



# APORTES DE CENAMEP AIP AL DESARROLLO DE LA METROLOGIA ELECTRICA EN PANAMA

*Julio González V. <sup>1</sup>, Carlos Espinosa B. <sup>2</sup>*

<sup>1</sup> CENAMEP AIP, Panamá, Panamá, jgonzalez@cenamep.org.pa

<sup>2</sup> CENAMEP AIP, Panamá, Panamá, cespinoza@cenamep.org.pa

**Resumen:** Incentivar el desarrollo de la metrología en un país, constituye una de las principales asignaciones del Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP). Este trabajo resume las actividades metroológicas realizadas por el CENAMEP AIP, a través del Laboratorio de Electricidad, entre las que resaltan: el desarrollo de ensayos de aptitud, verificaciones metroológicas y realización de cursos.

**Palabras Claves:** calibración, verificación, Ensayos de aptitud, incertidumbre.

## 1. INTRODUCCIÓN

Velar por el desarrollo de la capacidad metroológica en un país, constituye una de las tareas más arduas y a la vez importantes con las que se enfrenta un laboratorio nacional de metrología, más aun tratándose de países pequeños y relativamente principiantes en cuanto al tema de la metrología se refiere.

Sin embargo en búsqueda del fortalecimiento de la infraestructura metroológica nacional, en el ámbito de la metrología eléctrica, el Laboratorio de Electricidad de CENAMEP AIP, ha realizado una serie de actividades que en un primer plano apuntan a mejorar el tema de las mediciones eléctricas en nuestro país, tales como:

- Cursos teóricos y prácticos en conceptos básicos de metrología eléctrica e incertidumbre de medición.
- Proyecto anual de verificación de medidores de energía eléctrica.
- Ensayos de aptitud en medidores de energía eléctrica.

Este trabajo describe de forma resumida, como el CENAMEP ha organizado y desarrollado estas actividades metroológicas, durante los últimos dos años.

## 2. PROPÓSITO

El número de laboratorios secundarios de metrología eléctrica en nuestro país, actualmente es muy reducido, debido en gran medida a la inexistencia de reglamentos y normativas técnicas nacionales que incentiven el aumento en servicios de calibración de equipos eléctricos, vinculados al ámbito de seguridad industrial y calidad de la energía principalmente; por otro lado la poca eficiencia en cuanto a la regulación del cumplimiento de los periodos de

verificación de equipos establecidos en los reglamentos nacionales vigentes. Sin embargo, los laboratorios secundarios existentes tienen una gran importancia para la ciudadanía en general, ya que en su mayoría, pertenecen a las empresas distribuidoras de energía eléctrica, las cuales son los encargados del proceso de medición, y facturación de la energía comercial y residencial en nuestro país.

Indicar los aportes que brinda el CENAMEP AIP, en fortalecer, incrementar y asegurar los conocimientos en metrología eléctrica de los laboratorios secundarios, de tal manera de consolidar la cadena de trazabilidad nacional y por ende la estructura metroológica en el país, constituye el principal objetivo de este trabajo.

## 3. METODOLOGÍA

Los aportes que brinda el CENAMEP AIP, en el desarrollo de la metrología eléctrica en Panamá, se resume en la organización y desarrollo de las siguientes actividades metroológicas:

### 3.1 Ensayos de Aptitud:

El ensayo de aptitud, según lo establece la Norma internacional ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” en el punto 5.9 “Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración” constituye una gran herramienta al momento de corroborar la capacidad y competencia técnica en los trabajos realizados por el laboratorio, además permite evaluar la calidad de los resultados que se emiten.

El Laboratorio de Electricidad del CENAMEP, realizó de octubre de 2010 a enero de 2011, el primer Ensayo de Aptitud en calibración de medidores de energía eléctrica, para laboratorios secundarios en Panamá, planteando como objetivos conocer las equivalencias existentes en la medición de energía eléctrica, entre los laboratorios de calibración de las empresas distribuidoras de energía y el CENAMEP. Además de brindarle a los laboratorios participantes, una herramienta eficaz para evaluar su competencia técnica, y garantizar la veracidad de los resultados emitidos.

