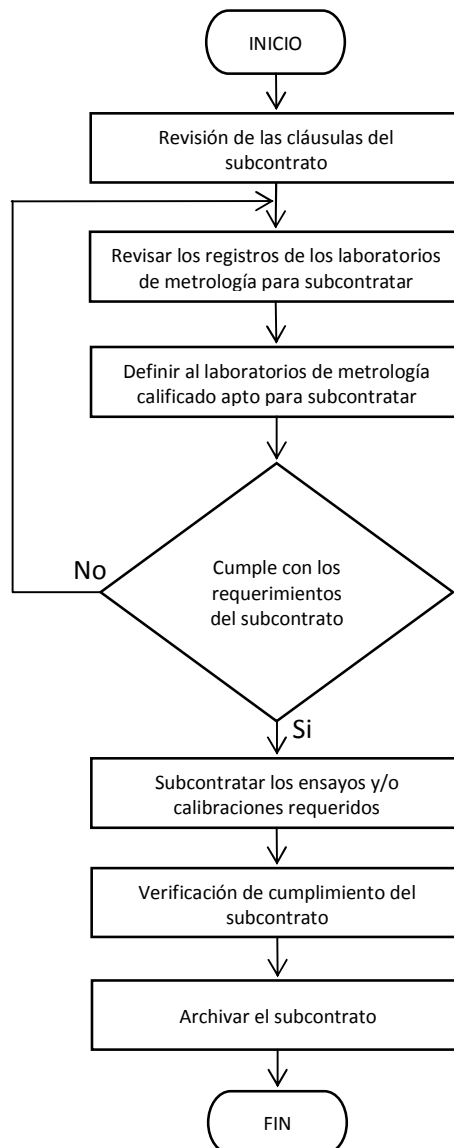
Cuando no se puede realizar un ensayo y/o calibración puntual dentro del laboratorio se establecen cláusulas para la subcontratación en donde se establecerán los principales requisitos para las pruebas.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Revisar las cláusulas del subcontrato	Director General del Laboratorio	Verificar las cláusulas del contrato con el laboratorio a contratar	Clientes en general	Cláusulas del Contrato	Verificar las principales cláusulas del contrato	Registros de Laboratorios de Metrología	Laboratorios de Metrología Eléctrica	Registro de Laboratorio de Metrología	Cláusulas del Contrato	Determinar porque no se puede realizar la prueba dentro del laboratorio.	Contrato	N/A
2	Revisar los registros de los laboratorios de metrología para subcontratar	Director General del Laboratorio	Determinar los laboratorios aptos para desarrollar el ensayo y/o calibración requerido	Registro de Laboratorios de Metrología	Registros de Laboratorios de Metrología	Laboratorios de Metrología Eléctrica	Lista de laboratorios certificados	La lista debe tener todos los laboratorios nacionales e internacionales	Laboratorio de Metrología	Equipos y personal del laboratorio	Los laboratorios deben estar acreditados por el OAE	Procesos del laboratorio y manual de los equipos	N/A
3	Definir al laboratorio de Metrología apto para subcontratar	Director General del Laboratorio	Determinar un laboratorio certificado para subcontratar	Laboratorio de Metrología	Lista de laboratorios certificados	La lista debe tener todos los laboratorios nacionales e internacionales	Laboratorio Certificado	Los laboratorios deben tener equipos trazados, personal capacitado, sus procedimientos deben cumplir con normas de ensayo y/o calibración	Laboratorios Certificados de Metrología	Lista de Laboratorios certificados	El laboratorio debe ser apto para realizar el ensayo y/o calibración	Lista de laboratorios certificados	N/A
4	Subcontratar los ensayos y/o calibraciones requeridos	Director General del Laboratorio	Firmar el contrato con un laboratorio certificado	Director General del Laboratorio	Laboratorio Certificado	Los laboratorios deben tener equipos trazados, personal capacitado, sus procedimientos deben cumplir con normas de ensayo y/o calibración	Subcontrato con el Laboratorio Certificado	Se deben establecer las cláusulas para el subcontrato de ensayos y/o calibraciones	Laboratorio Certificado de Metrología	Contrato Físico	Determinar las principales cláusulas del contrato.	Información Técnica y Jurídica	Rg. LM SC-03
5	Verificación de cumplimiento del subcontrato	Director General del Laboratorio	Determinar si el laboratorio contratado cumple con las cláusulas del contrato	Laboratorio Certificado de Metrología	Subcontrato con el Laboratorio Certificado	Se deben establecer las cláusulas para el subcontrato de ensayos y/o calibraciones	Cumplimiento de las Cláusulas del subcontrato	Control de calidad, personal capacitado, equipos certificados	Laboratorio de Metrología	Software Certificado	Se realiza la verificación de las cláusulas del subcontrato con el personal capacitado	N/A	N/A
6	Archivar el Subcontrato	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Almacenar el subcontrato para auditorías internas posteriores	Laboratorio de Metrología	Cumplimiento de las Cláusulas del subcontrato	Control de calidad, personal capacitado, equipos certificados	Subcontrato con el Laboratorio Certificado	Revisado, Firmado y sin enmendaduras	Laboratorio de Metrología	Contrato Físico, Armarios Archiveros	El contrato no debe tener ningún deterioro ni enmendaduras	N/A	Rg. LM SC-03

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se reflejará en una auditoría interna, además al realizar subcontrataciones se podrá determinar que pruebas puntuales no se pueden desarrollar dentro del laboratorio, al tener todos estos parámetros se pueden mejorar los procesos internos.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.



12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Dirección del Laboratorio.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Laboratorio Certificados.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Laboratorio Certificados.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- La Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.

4.4.1.4 PROCEDIMIENTOS PARA COMPRA DE SERVICIOS Y SUMINISTROS

DESCRIPCIÓN: Compra de Suministros y Servicios.

Código: PA-LM-SS-04

Revisión: 0



1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para la compra de servicios y suministros conociendo las necesidades del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección general del Laboratorio, al Departamento de Atención al Cliente y al Departamento de Ensayo y Calibración que son los encargados de establecer las necesidades del laboratorio y tratar de solventarlas.

3. DEFINICIONES

Proveedor: Persona o empresa que provee o abastece de todo lo necesario para el laboratorio de metrología.

Suministros: Productos que el laboratorio necesita para su correcto funcionamiento.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Contratos Prestablecidos, Documentación de Proveedores, Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Registro de proveedores calificados.
- Software Certificado.

6. MÉTODO

Se establecen las necesidades del laboratorio, los proveedores calificados y el personal encargado para la compra.



7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA COMPRA DE SERVICIOS Y SUMINISTROS

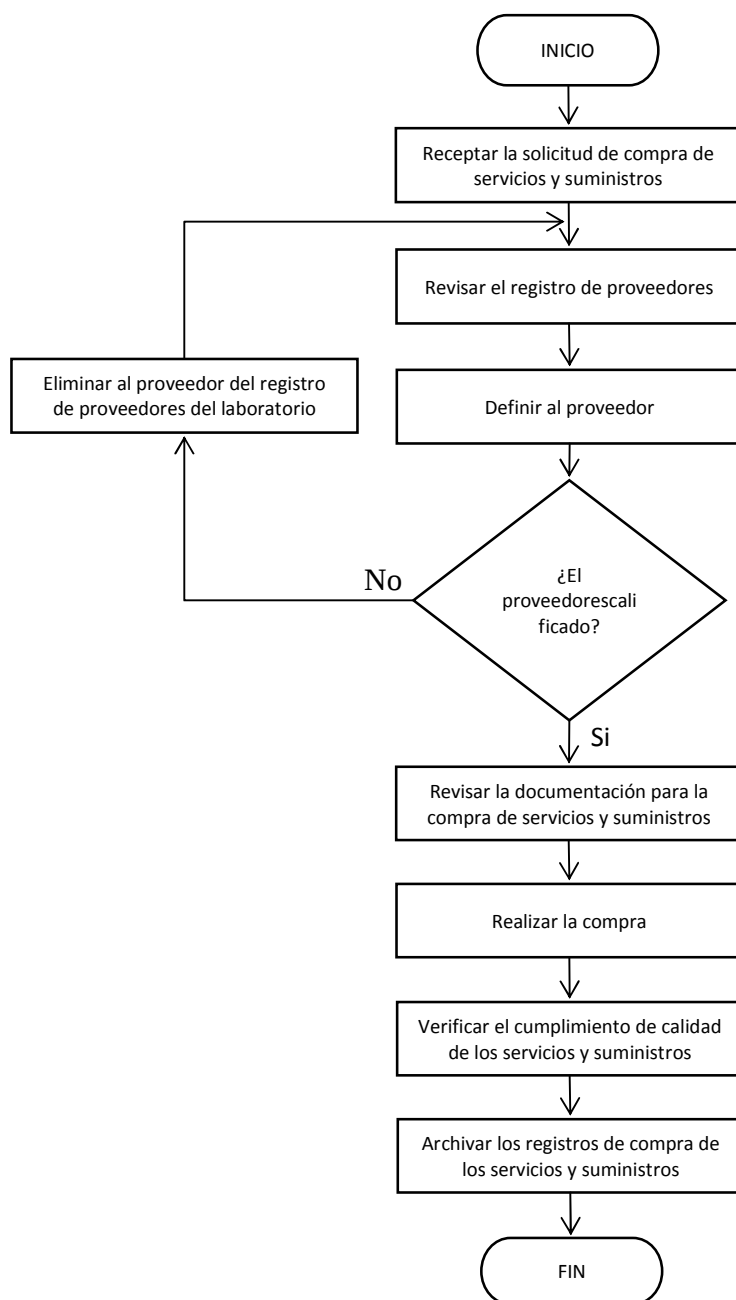
Optimizar los recursos dentro del laboratorio, según el tipo de necesidad que presenta el laboratorio la compra puede ser inmediata caso contrario dependerá de los recursos y cronograma de compras del laboratorio.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Receptar la solicitud de compra de servicios y suministros	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar que suministros o servicios hacen falta para que los procesos y resultados del laboratorio sean óptimos	Laboratorio de Metrología	Solicitudes	Codificada, revisada, firmada y llenada correctamente	Registro de proveedores	Lista de Proveedores certificados y los suministros que ofrecen en el mercado.	Director General del Laboratorio	N/A	Las necesidades del laboratorio pueden ser administrativas, técnicas, de limpieza, etc.	N/A	N/A
2	Revisar el registro de proveedores	Director General del Laboratorio	Determinar si un proveedor es competente	Dirección General del Laboratorio	Registro de proveedores	Lista de Proveedores certificados y los suministros que ofrecen en el mercado.	Proveedores Determinados	Los proveedores deben satisfacer la necesidad que tenga el laboratorio	Proveedores en General	N/A	Los Proveedores deben presentar su documentación para ser calificados por el laboratorio	Documentación presentada por los proveedores para calificar	N/A
3	Definir al proveedor	Director General del Laboratorio	Determinar al proveedor para realizar la compra de servicios o suministros	Proveedores en General	Proveedores Determinados	Los proveedores deben satisfacer la necesidad que tenga el laboratorio	Proveedor Definido	El proveedor definido debe satisfacer la necesidad presentada por el laboratorio	Director General del Laboratorio	Registro de proveedores del Laboratorio	Los registros de proveedores del laboratorio debe estar actualizado constantemente	Documentación presentada por los proveedores para calificar	N/A
4	Calificar al proveedor de la lista de proveedores del laboratorio	Director General del Laboratorio	Calificar al proveedor por su calidad, sistema de gestión, precios	Director General del Laboratorio	Proveedor Definido	El proveedor definido debe satisfacer la necesidad presentada por el laboratorio	Proveedor Calificado	El proveedor debe tener un sistema de gestión, calidad en sus productos, buenos precios	Proveedor Calificado	Registro de proveedores del Laboratorio	El proveedor debe ser apto para brindar un servicio de calidad	Documentación presentada por los proveedores para calificar	N/A
5	Revisar la documentación para la compra de servicios y suministros	Director General del Laboratorio	Realizar la documentación necesaria para poder realizar la compra del servicio o suministro	Departamento de ensayo y/o calibración.	Proveedor Calificado	El proveedor debe tener un sistema de gestión, calidad en sus productos, buenos precios	Documentación Completa	Registros de compras, formularios, contratos	Proveedor Calificado	Contrato establecido entre proveedor y el laboratorio	La documentación debe ser completa y estar de acuerdo a la compra del servicio o suministro	Documentación del Laboratorio	N/A
6	Realizar la compra del servicio o suministro	Director General del Laboratorio	Comprar el servicio o suministro	Proveedor Calificado	Documentación Completa	Registros de compras, formularios, contratos	Compra del servicio o suministro	Satisfacer la necesidad del laboratorio, mantener estándares de calidad, buen precio	Laboratorio de Metrología	Contrato establecido entre proveedor y el laboratorio	El servicio o suministro debe satisfacer la necesidad del laboratorio	Contrato establecido para la compra del bien	N/A
7	Verificar el cumplimiento de calidad de los servicios o suministros adquiridos	Director General del Laboratorio	Determinar si el servicio o suministro cumple con los estándares de calidad establecidos por el laboratorio	Laboratorio de Metrología	Compra del servicio o suministro	Satisfacer la necesidad del laboratorio, mantener estándares de calidad, buen precio	Servicio o suministro de calidad	Mantener estándares altos de calidad	Laboratorio de Metrología	Servicio o suministro adquirido	Todos los servicios o suministros adquiridos pasan por un control de calidad	Manual de calidad, contrato de compra	N/A
8	Archivar los registros de compra del servicio o suministro adquirido	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Archivar los registros de compra y mantenerlos durante 2 años	Departamento de ensayo y/o calibración.	Servicio o suministro de calidad	Mantener estándares altos de calidad	Registros de compra de los servicios o suministros de calidad	Establecer el registro de compra dentro del software y en los formularios físicos	Laboratorio de Metrología	Software Certificados. Armarios archivadores	Los Documentos se deben almacenar secuencialmente y no tener daños ni enmendaduras	N/A	Rg. LM SS -04

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se verá reflejado en el funcionamiento del laboratorio ya que con servicios y suministros de calidad los procesos del laboratorio se llevarán de la mejor manera.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Proveedores Calificados.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Proveedores Calificados.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.

4.4.1.5 PROCEDIMIENTO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

DESCRIPCIÓN: Atención al Cliente.

Código: PA-LM-ATC-05

Revisión: 0



1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para receptar, llenar y establecer formularios para el proceso de Atención al Cliente por parte del personal del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección general del Laboratorio, al Departamento de Atención al Cliente y al Departamento de Ensayo y Calibración que son los encargados de establecer los servicios para el cliente.

3. DEFINICIONES

Servicio: Prestación que brinda el laboratorio al cliente cumpliendo normas y especificaciones técnicas en la calidad de los procesos.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Contratos Prestablecidos, Solicitudes de los Clientes, Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Formularios preestablecidos para el cliente.
- Software Certificado.
- Personal del Laboratorio.

6. MÉTODO

Receptar, verificar y controlar las solicitudes del cliente para establecer los procedimientos adecuados y dar paso a los procesos establecidos en la solicitud.



7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LA ATENCIÓN AL CLIENTE

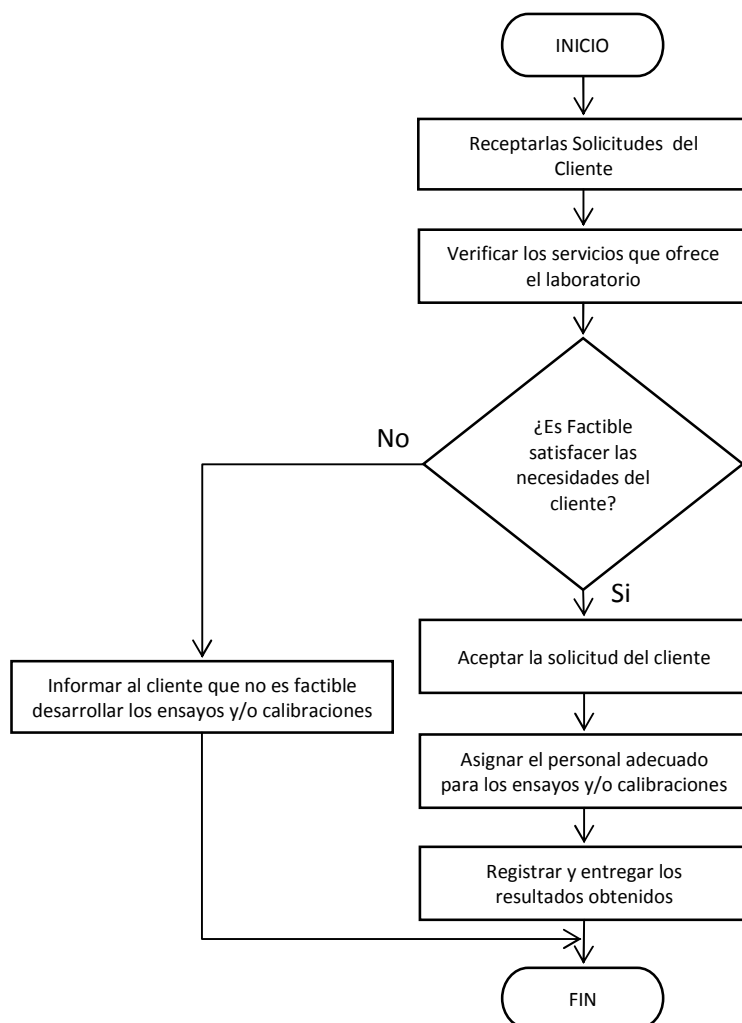
Las condiciones para la atención al cliente están establecidas por un control de las solicitudes del cliente, llenando correctamente los formularios, siguiendo los procedimientos preestablecidos y realizando el seguimiento a cada una de estas.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Receptar las solicitudes del cliente	Secretaria	Receptar las solicitudes del cliente para el laboratorio	Cientes en general	Formularios	Llenar los formularios correctamente	Solicitudes	Las solicitudes deben estar revisadas, codificadas y firmadas	Dirección General del Laboratorio	N/A	La solicitud se receptara en secretaria debidamente llenada y firmada.	N/A	Rg. LM. ATC-05
2	Verificar los servicios que ofrece el laboratorio	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Revisar los ensayos y/o calibraciones que realiza el laboratorio para verificar si la solicitud del cliente es factible	Director General del Laboratorio	Solicitudes	Las solicitudes deben estar revisadas, codificadas y firmadas	Ensayos y/o calibraciones que realiza el laboratorio	El laboratorio es competente con los ensayos y/o calibraciones del registro de pruebas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Registros de ensayos y/o calibraciones	Verificar en los registros de ensayos y/o calibraciones si realizamos el solicitado por el cliente.	Registros e instructivos de ensayo y/o calibración del laboratorio	N/A
3	Informar al cliente de la factibilidad de la solicitud presentada	Secretaria	Indicar al cliente si se puede realizar o no el ensayo y/o calibración solicitado	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Ensayos y/o calibraciones que realiza el laboratorio	El laboratorio es competente con los ensayos y/o calibraciones del registro de pruebas	Ensayo y/o Calibración factible para realizar	Cumplir con todos los requisitos del cliente para la realización del ensayo y/o calibración	Cientes en general	N/A	Tanto el cliente como el laboratorio tienen la información necesaria del ensayo y/o calibración solicitado	Registros e instructivos de ensayo y/o calibración del laboratorio	N/A
4	Aceptar la solicitud del cliente	Director general del Laboratorio	Realizar el contrato para el ensayo y/o calibración solicitado	Cientes en general	Ensayo y/o Calibración factible para realizar	Cumplir con todos los requisitos del cliente para la realización del ensayo y/o calibración	Contrato	Firmado, revisado y codificado	Director General del Laboratorio	N/A	Las cláusulas del contrato deben estar claras, precisas y sin ambigüedades	Información Jurídica	Rg. Lm ATC-05
5	Asignar el personal adecuado para el ensayo y/o calibración	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar el personal para desarrollar el ensayo y/o calibración según las cláusulas del contrato	Director General del Laboratorio	Contrato	Firmado, revisado y codificado	Ensayo y/o Calibración para realizar	Procesos, equipos certificados, personal capacitado, condiciones ambientales en base a normas establecidas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Los ensayos y/o calibraciones deben estar en base a normas establecidas	Instructivos de Ensayo y/o Calibración, normas establecidas	N/A
6	Registrar y entregar los resultados obtenidos	Metrólogo Principal	Registrar, entregar y archivar los resultados obtenidos durante el ensayo y/o calibración	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Ensayo y/o Calibración para realizar	Procesos, equipos certificados, personal capacitado, condiciones ambientales en base a normas establecidas	Resultados Obtenidos	Los resultados deben estar en base a normas establecidas	Cientes en general	Software certificado, armarios archivadores	Los resultados se deben entregar al cliente y archivarlos dentro del laboratorio	Manual del Software Certificado	Rg. LM RO -17

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se verá reflejado con la conformidad de los clientes y el aumento de contratos para ensayos y/o calibraciones en el laboratorio.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.



13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Cliente en general.
- Elaboración: Jefe Departamental /Clientes en general.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.

4.4.1.6 PROCEDIMIENTO DE POLÍTICAS Y SOLUCIÓN DE QUEJAS

DESCRIPCIÓN: Política y Solución de Quejas.

Código: PA-LM-PQ-06

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para la solución de quejas presentadas por cualquier motivo al laboratorio por el cliente.



2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección General del Laboratorio y al Departamento de Atención al Cliente, los que se encargaran de recepcionar las quejas, dar seguimiento y tomar las acciones correctivas.

3. DEFINICIONES

Queja: Inconformidad por parte de los clientes con los resultados, procedimientos y con la atención por parte del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Contratos Prestablecidos, Solicitudes de los Clientes, Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Formularios preestablecidos para el cliente.
- Software Certificado.
- Personal de Atención al Cliente del Laboratorio.

6. MÉTODO

Recepcionar, controlar, dar seguimiento y establecer los procedimientos de solución a las quejas presentadas por el cliente.



7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA POLÍTICA Y SOLUCIÓN DE QUEJAS

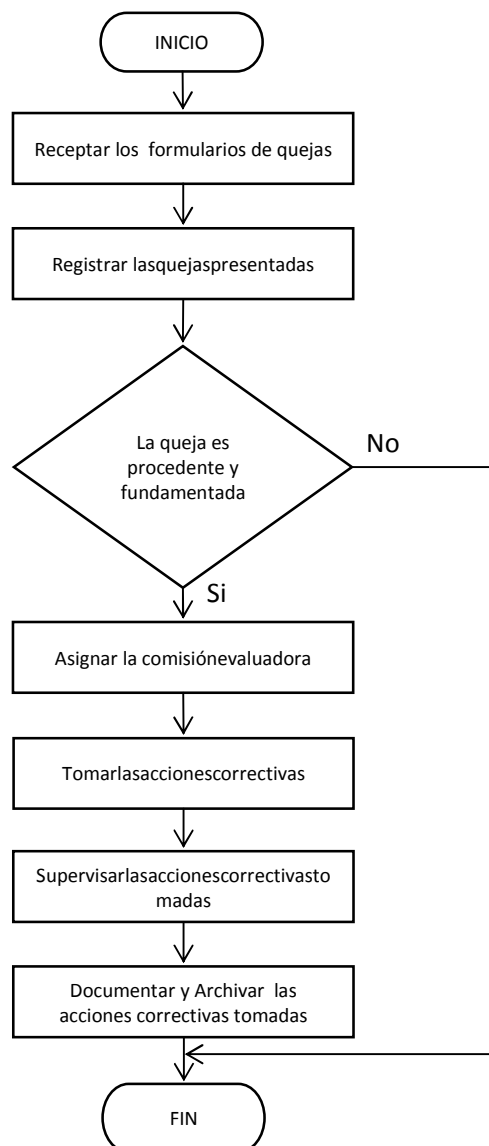
Las quejas del cliente se presentan básicamente cuando no se realizan los diferentes procesos del laboratorio adecuadamente por lo cual el Director General del Laboratorio y el Jefe del Departamento de Ensayo y/o Calibración deberán estar al pendiente de que el personal a su cargo cumpla estrictamente con los procedimientos establecidos y así evitar inconvenientes con el cliente.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Recepción de formularios de quejas	Personal de Atención al Cliente	Receptar las solicitudes de quejas del cliente para el laboratorio	Clientes en general	Quejas	Las quejas deben ser procedentes y fundamentadas	Formularios de Quejas	Revisados, Llenados Correctamente y Firmados	Departamento de Atención al Cliente	Solicitudes físicas	Las solicitudes de quejas las recepta el Departamento de Atención al Cliente para dar seguimiento a las mismas.	N/A	Rg. LM PQ -06
2	Registrar las quejas presentadas	Personal de Atención al Cliente	Registrar las quejas del cliente con el laboratorio	Departamento de Atención al Cliente	Formularios de Quejas	Revisados, Llenados Correctamente y Firmados	Formularios Registrados	Codificados, sin enmendaduras, ni manchas y Firmados	Departamento de Atención al Cliente	Solicitudes físicas	Todas las quejas se registraran adecuadamente para realizar la evaluación respectiva	N/A	Rg. LM PQ -06
3	Asignar la comisión evaluadora	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar al personal capacitado para evaluar las quejas presentadas al laboratorio	Departamento de Atención al Cliente	Formularios Registrados	Codificados, sin enmendaduras, ni manchas y Firmados	Evaluar las quejas presentadas	Causas, procedimientos, soluciones	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	El personal asignado debe estar capacitado para resolver las no conformidades presentadas por el cliente	Norma ISO/IEC 17025	N/A
4	Tomar las acciones correctivas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar las acciones necesarias para que las no conformidades presentadas sean neutralizadas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Evaluar las quejas presentadas	Causas, procedimientos, soluciones	Acciones Correctivas	Precisas, adecuadas, deben satisfacer la no conformidad presentada	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Las acciones tomadas estarán de acuerdo a la no conformidad presentado	N/A	N/A
5	Supervisar las acciones correctivas tomadas	Director General del Laboratorio	Asegurar que las acciones correctivas tomadas cumplen con normas establecidas y superan el inconveniente presentado	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Acciones Correctivas	Precisas, adecuadas, deben satisfacer la no conformidad presentada	Acciones Correctivas Finalizadas	Las acciones correctivas deben solucionar las quejas presentadas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	N/A	Con las acciones correctivas finalizadas se debe evidenciar la solución de las quejas presentadas	N/A	N/A
6	Documentar y archivar las acciones correctivas tomadas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Archivar las solicitudes del cliente y mantenerlos durante 2 años	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Acciones Correctivas Finalizadas	Las acciones correctivas deben solucionar las quejas presentadas	Acciones Correctivas Archivadas	Las solicitudes deben tener un resultado al final de su proceso.	Departamento de Atención al Cliente	Armarios archivadores, software certificados	Los Documentos no deben tener daños de ningún tipo para ser archivados	N/A	Rg. LM PQ -06

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se verá reflejado con la conformidad de los clientes, la disminución de quejas y el aumento de ensayos y/o calibraciones que se realizan en el laboratorio.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el informe de auditorías internas se puede presentar tablas que indiquen el número de quejas, las acciones correctivas tomadas y los resultados obtenidos con dichas acciones.



12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Cliente en general.
- Elaboración: Departamento de Atención al Cliente /Clientes en general.
- Revisión: Departamento de Atención al Cliente /Jefe Departamental.
- Aprobación: Departamento de Atención al Cliente /Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Departamento de Auditorías.

4.4.1.7 PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE TRABAJO

DESCRIPCIÓN: Control de Trabajo.

Código: PA-LM-CT-07

Revisión: 0



1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para revisar, evaluar y controlar el proceso de trabajo y los resultados obtenidos por el personal técnico del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Departamento de Ensayo y/o Calibración debido a que es una guía para controlar el proceso de trabajo y evitar que el cliente no este conforme con los resultados obtenidos en los ensayos y/o calibraciones.

3. DEFINICIONES

Queja: Inconformidad por parte de los clientes con los resultados, procedimientos y con la atención por parte del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Contratos Prestablecidos, Solicitudes de quejas, Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Formularios preestablecidos por el laboratorio.
- Equipos Calibrados.
- Software Certificado.
- Personal Técnico del Laboratorio



6. MÉTODO

Receptar, controlar y establecer los procedimientos adecuados para las quejas del cliente con respecto al trabajo del personal técnico, verificando si se han cumplido con los requisitos establecidos en el contrato actual del ensayo y/o calibración realizada.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL CONTROL DE TRABAJO

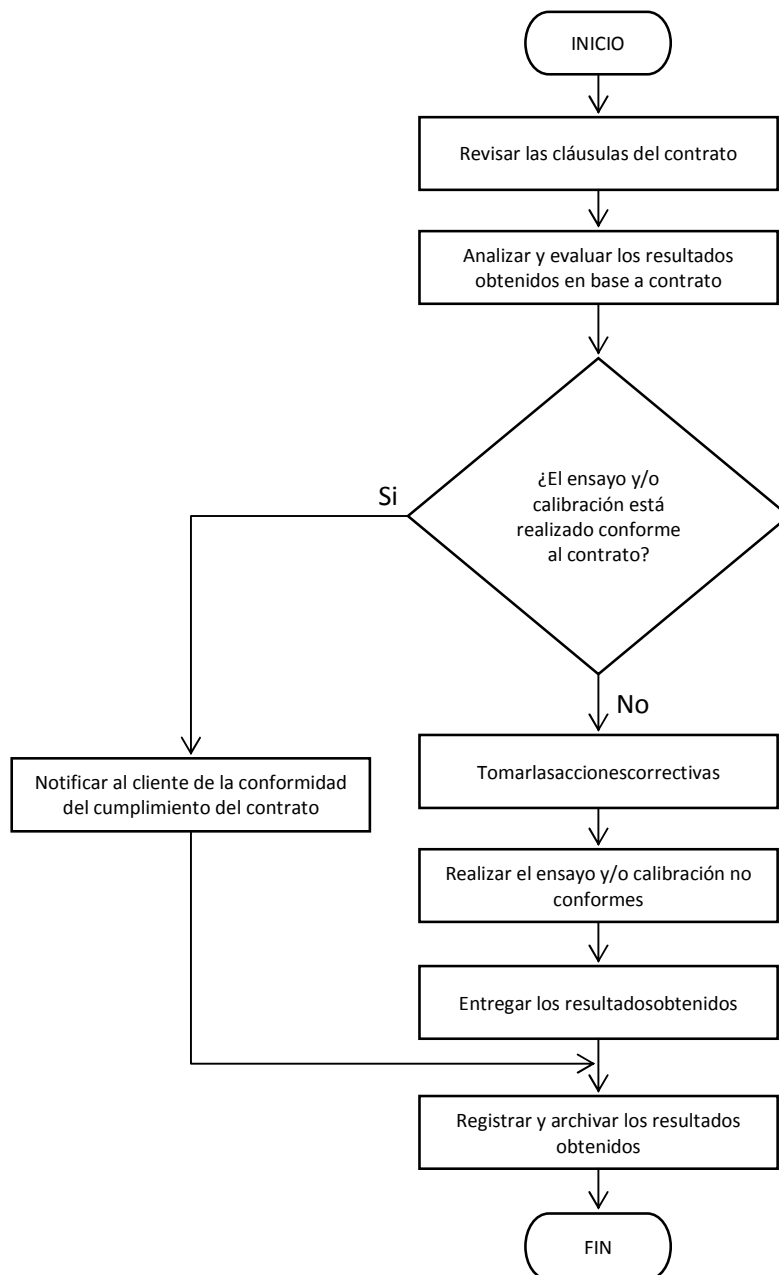
Las condiciones para la realización de ensayo y/o calibración principalmente son ambientales, los procesos deben estar normalizados, los equipos deben estar calibrados, el personal debe estar capacitado, el procedimiento debe ser el establecido en el contrato entre el cliente y el laboratorio.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Revisar las cláusulas de contrato	Director General del Laboratorio	Verificar el cumplimiento de las cláusulas de un contrato suscrito	Cliente	Contrato	Cláusulas de contrato claras, especificadas correctamente y sin ambigüedades	Contrato revisado	Cumplir con todas las cláusulas de contrato	Departamento Técnico	Contrato Físico	Establecer las cláusulas de forma clara y concisa sin ambigüedades	Manuales de contratación	N/A
2	Analizar y evaluar los resultados obtenidos de los ensayos o/y calibraciones en cumplimiento de cláusulas de contrato	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Analizar y evaluar el cumplimiento de las cláusulas de contrato	Departamento técnico	Contrato revisado	Cumplir con todas las cláusulas de contrato	Resultados de ensayos y/o calibraciones realizadas en cumplimiento de contrato	Determinar la conformidad o inconformidad de resultados	Cliente, Metrólogo Principal	Equipos y software certificados	Los resultados deben ser obtenidos en base a normas establecidas	Resultados obtenidos, Procedimientos de calibración y/o ensayos	N/A
3	Notificar al cliente la conformidad del cumplimiento de contrato	Director General del Laboratorio	Comunicar al cliente por escrito la conformidad de cumplimiento de contrato	Departamento técnico	Resultados de ensayos y/o calibraciones realizadas en cumplimiento de contrato	Determinar la conformidad o inconformidad de resultados	Resultados conformes o inconformes	Los resultados deben ser de fácil entendimiento	Cliente	N/A	La conformidad del contrato se da cuando se han cumplido con todas las cláusulas establecidas.	N/A	N/A
4	Tomar las acciones correctivas	Director General del Laboratorio	Implementar las acciones correctivas	Departamento técnico	Resultados conformes o inconformes	Resultados inconformes	Aplicar acciones correctivas	Los resultados deben estar en base a los procedimientos establecidos y normativa vigente	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos y software certificados	Las acciones correctivas se dan cuando no existe conformidad por parte del cliente	Manual de procesos	N/A
5	Realizar el ensayo y/o calibración no conforme	Metrólogo Principal y Auxiliar	Realizar el ensayo y/o calibraciones	Departamento técnico	Aplicar acciones correctivas	Los resultados deben estar en base a los procedimientos establecidos y normativa vigente	Resultados de ensayos y/o calibraciones realizadas a no conformes	Resultados conformes	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos certificados	Los ensayos y/o calibraciones no conformes se vuelven a desarrollar nuevamente en base a normas y las cláusulas del contrato establecidas	N/A	N/A
6	Entregar los resultados obtenidos	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Informar al cliente sobre los resultados obtenidos durante los ensayos y/o calibraciones desarrollados nuevamente	Metrólogo Principal y Auxiliar	Resultados de ensayos y/o calibraciones realizadas a no conformes	Resultados conformes	Resultados finales conformes	Los resultados finales deben ser satisfactorios tanto para el cliente y para el laboratorio	Director General del Laboratorio/ Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración, Cliente	N/A	Los resultados son entregados en un informe del laboratorio con los procedimientos	N/A	N/A
7	Registrar y archivar los resultados obtenidos	Metrólogo Principal	Archivar los resultados obtenidos y mantenerlos durante 2 años	Director General del Laboratorio	Resultados finales conformes	Los resultados finales deben ser satisfactorios tanto para el cliente y para el laboratorio	Documentos archivados y en vigencia	Los documentos deben estar completamente llenos con las respectivas firmas de recepción y autorización	Laboratorio de metrología	Armarios archivadores, software certificado	Todos los documentos serán archivados hasta que la vida útil se termine de cada uno.	N/A	Rg. LM CT - 07

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se verá reflejado con la conformidad de los clientes, la disminución de quejas y el aumento de ensayos y/o calibraciones que se realizan en el laboratorio.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el informe de auditorías internas se puede presentar tablas que indiquen el número de quejas, las acciones correctivas tomadas y los resultados obtenidos con dichas acciones.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Cliente en general.
- Elaboración: Departamento de Atención al Cliente /Clientes en general.
- Revisión: Departamento de Atención al Cliente /Jefe Departamental.
- Aprobación: Departamento de Atención al Cliente /Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Departamento de Auditorías.



4.4.1.8 PROCEDIMIENTO DE ACCIÓN CORRECTIVA

DESCRIPCIÓN: Acción Correctiva.

Código: PA-LM-AC-08

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para regular las acciones correctivas para inconvenientes presentados durante los ensayos y/o calibraciones de los equipos de medida.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Personal del Laboratorio ya que todos están involucrados en la calidad de los resultados obtenidos y en el servicio que se brinda al cliente.

3. DEFINICIONES

Acción correctiva: Acción tomada para corregir inconvenientes en el desarrollo de procedimientos y obtención de resultados.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

Procedimiento: Documento que describe la secuencia de pasos para llevar a cabo una actividad o un proceso del laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.



5. RECURSOS NECESARIOS

- Software Certificado.
- Formularios Prestablecidos.
- Personal del Departamento de Atención al Cliente y de Ensayo y/o Calibración.

6. MÉTODO

Las normas y procesos para realizar los ensayos y/o calibraciones nos indican los requisitos para que los resultados sean válidos por lo que nos dan las pautas tomar las acciones correctivas dependiendo del inconveniente presentado.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LAS ACCIONES CORRECTIVAS

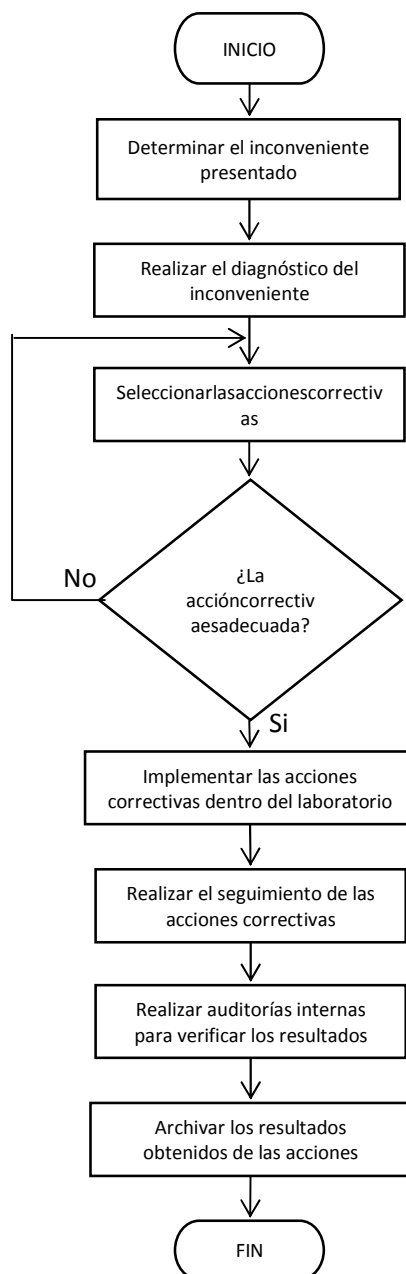
Las condiciones para las acciones correctivas están determinadas por las condiciones de trabajo básicas como el ambiente, el personal técnico, los equipos utilizados y los procedimientos en general.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Determinar el inconveniente	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Establecer el inconveniente presentado	Departamento Técnico	Inconveniente Presentado	Inconveniente que influyan en el ensayo y/o calibraciones de los equipos.	Causa del origen del inconveniente	Determinación del origen del inconveniente	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Determinar el inconveniente presentado que ocasiona error en los resultados de las pruebas	Instructivo de Ensayo y/o calibración, manual de operación	N/A
2	Realizar el diagnóstico del inconveniente	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar las causas y las posibles soluciones al inconveniente presentado	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Causa del origen del inconveniente	Determinación del origen del inconveniente	Selección de la acción correctiva	La acción correctiva seleccionada debe satisfacer el inconveniente presentado	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Elaborar un informe de las causas y posibles soluciones del inconveniente presentado	Instructivo de Ensayo y/o calibración, manual de operación	N/A
3	Seleccionar las acciones correctivas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Implementar las acciones correctivas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Selección de la acción correctiva	La acción correctiva seleccionada debe satisfacer el inconveniente presentado	Solución del inconveniente presentado	Los solución encontrada debe ser eficaz y satisfacer el cumplimiento de las normas establecidas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Registrar las acciones correctivas tomadas para futuros inconvenientes.	Instructivo de Ensayo y/o calibración, manual de operación	N/A
4	Implementar las acciones correctivas dentro del Laboratorio	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Verificar la implementación las acciones correctivas tomadas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Solución del inconveniente presentado	Los solución encontrada debe ser eficaz y satisfacer el cumplimiento de las normas establecidas	Acción correctiva Eficaz	La acción correctiva eficaz debe satisfacer el cumplimiento de los procesos	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Las acciones correctivas deben estar de acuerdo al inconveniente presentado	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
5	Realizar el seguimiento de las acciones correctivas	Director General del Laboratorio	Supervisar el cumplimiento de las acciones correctivas tomadas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Acción correctiva Eficaz	La acción correctiva eficaz debe satisfacer el cumplimiento de los procesos	Procesos Eficaces	Los procesos deben ser confiables, cumplir con las normas establecidas de calidad.	Departamento de Auditorías	N/A	Se debe designar el personal capacitado para realizar las correcciones y para supervisarlas	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
6	Realizar Auditorías Internas	Audidores Internos	Realizar auditorías internas para verificar los resultados	Departamento de Auditorías	Procesos Eficaces	Los procesos deben ser confiables, cumplir con las normas establecidas de calidad.	Informe de auditoría validando el proceso	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Software de Auditoría Certificado	Las auditorías se realizan específicamente a las acciones correctivas tomadas, su proceso y resultados	Manual de calidad, procedimiento de auditorías internas	N/A
7	Registrar y archivar los resultados obtenidos de las acciones correctivas	Audidores Internos y/o Metrólogo Principal	Archivar los resultados obtenidos durante el proceso	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Informe de auditoría validando el proceso	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso	Registros del proceso archivados	Archivar los procesos y resultados secuencialmente	Laboratorio de Metrología	Armario archivador, Software Certificado	Los documentos físicos se deben mantener en un lugar adecuado para su almacenamiento	Manual del Software Certificado	Rg. L.M. AC-08

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se verá reflejado con la conformidad de los clientes, la disminución de quejas y el aumento de pruebas que se realizan en el laboratorio.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el informe de auditorías internas se puede presentar tablas que indiquen el número de quejas, las acciones correctivas tomadas y los resultados obtenidos con dichas acciones.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Personal técnico.
- Elaboración: Departamento de Atención al Cliente/ Jefe Departamental.
- Revisión: Departamento de Atención al Cliente/Dirección del Laboratorio.
- Aprobación: Departamento de Atención al Cliente/Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Departamento de Auditorías.



4.4.1.9 PROCEDIMIENTO DE ACCIÓN PREVENTIVA

DESCRIPCIÓN: Acción Preventiva.

Código: PA-LM-AP-09

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para las acciones preventivas y así controlar la calidad de los resultados obtenidos dentro del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Personal del Laboratorio ya que todos están involucrados en la calidad de los resultados obtenidos y en el servicio que se brinda al cliente.

3. DEFINICIONES

Acción Preventiva: Acción tomada con anterioridad para evitar quejas futuras en el desarrollo de procedimientos y obtención de resultados.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

Procedimiento: Documento que describe la secuencia de pasos para llevar a cabo una actividad o un proceso del laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002, Solicitud de Quejas.



5. RECURSOS NECESARIOS

- Software Certificado.
- Formularios Prestablecidos.
- Personal del Departamento de Atención al Cliente y de Ensayo y/o Calibración.

6. MÉTODO

Analizar los inconvenientes y las quejas presentadas anteriormente, obtener resultados y tomar decisiones que eviten futuros inconvenientes con el cliente o los procesos del laboratorio.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LAS ACCIONES PREVENTIVAS

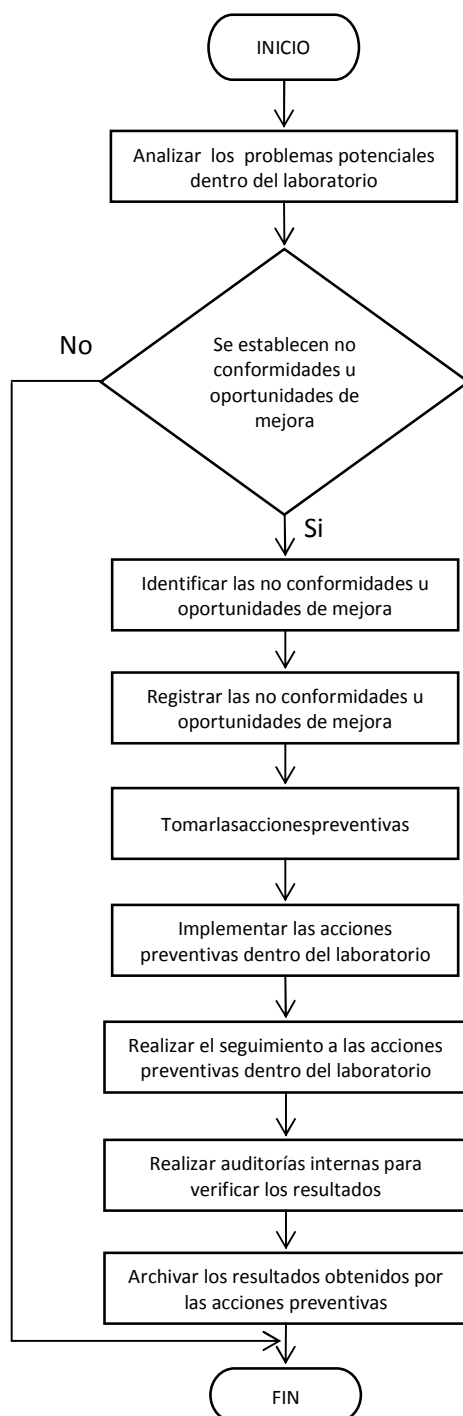
Las condiciones para las acciones preventivas están determinadas por las condiciones de trabajo básicas como el ambiente, el personal técnico, los equipos utilizados y los procedimientos en general.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Analizar los problemas potenciales dentro del laboratorio	Director General del Laboratorio/Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Realizar una inspección de los procesos, ambiente de trabajo y personal técnico para identificar posibles problemas	Departamento Técnico/Departamento de Auditorías	Procesos del Laboratorio	Problemas potenciales en procedimientos, personal del laboratorio, ambiente de trabajo	Procesos del laboratorio vulnerables a problemas potenciales	Que exista no conformidades u oportunidades de mejora	Departamento de Ensayo y/o Calibración	N/A	Determinar el problema potencial que pudiese ocasionar error en los resultados de las pruebas	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
2	Identificar las no conformidades u oportunidades de mejora	Director General del Laboratorio/Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Establecer las causas y posibles soluciones de las no conformidades u oportunidades de mejora	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Procesos del laboratorio vulnerables a problemas potenciales	Que exista no conformidades u oportunidades de mejora	No conformidades u oportunidades de mejora identificadas	Influir en los resultados de los ensayos y/o calibraciones	Departamento de Ensayo y/o Calibración	N/A	Elaborar un informe de las causas potenciales de un problema y las posibles soluciones	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
3	Registrar las no conformidades u oportunidades de mejora	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Realizar un registro para las no conformidades u oportunidades de mejora para el laboratorio	Departamento de Ensayo y/o Calibración	No conformidades u oportunidades de mejora identificadas	Influir en los resultados de los ensayos y/o calibraciones	No conformidades u oportunidades de mejora registradas	Registrarse secuencialmente y tener codificación	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Software Certificado	Registrar las acciones preventivas tomadas para problemas potenciales	Manual del software certificado	Rg. L.M. AP-09
4	Tomar las acciones preventivas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar las acciones preventivas para evitar futuros inconvenientes	Departamento de Ensayo y/o Calibración	No conformidades u oportunidades de mejora registradas	Registrarse secuencialmente y tener codificación	Selección de la acción preventiva	Debe satisfacer el potencial problema	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Las acciones preventivas deben estar de acuerdo al potencial problema	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
5	Implementar las acciones preventivas tomadas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Verificar la implementación las acciones preventivas tomadas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Selección de la acción preventiva	Debe satisfacer el potencial problema	Acción preventiva Eficaz	La acción preventiva eficaz debe satisfacer el cumplimiento de los procesos	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos Certificados	Se debe designar el personal capacitado para realizar las correcciones y para supervisarlas	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
6	Realizar el seguimiento de las acciones preventivas tomadas	Director General del Laboratorio	Supervisar el cumplimiento de las acciones preventivas tomadas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Acción preventiva Eficaz	La acción preventiva eficaz debe satisfacer el cumplimiento de los procesos	Procesos Eficaces	Los procesos deben ser confiables, cumplir con las normas establecidas de calidad.	Departamento de Auditorías	N/A	Se debe designar el personal capacitado para tomar las acciones preventiva	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
7	Realizar Auditorías Internas	Audidores Internos	Realizar auditorías internas para verificar los resultados	Departamento de Auditorías	Procesos Eficaces	Los procesos deben ser confiables, cumplir con las normas establecidas de calidad.	Informe de auditoría validando el proceso	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Software de Auditoría Certificado	Las auditorías se realizan específicamente a las acciones preventivas tomadas, su proceso y resultados	Manual de calidad, procedimiento de auditorías internas	N/A
8	Registrar y archivar los resultados obtenidos	Audidores Internos y/o Metrólogo Principal	Archivar los resultados obtenidos durante el proceso	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Informe de auditoría validando el proceso	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso	Registros del proceso archivados	Archivar los procesos y resultados secuencialmente	Laboratorio de Metrología	Armario archivador, Software Certificado	Los documentos físicos se deben mantener en un lugar adecuado para su almacenamiento	Manual del Software Certificado	Rg. L.M. AP-09

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado se verá reflejado con la conformidad de los clientes, la disminución de quejas y el aumento de pruebas que se realizan en el laboratorio.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el informe de auditorías internas se puede presentar tablas que indiquen el número de quejas, las acciones correctivas tomadas y los resultados obtenidos con dichas acciones.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Dirección General del Laboratorio.
- Elaboración: Departamento de Atención al Cliente/Dirección del Laboratorio.
- Revisión: Departamento de Atención al Cliente/Dirección del Laboratorio.
- Aprobación: Departamento de Atención al Cliente/Dirección del Laboratorio.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Departamento de Auditorías.