El ensayo de aptitud se basó en una comparación en diferentes puntos de corriente y tensión de dos medidores de

energía eléctrica, tipo residencial, de exactitud 0.5% y 2%, donde participaron los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Medidas de la empresa eléctrica UNION FENOSA
- Laboratorio de Medidores de la empresa eléctrica ENSA.
- Laboratorio de Electricidad, CENAMEP AIP 2
- Laboratorio de Electricidad, CENAMEP AIP 1 (Piloto).

El traslado de los patrones viajeros, fue realizado mediante el método estrella. Durante el análisis de los datos, la herramienta estadística utilizada fue el error normalizado, a través de este estadístico, se pudo determinar la equivalencias en la medición de energía eléctrica entre los participante y el laboratorio Piloto.

En la Tabla 1 y 2, se aprecia el resumen de resultados de la comparación para ambos medidores.

Tabla 1, Resultados Medidor Electromecánico.

ERROR NORMALIZADO MEDIDOR ELECTROMECAÁNICO			
PUNTOS	CENAMEP 2	Union Fenosa	ENSA
240V, 1A, Fp=1	1.1	1.2	0.7
240V, 3A, Fp=1	0.4	0.8	0.9
240V, 5A, Fp=1	0.3	0.9	1.0
240V, 5A, Fp=0.5 ind.	0.5	1.0	0.5
240V, 10A, Fp=1	0.1	0.4	0.5
240V, 10A, Fp=0.5 ind.	0.4	0.6	0.8
240V, 30A, Fp=1	0.1	0.1	0.4
240V, 30A, Fp=0.5 ind.	0.2	0.2	0.4

Tabla 2, Resultados Medidor Electrónico.

ERROR NORMALIZADO MEDIDOR ELECTRÓNICO			
PUNTOS	CENAMEP 2	Union Fenosa	ENSA
240V, 1A, Fp=1	0.2	0.3	**
240V, 3A, Fp=1	0.0	0.4	**
240V, 5A, Fp=1	0.0	0.4	**
240V, 5A, Fp=0.5 ind.	0.2	0.4	**
240V, 10A, Fp=1	0.4	0.4	**
240V, 10A, Fp=0.5 ind.	0.0	0.7	**
240V, 30A, Fp=1	0.4	0.4	**
240V, 30A, Fp=0.5 ind.	0.0	0.7	**

\*\* El participante, no reportó medidas en ese punto de calibración.

Los resultados mostrados en las Tablas 1 y 2, indican una correlación ( $E_n \leq 1$ ), en la mayoría de los puntos de calibración, entre las mediciones de los laboratorios participantes y el valor de referencia emitido por el laboratorio Piloto; Exceptuando el punto 240V, 1 A y Fp=1, donde dos laboratorios participantes resultaron con un error normalizado mayor que 1. En este punto el

laboratorio Piloto esperaba la mayor diferencia en las mediciones reportadas por los participantes, debido al valor de corriente medido, el cual implicaba un mayor control y cuidado a la hora de realizar las mediciones, por ejemplo un adecuado tiempo de precalentamiento (principalmente el medidor electromecánico), revisión de posibles pérdidas en los conductores de las mesas y en los cables de conexiones entre los equipos.

El análisis de los resultados obtenidos del ensayo de aptitud, fue la fuente de información utilizada por el CENAMEP AIP, para determinar las debilidades y establecer las recomendaciones a cada laboratorio participante, entre las que podemos mencionar: la revisión y adecuación de los procedimientos de medida utilizados; el establecer planes de mantenimiento y verificación de las mesas de calibración y los patrones de medidas utilizados por cada laboratorio y mejorar el cálculo de incertidumbre, principalmente en la selección de las contribuciones que afectan el sistema de medida.