4.4.1.10 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE REGISTROS

DESCRIPCIÓN: Control de Registros.

Código: PA-LM-CR-10

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para el control de registros de los servicios que brinda el laboratorio, definiendo la metodología, tiempo de retención y disposición de ellos.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al personal del Laboratorio ya que todos están involucrados en la obtención de registros.

3. DEFINICIONES

Registro: Acción de registrar un resultado obtenido en base a procedimientos documentados dentro del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma ISO/IEC 17025.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Software Certificado.
- Armarios.
- Formularios Prestablecidos.



6. MÉTODO

Completar los formularios, ingresar los registros en el software certificado, archivar en armarios y guardar copias de seguridad digitales.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL CONTROL DE REGISTROS

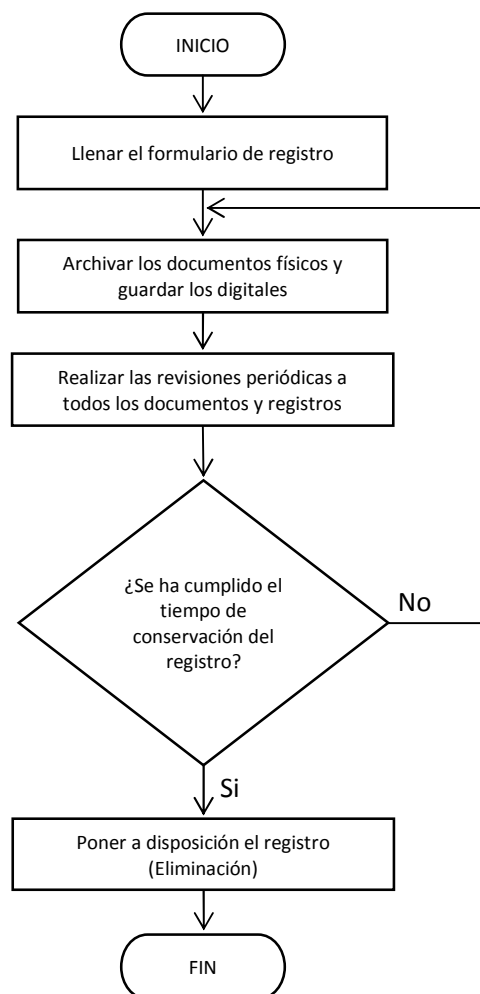
Los formularios deben estar completados, revisados y codificados para poder ingresar en los programas certificados y las condiciones ambientales para archivar los registros físicos deben ser adecuadas para que no sufran deterioros.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Llenar el formulario de registro	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Llenar los formularios correctamente	Departamento de Atención al Cliente	Formularios	Cada formulario debe ser el adecuado para cada actividad que se va a registrar	Documentos	Los documentos deben estar completamente llenos con las respectivas firmas de recepción y autorización	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Formularios físicos	Los formularios deben estar sin deterioros, tener la información completa	N/A	Rg. LM CR -10
2	Archivar los documentos físicos y guardar los digitales	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Archivar y almacenar secuencialmente los documentos	Personal de Laboratorio	Documentos	Los documentos deben estar completamente llenos con las respectivas firmas de recepción y autorización	Documentos para archivar	Los documentos deben estar en vigencia	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Formularios físicos y software certificados	Todos los archivos deben ser almacenados por un tiempo determinado	N/A	N/A
3	Realizar las revisiones periódicas a todos los documentos y registros archivados	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Revisar la vigencia de los documentos y registros archivados	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Documentos para archivar	Los documentos deben estar en vigencia	Documentos archivados y en vigencia	Los documentos físicos como los digitales deben estar archivados durante 2 años	Laboratorio de Metrología	Software certificado de mantenimiento	Los documentos físicos archivados deben permanecer en un lugar fresco en donde no se deterioren	N/A	N/A
4	Poner a disposición la documentación (eliminación)	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Revisar periódicamente los documentos archivados para verificar su vigencia	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Documentos archivados y en vigencia	Los documentos físicos como los digitales deben estar archivados durante 2 años	Documentos archivados eliminados	Almacenamiento mayor a 2 años	Laboratorio de Metrología	Software certificado de mantenimiento	Eliminar los archivos obsoletos dentro del laboratorio	N/A	Rg. LM CR -10

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

N/A.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el informe de auditorías internas se puede presentar los registros archivados en el laboratorio, con esto se cumple el requisito de la norma ISO/IEC 17025.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.



13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Personal del Laboratorio técnico.
- Elaboración: Departamento de Atención al Cliente/ Dirección del Laboratorio.
- Revisión: Departamento de Atención al Cliente/Dirección del Laboratorio.
- Aprobación: Departamento de Atención al Cliente/Dirección del Laboratorio.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Departamento de Auditorías.

4.4.1.11 PROCEDIMIENTO PARA AUDITORÍAS INTERNAS

DESCRIPCIÓN: Auditorías Internas.

Código: PA-LM-AI-11

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para la programación periódica de las auditorías internas que se deben llevar a cabo dentro del laboratorio, para determinar la conformidad de cumplimiento de los procesos y calidad de los resultados obtenidos.



2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección general del Laboratorio, al Departamento de Auditorías y al Departamento de Atención al Cliente, los cuales estarán al tanto del plan de auditorías internas del Laboratorio.

3. DEFINICIONES

Auditoría: Es una revisión e inspección que realizan al laboratorio para verificar que cumplan con las normas establecidas para su funcionamiento.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Software Certificado.
- Documentos Archivados.
- Auditores Capacitados.
- Armarios.

6. MÉTODO

Las auditorías internas se realizarán periódicamente por el personal capacitado para esto, revisarán los procesos, los documentos archivados, registrarán los resultados, e informarán de los resultados obtenidos durante todo el proceso.



7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LAS AUDITORÍAS INTERNAS

Las condiciones para una auditoría interna son principalmente tener todos los documentos del laboratorio, sus procesos, sus registros, las hojas de vida del personal, explícitamente todo lo que tiene relación con el laboratorio.

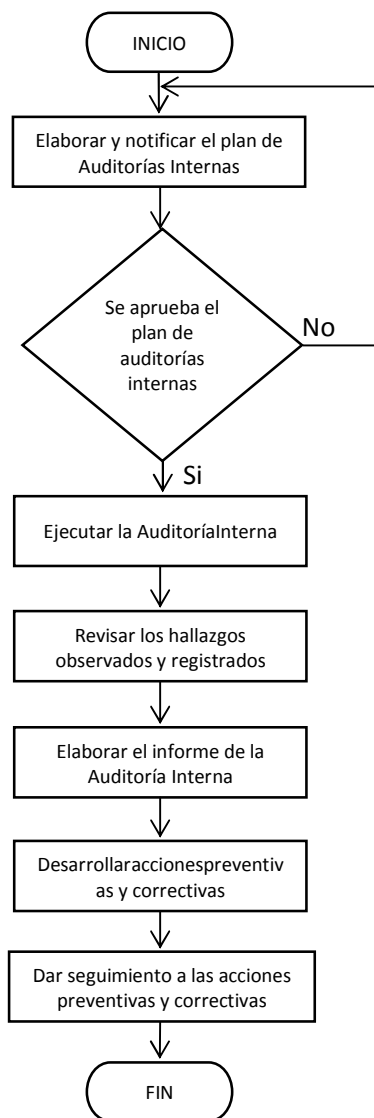
Las auditorías son programadas periódicamente por el Director general del Laboratorio, las primeras auditorías se realizan cada 6 meses para luego realizarlas cada año, esta se debe realizar por personas capacitadas y preferiblemente personas ajenas al laboratorio para obtener resultados lo más objetivos y precisos.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Elaborar y notificar el plan de Auditorías Internas	Director General del Laboratorio/Departamento de Auditorías	Programar periódicamente las auditorías internas del laboratorio	Director General del Laboratorio	Plan de auditorías internas	El plan de auditorías internas debe ser programado e informado al personal del laboratorio	Documentos del Laboratorio	Archivados secuencialmente, revisados, firmados y en buen estado	Laboratorio de Metrología	Software Certificado, Armarios Archivadores	En el plan de auditorías deben establecerse fechas de inicio y final, duración del proceso, persona encargada de la auditoría	Manual del software certificado	N/A
2	Ejecutar la Auditoría Interna	Audidores Capacitados	Realizar la auditoría interna del laboratorio	Laboratorio de Metrología	Documentos del Laboratorio	Archivados secuencialmente, revisados, firmados y en buen estado	Auditoría Interna	Abastecer todos los ámbitos concernientes al funcionamiento del laboratorio	Departamento de Auditorías	Software Certificado, Armarios Archivadores	Las auditorías internas las deben realizar auditores externos para que los resultados obtenidos no sean objetados por personas externas al laboratorio	Procedimiento de Auditorías, Manual de Calidad	N/A
3	Revisar los hallazgos observados y registrarlos	Audidores Capacitados	Determinar si los procesos del laboratorio están de acuerdo a los requisitos de normas establecidas	Departamento de Auditorías	Auditoría Interna	Abastecer todos los ámbitos concernientes al funcionamiento del laboratorio	Informe de Auditorías	Detallar los procesos realizados y los hallazgos encontrados	Departamento de Auditorías	Software Certificado, Armarios Archivadores	Los resultados obtenidos sirven para tomar decisiones sobre los procesos que se realizan dentro del laboratorio	Procedimiento de Auditorías, Manual de Calidad	Rg. LM. AI-11
4	Elaborar el informe de las Auditorías Internas	Audidores Capacitados	Realizar el informe de la auditoría interna	Departamento de Auditorías	Informe de Auditorías	Detallar los procesos realizados y los hallazgos encontrados	Auditoría Finalizada	Terminar con el proceso en el tiempo determinado, informar de los resultados obtenidos y programar la siguiente auditoría interna del laboratorio	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Software Certificado, Armarios Archivadores	El informe de la auditoría interna debe ser claro, detallado y codificado	N/A	N/A
5	Desarrollar las acciones preventivas y correctivas	Director General del Laboratorio	Determinar e implementar las acciones preventivas o correctivas para mejorar los procesos del laboratorio	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Auditoría Finalizada	Terminar con el proceso en el tiempo determinado, informar de los resultados obtenidos y programar la siguiente auditoría interna del laboratorio	Acciones preventivas y correctivas	Las acciones preventivas y correctivas deben estar de acuerdo al informe de la auditoría interna	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos certificados	Las acciones desarrolladas deben satisfacer el inconveniente presentado en el informe de auditorías internas	Instructivo de Ensayo y/o Calibración, normas establecidas	N/A
6	Dar seguimiento a las acciones preventivas y correctivas tomadas	Director General del Laboratorio	Supervisar el cumplimiento de las acciones preventivas o correctivas tomadas de acuerdo al informe de auditorías internas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Acciones preventivas y correctivas	Las acciones preventivas y correctivas deben estar de acuerdo al informe de la auditoría interna	Procesos Eficaces	Los procesos deben ser confiables, cumplir con las normas establecidas de calidad.	Departamento de Auditorías	N/A	Se debe designar el personal capacitado para realizar las acciones preventivas y correcciones para supervisarlas	Instructivo de Ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado principal se verá reflejado en el funcionamiento del laboratorio ya que si se cumple con todas las normas establecidas se obtendrán resultados precisos en los ensayos y/o calibraciones.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las auditorías se presentan en los Informes elaborados por los auditores calificados, estos informes detallaran los procesos realizados y los hallazgos encontrados durante la auditoría.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Dirección del Laboratorio.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Auditores Calificados.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Auditores Calificados.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Departamento de Auditorías.



4.4.1.12 PROCEDIMIENTO DE REVISIONES POR LA DIRECCIÓN

DESCRIPCIÓN: Revisiones por la Dirección del Laboratorio.

Código: PA-LM-RD-12

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para la revisión periódica del laboratorio en donde se verificará, controlará, revisará y determinará si los procesos y resultados obtenidos en los ensayos y/o calibraciones de equipos de medida cumplen con los requerimientos de normas establecidas.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la Dirección general del Laboratorio, al Departamento de Ensayo y/o Calibración y al Departamento de Auditorías.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.



5. RECURSOS NECESARIOS

- Software Certificado.
- Documentos del Laboratorio.
- Personal Capacitado para la revisión.

6. MÉTODO

Realizar la revisión con respecto a procedimientos, personal, resultados, condiciones civiles y ambientales, los procesos de ensayos y/o calibraciones, revisión de auditorías internas y toma de decisiones para mejorar el funcionamiento del laboratorio.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LAS REVISIONES POR LA DIRECCIÓN DEL LABORATORIO

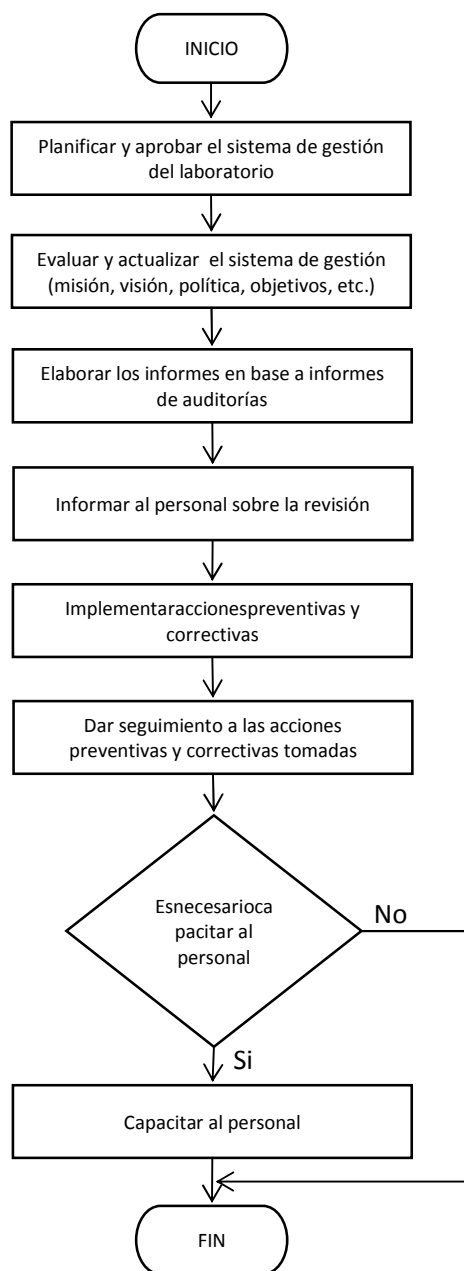
Tener un cronograma preparado con anterioridad, determinar el personal, el tiempo de ejecución, los recursos necesarios para esta operación, con esto se pretende realizar la revisión de la mejor manera para obtener resultados confiables y en base a ellos tomar decisiones para mejorar el funcionamiento del laboratorio

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Planificar y aprobar el sistema de gestión del laboratorio	Director General del Laboratorio	Programar periódicamente las revisiones del sistema de gestión del laboratorio	Director General del Laboratorio	Documentos del sistema de gestión	Los documentos deben estar archivados y a disposición del director del laboratorio	Sistema de Gestión	Debe estar en base a la norma ISO/IEC17025	Laboratorio de Metrología	Software Certificado	Se deben establecer todas las bases para la revisión por la dirección	Norma ISO/IEC 17025	N/A
2	Evaluar y actualizar el sistema de gestión	Director General del Laboratorio	Analizar el sistema de gestión actual y modificarlo según las necesidades del laboratorio	Laboratorio de Metrología	Sistema de Gestión	Debe estar en base a la norma ISO/IEC17025	Sistema de gestión modificado	Se modifica el sistema de gestión de acuerdo a los requerimientos del laboratorio y a la norma ISO/IEC 17025	Laboratorio de Metrología	N/A	El sistema de gestión debe tener la visión de mejorar las condiciones de funcionamiento del laboratorio	Norma ISO/IEC 17025	N/A
3	Elaborar los informes en base a informes de auditorías internas	Director General del Laboratorio	Elaborar los informes de la revisión realizada por la Dirección del Laboratorio	Laboratorio de Metrología	Sistema de gestión modificado	Se modifica el sistema de gestión de acuerdo a los requerimientos del laboratorio y a la norma ISO/IEC 17025	Informes de la Revisión de la Dirección	Informar de los cambios realizados, detallar los hallazgos encontrados.	Laboratorio de Metrología	N/A	Las revisiones se realizan periódicamente cada año por el Director del Laboratorio	N/A	Rg. LM RD - 15
4	Informar al personal sobre la revisión	Director General del Laboratorio	Comunicar a todo el personal sobre los hallazgos encontrados y los cambios realizados	Laboratorio de Metrología	Informes de la Revisión de la Dirección	Informar de los cambios realizados, detallar los hallazgos encontrados.	Implementar soluciones a las no conformidades encontradas	Las no conformidades deben alterar los procedimientos del laboratorio	Director General del Laboratorio	N/A	Todo el personal debe estar al tanto de los hallazgos encontrados y verificar si estos comprometen sus labores	N/A	N/A
5	Implementar acciones correctivas y preventivas	Director General del Laboratorio	Realizar la revisión anual del laboratorio	Director General del Laboratorio	Implementar soluciones a las no conformidades encontradas	Las no conformidades deben alterar los procedimientos del laboratorio	Acciones tomadas	Acciones correctivas y preventivas	Laboratorio de Metrología	N/A	Las acciones deben estar de acuerdo a las no conformidades presentadas	N/A	N/A
6	Dar seguimiento a las acciones correctivas y preventivas tomadas	Director General del Laboratorio	Realizar la revisión anual del laboratorio	Director General del Laboratorio	Acciones tomadas	Acciones correctivas y preventivas	Acciones terminadas	Las acciones deben satisfacer las no conformidades encontradas por la Revisión de la Dirección	Laboratorio de Metrología	Equipos certificados	Las acciones deberán mejorar los procedimientos dentro del laboratorio	N/A	N/A
7	Capacitar al Personal del Laboratorio	Director General del Laboratorio	Implementar capacitaciones constantes al personal	Director General del Laboratorio	Acciones terminadas	Las acciones deben satisfacer las no conformidades encontradas por la Revisión de la Dirección	Personal Capacitado	Preparado para cualquier eventualidad dentro del laboratorio	Personal del Laboratorio	Capacitaciones, proyector	Las capacitaciones estarán enfocadas al presente y futuro del laboratorio	N/A	N/A

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

El resultado principal se verá reflejado en el funcionamiento del laboratorio ya que cumpliendo con todas las normas establecidas, se obtendrán resultados precisos en los ensayos y/o calibraciones.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las revisiones se presentan en los Informes elaborados por el Director General del Laboratorio, estos informes detallarán los procesos realizados y los hallazgos encontrados durante la revisión, además se notificarán los cambios y resultados a todo el personal del laboratorio.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Dirección del Laboratorio.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio.
- Revisión: Dirección del Laboratorio.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.



4.4.2 PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL LABORATORIO

Los procedimientos técnicos se refiere a todos los procesos que tienen relación con los procedimientos específicos para el ensayo y/o calibración de los contadores de energía y transformadores de medida, estos procedimientos son importantes para cumplir con los requerimientos de la norma ISO/IEC17025.

4.4.2.1 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

DESCRIPCIÓN: Muestreo.

Código: PT-LM-MT-13

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para el muestreo de los equipos, la recepción, el transporte, la manipulación y el almacenamiento de los contadores de energía y transformadores de medida dentro del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al personal del Departamento de Ensayo y/o Calibración y a la Dirección General del Laboratorio.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

Muestreo: Técnica empleada para la recolección de equipos en forma de muestra de un lote.



4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Equipos de medida.
- Equipos certificados para el ensayo y/o calibración.
- Instructivos de ensayo y/o calibración.

6. MÉTODO

Para el muestreo se define el método de tomar equipos al azar para realizar ensayos y/o calibraciones de muestreo dentro del laboratorio.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL MUESTREO

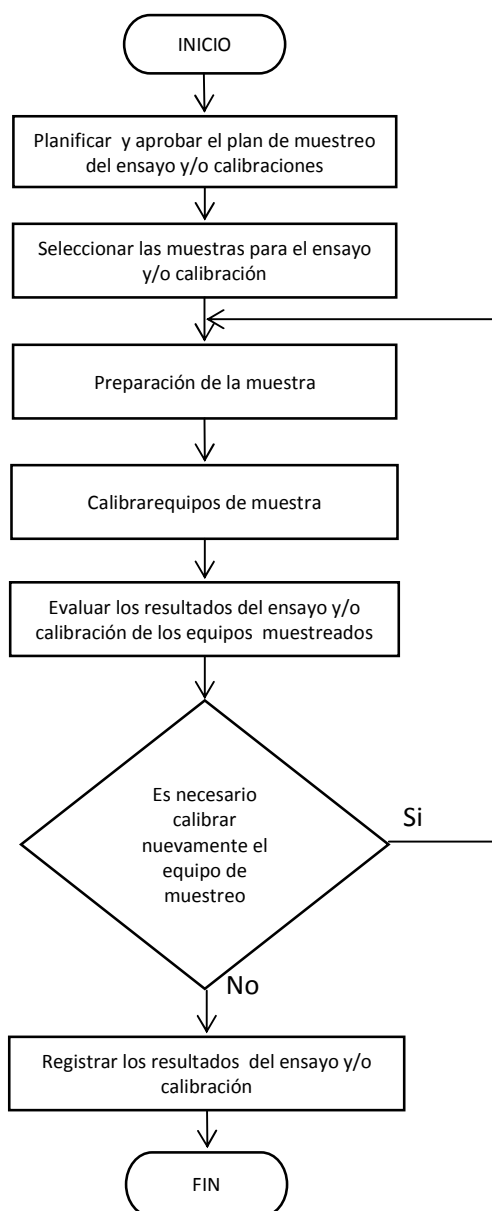
Las condiciones ambientales para el muestreo deben ser las adecuadas ya que cualquier variación puede alterar los resultados de las pruebas, el almacenamiento, el transporte y la preparación de los equipos son primordiales para el buen desarrollo de las pruebas y así evitar errores en los resultados finales.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Planificar y aprobar el plan de muestreo del ensayo y/o calibración	Dirección de Laboratorio	Verificar que se cumpla con las cláusulas de contrato, normativa vigente y procedimientos	Jefe Departamental	Plan de muestreo	El Plan de muestreo debe estar autorizado	Plan de muestreo autorizado	Cumplir con las cláusulas de contrato y normativa vigente	Dirección del Laboratorio	N/A	El plan de muestreo debe planificarse con anticipación	N/A	N/A
2	Seleccionar las muestras para el ensayo y/o calibración	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Realizar la selección de la muestra en base a procedimiento o norma establecida	Bodega	Plan de muestreo autorizado	Cumplir con las cláusulas de contrato y normativa vigente	Muestras seleccionadas	Identificar cada muestra en forma única	Laboratorio	Equipos del lote	Cada muestra debe seleccionarse aleatoriamente desde el lote de equipos.	Procedimientos establecidos, normas	N/A
3	Preparación de la muestra	Metrólogo Principal	Verificar el proceso de ensayo y/o calibración	Auxiliar de Laboratorio	Muestras seleccionadas	Identificar cada muestra en forma única	Muestras identificadas y preparadas	Cumplir con los requisitos para el ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Equipos del lote	Cada muestra debe ser preparada adecuadamente para el ensayo y/o calibración de muestra	Procedimientos establecidos, normas	N/A
4	Ensayo y/o Calibración de la muestra	Metrólogo Principal y Auxiliar	Realizar el ensayo y/o calibración de las muestras	Metrólogo Principal y Auxiliar	Muestras identificadas y preparadas	Cumplir con los requisitos para el ensayo y/o calibración	Muestras ensayadas y/o calibradas	Cumplir con norma de ensayo y/o calibración establecida	Dirección del Laboratorio	Equipos certificados	Se realiza el ensayo y/o calibración en base a normas establecidas	Instructivos, Manuales, Normas de calibración	N/A
5	Evaluar los resultados del ensayo y/o calibración de los equipos muestreados	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Evaluar los resultados del proceso de ensayo y/o calibración de las muestras	Metrólogo Principal y Auxiliar	Muestras ensayadas y/o calibradas	Cumplir con norma de ensayo y/o calibración establecida	Muestras ensayadas y/o calibradas en base a norma establecida	Equipos muestreados	Laboratorio de metrología	Equipos certificados	Se realiza la evaluación de los resultados de las pruebas muestreadas	N/A	N/A
6	Registrar los resultados del ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Archivar la documentación y mantenerlos durante 2 años	Jefe Departamental	Muestras ensayadas y/o calibradas en base a norma establecida	Equipos muestreados	Trazabilidad de los equipos muestreados	Trazabilidad en vigencia	Laboratorio de metrología	Armarios archivadores, software certificado	Se registran los resultados y se almacenan durante 2 años.	N/A	Rg. LM MT-13

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

En el resultado de las pruebas se pueden determinar si éstos se han alterado o cumplen con los estándares de tolerancia permitidos por la norma utilizada en los procesos de ensayo y/o calibración.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.

12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe Departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.

4.4.2.2 PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN: Manejo de Materiales.

Código: PT-LM-MM-14

Revisión: 0



1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para el manejo de materiales que comprende: el transporte, recepción, almacenamiento y disposición de materiales dentro del laboratorio.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Departamento de ensayo y/o Calibración, la Dirección General del Laboratorio y Departamento de Auditorías.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

Muestreo: Técnica empleada para la recolección de equipos en forma de muestra de un lote.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Equipos de Medición del lote.
- Equipos Certificados para el ensayo y/o calibración.
- Software certificado.
- Uña hidráulica para pallet.



6. MÉTODO

Para el manejo de equipos será necesario: revisarlos, transportarlos, registrarlos y almacenarlos adecuadamente en las bodegas del laboratorio.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL MANEJO DE MATERIALES

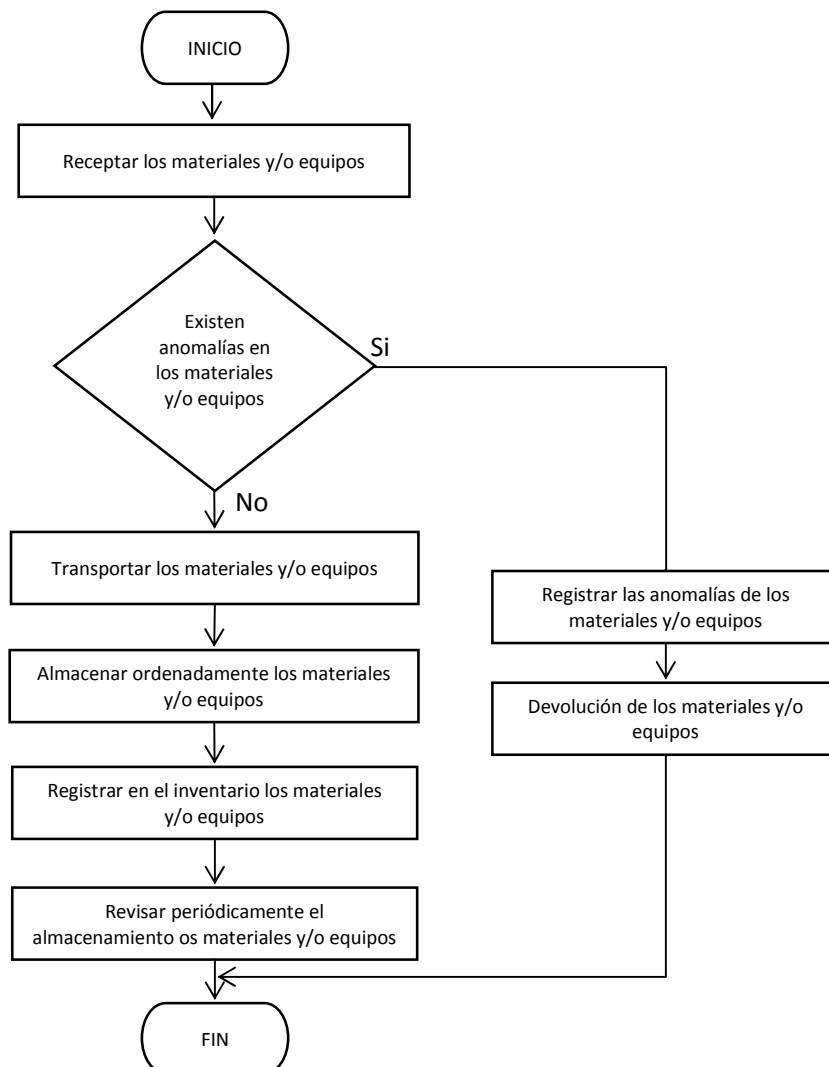
Las condiciones para el manejo de equipos son esenciales debido a que estos parámetros afectan el resultado de los ensayos y/o calibraciones, el transporte, el almacenamiento y la disposición de los equipos son factores que hay que tener en cuenta al manejar los equipos para evitar inconvenientes en las pruebas.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Receptar los materiales y/o equipos	Bodeguero	Recibir y revisar los materiales y/o equipos que llegan al laboratorio	Director General del Laboratorio	Materiales y/o Equipos	Codificados, empaquetados	Materiales y/o equipos recibidos	Llegar empaquetados	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos del Lote	Los Equipos deben entregarse con las cartas de pruebas y la trazabilidad de los mismos.	Trazabilidad de los Equipos	Rg. LM MM - 14
2	Determinar si hay anomalías en los materiales y/o equipos	Bodeguero	Determinar si existe anomalías en los equipos que llegan al laboratorio	Director General del Laboratorio	Materiales y/o equipos recibidos	Llegar empaquetados	Equipo Revisados	Los materiales y/o equipos no deben tener fisuras, ni golpes, ni daños mecánicos ni eléctricos visibles.	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos del Lote	Los equipos deben estar en perfectas condiciones sin ninguna anomalía	N/A	N/A
3	Transportar los materiales y/o equipos	Bodeguero	Transportar los materiales y/o equipos hacia las bodegas de almacenamiento	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipo Revisados	Los materiales y/o equipos no deben tener fisuras, ni golpes, ni daños mecánicos ni eléctricos visibles.	Equipos Transportados	Los equipos se transportan por pallet	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Uña hidráulica para pallet	Las bodegas deben tener acceso para la uña hidráulica	N/A	N/A
4	Almacenar ordenadamente los materiales y/o equipos	Bodeguero	Almacenar los equipos en las bodegas del laboratorio	Bodeguero	Equipos Transportados	Los equipos se transportan por pallet	Equipos Almacenados	Almacenados ordenadamente en las bodegas correspondientes.	Bodeguero	Armarios para almacenar los equipos de medida	Dentro del laboratorio existirán dos bodegas independientes para contadores y transformadores de medida	N/A	N/A
5	Registrar en el inventario los materiales y/o equipos	Bodeguero	Llenar los registros de los inventarios del laboratorio	Bodeguero	Equipos Almacenados	Almacenados ordenadamente en las bodegas correspondientes.	Registro de Inventarios	Llenar el registro del inventario sin enmendaduras, ni manchas.	Bodeguero	Formularios de Inventarios	Los formularios deben registrarse por el personal de bodega	N/A	N/A
6	Revisar periódicamente los materiales y/o equipos	Bodeguero	Realizar la revisión periódica para verificar que los equipos no sufran ningún daño	Bodeguero	Registro de Inventarios	Llenar el registro del inventario sin enmendaduras, ni manchas.	Equipo Almacenado	Los equipos deben estar almacenados en un lugar fresco, para no sufrir deterioros	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Armarios para almacenar los equipos de medida	Los equipos deben mantenerse impecables en la bodega con ambiente fresco para conservarlos bien y ordenadamente	N/A	Rg. LM MM - 14

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

N/A.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

N/A.



12. INSTRUCTIVOS

N/A.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe Departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.

4.4.2.3 PROCEDIMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS

DESCRIPCIÓN: Aseguramiento de la Calidad de los Resultados.

Código: PT-LM-CR-15

Revisión: 0



1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para asegurar la calidad de los resultados controlando todos los parámetros que pudieren afectar los resultados.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Departamento de Ensayo y/o Calibración, la Dirección General del Laboratorio y Departamento de Auditorías.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Equipos de Medición.
- Equipos Certificados para el ensayo y/o calibración.
- Software certificado.
- Uña hidráulica para pallet.



6. MÉTODO

Para el control de calidad se mantendrán los parámetros establecidos, constantes para realizar el ensayo y/o calibración dentro del laboratorio.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS

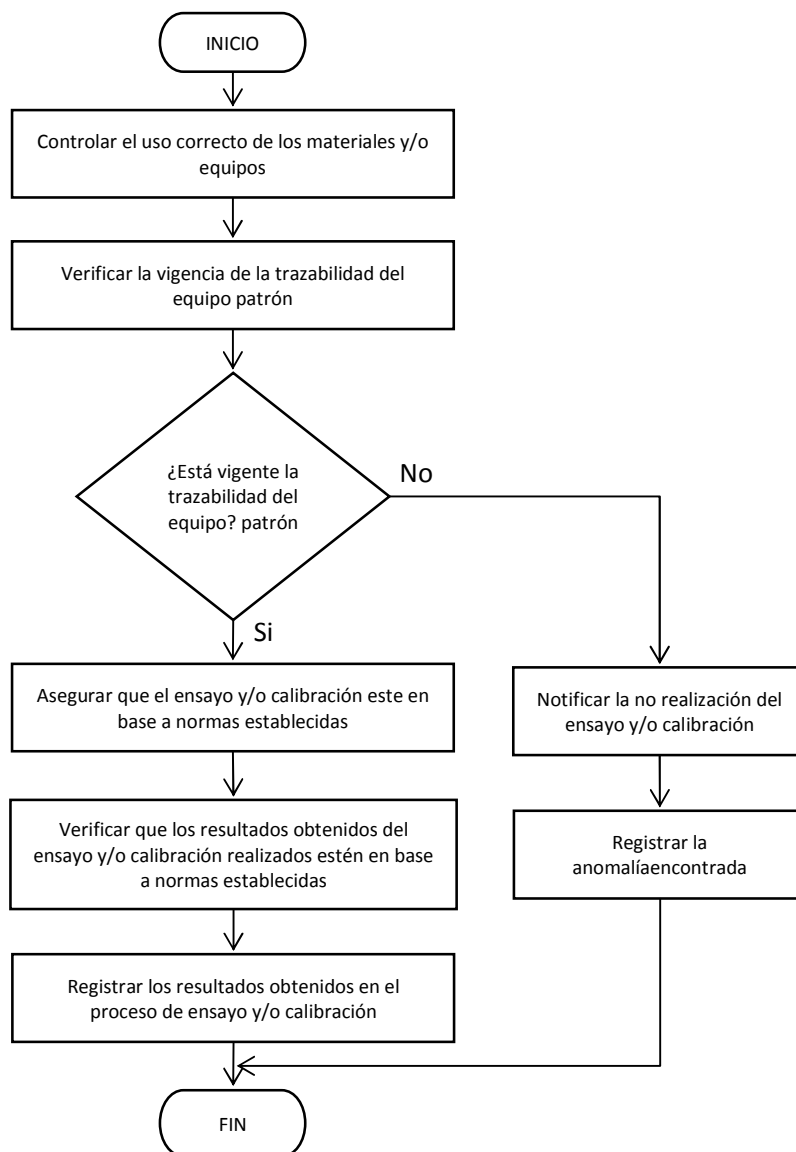
Las condiciones para el control de calidad se deberá mantener constantes: la temperatura, humedad, ruidos, etc., el personal será capaz de realizar las pruebas en base a normas y procesos establecidos para obtener resultados de calidad.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Controlar el uso correcto de los materiales y/o equipos	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Verificar que los materiales y/o equipos del laboratorio tengan el uso adecuado dependiendo de la función que cumplan.	Bodegas de equipos de medición	Materiales y/o equipos	Aptos para su funcionamiento	Materiales y/o equipos aptos para su funcionamiento	Cumplan con las características especificadas en normas establecidas	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Materiales y/o equipos	Todos los materiales y/o equipos se deben manejar correctamente	Catálogos, manuales, normas establecidas	N/A
2	Verificar la vigencia de la trazabilidad del equipo patrón	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Determinar si la trazabilidad de los equipos patrones está vigente	Dirección General del Laboratorio	Materiales y/o equipos aptos para su funcionamiento	Cumplan con las características especificadas en normas establecidas	Equipos patrones trazados	Tener vigente la trazabilidad	Departamento de Ensayo y/o Calibración	Equipos patrones certificados	El equipo patrón deberá ser calibrado cada 2 años para mantener la trazabilidad	Sistema de trazabilidad del equipo patrón	N/A
3	Notificar la realización o no del ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Determinar si las condiciones para el ensayo y/o calibración son las óptimas	Departamento de Ensayo y/o calibración	Equipos patrones trazados	Tener vigente la trazabilidad	Factibilidad para realizar el ensayo y/o calibración	Equipos certificados, personal capacitado, condiciones ambientales normalizadas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	N/A	El metrólogo principal notificará si el equipo patrón está disponible para realizar las pruebas pertinentes	Sistema de trazabilidad del equipo patrón	N/A
4	Registrar la anomalía encontrada en caso de existir	Metrólogo Principal	Realizar el informe detallando la anomalía presentada	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Factibilidad para realizar el ensayo y/o calibración	Equipos certificados, personal capacitado, condiciones ambientales normalizadas	Registrar si se realiza o no el ensayo y/o calibración	Establecer los parámetros para realizar la prueba y llenar el formulario correctamente	Metrólogo Principal	Software Certificado	El registro de anomalías se llenará si el equipo patrón no está disponible para las pruebas	Sistema de trazabilidad del equipo patrón	Rg. LM. CC-15
5	Asegurar que el ensayo y/o calibración este en base a normas establecidas	Metrólogo Principal	Establecer los parámetros necesarios para que el ensayo y/o calibración cumpla con las normas establecidas	Metrólogo Principal	Registrar si se realiza o no el ensayo y/o calibración	Establecer los parámetros para realizar la prueba y llenar el formulario correctamente	Realizar el ensayo y/o calibración	Condiciones ambientales estables, personal calificado, equipos certificados	Clientes en General	Equipos certificados	Las pruebas se realizarán según lo establecido en el contrato con el cliente	Contrato, Instructivo de ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
6	Verificar que los resultados obtenidos del ensayo y/o calibración estén en base a normas establecidas	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Realizar la auditoría al laboratorio	Metrólogo Principal	Realizar el ensayo y/o calibración	Condiciones ambientales estables, personal calificado, equipos certificados	Resultados Obtenidos en el ensayo y/o calibración	Los resultados deben estar en base a la norma establecida	Clientes en General	Equipos certificados	Los resultados obtenidos pueden estar o no dentro de las tolerancias permitidas por norma	Contrato, Instructivo de ensayo y/o calibración, normas establecidas	N/A
7	Registrar los resultados obtenidos en el proceso de ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Registrar los resultados obtenidos durante el proceso de ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Resultados Obtenidos en el ensayo y/o calibración	Los resultados deben estar en base a la norma establecida	Resultados del ensayo y/o calibración	Los resultados deben ser confiables y precisos	Clientes en General	Armarios archivadores, software certificado	Los formularios se archivarán en un lugar adecuado para su almacenamiento además se deberá contar con un respaldo digital por seguridad	Manual del software certificado	Rg. LM. RO-17

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

Los resultados del control de calidad en los resultados de los ensayos y/o calibraciones se verán reflejados en la disminución de quejas por parte del cliente y el aumento de pruebas que realizara el laboratorio.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del aseguramiento de la calidad se indicarán durante las auditorías internas que realizará el laboratorio por lo que aquí se reflejarán los buenos o malos procesos que realiza el laboratorio.

12. INSTRUCTIVOS

Instructivo de Ensayos y/o Calibraciones.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe Departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.



4.4.2.4 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PATRONES

DESCRIPCIÓN: Calibración de Equipos Patrones.

Código: PT-LM-CEP-16

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para la calibración de equipos patrones del laboratorio, basándose en un cronograma establecido con anterioridad para realizar esta actividad en el cual se establecerán fechas, personal al cargo y el equipo al cual se realizara la prueba.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Departamento de Ensayo y/o Calibración, la Dirección General del Laboratorio y Departamento de Auditorías.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

Calibración: Comparación técnica de equipos de medición con un patrón de referencia.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.



5. RECURSOS NECESARIOS

- Equipos Patrones.
- Sistema de Trazabilidad del Equipo Patrón.
- Uña hidráulica para pallet.

6. MÉTODO

Para la calibración de equipos patrones del laboratorio se establecerá mediante un cronograma que estará vinculado estrictamente con el sistema de trazabilidad del equipo, se establecerá al equipo patrón como no disponible, se notificará al personal, se enviará a calibrar al equipo patrón, se evaluarán los resultados obtenidos y se pondrá el equipo patrón disponible para realizar las pruebas del laboratorio.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL MANEJO DE MATERIALES

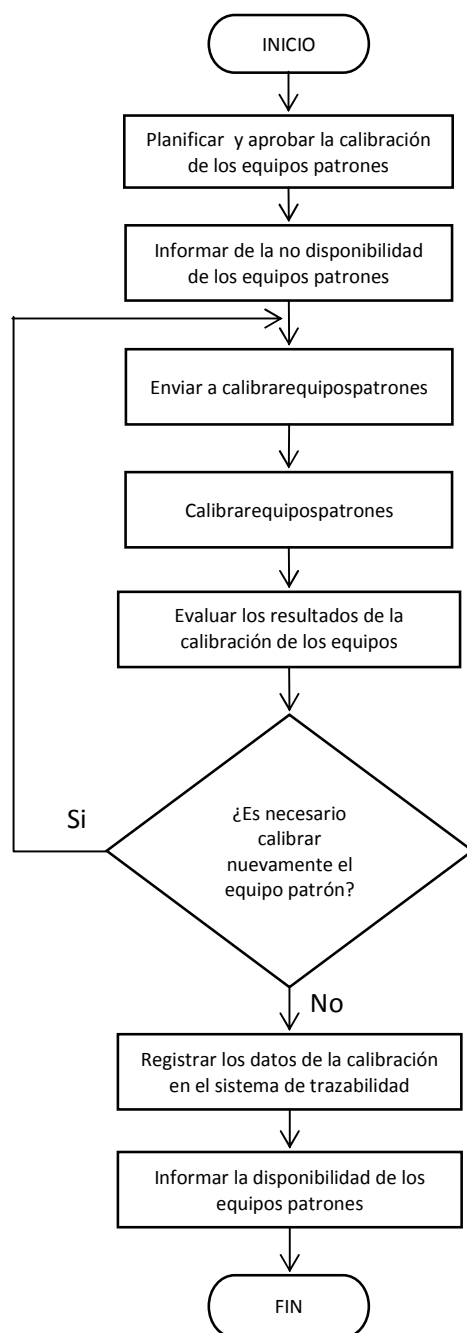
El sistema de trazabilidad es imprescindible para realizar el cronograma de calibración de los equipos patrones, si el sistema está vigente se pueden realizar con normalidad las pruebas del laboratorio, pero al momento de perder su vigencia los resultados obtenidos en los ensayos y/o calibraciones realizados no estarán en base a normas establecidas.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Planificar y aprobar la calibración de los equipos patrones	Director General del Laboratorio	Establecer un cronograma para enviar a calibrar los equipos patrones del laboratorio	Jefe Departamento de Ensayo y/o Calibración	Sistema de Trazabilidad	El sistema de trazabilidad debe estar vigente	Cronograma de Calibración	Debe tener fechas y el equipo a calibrar	Metrólogo Principal	N/A	Al momento de realizar el cronograma de calibraciones se debe tener en cuenta las pruebas que tiene pendiente el laboratorio por realizar	Sistema de Trazabilidad	N/A
2	Informar de la no disponibilidad de los equipos patrones	Metrólogo Principal	Notificar al personal del laboratorio que el equipo patrón no está disponible para realizar cualquier tipo de ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Cronograma de Calibración	Debe tener fechas y el equipo a calibrar	Equipo no Disponible	El sistema de trazabilidad del equipo no debe estar vigente	Director General del Laboratorio	N/A	Todas las pruebas deben estar finalizadas antes de poner el equipo patrón no disponible	Sistema de Trazabilidad	N/A
3	Enviar a calibrar los equipos patrones	Director General del Laboratorio	Establecer el laboratorio al cual se va a enviar el equipo patrón para calibrar	Director General del Laboratorio	Equipo no Disponible	El sistema de trazabilidad del equipo no debe estar vigente	Calibración del equipo patrón	Cumplir los requisitos de normas establecidas para la calibración de equipos patrones	Laboratorio Certificado	Equipo Patrón	Para la calibración el laboratorio al cual se envía el equipo deberá contar con equipos certificados.	Documentación de Certificación del Laboratorio para calibración de equipos patrones	N/A
4	Calibrar los equipos patrones	Laboratorio Certificado	Establecer los requisitos para la calibración de los equipos patrones del laboratorio	Laboratorio Certificado	Calibración del equipo patrón	Cumplir los requisitos de normas establecidas para la calibración de equipos patrones	Equipo patrón calibrado	El sistema de trazabilidad del equipo está vigente	Director General del Laboratorio	Equipo Patrón	Para la calibración el laboratorio al cual se envía el equipo deberá contar con equipos de mejor clase de precisión que el equipo patrón del laboratorio	Sistema de Trazabilidad	N/A
5	Evaluar los resultados de la calibración de los equipos patrones	Director General del Laboratorio	Determinar si los resultados obtenidos están en base a normas establecidas	Director General del Laboratorio	Equipo patrón calibrado	El sistema de trazabilidad del equipo está vigente	Resultados obtenidos de la calibración	Los resultados deben estar en base a normas establecidas	Jefe Departamental de Ensayo y/o Calibración	N/A	Los resultados deben satisfacer las necesidades del laboratorio para poder realizar los ensayos y/o calibraciones	Sistema de Trazabilidad	N/A
6	Registrar los datos de la calibración en el sistema de trazabilidad	Director General del Laboratorio	Archivar y registrar los datos obtenidos durante la calibración del equipo patrón del laboratorio	Jefe Departamental de Ensayo y/o Calibración	Resultados obtenidos de la calibración	Los resultados deben estar en base a normas establecidas	Registros archivados	Los registros deben archivar en forma secuencial, codificado y sin deterioros	Metrólogo Principal	Software certificado, armarios archivadores	Los Documentos no deben tener daños de ningún tipo para ser archivados	N/A	Rg. LM. CP-16
7	Informar la disponibilidad de los equipos patrones	Metrólogo Principal	Notificar al personal del laboratorio que el equipo patrón está disponible para realizar cualquier tipo de ensayo y/o calibración	Metrólogo Principal	Registros archivados	Los registros deben archivar en forma secuencial, codificado y sin deterioros	Equipo patrón disponible	El equipo patrón debe estar apto para realizar ensayos y/o calibraciones	Laboratorio de Metrología	Equipo Patrón	El sistema de trazabilidad del equipo patrón está vigente por 2 años	Sistema de Trazabilidad	N/A

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

Los resultados de la calibración de equipos patrones se verán reflejados en los resultados de los ensayos y/o calibraciones realizados ya que estarán en base a normas establecidas.



11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la calibración de equipos patrones se indicaran en el informe de la calibración entregado por el laboratorio certificado que realiza la prueba y que entrega al momento de terminar la calibración el cual contendrá resultados, procesos y el sistema de trazabilidad vigente.

12. INSTRUCTIVOS

Instructivo de Ensayos y/o Calibraciones.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2, Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe Departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.

15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.



4.4.2.5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DESCRIPCIÓN: Ensayo y/o Calibración de Contadores de Energía Eléctrica.

Código: PT-LM-ECC-17

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para realizar el ensayo y/o calibración contadores de energía eléctrica, basándose en un contrato suscrito con anterioridad estableciendo fechas, personal a cargo y las características del equipo y procesos.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Departamento de Ensayo y/o Calibración, la Dirección General del Laboratorio.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

Calibración: Comparación técnica de equipos de medición con un patrón de referencia.



4. DOCUMENTOS DE SOPORTE:

Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

5. RECURSOS NECESARIOS:

- Equipos Patrones.
- Sistema de Trazabilidad del Equipo Patrón.
- Contadores de Energía Eléctrica.

6. MÉTODO

Para el ensayo y/o calibración de contadores de energía se establece un contrato vinculado estrictamente con las características de las pruebas a realizar y de las del equipo, se notifica al personal que realizará el ensayo y/o calibración, se evaluarán los resultados obtenidos y se emitirá un certificado que se entregará junto con el equipo.