### 3.2 Proyecto anual de verificación de medidores:

La Resolución JD-760 de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP), y el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 70, 2004, constituyen las normativas nacionales en cuanto al tema de medidores de energía eléctrica se refiere; estableciendo el tipo y clase de medidores a utilizar; el rango de tolerancia permitido; periodos de verificación de medidores y las pruebas a realizar.

La ASEP, es la entidad gubernamental encargada de velar que las empresas eléctricas, cumplan lo establecido en estas normativas, sin embargo esta entidad asignó al CENAMEP, como el laboratorio de referencia nacional de acuerdo a lo establecido en la Resolución JD-3332 del 2002.

El CENAMEP, en conjunto con la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP), desde el año 2007, realizan proyectos de verificación de una muestra representativa de los medidores de energía eléctrica instalados a nivel nacional, de las distintas compañías eléctricas, con lo cual se mantiene un constante monitoreo del estado y ajuste que las empresas están aplicando a sus medidores.

Los proyectos tienen una duración de año y medio, y se desarrolla en cuatro etapas:

- Muestreo a nivel nacional.
- Verificación de los medidores.
- Análisis de los resultados.
- Elaboración de informes técnicos.

La primera etapa es desarrollada en su totalidad por la ASEP, quienes asignan un número de medidores de energía eléctrica a verificar, el cual es representativo a la población total de medidores instalados en el país (una muestra de 1200 medidores en los últimos años).

La verificación de los medidores, el análisis de los resultados y la elaboración de los informes técnicos, es realizada por el Laboratorio de Electricidad del CENAMEP. Los medidores se verifican contrastando lo establecido en

las normativas nacionales efectuándose las pruebas de baja carga, plena carga y factor de potencia 0.5 inductivo. En la Figura 1 se aprecia la mesa de una posición, marca MTE/EMH de Clase 0.02%, donde se realizan las verificaciones de los medidores de energía.

El análisis de los resultados de la verificación de la muestra de medidores y los informes técnicos, se realizan de manera estadística, estimando la media del error de desempeño de la muestra total, y la tendencia obtenida para cada una de las pruebas realizadas. Adicionalmente se analizan los resultados obtenidos para cada tipo de medidor (electromecánico o electrónico), por marca, modelo y región del país donde fue instalado.

Figura 1, Mesa de contraste de medidores del CENAMEP



Los proyectos desarrollados de verificación de medidores de energía a nivel nacional por el CENAMEP, constituye un aporte valioso, para la ASEP, ya que sirven como referencia del estado y desempeño metrológico en que se encuentran los medidores de energía instalados a nivel nacional, además brindan herramientas estadísticas que ayudan a esta entidad a establecer políticas de control y seguimiento a las empresas eléctricas a nivel nacional, garantizando que el proceso de medición y facturación de la energía eléctrica en nuestro país se realice de manera adecuada y que tanto empresa eléctrica y usuarios salgan beneficiados.

### 3.3 Cursos teóricos prácticos:

Cada vez más en nuestro país, los usuarios o clientes de los laboratorios secundarios, se adentran en el tema de la metrología, por lo tanto exigen servicio de calibración con una menor incertidumbre. Esto ha ocasionado que los laboratorios secundarios del área eléctrica, establezcan políticas para establecer sistemas de medición que permitan declarar menores incertidumbres en sus servicios de calibración, para este objetivo, requieren un personal técnico con mayor conocimiento en el área de metrología.

Por otro lado, las autoridades reguladoras en este caso la ASEP, también se ve en la necesidad de capacitar a su personal técnico encargado de auditar los laboratorios de las empresas eléctricas nacionales, en virtud de estar actualizado y capacitado en cuanto temas de medición e incertidumbre se refiere.

El CENAMEP AIP, a través de sus técnicos del Laboratorio de Electricidad y con el apoyo de expertos extranjeros, anualmente dicta cursos en metrología eléctrica general, cálculo de incertidumbre y calibración de medidores de energía eléctrica. Estos cursos son impartidos a técnicos de los laboratorios de las empresas de distribución eléctrica y técnicos de Autoridades reguladoras Nacionales, como la ASEP.

En el año 2010, el CENAMEP, realizó dos cursos en cuanto metrología eléctrica se refiere, específicamente abordando los siguientes temas:

- Generalidades de la Metrología Eléctrica.
- Cálculo de incertidumbre en variables eléctricas.
- Normas de verificación y calibración nacionales.
- Verificación de medidores de energía eléctrica de acuerdo a norma ANSI C12.1 2008.
- Mantenimientos y verificaciones de equipos eléctricos.

Los cursos fueron dirigidos al personal técnico de los laboratorios secundarios y de entes reguladores del país vinculados con la medición o regulación de la energía eléctrica.

En febrero de 2011, se desarrolló con apoyo de expertos técnicos de la empresa eléctrica ICE-CNFL, de Costa Rica, un curso sobre fraude eléctrico en medidores de energía eléctrica. En la Figura 2, se aprecia una foto de esta actividad.

Figura 2, curso de fraude eléctrico realizado en CENAMEP.



Los cursos que organiza y realiza el CENAMEP, en gran medida han subsanado los requerimientos en cuanto a capacitación técnica especializada en temas de metrología eléctrica específicos que adolece el país; Además

constituyen un aporte vital para mejorar las capacidades técnicas de los diferentes laboratorios secundarios y entidades reguladoras.

### **3. CONCLUSIÓN**

Las actividades metrológica realizadas por el CENAMEP AIP, a través del Laboratorio de Electricidad, buscan proveer a los laboratorios secundarios y entes reguladores de herramientas necesarias para incrementar sus niveles de medición e incertidumbre, fortaleciendo la estructura metrológica nacional, en cuanto a metrología eléctrica se refiere. Además con estas actividades metrológicas se pretende llevar un control general de cómo están evolucionando los laboratorios secundarios del área eléctrica en el territorio nacional.

EL CENAMEP, como laboratorio nacional de metrología, cada año incorpora dentro de sus planes estratégicos actividades metrológicas que incentiven y promuevan el conocimiento de la metrología, en cada una de sus ramas, logrando en un periodo de tiempo relativamente corto de dos años, una mayor participación de los laboratorios secundarios en cuanto a la asistencia de cursos metrológicos, y ensayos de aptitud, lo que ha ciencia cierta constituye un gran paso en establecer un raciocinio metrológico en el país, especialmente en el área eléctrica.

### **REFERENCIA**

- [1] A.G. Steele, B.M. Word and R.J. Douglas. Quantifying Equivalence for Interlaboratory comparison of fixed points. 1-3 (1999).
- [2] Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 70- 2004. “Mediciones de energía activa de corriente alterna Clase 0.5; 1 y 2”.
- [3] CENAMEP AIP. PG-TEC-013. Esquema general de servicio de ensayo de aptitud.
- [4] ANSI C12.1-2008, American National Standard for Electric Meters Code for Electricity Metering. National Electrical Manufacturers Association, USA, 2008.
- [5] ERSP, Resolución JD-760, Por la cual se Aprueba las normas de medición aplicable a los clientes regulados, para el servicio público de distribución de electricidad, Panamá, 1999.
- [6] ERSP, Resolución JD-3332, Por la cual el ERSP asignó al CENAMEP, como el laboratorio metrológico de referencia nacional de acuerdo a lo estipulado en la norma de medición JD-760, Panamá, 2002.
- [7] UNE 66543-1 IN, Ensayos de aptitud por intercomparación de laboratorios. Parte 1: Desarrollo y aplicación de programas de ensayos de aptitud, España, 1999.