7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL MANEJO DE MATERIALES

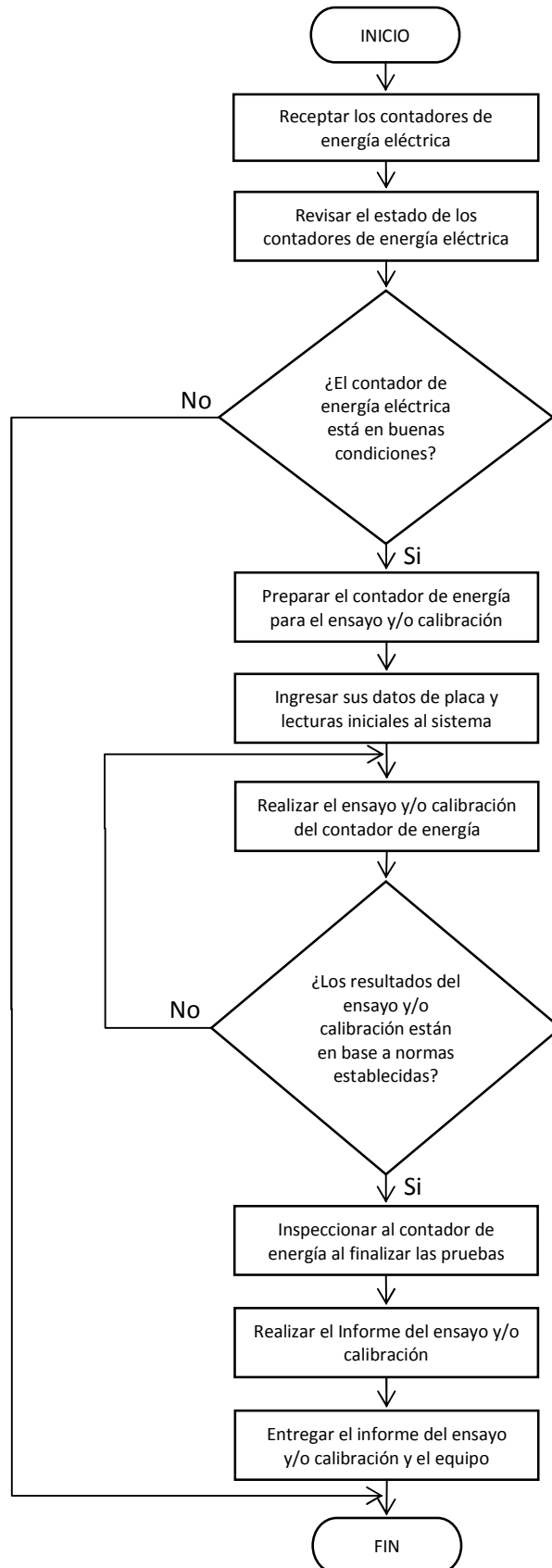
El sistema de trazabilidad es imprescindible para realizar el ensayo y/o calibración de los contadores de energía eléctrica, si el sistema está vigente se pueden realizar con normalidad las pruebas del laboratorio pero al momento de perder su vigencia los resultados obtenidos no estarán en base a normas establecidas.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Receptar Contadores de energía eléctrica	Metrólogo Principal	Constar la cantidad y realizar una inspección general de los Contadores de energía recibidos.	Bodeguero	Contadores de energía eléctrica monofásicos y/o polifásicos.	Contadores de energía eléctrica requeridos, solicitados y entregados oportunamente.	Contadores de energía recibidos.	Cantidad, marca, tipo e información complementaria.	Metrólogo Auxiliar	Contadores de Energía	Los contadores deben ser entregados y recibidos por el personal autorizado.	Cláusulas de Contrato	Rg. LM MB 18
2	Revisar el estado de los Contadores de energía	Metrólogo Auxiliar	Desempacar, verificar estado y acondicionar los Contadores de energía eléctrica.	Metrólogo Principal	Contadores de energía recibidos.	Cantidad, marca, tipo e información complementaria.	Contadores de energía eléctrica clasificados y preparados	Contadores limpios, acondicionados, sin daños visibles.	Metrólogo Principal	Contadores de Energía	Los contadores deben estar en buen estado para las pruebas, caso contrario se notificará al cliente de su estado.	N/A	N/A
3	Preparar el Contador de energía eléctrica y equipos para Ensayos y/o Calibración	Metrólogo Principal	Configurar los equipos, realizar las conexiones necesarias y proveer de contadores listos para el Ensayos y/o Calibración.	Metrólogo Auxiliar	Contadores de energía eléctrica clasificados y preparados	Contadores limpios, acondicionados, sin daños visibles.	Contadores listos para el Ensayo y/o Calibración	Información correcta, datos de placa del Contador	Metrólogo Principal	Equipos para Ensayo y/o Calibración.	Al preparar los equipos se debe tener el mayor cuidado para evitar que este proceso altere los resultados finales.	Manuales, Instructivos para Ensayos y/o Calibración de Contadores de Energía	N/A
4	Ingresar Datos Característicos, Registrar lecturas	Metrólogo Principal	Ingresar datos de placa de datos y lecturas registradas de Contadores listos para Calibrar.	Metrólogo Principal	Contadores listos para el Ensayo y/o Calibración	Información correcta, datos de placa del Contador	Contadores listos para el Ensayos y/o Calibración	Forma, Clase, Constantes, Niveles de Voltaje, Niveles de Corriente, Año de Fabricación, Modelo, número de serie, lecturas.	Metrólogo Principal	Software certificado, equipos para Ensayos y/o Calibración.	Los datos de placa del contador deben estar legibles caso contrario el cliente debe brindarnos estos datos.	Manuales, Instructivos para Ensayos y/o Calibración de Contadores de Energía	N/A
5	Ensayos y/o Calibración	Metrólogo Principal	Verificar que el ensayo y/o calibración estén en base a normas establecidas, IEC y a las cláusulas del contrato	Metrólogo Principal	Contadores listos para el Ensayos y/o Calibración	Forma, Clase, Constantes, Niveles de Voltaje, Niveles de Corriente, Año de Fabricación, Modelo, número de serie, lecturas.	Contadores de energía Calibrados y/o realizados los Ensayos.	Los resultados deben estar en base a normas establecidas y a las cláusulas de contrato realizado con el Cliente.	Metrólogo Principal	Software certificado, equipos para Ensayos y/o Calibración.	Realizar el ensayo y/o calibración al contador de energía según normas establecidas.	Normas Establecidas, Instructivo para calibración I-LM-CE	Rg. LM CT 17
6	Inspección final del Contador de energía	Metrólogo Auxiliar	Verificar el estado íntegro del contador de energía	Metrólogo Principal	Contadores de energía Calibrados y/o realizados los Ensayos.	Los resultados deben estar en base a normas establecidas y a las cláusulas de contrato realizado con el Cliente.	Contador de energía eléctrica conforme con la inspección	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso.	Metrólogo Principal	Contadores de Energía	Los resultados del ensayo y/o calibración deberán estar en base a normas establecidas.	Manuales, Instructivos para Ensayos y/o Calibración de Contadores de Energía	N/A
7	Informe de Ensayo y/o Calibración y estado de contador de energía	Metrólogo Principal	Dar a conocer el resultado del Ensayo y/o calibración, las no conformidades y conformidades	Metrólogo Auxiliar	Contador de energía eléctrica conforme con la inspección	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso.	Contadores con soporte técnico del informe	Detalle claro con los resultados relevantes y firma de responsabilidad	Metrólogo Principal	Sistema informático y servidor	El Jefe Departamento Ensayo y/o Calibración deberá prestar especial atención en informar las no conformidades y conformidades.	Cláusulas de Contrato, Incertidumbres de equipos de Ensayos y/o Calibración	Rg. LM CT 17
8	Entregar los contadores de energía	Metrólogo Principal Metrólogo Auxiliar	Empacar, ordenar y entregar los Contadores de energía con su respectivo informe.	Metrólogo Principal	Contadores con soporte técnico del informe	Detalle claro con los resultados relevantes y firma de responsabilidad	Contadores de energía embalados, ordenados y entregados con su respectivo informe.	Contadores de energía Ensayados y/o Calibrados, con el informe respectivo, empacados y entregados oportunamente.	Jefe Departamento Ensayo y/o calibración Bodeguero.	Contadores de Energía	Los contadores deben ser entregados por el personal autorizado.	N/A	Rg. LM MB 18

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO





10. RESULTADOS DEL PROCESO

Los resultados del ensayo y/o calibración de contadores de energía se verán reflejados en que estarán en base a normas establecidas, se reflejará también en la conformidad del cliente y el aumento de pruebas que realiza el laboratorio.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del ensayo y/o calibración de contadores de energía se indicarán en el certificado que entregará el laboratorio al momento de terminar las pruebas de los equipos, en el cual constara de los datos del equipo, de los procesos realizados, de los resultados obtenidos y de las firmas autorizadas para este proceso.

12. INSTRUCTIVOS

Instructivo de Ensayos y/o Calibraciones de Contador de Energía Eléctrica (Anexo #2).

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025, IEC 62052-11, IEC 62053-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22, ANSI C12.1-2008, ANSI C12.20-2002.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe Departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.



15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.

4.4.2.6 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA (TPs-TCs)

DESCRIPCIÓN: Ensayo y/o Calibración de Transformadores de Medida.

Código: PT-LM-ECT-18

Revisión: 0

1. OBJETIVO

Detallar los pasos necesarios para realizar el ensayo y/o calibración de transformadores de medida (TP – TC), basándose en un contrato suscrito con anterioridad estableciendo fechas, personal a cargo y las características del equipo y procesos.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica al Departamento de Ensayo y/o Calibración, la Dirección General del Laboratorio.

3. DEFINICIONES

Revisiones: Es una verificación cuidadosa de todos los procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.



Calidad: Condición o requisito que se pone en un contrato con respecto a la confiabilidad y exactitud de los resultados en el laboratorio.

Calibración: Comparación técnica de equipos de medición con un patrón de referencia.

4. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Norma ISO/IEC 17025, Norma IEC 60044-1, Norma IEC 60044-2.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Equipos Patrones.
- Sistema de Trazabilidad del Equipo Patrón.
- Transformadores de Medida (TP-TC).

6. MÉTODO

Para el ensayo y/o calibración de transformadores de medida se establece un contrato vinculado estrictamente con las características de las pruebas a realizar y de las del equipo, se notificará al personal que realizará el ensayo y/o calibración, se evaluarán los resultados obtenidos y se emitirá un certificado que se entregará junto con el equipo.

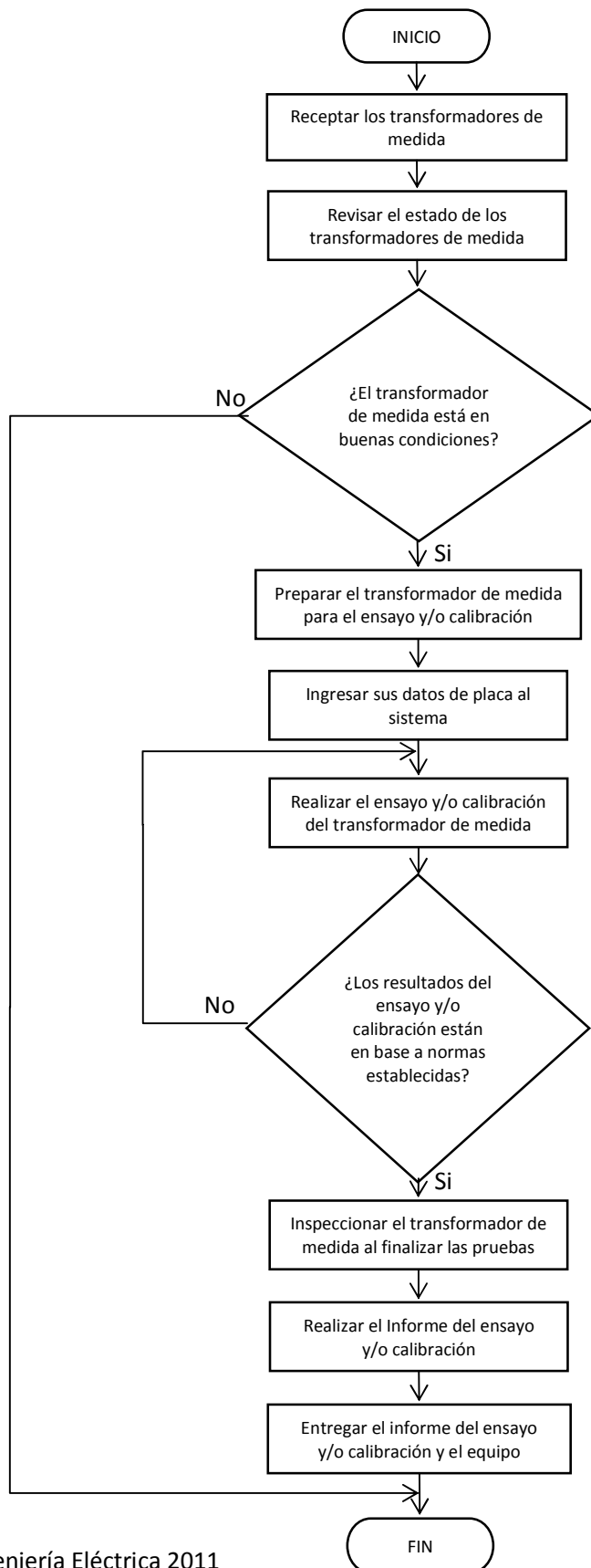
7. CONDICIONES Y PREPARACIÓN PARA EL MANEJO DE MATERIALES

El sistema de trazabilidad es imprescindible para realizar el ensayo y/o calibración de los transformadores de medida, si el sistema está vigente se pueden realizar con normalidad las pruebas del laboratorio pero al momento de perder su vigencia los resultados obtenidos no estarán en base a normas establecidas.

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD	PROVEEDOR	INSUMO	REQUISITOS DEL INSUMO	PRODUCTO	REQUISITOS DEL PRODUCTO	CLIENTE	RECURSO INDISPENSABLE HERRAMIENTA	OBSERVACIONES	INFORMACIÓN	REGISTRO
1	Receptar los Transformadores de medida	Metrólogo Principal	Constatar la cantidad y realizar una inspección general de los transformadores de medida recibidos.	Bodeguero	Transformadores de medida monofásicos y/o polifásicos.	Transformadores de medida requeridos, solicitados y entregados oportunamente.	Transformadores de medida recibidos.	Cantidad, marca, tipo e información complementaria.	Metrólogo Auxiliar	Transformadores de Medida	Los transformadores de medida deben ser recibidos por personal autorizado.	Cláusulas de Contrato	Rg. LM MB 18
2	Revisar el estado de los transformadores de medida	Metrólogo Auxiliar	Desempacar, verificar estado y acondicionar los transformadores de medida.	Metrólogo Principal	Transformadores de medida recibidos.	Cantidad, marca, tipo e información complementaria.	Transformadores de medida clasificados y preparados	Transformadores de medida limpios, acondicionados, sin daños visibles.	Metrólogo Principal	Transformadores de Medida	Los transformadores de medida deben estar en buen estado para las pruebas, caso contrario se notificará al cliente de su estado.	N/A	N/A
3	Preparar el transformador de medida y equipos para Ensayos y/o Calibración	Metrólogo Principal	Configurar los equipos, realizar las conexiones necesarias y proveer de transformadores de medida listos para el Ensayos y/o Calibración.	Metrólogo Auxiliar	Transformadores de medida clasificados y preparados	Transformadores de medida limpios, acondicionados, sin daños visibles.	Transformadores de medida listos para el Ensayo y/o Calibración	Información correcta y datos de placa del transformador de medida	Metrólogo Principal	Equipos para Ensayo y/o Calibración.	Al preparar los equipos se debe tener el mayor cuidado para evitar que este proceso altere los resultados finales.	Manuales, Instructivos para Ensayos y/o Calibración de Transformadores de medida	N/A
4	Ingresar Datos Característicos.	Metrólogo Principal	Ingresar datos de placa de los transformadores de medida listos para Calibrar.	Metrólogo Principal	Transformadores de medida listos para el Ensayo y/o Calibración	Información correcta y datos de placa del transformador de medida	Transformadores de medida listos para el Ensayo y/o Calibración	Forma, Clase, Niveles de Voltaje, Niveles de Corriente, Año de Fabricación, Modelo, número de serie	Metrólogo Principal	Software certificado, equipos para Ensayos y/o Calibración.	Los datos de placa del transformador deben estar legibles caso contrario el cliente debe brindarnos estos datos.	Manuales, Instructivos para Ensayos y/o Calibración de Transformadores de medida	N/A
5	Ensayos y/o Calibración	Metrólogo Principal	Verificar que el ensayo y/o calibración estén en base a normas establecidas y a las cláusulas del contrato	Metrólogo Principal	Transformadores de medida listos para el Ensayo y/o Calibración	Forma, Clase, Niveles de Voltaje, Niveles de Corriente, Año de Fabricación, Modelo, número de serie.	Transformadores de medida Calibrados y/o realizados los Ensayos.	Los resultados deben estar en base a normas establecidas y a las cláusulas de contrato realizado con el Cliente.	Metrólogo Principal	Software certificado, equipos para Ensayos y/o Calibración.	Realizar el ensayo y/o calibración al transformador de medida según normas establecidas.	Normas Establecidas, Instructivo para calibración I-LM-TM	Rg. LM CT 17
6	Inspección final del transformador de medida	Metrólogo Auxiliar	Verificar el estado integro de los transformadores de medida	Metrólogo Principal	Transformadores de medida Calibrados y/o realizados los Ensayos.	Los resultados deben estar en base a normas establecidas y a las cláusulas de contrato realizado con el Cliente.	Transformadores de medida conforme con la inspección	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso.	Metrólogo Principal	Transformadores de Medida	Los resultados del ensayo y/o calibración deberán estar en base a normas establecidas.	Manuales, Instructivos para Ensayos y/o Calibración de Transformadores de medida	N/A
7	Informe de Ensayo y/o Calibración y estado del transformador de medida	Metrólogo Principal	Dar a conocer el resultado del Ensayo y/o calibración, las no conformidades y conformidades	Metrólogo Auxiliar	Transformadores de medida conforme con la inspección	Información clara, confiable, completa, con su respectivo respaldo y fácil acceso.	Transformadores de medida con soporte técnico del informe	Detalle claro con los resultados relevantes y firmas de responsabilidad	Metrólogo Principal	Software Certificado	El Jefe Departamento Ensayo y/o Calibración deberá prestar especial atención en informar las no conformidades y conformidades.	Cláusulas de Contrato, Incertidumbres de equipos de Ensayos y/o Calibración	Rg. LM CT 17
8	Entregar los transformadores de medida	Metrólogo Principal Metrólogo Auxiliar	Empacar, ordenar y entregar los transformadores de medida con su respectivo informe.	Metrólogo Principal	Transformadores de medida con soporte técnico del informe	Detalle claro con los resultados relevantes y firmas de responsabilidad	Transformadores de medida embalados, ordenados y entregados con su respectivo informe.	Transformadores de medida Ensayados y/o Calibrados, con el informe respectivo, empacados y entregados oportunamente.	Jefe Departamento Ensayo y/o calibración Bodeguero.	Transformadores de Medida	Los transformadores de medida deben ser entregados por el personal autorizado.	N/A	Rg. LM MB 18

9. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



10. RESULTADOS DEL PROCESO

Los resultados del ensayo y/o calibración de transformadores de medida se verán reflejados en la conformidad del cliente y el aumento de pruebas que realizará el laboratorio.

11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del ensayo y/o calibración de transformadores de medida se indicarán en el certificado que entregará el laboratorio al momento de terminar las pruebas de los equipos, en el cual constará de los datos del cliente y equipo, de los procesos realizados, de los resultados obtenidos y de las firmas autorizadas para este proceso.

12. INSTRUCTIVOS

Instructivo de Ensayos y/o Calibraciones de Transformadores de Medida (Anexo #2).

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma ISO/IEC 17025, Norma IEC 60044-1, Norma 60044-2.

14. CONTROL DE LA INFORMACIÓN

- Solicitado por: Jefe Departamental.
- Elaboración: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Revisión: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.
- Aprobación: Dirección del Laboratorio/Jefe Departamental.



15. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos deberán estar a disposición y ser conocidos por todo el personal pero principalmente se deberá tener una copia en:

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.

Los formularios internos del Laboratorio de Metrología se adjuntan en el Anexo #1.

4.5 LINEAMIENTOS GENERALES DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA

4.5.1 MANUAL DE CALIDAD

El sistema de gestión de calidad es una forma de garantizar que los procesos y resultados van a satisfacer las necesidades del cliente, este sistema debe ser planificado para mantener los estándares de calidad del laboratorio. Además, siempre se deberá estar mejorando y promulgándolo continuamente a todo el personal del laboratorio para fomentar el compromiso con la labor que cumplen dentro del sistema de gestión.

Dentro del sistema de gestión, el manual de calidad es una herramienta importante para que cumpla con los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025, además el cliente confiará en los resultados de un laboratorio con un sistema de gestión calificado.

El manual de calidad del laboratorio debe implementar la misión, visión y política general, esto con la finalidad de especificar lo que se hace y hasta donde se pretende llegar, dichos criterios son fundamentales para el sistema de gestión y que el Director General del Laboratorio tiene la potestad de cambiarlos o actualizarlos en la revisión anual que se realizará, estos criterios se establecerán de la siguiente manera:



Misión

- Mantener un servicio de calidad hacia nuestros clientes con procedimientos, sistema de gestión y equipos calibrados y trazados para los ensayos y/o calibraciones de contadores de energía eléctrica y transformadores de medida permitiéndonos obtener resultados con altos índices de confiabilidad y calidad.

Visión

- Ser reconocido a nivel nacional en un plazo máximo de cinco años como un laboratorio competente para el ensayo y/o calibración de contadores de energía y transformadores de medida por su precisión, transparencia y profesionalidad.

Política

- La política del laboratorio de metrología es la brindar un servicio de calidad para el ensayo y/o calibración de contadores de energía y transformadores de medida cumpliendo a cabalidad lo establecido en la norma ISO/IEC 17025 mejorando los procesos y capacitando continuamente al personal del laboratorio.

Además de los criterios anteriores el manual de calidad deberá establecer los objetivos que tiene a futuro el laboratorio, con esto el personal se comprometerá a realizar los procesos según los parámetros establecidos en normas, por lo que, el laboratorio tiene planteado los siguientes objetivos:

General

- Realizar ensayos y/o calibraciones de contadores de energía eléctrica y transformadores de medida en base a normativas y especificaciones técnicas para ofrecer al sector eléctrico del país y a la ciudadanía en general una alternativa para la certificación de los equipos de medición.



Específicos

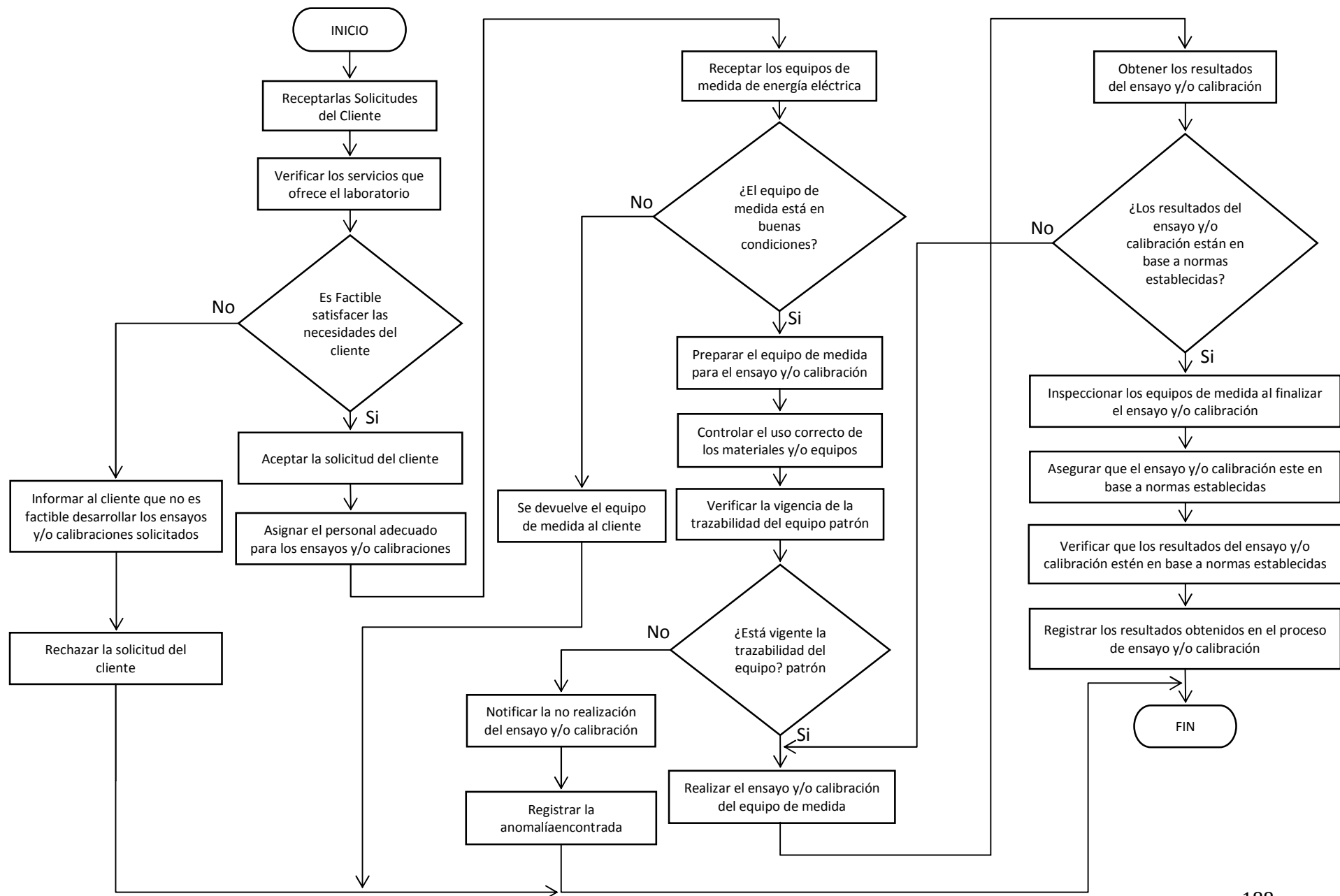
- Desarrollar las pruebas con parámetros establecidos en normas nacionales e internacionales cumpliendo con las condiciones climáticas, los requerimientos técnicos y de procedimiento.
- Establecer una política de mejora continua del sistema de gestión de calidad para los procedimientos desarrollados dentro del laboratorio de metrología.
- Brindar el servicio de capacitación a instituciones educativas, agentes públicos o privados en lo referente a ensayos y/o calibración de equipos de medición.

El manual de calidad estará al alcance de todo el personal, lo elaborará el Director General del Laboratorio y estará compuesto de varios procedimientos que se realizarán dentro del laboratorio, para que todo el sistema de gestión de calidad cumpla con los requisitos de la norma, los procesos se deberán desarrollar de la mejor manera por personal competente, en un ambiente estable y con equipos certificados.

Dentro de los procedimientos que realizará el sistema de gestión y el manual de calidad son los siguientes:

- Atención al Cliente.
- Recepción de Solicitudes.
- Solicitud de Ofertas y Contratos.
- Ensayo y/o Calibración de los equipos de Medida.
- Aseguramiento de la Calidad.
- Entrega de Resultados.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del procedimiento para el manual de calidad del laboratorio de metrología eléctrica:



4.5.2 PERSONAL DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA

La competencia del personal del laboratorio de metrología puede ser académica o experiencia adquirida en el campo de la metrología eléctrica, estar plenamente capacitado para realizar los ensayos y/o calibraciones y manejar los diferentes equipos, para lo cual se deberá establecer políticas de capacitación y actualización continúa.

El laboratorio debe tener el perfil y las competencias actualizadas de cada uno de los trabajadores, detallando sus cualidades, titulación, calificación profesional; dicha información debe estar disponible para todo el personal y para el cliente, esto ayudará a que los resultados no sean objetados.

4.5.2.1 ORGANIGRAMA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA

El laboratorio estará constituido por una dirección general, una secretaria y los departamentos de: auditoría, atención al cliente y de ensayos y/o calibraciones de los equipos de medida; como se indica en el siguiente organigrama:

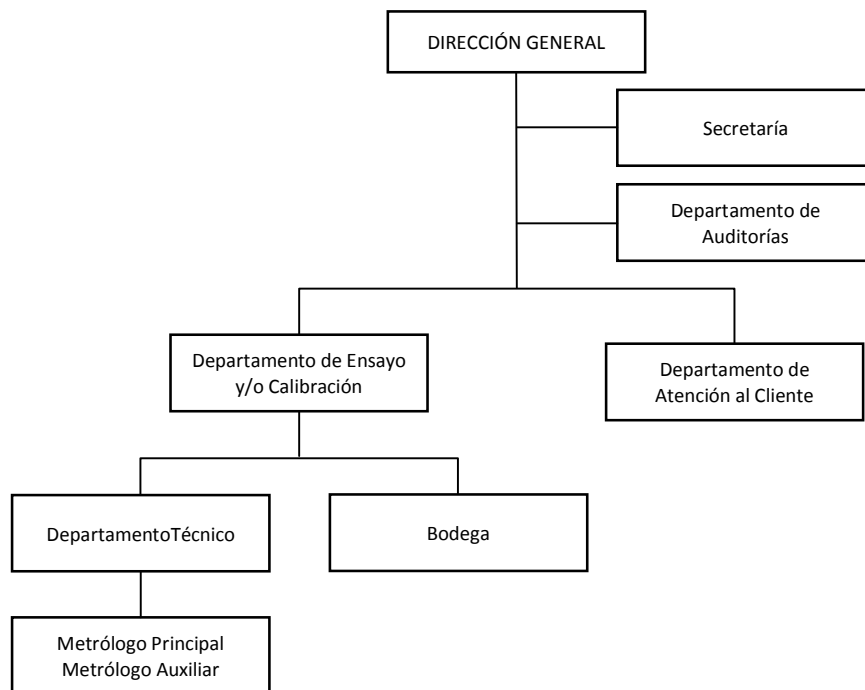


Figura 4.1 Organigrama del Laboratorio de Metrología



4.5.2.2 COMPETENCIA DEL PERSONAL DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA

4.5.2.2.1 DIRECTOR GENERAL DEL LABORATORIO

El Director General del Laboratorio es la persona que está a cargo del funcionamiento del laboratorio, tendrá la responsabilidad de manejar los sistemas de gestión, velar que se cumplan los procedimientos por parte del personal para garantizar la calidad de los resultados, estar al tanto de las auditorías internas y planificar las revisiones anuales.

La persona debe tener el siguiente perfil para poder aspirar a este cargo dentro del laboratorio, como es el puesto más alto dentro del organigrama deberá estar capacitado para las competencias establecidas.

- Ingeniero Eléctrico especializado en Metrología Eléctrica.
- Conocimientos avanzados de contadores de energía y transformadores de medida.
- Conocimientos avanzados de procesos y procedimientos de Gestión de Calidad.
- Conocimientos avanzados de la norma ISO/IEC 17025.
- Conocimientos avanzados de normas para ensayo y/o calibración de equipos de medida.
- Cinco años de experiencia dentro de un Laboratorio de Mediciones Eléctricas.
- Conocimientos avanzados del área administrativa y dirección de laboratorios.
- Manejo de herramientas ofimáticas.
- Manejo de Programas de Control (Matlab, Labview, etc.).
- Tener liderazgo y saber manejar grupos de personas.



4.5.2.2.2 JEFE DEPARTAMENTAL DE ENSAYOS Y/O CALIBRACIONES

El jefe del departamento de ensayos y/o calibraciones es la persona responsable de interpretaciones y conclusiones finales que van en el certificado emitido por el laboratorio, estas especificaciones deberán estar contextualizadas dentro de parámetros que el cliente sea capaz de comprender todo el proceso realizado.

Además de esta tarea el jefe departamental es la persona encargada de la trazabilidad de los equipos, estará a cargo de todo el proceso desde la recepción del equipo, el traslado, almacenamiento, pruebas y emisión del certificado; el jefe departamental debe tener el siguiente perfil:

- Ingeniero Eléctrico.
- Conocimientos de procesos y procedimientos de Gestión de Calidad.
- Conocimiento de la norma ISO/IEC 17025.
- Conocimientos avanzados de normas para ensayo y/o calibración de equipos de medida.
- Tres años de experiencia dentro de un Laboratorio de Mediciones Eléctricas.
- Manejo de software de Trazabilidad de Equipos.
- Manejo de herramientas ofimáticas.
- Manejo de Programas de Control (Matlab, Labview, etc.).
- Manejo de Programas de Dibujo (AutoCAD, 3D Max).
- Manejo de equipos para las pruebas de Ensayo y/o Calibración.

4.5.2.2.3 METRÓLOGO PRINCIPAL

El metrólogo principal es la persona responsable de las pruebas de ensayo y/o calibración de contadores de energía y transformadores de medida, deberá tener pleno conocimiento de las pruebas que se vayan a realizar, de él dependerá que los resultados sean lo más objetivos y veraces posibles, el perfil que deberá tener es el siguiente:



- Ingeniero Eléctrico, alternativa Tecnólogo Eléctrico.
- Conocimiento de procesos y procedimientos de Gestión de Calidad.
- Conocimientos básicos de la norma ISO/IEC 17025.
- Conocimientos avanzados de normas para ensayo y/o calibración de equipos de medida.
- Conocimientos avanzados de contadores de energía, TPs y TCs.
- Manejo de Programas de Control (Matlab, Labview, etc.).
- Manejo de Programas de Dibujo (AutoCAD, 3D Max).
- Dos años de experiencia dentro de un Laboratorio de Mediciones Eléctricas.
- Manejo de software de Trazabilidad de Equipos.
- Manejo de herramientas ofimáticas.
- Manejo de equipos para las pruebas de Ensayo y/o Calibración.

4.5.2.2.4 METRÓLOGO AUXILIAR

El metrólogo auxiliar es el técnico ayudante del metrólogo principal, esta persona no tiene mayores responsabilidades pero estará al tanto de todos los procedimientos que se realizan en cada prueba; deberá tener el siguiente perfil:

- Tecnólogo eléctrico, alternativa bachiller técnico en electricidad.
- Conocimiento de conceptos básicos de electricidad.
- Manejo básico de herramientas ofimáticas (Word, Excel, Power Point, etc.).
- Experiencia en Instalaciones Eléctricas.
- Destrezas Manuales.

4.5.2.2.5 SECRETARIA DE LA DIRECCIÓN DEL LABORATORIO

La secretaria es la persona encargada de ejecutar labores de secretaría para la respuesta oportuna de las solicitudes del laboratorio, es la encargada de atender a los clientes en general, generar y documentar los procesos del laboratorio; la persona aspirante al puesto debe cumplir con el siguiente perfil:



- Técnico en áreas administrativas.
- Manejo básico de herramientas ofimáticas (Word, Excel, Power Point, etc.).
- Estudios sobre atención al cliente.

4.5.2.2.6 PERSONAL DE RECEPCIÓN Y BODEGA

El encargado de bodega dentro del laboratorio es muy importante ya que de él dependerá que todos los equipos de medición almacenados se mantengan en buen estado, es decir es la persona encargada de controlar los equipos que entran y salen del laboratorio, mantendrá un registro de las personas que ocupan el equipo y el estado del mismo; la persona encargada de bodega deberá cumplir el siguiente perfil:

- Bachiller técnico en electricidad.
- Manejo básico de herramientas ofimáticas (Word, Excel, Power Point, etc.).
- Dos años de experiencia en manejo de bodega.
- Conocimiento de conceptos básicos de electricidad.
- Experiencia en Instalaciones Eléctricas.
- Destrezas Manuales.

4.5.2.2.7 PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

El departamento de atención al cliente es muy importante para el laboratorio ya que será el vínculo con los clientes en general, el personal debe estar capacitado ya que los clientes compren buen servicio y buena atención además de calidad y precio.

La atención con el cliente debe ser cortés, rápida, confiable y personal, la persona deberá estar bien informada de los servicios que ofrece el laboratorio y en general tener un excelente trato con los clientes; la persona que aspira al cargo deberá cumplir con el siguiente perfil:



- Estudios Superiores en Ciencias Humanas.
- Manejo básico de herramientas ofimáticas (Word, Excel, Power Point, etc.).
- Destrezas Manuales.
- Conocimiento de conceptos básicos de electricidad.
- Dos años de experiencia.

4.5.2.2.8 PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE AUDITORÍAS

El Departamento de Auditorías está ligado con la Dirección General del Laboratorio para realizar el cronograma y planificación de las auditorías internas que deberán realizarse periódicamente dentro del laboratorio, además de las auditorías periódicas tiene la responsabilidad de auditar las acciones preventivas o correctivas que se tomarán para mejorar los procedimientos del laboratorio.

Las personas deberán estar capacitadas para realizar tanto las auditorías internas generales como las específicas; la persona para el puesto deberá tener el siguiente perfil:

- Ingeniero Comercial/Administrador de Empresas.
- Manejo de herramientas ofimáticas (Word, Excel, Power Point, etc.).
- Dos años de experiencia.
- Liderazgo y don de gente.

4.5.3 PROCEDIMIENTO DE ACREDITACIÓN EN EL OAE

El OAE es el organismo de acreditación para laboratorios en el Ecuador, esta entidad emite un documento de acreditación con lo cual los laboratorios pueden certificar los resultados obtenidos de las pruebas que realizan, estos tienen que cumplir con requisitos establecidos, siendo el principal la experiencia en los procedimientos que se requiere acreditar, pero además se debe cumplir con:



- Ser una entidad Legalmente constituida, con personería jurídica.
- Tener un sistema de gestión de calidad implementado en el laboratorio.
- El personal debe estar plenamente calificado.
- Debe tener una infraestructura apropiada.
- Cumplir con los requisitos establecidos por la OAE para la acreditación.

4.5.3.1 ETAPAS PARA LA ACREDITACIÓN EN EL OAE

Para la acreditación en el OAE se tienen tres etapas en las cuales se detallan ciertos requisitos: llenar cierta documentación y cancelar haberes económicos para seguir con el proceso de acreditación, en el Anexo #4 se muestra el diagrama de flujo para la acreditación.

4.5.3.2 PRIMERA ETAPA - LA SOLICITUD DE ACREDITACIÓN

En la primera etapa se realiza todo el papeleo necesario para empezar con el proceso de acreditación, esta etapa tiene tres sub etapas: solicitud de acreditación, revisión y aceptación de la solicitud los cuales se definen claramente según sus procesos.

4.5.3.2.1 SOLICITUD DE ACREDITACIÓN

El ingreso de la solicitud de acreditación es el primer paso del proceso de acreditación, el interesado debe ingresar a la página web del OAE y seleccionar el área que se desea acreditar, llenar la solicitud correspondiente y enviarla al OAE, a esta solicitud se adjunta los documentos de respaldo y el comprobante de pago por concepto de ingreso de solicitud cuyo valor es de \$100.

Los documentos que se adjuntan son indispensables para continuar con el proceso de acreditación, el OAE plantea solicitudes separadas para el laboratorio de ensayo y otra para el de calibración, los documentos son los mismos aunque para cada solicitud se pide los procedimientos específicos de la actividad que va a realizar el laboratorio.



- Alcance de acreditación.
- Documentación justificativa de la personería jurídica.
- Manual de la calidad y lista maestra de documentos del sistema.
- Procedimientos generales (procedimientos de gestión).
- Procedimientos específicos (métodos de ensayo y/o calibración, procedimientos internos).
- Lista de verificación de cumplimiento con los criterios de acreditación del OAE según la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025.
- Listado de equipos de ensayo.
- Copia certificados de calibración de los equipos de medida.
- Listado de patrones de calibración interna.
- Listado de materiales de referencia y/o listado de cepas de referencia.
- Listado de intercomparaciones y/o ensayos de aptitud y resultados obtenidos.
- Ejemplo de informes de resultados.
- Organigrama del laboratorio.
- Plano de ubicación en la zona donde se encuentra el laboratorio.
- Listado de personal relacionado con la acreditación.
- Procedimientos de muestreo (si aplica).
- Documentación de ensayos in situ (si aplica).
- Locales y condiciones ambientales.
- Informe de la última Auditoría Interna.
- Acta de la última revisión por la Dirección.
- Informes sobre validación de métodos y estimación de incertidumbre.
- Hojas de vida del personal clave.

La solicitud de acreditación debe estar firmada por el representante legal del laboratorio el cual es responsable de definir el alcance de acreditación el cual debe ser claro, preciso y sin ambigüedades, el representante legal debe tener conocimiento del proceso de acreditación, solicitar oficialmente la acreditación y cumplir con sus requisitos.



La solicitud de acreditación tiene validez de un año y está no se aceptará sin el comprobante de pago, ni la documentación requerida, estos dos requisitos son indispensables para que empiece el proceso de acreditación por el OAE, para la solicitud de acreditación existe un formulario predeterminado que se tiene en el Anexo #3.

4.5.3.2 REVISIÓN Y ACEPTACIÓN DE LA SOLICITUD

Al momento que la solicitud ingresa al OAE se revisa la documentación enviada por el laboratorio, se verifica si el alcance de acreditación está claramente definido y si la documentación está completa, en caso de que no el OAE indicará al laboratorio una sola vez para que el laboratorio pueda completarla o adecuarla para continuar con el proceso.

4.5.3.3 SEGUNDA ETAPA – EVALUACIÓN

En la segunda parte de la acreditación se procederá a evaluar al laboratorio, esta evaluación comprende las instalaciones civiles, condiciones ambientales, parte técnica y administrativa para verificar el cumplimiento de la Norma ISO/IEC 17025.

4.5.3.3.1 PROFORMA POR SERVICIOS

El OAE enviará al laboratorio solicitante para su aprobación la proforma de tarifas estimada de los costos del proceso de acreditación de acuerdo a las tarifas vigentes; para que el proceso continúe el laboratorio deberá cancelar estos haberes.

4.5.3.3.2 DESIGNACIÓN DEL EQUIPO EVALUADOR

El OAE al momento que todo esté en regla seleccionará un equipo evaluador calificado, el número de integrantes y el tiempo de la evaluación va a depender del alcance de la solicitud del laboratorio, este equipo tendrá un líder responsable de dirigir la evaluación, el laboratorio podrá objetar a uno o más de los integrantes del equipo evaluador si creyera necesario, en este caso el OAE lo analizará y comunicará su decisión final.



4.5.3.3 EVALUACIÓN DOCUMENTAL

El equipo evaluador realizará la evaluación documental por una sola vez con la finalidad de determinar la adecuación de los procedimientos técnicos y emitirá un informe, el OAE podrá indicar al laboratorio sobre los hallazgos de esta evaluación los cuales pueden comprometer o no la evaluación in situ, esta evaluación tiene un costo de \$320.

4.5.3.4 EVALUACIÓN EN EL SITIO (IN SITU)

Se procede con la evaluación a las instalaciones del laboratorio para verificar si cumple con los requisitos de la norma establecida, el líder elaborará el plan de evaluación que comprenderá una reunión inicial entre los representantes del laboratorio y el equipo evaluador en donde se indicará el sistema a seguir durante el proceso de evaluación.

Durante el desarrollo de la evaluación se calificará el desempeño del laboratorio y los cumplimientos con los requisitos de acreditación, a lo largo de la evaluación se testificarán ensayos y/o calibraciones para verificar la competencia y actividades realizadas durante estos procesos, al final existirá una reunión entre ambas partes para entregar el informe final de la evaluación, esta evaluación tiene un costo de \$480.

4.5.3.5 ACCIONES CORRECTIVAS DEL LABORATORIO

En caso de que en el informe existiere no conformidades por parte del equipo evaluador el laboratorio tendrá un plazo no mayor a 180 días para presentar las acciones correctivas, este tiempo empezará a correr desde el día en que se entrega el informe in situ final para poder continuar con el proceso de acreditación por parte del OAE.

El equipo evaluador analizará si estas acciones y evidencias presentadas al OAE son lo suficientemente confiables y que hayan solucionado las inconformidades presentadas en la evaluación, en caso de no cumplir el laboratorio deberá entregar pruebas adicionales de su mejora en un plazo de 180 días caso contrario se dará por concluido el proceso.

4.5.3.3.6 TOMA DE DECISIONES DE ACREDITACIÓN

Cuando el laboratorio cumple con todos los requerimientos el OAE tomará la decisión considerando lo establecido en el procedimiento Decisiones de Acreditación (PO11) que indica que decidirá sobre el otorgamiento o no de la acreditación a través de la dirección general, la comisión y el comité interno de acreditación los cuales tomarán la decisión apropiada de acuerdo a la recomendación del equipo evaluador.

La decisión que tome este organismo puede ser:

- El otorgamiento del acreditación de acuerdo a la solicitud presentada.
- La ejecución de una evaluación de seguimiento.
- Solicitar al laboratorio evidencia adicional para otorgar la acreditación.
- La negación de la acreditación del laboratorio.

4.5.3.3.7 CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN E INCLUSIÓN EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS ACREDITADOS

Cualquier decisión tomada será comunicada por el OAE a través de resoluciones firmadas para su Directorio General, si es favorable el laboratorio deberá cancelar ciertos costos por la utilización del símbolo de acreditación y la emisión de los certificados, además se emite un documento especificando la acreditación que consta de:

- Identidad y logotipo del OAE.
- El nombre del laboratorio acreditado y el número de acreditación.
- El alcance de la acreditación.
- La fecha desde cuando entra en vigencia la acreditación del laboratorio.
- La declaración de la conformidad, una referencia a las normas y documentos normativos.



La acreditación será vigente siempre y cuando el laboratorio acreditado continúe cumpliendo con los requisitos de la norma, el OAE enviará al laboratorio el símbolo de acreditación y lo incluirá en el listado público de laboratorios acreditados por lo que éste podrá hacer uso de este símbolo en sus informes, este símbolo tiene un costo de \$300.

4.5.3.4 MANTENIMIENTO DE LA ACREDITACIÓN

Para que el laboratorio siga con la acreditación deberá cumplir con los requisitos establecidos en su acreditación, para esto el OAE realizará visitas periódicas a fin de asegurar este cumplimiento, estas visitas se documentarán de forma similar a las evaluaciones iniciales, cada ciclo de acreditación tiene una duración de 4 años.

En caso de que el laboratorio no cumpla con los requisitos establecidos el OAE tiene la potestad de realizar evaluaciones extraordinarias, re evaluaciones y la ampliación o reducción del alcance de acreditación.

4.5.3.5 SANCIONES

El OAE tiene la facultad de impartir sanciones a los laboratorios acreditados al encontrar irregularidades, infracciones leves repetitivas, parámetros que afecten los resultados de las pruebas o de que el laboratorio este haciendo mal uso de su símbolo, las sanciones van desde una amonestación hasta el retiro parcial o completo de la acreditación, esto va a depender de la gravedad de la irregularidad que cometa el laboratorio.

4.6 DISEÑO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA APLICADO AL LABORATORIO DE CONTADORES DE LA E.E.R.C.S

Actualmente la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur tiene un laboratorio para ensayos y/o calibraciones de contadores de energía y transformadores de medida, para el año 2011 se tiene proyectado la calibración de 38400 contadores y 100 transformadores.



Este laboratorio servirá como modelo de aplicación, se describirán sus procedimientos, equipos, personal y condiciones ambientales, ayudando a determinar las acciones a realizar para obtener la acreditación del OAE basados en la norma ISO/IEC 17025.

4.6.1 LABORATORIO DE CONTADORES ACTUAL DE LA E.E.R.C.S

4.6.1.1 INSTALACIONES CIVILES

El laboratorio está ubicado en la parte posterior del edificio matriz de la E.E.R.C.S, con un área total aproximada de 88 m² dividido en cuatro ambientes cada uno con una puerta independiente, en el primer ambiente se realiza el conteo, la preparación de los contadores y almacenamiento de los mismos, tiene un área aproximada de 28.55m².

En el segundo y tercer ambiente se realizan las pruebas a los contadores de energía tienen un área aproximada de 29.55m² cada uno, el cuarto ambiente está ubicado en la parte superior del segundo ambiente, aquí se encuentran archiveros y una oficina para el personal, en el Anexo #5 se tiene un plano actual del laboratorio de la E.E.R.C.S

4.6.1.2 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales del laboratorio están dadas por el ambiente exterior debido a que no cuentan con ningún equipo que controle estos parámetros manteniéndose la temperatura entre los 15°C y 25°C, la humedad está en el 50%, tienen una iluminación de 300 lux de luz blanca en cada ambiente de trabajo.

4.6.1.3 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

El laboratorio está alimentado desde una estación de transformación conformada por un banco de transformadores monofásicos de 15kVA a 22kV, interiormente los circuitos de fuerza tienen un nivel de tensión de 127V fase-neutro y 220V fase-fase con una frecuencia de 60Hz, se dispone también de un sistema de puesta a tierra.



4.6.1.4 PERSONAL DEL LABORATORIO

Dentro del laboratorio actualmente laboran cuatro personas, el jefe de laboratorio con una instrucción media superior o tecnólogo eléctrico y tres auxiliares con una instrucción de bachiller especialidad electricidad.

4.6.1.5 EQUIPOS ACTUALES

El laboratorio tiene 2 bancos de calibración marca CLOU ELECTRONICS 3000 para pruebas simultáneas a 24 contadores de energía, fabricados en el año 20005 y 2006 respectivamente, la clase de precisión es de 0.05 de procedencia China con una tensión de alimentación de 127/220 V, con rangos de corriente de salida desde 0.01 hasta 100 A, cada equipo tiene su respectivo software de aplicación instalado en un PC.

Disponen también de un banco de calibración para contadores de energía tipo Socket marca AVO ATB-3P SIGMA para pruebas de contadores de una sola posición, fabricado en el año 1996, la clase de precisión es de 0.05 de procedencia EEUU con una alimentación de 120V, con rangos de salida de corriente de 0.05 a 100 A, este equipo tiene su respectivo software de aplicación instalado en un PC.

Se tiene un analizador portátil marca ABB, fabricado en el año 1999, con una clase de precisión 0.2, de procedencia EEUU, tiene un rango de corriente de 0 a 2A, una rango de tensión de medición de 57 a 240V, este equipo se utiliza para realizar la medición de las pérdidas en los circuitos de tensión, de igual manera se tiene un software de control.

Se tiene en proceso de entrega un banco de calibración tipo socket marca WECO 2350 (Watthour Engineering Co), fabricado en el 2011, con clase de precisión 0.05, con alimentación de 120V, un rango de corrientes de 0.01 hasta 50A y un rango de voltaje de 0 a 240V, con validez para la prueba de 60 a 600V, contara con certificado de trazabilidad otorgado por un laboratorio metrológico reconocido internacionalmente.



4.6.1.6 PRUEBAS QUE SE REALIZAN DENTRO DEL LABORATORIO

En el laboratorio se realiza las siguientes pruebas a todos los contadores de energía:

- a) Ensayo con tensión alterna.
- b) Constante de contador.
- c) Ensayos de arranque.
- d) Ensayos de marcha en vacío.
- e) Avance de lectura.
- f) Límites de los errores debido a la variación de la intensidad.
- g) Medición de la potencia absorbida en los circuitos de tensión (consumo propio).

Las pruebas que se realizan en forma rutinaria son los literales c), d), e) y f), mientras que los literales a), b) y g) se realizan en forma periódica.

4.6.2 LABORATORIO DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE LA E.E.R.C.S

Con respecto al laboratorio de transformadores de medida la E.E.R.C.S. no cuenta con un espacio independiente sino que realizan los procesos junto con los transformadores de distribución por lo general en el patio, la única prueba que realizan a los TPs y TCs es la prueba de relación de transformación con un TTR.

4.7 DISEÑO PROYECTADO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA E.E.R.C.S

En base al análisis realizado en el laboratorio de la Centrosur se concluye que se requiere redistribuir el área disponible con la finalidad de optimizar los recursos, estos nuevos espacios estarán adecuados para el desarrollo de los diferentes procesos, teniendo en cuenta los requerimientos para metrología.



El diseño arquitectónico para las instalaciones del laboratorio de metrología para la E.E.R.C.S. se establecerá en dos plantas; en la planta baja se encontrara el área técnica del laboratorio mientras que en la planta alta se tendrá el área administrativa, en el Anexo #6 se tiene un plano Proyectado del laboratorio de Metrología para la E.E.R.C.S

PLANTA BAJA

- Áreas de entrega y recepción de equipos de medida.
- Bodegas de almacenamiento para contadores y transformadores de medida.
- Área de pruebas de rutina para contadores de energía.
- Área de metrología contadores de energía y transformadores de medida.
- Baños.

PLANTA ALTA

- Dirección General del Laboratorio.
- Departamento de Ensayo y/o Calibración.
- Departamento de Auditorías.
- Departamento de Atención al Cliente.
- Secretaría General.
- Sala de Juntas y Capacitación.
- Cafetería.
- Baños.

4.7.1 ÁREA PARA ENTREGA Y RECEPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

- Iluminación de 300lux.
- Alimentación eléctrica de 127/220 V.
- Sistema contra incendios con detector de humo.
- Piso para alto tráfico.
- Acceso a montacargas y/o uña hidráulica.



4.7.2 BODEGAS DE ALMACENAMIENTO PARA CONTADORES DE ENERGÍA Y TRANSFORMADORES DE MEDIDA

- Iluminación de 300lux.
- Alimentación eléctrica de 127/220V.
- Sistema contra incendios con detector de humo.
- Piso para alto tráfico.
- Acceso a montacargas y/o uña hidráulica.

4.7.3 ÁREA PARA ENSAYOS Y/O CALIBRACIONES DE RUTINA PARA CONTADORES DE ENERGÍA

Para el caso particular de la Centrosur y de acuerdo a sus procedimientos y políticas implementadas para la revisión de todos los contadores de energía será necesario asignar un área para ensayos y/o calibraciones de rutina.

En este espacio se desarrollarán las pruebas diarias a los contadores de energía, las condiciones deberán ser las mismas que las del laboratorio de metrología durante todo el tiempo; sin embargo debido a los altos costos que representaría el mantenimiento del laboratorio metrológico no justifica realizar los ensayos y/o calibraciones a todos los contadores de energía que revisa la E.E.R.C.S.

- Iluminación de 750lux.
- Una alimentación de 127/220V a 60Hz proveniente de un UPS de 10 kVA.
- Un sistema de puesta a tierra con una resistencia menor a los 5Ω .
- Temperatura entre 15°C y 25°C.
- Humedad relativa de 56%.



4.7.4 ÁREA DE METROLOGÍA PARA CONTADORES DE ENERGÍA Y TRANSFORMADORES DE MEDIDA

El laboratorio metrológico para contadores de energía y transformadores de medida deberá cumplir con los requisitos técnicos y del sistema de gestión para la acreditación del mismo, estos requerimientos están establecidos en la norma ISO/IEC 17025 tratado en este capítulo en el numeral 4.1.1

- Iluminación de 750lux.
- Una alimentación de 127/220V a 60Hz proveniente de un UPS de 10 kVA.
- Un sistema de puesta a tierra con una resistencia menor a los 5Ω.

4.7.4.1 CONDICIONES AMBIENTALES DENTRO DEL ÁREA DE METROLOGÍA

Las condiciones ambientales dentro del laboratorio de metrología deberán ser constantes durante todos los ensayos y/o calibraciones desarrollados por el personal del laboratorio y deben cumplir con las siguientes magnitudes:

- Temperatura entre $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Humedad relativa de 60%.
- Presión atmosférica de 25Pa.
- Nivel de ruido máximo de 45dB.

4.7.5 OFICINAS PARA LOS DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS DEL LABORATORIO

Las oficinas de los departamentos administrativos del laboratorio de metrología deberán tener el equipo informático necesario, una iluminación de 200lux de luz blanca, una alimentación eléctrica de 127V de la red del UPS, el inmobiliario adecuado, piso flotante y contar con un ambiente fresco.



4.7.6 SALA DE JUNTAS Y CAPACITACIÓN

La sala de juntas y capacitación deberá contar con el equipo informático, sistema de audio y video para conferencias, un sistema general de iluminación de 200lux de luz blanca y un sistema apropiado para la utilización del proyector, una alimentación eléctrica de 127V de la red del UPS, inmobiliario adecuado y piso flotante.

4.7.7 EQUIPOS PARA EL ÁREA DE PRUEBAS DE RUTINA DE CONTADORES DE ENERGÍA

Los equipos que se utilizará para estas pruebas de rutina son los 2 bancos de Calibraciones de 24 posiciones tipo bornera marca CLOU ELECTRONICS 3000, multímetro digital marca fluke, equipos de computación con el software para el control de los bancos, herramientas básicas como destornilladores, llaves inglesas, hexagonales.

4.7.8 ENSAYOS Y/O CALIBRACIONES SUGERIDOS PARA EL ÁREA DE PRUEBAS DE RUTINA DE CONTADORES DE ENERGÍA

Los ensayos y/o calibraciones que se realizarán dentro del área de pruebas de rutina son:

- a) Ensayos de Arranque.
- b) Ensayos de Marcha en Vacío.
- c) Avance de lectura.
- d) Límites de los errores debido a la variación de la intensidad.

4.7.9 EQUIPOS PARA EL ÁREA DE METROLOGÍA DE CONTADORES DE ENERGÍA Y TRANSFORMADORES DE MEDIDA

El banco de calibraciones tipo socket se utilizará para el área de metrología, el banco tiene un receptáculo automático para la inserción del medidor al banco, este receptáculo son poderosas mandíbulas operadas por un solenoide que sujetan firmemente al contador mientras se realizan las pruebas y al finalizar la prueba se abren automáticamente.



El banco de calibraciones tiene un software compatible con los sistemas operativos de actualidad, con esto al conectar el contador de energía el banco automáticamente da las especificaciones de tensión y corriente para la prueba, tiene un medidor patrón de 600V con una corriente máxima de 120A, cumpliendo con la norma ANSI C12.1.

Un banco de calibración tipo socket marca WECO 2350 (Watt-hour Engineering Co), fabricado en el 2011, con clase de precisión 0.05, con alimentación de 120V, un rango de corrientes de 0.01 hasta 50A y un rango de voltaje de 0 a 240V, con validez para la prueba de 60 a 600V, contara con certificado de trazabilidad otorgado por un laboratorio metrológico reconocido internacionalmente.

Además, se necesitarán de los equipos analizados anteriormente en este capítulo en el numeral 4.3 ya que cada uno cumple una función específica dentro del funcionamiento del laboratorio de metrología los cuales se mencionan a continuación:

- Climatizador.
- UPS.
- Megger de 5kV y 10 kV.
- Patrón de Verificación Trifásico.
- Luxómetro.
- Termómetro Digital.
- Higrómetro.
- Sonómetro.
- Medidor Digital de Relación de Transformación. (TTR).
- Medidor de Rigidez Dieléctrica.

4.7.10 ENSAYOS Y/O CALIBRACIONES PARA EL ÁREA DE METROLOGÍA DE CONTADORES DE ENERGÍA Y TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Dentro del área de metrología de contadores de energía y transformadores de medida se realizarán los ensayos y/o calibraciones especificados en este capítulo en los numerales 4.2.2.5 y 4.2.3.1 las cuales se menciona a continuación:



Las pruebas para el laboratorio metrológico de contadores de energía según normas establecidas en un orden específico se tiene las siguientes pruebas:

1. Ensayos de Propiedades de Aislamiento.
 - 1.1 Ensayo a la Tensión de Impulso.
 - 1.2 Ensayo con Tensión Alterna.
2. Ensayos de Precisión.
 - 2.1 Comprobación de la constante del Contador.
 - 2.2 Ensayo de Arranque.
 - 2.3 Ensayo de Marcha en Vacío.
 - 2.4 Ensayo de la Magnitud de Influencia.
3. Ensayos de los Requisitos Eléctricos.
 - 3.1 Ensayo del Consumo.
 - 3.2 Ensayo de la Influencia de la Tensión de Alimentación.
 - 3.3 Ensayo de la Influencia de las sobre intensidades de corta duración.
 - 3.4 Ensayo de la Influencia del Calentamiento Propio.

Dentro del laboratorio de transformadores de medida se desarrollarán las siguientes pruebas según norma establecidas para los transformadores de corriente y transformadores de voltaje:

- Verificación de la polaridad y de las marcas de conexiones.
- Prueba de soporte de tensión en el devanado primario.
- Prueba de soporte de tensión en los devanados secundarios.



CAPÍTULO 5

TRAZABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

5.1 DISEÑO DEL SISTEMA PARA LA TRAZABILIDAD

En la actualidad los usuarios finales demandan un servicio de calidad que garantice que las mediciones tomadas por sus equipos sean lo más exactas posibles, de aquí nace el sistema de trazabilidad que en la actualidad es de gran importancia y una herramienta muy útil para garantizar los procesos dentro del laboratorio.

La trazabilidad es el proceso de relacionar una medida a un valor de un patrón por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones hasta llegar a la medida de un patrón nacional o internacional, en la actualidad no se define como desarrollar un sistema de trazabilidad ya que se puede utilizar herramientas informáticas o manuales esto dependerá de cada laboratorio.

Por lo general los patrones nacionales e internacionales son mantenidos por los Institutos Nacionales de Metrología de cada país, estos organismos están al tope de la jerarquía metrológica, son responsables de diseminar las unidades de medida a los usuarios finales en este caso a los laboratorios de ensayo y/o calibración.

El Sistema de Trazabilidad permitirá disponer de toda la información requerida de los equipos patrones, contadores de energía y de los transformadores de medida en forma individual a lo largo de su ciclo de vida, esto con la finalidad de tener una herramienta de gestión para el cumplimiento del sistema de calidad y para posibles desacuerdos legales con los consumidores finales o proveedores.

Todo equipo patrón debe tener una carta de trazabilidad en la que se documente que ha sido comparado con un patrón de mejor exactitud, el cual a su vez ha sido comparado con otro de mejor exactitud y así sucesivamente hasta que se referencien al patrón del Sistema Internacional.



5.1.1 TRAZABILIDAD EN EL ECUADOR

El INEN-OAE es el responsable de la cadena de trazabilidad en el Ecuador, por tanto es facultad de este organismo mantener los patrones nacionales trazados hacia los internacionales, esto es necesario para contar con la referencia hacia patrones de mayor exactitud hasta llegar al patrón más exacto posible.

En el ámbito internacional el Organismo de Acreditación Ecuatoriano tiene las fuentes de trazabilidad definidas en Institutos Internacionales de Metrología, Laboratorios Acreditados Internacionalmente reconocidos por el IAAC (Cooperación Interamericana de Acreditación) y por el ILAC (Cooperación de Acreditación de Laboratorios Internacional).

5.1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD

Los componentes principales del sistema de trazabilidad son varios si detallamos a profundidad, a continuación presentamos los más importantes para que la cadena sea confiables y los resultados de los ensayos y/o calibraciones sean válidos.

5.1.2.1 SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

Para la identificación de los contadores de energía y de los transformadores de medida se tendrá la siguiente información: marca, número de serie, modelo, año de fabricación, clase de precisión, incertidumbre y proveedor; con estos datos se podrá reconocer en forma única al equipo con la finalidad de poder empezar a construir su trazabilidad

5.1.2.2 UNIDAD MÍNIMA TRAZABLE

Se ha considerado como unidad mínima trazable el contador de energía eléctrica, transformadores de corriente y el transformador de potencial en forma individual y se los relacionará a través de características específicas en la base de datos del laboratorio, posteriormente se asignaría un código de cliente en el Sistema Comercial de las diferentes empresas distribuidoras del país.



5.1.2.3 INCERTIDUMBRE EN LA MEDICIÓN

La incertidumbre en la medición es un elemento importante dentro del sistema de trazabilidad, en cada uno de los pasos de la cadena de trazabilidad deberá estar definida la incertidumbre de acuerdo a métodos definidos por cada laboratorio.

5.1.2.4 CADENA CONTINÚA DE COMPARACIONES

Esta cadena continua de comparaciones es en sí la trazabilidad, esta cadena debe llegar hasta un patrón nacional o internacional, con esto se garantizara los resultados obtenidos por los equipos patrones del laboratorio.

5.1.2.5 DOCUMENTACIÓN DE LOS PASOS DE TRAZABILIDAD

Los pasos de la cadena de trazabilidad deben desarrollarse de acuerdo a los procedimientos establecidos por el laboratorio, estos procesos deben ser documentados, reconocidos y registrados para los certificados que emitirá el laboratorio al final de cada ensayo y/o calibración.

Cada paso de la cadena de trazabilidad deberá preocuparse de documentar e informar su propia actuación sin tener que recopilar la información de otros ya que cada uno es responsable por generar información que sirva al siguiente paso dentro de la cadena.

5.1.2.6 REFERENCIA A UNIDADES DEL SI

Toda la cadena de comparaciones que generan la trazabilidad debe alcanzar los patrones primarios, es decir los patrones del Sistema Internacional, esto es fundamental ya que alcanzaran el nivel jerárquico más alto dentro de la cadena de trazabilidad.



5.1.2.7 RECALIBRACIONES A EQUIPOS PATRONES

Las calibraciones realizadas a los equipos de medida deben ser periódicas con intervalos apropiados que estarán definidos en función de una serie de variables como la incertidumbre requerida, la frecuencia, estabilidad y el uso del equipo ya que el sistema de trazabilidad debe estar vigente para que las pruebas sean válidas.

Estas recalibraciones deben realizarse por laboratorios que tengan un patrón más exacto que el del laboratorio de metrología garantizando así que los resultados obtenidos por estos equipos obtendrán una menor incertidumbre que otros equipos.

5.1.3 REQUISITOS DE LA CADENA DE TRAZABILIDAD

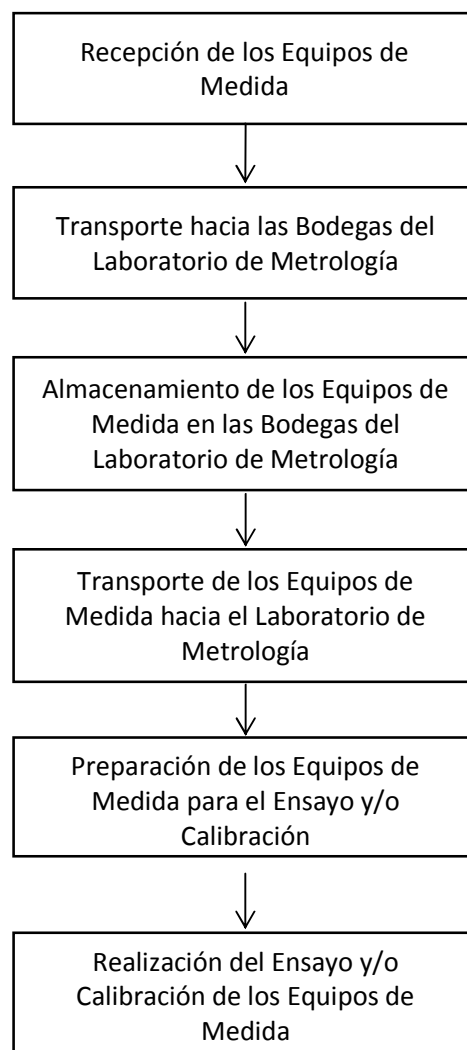
La cadena de trazabilidad debe cumplir ciertos requisitos para que esta sea válida nacional o internacionalmente, con esto se asegura la calidad del ensayo y/o calibración realizado a los equipos de medida; los requisitos son:

- La cadena de comparaciones no debe interrumpirse y terminará en un patrón nacional o internacional.
- La incertidumbre de medida debe determinarse en cada paso de la cadena.
- Cada paso de la cadena de trazabilidad debe tener un procedimiento específico aceptado y documentado.
- Los resultados obtenidos en los ensayos y/o calibraciones deben ser documentados.
- El laboratorio certificado y que está dentro de una cadena de trazabilidad debe haber demostrado su competencia técnica.
- Todas las referencias deben hacerse a unidades del Sistema Internacional.
- La cadena de trazabilidad se debe referir hacia patrones de medida con mayor exactitud que el anterior.
- La comunicación entre pasos de la cadena de trazabilidad deberá ser clara concisa y sin ambigüedades.

- Tener los procedimientos descritos y detallados de lo que se realiza en el ensayo y/o calibración del equipo de medida.
- Tener mecanismos de transporte, almacenamiento y manipulación de los equipos de medida para garantizar que el ambiente no afecte su funcionamiento.

5.1.4 CADENA DE TRAZABILIDAD INTERNA DEL LABORATORIO

La cadena de trazabilidad interna del laboratorio se refiere al manejo de los equipos dentro del laboratorio desde su recepción hasta que se realiza el ensayo y/o calibración, esta cadena deberá registrar la cantidad de equipos, las fechas de recepción y si sufren algún deterioro durante este lapso.



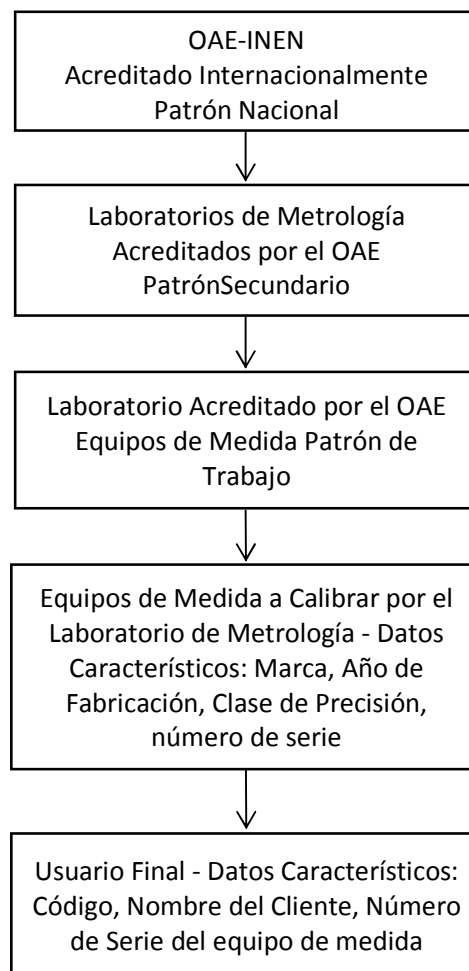
5.1.5 CADENA DE TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES DE MEDIDA

En forma general se tendría como referencia inicial el Sistema Internacional de Medidas, como segundo nivel los Organismos Internacionales de Acreditación, como tercer nivel los Laboratorios del OAE - INEN, como cuarto nivel los Patrones Secundarios acreditados nacionalmente.



5.1.6 CADENA DE TRAZABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

La cadena de trazabilidad de los equipos de medida del laboratorio de metrología está referenciada de la siguiente forma:



5.1.7 IMPORTANCIA DE LA TRAZABILIDAD

La trazabilidad es de suma importancia para la acreditación de un laboratorio de ensayo y/o calibración de acuerdo a normas nacionales o internacionales establecidas, sobre todo para el cliente final será muy importante saber que su equipo de medida fue ensayado y/o calibrado con equipos debidamente trazados, esto generará más confianza y aceptación del laboratorio.



5.1.8 SISTEMAS PARA LA CAPTURA DE DATOS

Con la identificación de los medidores y transformadores de medida se puede utilizar los datos para agregar información de las revisiones, ensayos y/o calibraciones con la finalidad de construir la traza.

Esto ayudará para futuras consultas sobre información que se tendrá acumulada el equipo de medición, por tanto, la información deberá ser relevante; las fuentes principales para la captura de datos se obtendrán de los resultados del ensayo y/o calibración de los equipos de medida.

5.1.9 INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición es un parámetro asociado al resultado de una medición, la cual caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse razonablemente al mesurando, la incertidumbre generalmente viene dada en los certificados de calibración de los patrones o instrumentos de medición, la incertidumbre deberá ser calculada para cada escalón de la cadena de trazabilidad.

5.1.9.1 INCERTIDUMBRE POR RESOLUCIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Se relaciona con la capacidad del instrumento para observar más datos o dígitos en los resultados del comportamiento del mensurando.

5.1.9.2 INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO PATRÓN DE REFERENCIA

La incertidumbre del equipo patrón entre más baja mejor, como es el equipo referente para realizar las pruebas los resultados que se obtienen con estos equipos en los ensayos y/o calibraciones realizados son más veraces si más baja es la incertidumbre.



5.1.10 SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE DATOS

Con un software de gestión se podrá administrar los datos almacenados de la traza de los contadores de energía y transformadores de medida, el software debería provenir de una empresa especializada y con la capacidad de comunicarse con el sistema de gestión del laboratorio de metrología.

5.1.11 DATOS A REGISTRAR

Los principales datos que se registrarán para obtener la trazabilidad de los contadores de energía y los transformadores de medida son:

- Marca.
- Número de Serie.
- Características Eléctricas.
- Características Mecánicas.
- Clase de Precisión.
- Año de Fabricación.
- Resultados de los Ensayos y/o Calibraciones realizados.
- Número de Serie del Equipo Patrón utilizado en los Ensayos y/o Calibraciones.
- Código del Cliente asignado.
- Personal que realizó el Ensayo y/o Calibración.
- Fecha del Ensayo y/o Calibración.
- Fecha de Recepción.
- Personal de la Recepción del Equipo de Medida.
- Estado del Equipo al momento de la Recepción.
- Proveedor de los Equipos de Medida.



5.1.12 FRECUENCIA DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS PATRONES

Para mantener vigente el sistema de trazabilidad de los equipos patrones es necesaria la calibración periódica de los mismos, este intervalo de tiempo va a depender de la frecuencia, estabilidad, modo de uso de los equipos patrones y de la incertidumbre requerida, con esto se mantendrían las condiciones para realizar los ensayos y/o calibraciones dentro del laboratorio.

5.1.13 REGISTROS DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD

El laboratorio de metrología para demostrar su sistema de trazabilidad deberá mantener los siguientes registros:

- Certificados de los equipos de referencia que demuestren la trazabilidad hacia el Sistema Internacional de Medidas y que declaren su incertidumbre.
- Certificados de calibración completos y actualizados de los equipos patrones para realizar los ensayos y/o calibraciones de los equipos de medida.
- Registros o informes de la evaluación de los laboratorios que hubieran brindado el servicio de calibración.
- Registro de los resultados obtenidos durante los ensayos y/o calibraciones.

5.1.14 DIAGRAMA DE ENTIDAD RELACIÓN

El diagrama entidad relación es la base de datos del sistema que guardará los archivos y documentos generados con respecto a la trazabilidad de los equipos de medida, estará compuesta por tablas relacionadas entre sí para generar toda la cadena de trazabilidad tanto interna como hacia los patrones del Sistema Internacional.



Para la trazabilidad referida a patrones del SI estas tablas se relacionan por medio del número de serie de los respectivos patrones con mejor grado de exactitud al que fueron trazados, mientras que para la trazabilidad interna se relacionan por medio de características eléctricas, el cliente, el personal que desarrollo el ensayo y/o calibración y el proveedor de los equipos de medida respectivamente.

5.1.14.1 TABLA DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

La tabla de los equipos de medida tiene la información de las características de los contadores de energía eléctrica como de los transformadores de medida, la codificación de la tabla es TblEqMedicion y contiene la siguiente información:

- Marca.
- Modelo.
- Procedencia.
- Número de serie del equipo de medida.
- Clase de precisión.
- Constante.
- Año de fabricación.
- Número de serie del equipo patrón del Laboratorio Acreditado por el OAE con el que fue ensayado y/o calibrado el equipo de medida.
- Fecha de recepción del equipo de medida en el Laboratorio.
- Fecha de realización del ensayo y/o calibración.
- Fecha estimada para el próximo ensayo y/o calibración.
- Estado del equipo de medida.
- Informe de resultados del ensayo y/o calibración.
- Descripción del equipo de medición.
- El ID Código de cliente del equipo de medida.
- El ID Proveedor RUC o CI de los equipos de medida.
- El ID Laboratorio de Metrología.



- El ID Características eléctricas de los equipos de medida.
- El ID Código de responsable que realizó el ensayo y/o calibración.

5.1.14.2 TABLA DE LOS LABORATORIOS DE METROLOGÍA

La tabla de los laboratorios de metrología tiene la información de las características de los laboratorios acreditados, la codificación de la tabla es TblLabMetroEnsCalib y contiene la siguiente información:

- Id del Laboratorio de Metrología.
- Nombre del Laboratorio de Metrología.
- País.
- Ciudad.
- Dirección.
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.
- Nombre del representante del Laboratorio de Metrología.

5.1.14.3 TABLA DE LOS EQUIPOS PATRONES DE LABORATORIOS ACREDITADOS POR EL OAE

La tabla de los equipos patrones de los laboratorios acreditados por el OAE tiene la información de las características de los equipos patrones de los laboratorios acreditados a los cuales son trazados los equipos de medida del laboratorio, la codificación de la tabla es TlbPatrónNivel1 y contiene la siguiente información:

- Número de Serie del Equipo Patrón de Nivel 1.
- Marca.
- Modelo.
- Procedencia.



- Clase de Precisión.
- Año de Fabricación.
- Número de Serie del Equipo Patrón del Nivel 2 (Equipos Patrones del OAE–INEN) al que fue trazado el Equipo Patrón del Nivel 1.
- Nombre del Laboratorio de Metrología.
- Nombre del Organismo Acreditador.
- Período de Acreditación.
- País.
- Ciudad.
- Dirección.
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.

5.1.14.4 TABLA DE LOS EQUIPOS PATRONES DE LABORATORIOS DEL OAE - INEN

La tabla de los equipos patrones de laboratorios del OAE tiene la información concerniente a las características de los equipos patrones del OAE a los cuales son trazados los equipos patrones de laboratorios acreditados, la codificación de la tabla es TlbPatrónNivel2 y contiene la siguiente información:

- Número de Serie del Equipo Patrón de Nivel 2.
- Marca.
- Modelo.
- Procedencia.
- Clase de Precisión.
- Año de Fabricación.



- Número de Serie del Equipo Patrón del Nivel 3 (Equipos Patrones Internacionales a nivel de Latinoamérica) al que fue trazado el Equipo Patrón del Nivel 2.
- Nombre del Laboratorio de Metrología.
- Nombre del Organismo Acreditador.
- Período de Acreditación.
- País.
- Ciudad.
- Dirección.
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.

5.1.14.5 TABLA DE LOS EQUIPOS PATRONES DE LABORATORIOS ACREDITADOS INTERNACIONALMENTE

La tabla de los equipos patrones del laboratorio acreditado internacionalmente tiene la información concerniente a las características de los equipos patrones de laboratorios internacionales a los cuales son trazados los equipos del OAE, la codificación de la tabla es TlbPatrónNivel3 y contiene la siguiente información:

- Número de Serie del Equipo Patrón de Nivel 3.
- Marca.
- Modelo.
- Procedencia.
- Clase de Precisión.
- Año de Fabricación.
- Número de Serie del Equipo Patrón del Nivel 4 (Equipos Patrones del Sistema Internacional) al que fue trazado el Equipo Patrón del Nivel 3.
- Nombre del Laboratorio de Metrología.



- Nombre del Organismo Acreditador.
- Período de Acreditación.
- País.
- Ciudad.
- Dirección.
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.

5.1.14.6 TABLA DE LOS EQUIPOS PATRONES DEL SI

La tabla de los equipos patrones del SI tiene la información concerniente a las características de los equipos patrones del SI a los cuales son trazados los equipos patrones internacionales, la codificación de la tabla es TlbPatrónNivel4 y contiene la siguiente información:

- Número de Serie del Equipo Patrón de Nivel 4.
- Marca.
- Modelo.
- Procedencia.
- Clase de Precisión.
- Año de Fabricación.
- Nombre del Laboratorio de Metrología.
- País.
- Ciudad.
- Dirección.
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.

Las tablas anteriores son las que se utilizarán para la trazabilidad de los equipos de Medida referidas al SI, mientras que las tablas que se describen continuación será para la trazabilidad interna del laboratorio.

5.1.14.7 TABLA DE CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL EQUIPO DE MEDIDA

La tabla de características eléctricas de los equipos de medida contiene la información necesaria para identificar las principales características del equipo, la codificación de la tabla es TlbCaractEléctricasEM y contiene la siguiente información:

- ID Características Eléctricas.
- Voltaje Primario.
- Voltaje Secundario.
- Intensidad Primaria.
- Intensidad Secundaria.
- Factor de Tensión.
- Intensidad Básica.
- Intensidad Máxima.
- Voltaje Básico.
- Frecuencia.
- Potencia.
- Conexión.
- Tensión de Aislamiento.
- Bill.
- Voltaje Máximo.
- Sobrecarga In%.
- Intensidad Térmica.
- Intensidad Dinámica.



5.1.14.8 TABLA DEL CLIENTE

La tabla del cliente tiene la información necesaria para identificar a los diferentes clientes que tiene un laboratorio de ensayos y/o calibraciones, la codificación de la tabla es TblCodgCliente y contiene la siguiente información:

- ID Código de Cliente
- Registro Único de Contribuyente o Cédula de Identidad.
- Razón Social.
- Nombres
- Apellidos
- Dirección
- Teléfono
- Móvil.
- Email
- Profesión u Ocupación del Cliente.
- Actividad de la Empresa.

5.1.14.9 TABLA DEL PERSONAL DEL LABORATORIO

La tabla del personal del laboratorio tiene la información necesaria para identificar al personal que realizó el ensayo y/o calibración de los equipos de medida, la codificación de la tabla es TlbPersEnsayoCalibracion y contiene la siguiente información:

- ID Código Responsable del ensayo y/o calibración.
- Registro Único de Contribuyente o Cédula de Identidad.
- Razón Social.
- Nombres.
- Apellidos.
- Dirección.



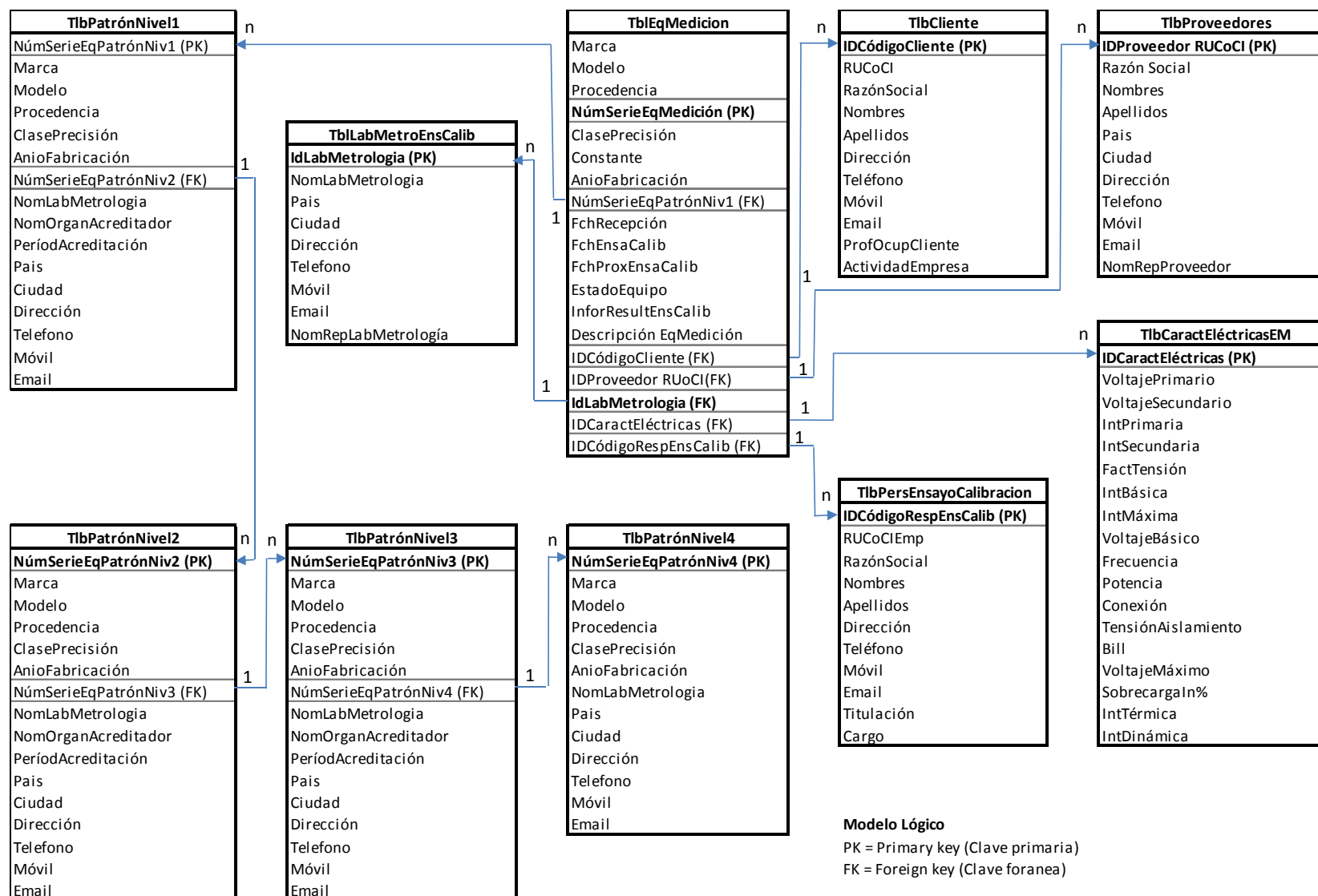
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.
- Titulación.
- Cargo dentro del Laboratorio.

5.1.14.10 TABLA DEL PROVEEDOR

La tabla del Proveedor tiene la información necesaria para identificar a los diferentes proveedores de los equipos de medida para el ensayo y/o calibración, la codificación de la tabla es TblProveedor y contiene la siguiente información:

- ID Proveedor RUC o CI.
- Razón Social.
- Nombres.
- Apellidos.
- País.
- Ciudad.
- Dirección.
- Teléfono.
- Móvil.
- Email.
- Nombre del Representante Legal del Proveedor.

A continuación presentamos el diagrama de la entidad relación y como cada tabla se enlace a otra por medio de la información relevante:





CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Al inicio de la presente tesis se establecieron diferentes objetivos, al término de la misma se ha llegado a las siguientes conclusiones que darán una visión general sobre los requisitos, procedimientos, leyes, reglamentos y normas que deberá cumplir un Laboratorio de Metrología para el Ensayo y/o Calibración de Contadores de Energía Eléctrica y Transformadores de Medida.

- La metrología eléctrica en la actualidad tiene infinidad de aplicaciones que ayudan a los laboratorios a desarrollar procedimientos que cumplan con los parámetros de calidad requeridos por normas establecidas internacionalmente.
- Los laboratorios que soliciten la acreditación al OAE deberán definir su ámbito de aplicación ya que en el alcance de la solicitud para la acreditación se deberá delimitar los ensayos y/o calibraciones que se realizarán.
- El sistema de trazabilidad de los laboratorios deberá estar referenciado hacia patrones nacionales y estos a su vez a patrones internacionales con la finalidad de garantizar la calidad de los resultados obtenidos durante los ensayos y/o calibraciones.
- Los equipos de medida con sistemas de trazabilidad garantizarán la calidad en el registro de las magnitudes eléctricas debido a que los patrones deberán estar trazados a otros con mejor clase de precisión.
- El sistema de trazabilidad requiere que los equipos patrones sean sometidos a ensayos y calibraciones periódicamente para mantener la vigencia de la trazabilidad con lo cual se garantiza el correcto funcionamiento del equipo.



- En el Ecuador no existe ofertas académicas de especialización en metrología y normalización orientadas al área eléctrica, siendo un déficit en el país en lo referente a la formación de los profesionales y muy necesaria para el cumplimiento con estándares de calidad en distribución de energía eléctrica.
- Cuando un Laboratorio de Metrología forma parte de una entidad como en el caso de las empresas distribuidoras de energía eléctrica dentro del organigrama deberá estar al mismo nivel jerárquico con otras direcciones que pudiere tener conflictos de intereses.
- Los equipos para el Laboratorio de Metrología deben ser elegidos adecuadamente para que satisfagan los requerimientos de alcance, sensibilidad de medida, rango de medida, precisión y fiabilidad para asegurar la calidad en los resultados finales.
- La Acreditación de los Laboratorios de Contadores de energía eléctrica de las Empresas Distribuidoras es factible debido a que la mayor parte de ellas cuentan con los equipos e infraestructura necesaria, sin embargo el ámbito de acreditación deberá ser muy bien definido en base a sus requerimientos. En lo referente al personal, éste deberá ser capacitado en materia de metrología.
- En el país no existe un Laboratorio de Metrología Eléctrica acreditado, por lo que es necesaria y urgente su creación, para lo que se requiere el apoyo del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.
- El consumidor final, al momento de presentar un reclamo, no tiene una alternativa de respaldo, ya que los laboratorios de las empresas distribuidoras se convierten en juez y parte en los ensayos y/o calibraciones realizadas a los equipos de medida.



- No se tiene un control de los laboratorios de las empresas distribuidoras, por tanto cada una de ellas realizan los ensayos y/o calibraciones de acuerdo a sus procesos internos, siendo necesario que laboratorios acreditados auditen que los contadores a ser instalados a los consumidores estén dentro de las normas establecidas.
- Actualmente en nuestro país existe normas, únicamente, para contadores electromecánicos pero están ya desactualizadas; no existen para contadores electrónicos como tampoco para transformadores de medida, siendo necesario que el INEN adopte, homologue o cree la normativa necesaria para equipos de medida.
- En la actualidad los laboratorios de las Empresas Distribuidoras en donde realizan los ensayos y/o calibraciones a los contadores de energía eléctrica y a los transformadores de medida no cumplen con todos los requisitos establecidos con los estándares de calidad según lo establecido en la Norma ISO/IEC 17025.

6.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se plantean son principalmente sobre la preparación de los profesionales y estudiantes sobre este tema ya que en la actualidad no existen cursos o especializaciones en metrología.

- Ofertar seminarios de capacitación a profesionales del área de Ingeniería Eléctrica sobre los criterios generales de metrología de contadores de energía y transformadores de medida, para que sean capaces de dar asesorías a los clientes de las Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica del país.
- Homologar los procesos y procedimientos que se realizan en los laboratorios de las Empresas Distribuidoras de Energía del país, para conformar un sistema nacional que unifique criterios y mejore el servicio brindado.



- Ofrecer cursos sobre la norma ISO/IEC 17025 de la competencia de laboratorios de ensayo y/o calibración, enfocados a la metrología eléctrica, para capacitar a los profesionales y estudiantes sobre los requerimientos básicos que debe cumplir un laboratorio para poder ser acreditados.
- El sistema de trazabilidad de los laboratorios de metrología eléctrica debe estar referido a patrones nacionales (INEN), en caso de que este no pueda ser trazado se referenciará a patrones internacionales aprobados por el ILAC y el IAAC.
- A los laboratorios de las Empresas Distribuidoras del país se les debe equipar y adecuar en su infraestructura para generar en los consumidores finales la confianza en el sistema eléctrico nacional.
- Para adquirir los contadores de energía eléctrica y los transformadores de medida se deben tener ciertas consideraciones como: vigencia de la trazabilidad de los equipos patrones de las fábricas o laboratorios, exigir los ensayos y calibraciones realizadas en fábrica, proceso de transporte, incertidumbre considerada en las mediciones.
- Es recomendable la creación de laboratorios regionales para que estos sean parte del sistema de trazabilidad de los equipos de las empresas distribuidoras y a su vez brinden una alternativa para el ensayo y/o calibración de los equipos instalados al consumidor final, con esto las distribuidoras no se convertirían en juez y parte en caso de un reclamo en el funcionamiento de sus equipos.
- Con la creación de laboratorios regionales, el organismo competente debería realizar el muestreo de los equipos de medida de las empresas distribuidoras, para comprobar que estos cumplan con las normas establecidas.

BIBLIOGRAFÍA

NORMAS

- NTC ISO/IEC 17025 2005, “*Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*”, Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones (ICONTEC), 2005, Bogotá-Colombia, págs. 1-33.
- IEC 60044-2 2003, *Instrument Transformers, “Inductive Voltage Transformers”*, International Electrotechnical Commission, 2003, Ginebra-Suiza, págs 13-79.
- IEC 60044-1 2003, *Instrument Transformers, “Current Transformers”*, International Electrotechnical Commission, 2003, Ginebra-Suiza, págs. 21-87.
- INEN 279 “*Contadores de Energía Eléctrica de Inducción Monofásicos Clase 2.0*” *Definiciones*, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito-Ecuador, 1977, págs. 2-6.
- INEN 280 “*Contadores de Energía Eléctrica de Inducción Monofásicos Clase 2.0*” *Requisitos*, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito-Ecuador, 1977, págs. 1-15.
- IEC 62052-11 2003, “*Equipos de Medida de la Energía Eléctrica (c.a.)*” *Requisitos Generales Ensayos y Condiciones de Ensayo*, International Electrotechnical Commission, 2003, Ginebra-Suiza, págs. 11-42.
- IEC 62053-11 2003, “*Equipos de Medida de la Energía Eléctrica*”, requisitos particulares. International Electrotechnical Commission, 2003, Ginebra-Suiza, págs. 7-18.
- IEC 62053-21 2003, “*Equipos de Medida de la Energía Eléctrica*”, requisitos particulares, International Electrotechnical Commission, 2003, Ginebra-Suiza, págs. 9-16.



- IEC 62053-22 2003, “*Equipos de Medida de la Energía Eléctrica*”, requisitos particulares, International Electrotechnical Commission, 2003, Ginebra-Suiza, págs. 8-16.
- ANSI C12.1 2008, “*American National Standard Electric Meters Code for Electricity Metering*”, National Electrical Manufacturers Association, 2008, United States of America, págs.1-41.
- ANSI C12.20-2002, “*American National Standard For Electricity Meters 0.2 and 0.5 Accuracy Classes*”, National Electrical Manufacturers Association, 2002, United States of America, págs. 1-18.

LIBROS

- KARCZ Andrés, “*Fundamentos de Metrología Eléctrica*”, 2da Edición, Editores Boixareu, Tomo III, Barcelona 1977.
- RAMIREZ José, “*Medidas Eléctricas*”, Ediciones CEAC S. A., 1ra Edición, España 1984.
- EDISON ELECTRIC INSTITUTE (EEI), “*Handbook for Electricity Metering*”, Tenth Edition, EEI Publication No. 93-02-03, Washington, D.C. 2002.
- WILD Theodore, “*Maquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*”, Sexta Edición México 2007.
- DUNCAN Glover J y SARMA Mulukutla, “*Análisis y Diseño de Sistemas de Potencia*”, Tercera Edición, Thomson, México 2004.
- BAYLISS Colin y HARDY Brian, “*Transmission and Distribution Electrical Engineering*”, Third Edition, Newnes Elsevier, Oxford 2007.



ARTÍCULOS CONSULTADOS

- INTI, “*Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)*”, enlace:
http://www.inti.gov.ar/fisicaymetrologia/pdf/span_VIM.pdf,
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, “*NTP-ISO/IEC 17025 Norma Técnica Peruana*”, enlace:
http://www.implementacionsig.com/documentos/iso_9001/ISO%20IEC-17025-2001.pdf,
- Centro Español de Metrología CEM, “*Metrología Abreviada Traducción de 3ra edición, 2da edición en español*”, enlace:
http://www.indecopi.gob.pe/repositorioaps/0/13/jer/otras_publicaciones/METROLOGIC_ABREVIADA.pdf.
- ECUACIER, Anexo1 “*Normalización del uso de equipos de medición para clientes residenciales Comerciales e Industriales; Análisis técnico económico*”. 2003, enlace:
http://www.ecuacier.org/seminario/index.php?option=com_content&view=article&id=154&Itemid=151,
- SCHMID Wolfgang, LAZOS Rubén, “*Guía para estimar la Incertidumbre de la Medición*”, México, mayo 2000, enlace:
<http://lysconsultores.com/Descargar/guiaUdelCENAN.pdf>,
- GALINA Ester, “*Medida, geometría y el Proceso de Medir*”. Argentina 2008, enlace:
<http://www.famaf.unc.edu.ar/~galina/Imagenes/mgpm3.pdf>.
- GIL S, Rodríguez E., “*Física Re-Creativa*”, enlace:
<http://www.fisicarecreativa.com/guias/capitulo1.pdf>.
- SANTO Marisa, LECUMBERRY Gabriela, “*El Proceso de Medición*”. Argentina 2005, enlace:
http://www.unrc.edu.ar/unrc/digital/El_proceso_de_med.pdf.



- CARREÓN José Juan, MORENO José Ángel y ORTIZ Rubén Marcelino, “*Guía sobre Trazabilidad e Incertidumbre*”. CENAM México 2008, enlace:
<http://www.scribd.com/reactivoss/d/66581832-NIST>.
- La Guía Metas, “*Proceso de Confirmación Metrológica*”. Edición 2004 según ISO/IEC 17250, Venezuela 2009, enlace:
<http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-04-04-Confirmacion.pdf>.
- BOTERO, Marcela, ARDILA William y ESPINO Luz María, *Proceso de Confirmación Metrológica Dentro de una Organización Productiva*. Universidad tecnológica Pereira 2008, enlace:
<http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=84920454035>.
- MUNDAY, M y ROBINSON, J *ALPHA® Plus Meter Electronic Meter for Electric Energy Measurement, Calculations of energy and active power, reactive and apparent*, junio 2000 cuarta edición.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- <http://www.inen.gov.ec/>
- <http://www.oae.gob.ec/>
- http://www.oae.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=107
- <http://www.ilac.org/>



ANEXO #1

FORMULARIOS INTERNOS DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA



ANEXO #2

INSTRUCTIVOS PARA EL ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN DE CONTADORES DE ENERGÍA Y TRANSFORMADORES DE MEDIDA



ANEXO #3

SOLICITUD DE ACREDITACIÓN DEL OAE PARA LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN



ANEXO #4

PROCESO DE ACREDITACIÓN DEL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO OAE



ANEXO #5

PLANO ACTUAL DEL LABORATORIO DE CONTADORES DE LA E.E.R.C.S.



ANEXO #6

PLANO PROYECTADO DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA PARA LA E.E.R.C.S.