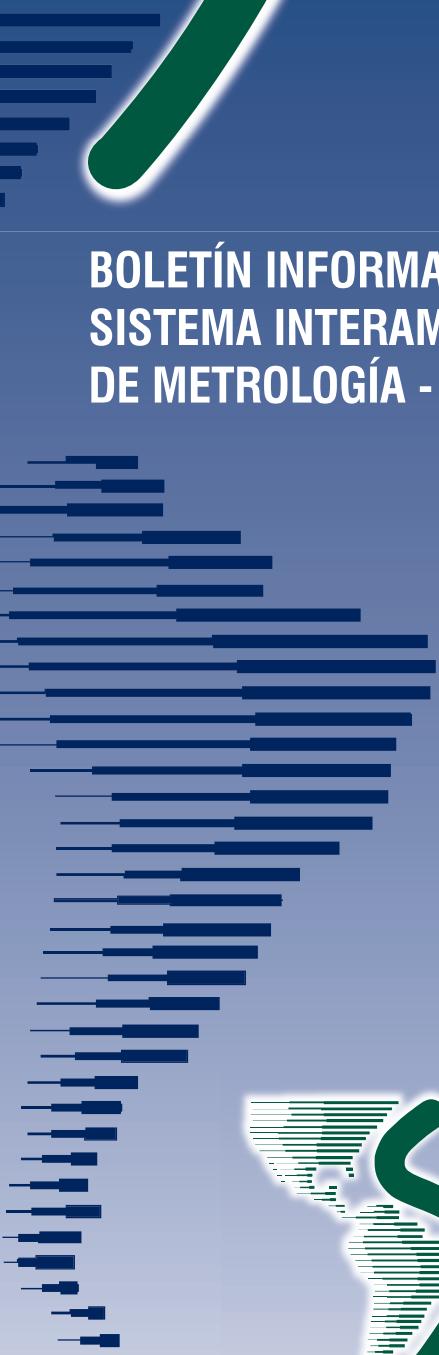


INFO SIM

Marzo 2010 / March 2010

BOLETÍN INFORMATIVO DEL
SISTEMA INTERAMERICANO
DE METROLOGÍA - OEA

*INFORMATIVE BULLETIN OF
THE INTERAMERICAN METROLOGY
SYSTEM - OAS*





DIRECTORIO DIRECTORY

Presidente
President
Humberto S. Brandi, INMETRO, Brasil

Secretario Ejecutivo
Executive Secretary
Oscar Harasic, OEA / OAS

Consejera Técnica
Technical Advisor
Claire Saundry, NIST, USA

Coordinador del Comité Técnico
Technical Committee Chair
Alan Steele, INMS-NRC, Canadá

Coordinador del Comité de Desarrollo Profesional
Profesional Development Committee Chair
Ignacio Hernández Gutiérrez, CENAM, México

Coordinador de la Fuerza de Tarea sobre Sistemas
de Calidad
Quality Systems Task Force Chair
William Anderson, NIST, USA

Coordinadora del Grupo de Trabajo sobre Sistemas
de Calidad
Quality Systems Working Group Chair
Gabriela de la Guardia, CENAMEP, Panamá

Secretaria
Secretary
Taynah Lopes de Souza, INMETRO, Brasil

COORDINADORES DE LAS SUBREGIONES SUBREGION COORDINATORS

ANDIMET
José Dajes, INDECOPI, Perú

CAMET
Hernando Flórez, CENAMEP, Panamá

CARIMET
Theodore Reddock, TTBS, Trinidad and Tobago

NORAMET
Katalin Decsky, NRC-INMS, Canadá

SURAMET
Rubén Verdugo, INN, Chile

The logo for INFO SIM features the word 'INFO' in a bold, black, sans-serif font, followed by 'SIM' in a larger, green, stylized font where the 'S' is composed of horizontal lines.

Está apareciendo un nuevo número de INFOSIM, medio de comunicación de la comunidad del SIM que permite dejar una traza escrita de los logros en metrología como países individuales, pero más importante, como un grupo sinérgico de países en esta parte del mundo.

Para construir este número promovimos la incorporación de los INM que publican en INFOSIM poco frecuentemente con la finalidad de aprender sobre sus problemas y sus soluciones. De esta manera, se espera que las contribuciones sobre mediciones de abasto de agua, de gas natural, o de energía eléctrica, problemas cotidianos en algunas economías, arranquen ideas para mejorar la metrología en nuestros países.

Nos congratulamos por la realización de la primera Escuela de Metroología en el SIM, el pasado diciembre, cuyos valiosos resultados establecen una ruta para preparar a los jóvenes metrólogos que tendrán a su cargo en el SIM en su oportunidad. Ciertamente, la Escuela debe repetirse.

Una vez más aparece la sección CRONOSIM para recordarnos la validez de las palabras del Prof. Steinberg, primer Presidente del SIM, pronunciadas hace poco más de treinta años.

Puede considerarse la sección NOTISIM como el pulso del nuestra comunidad: mientras más numerosas sean las noticias, más activos estamos o mejor comunicación tenemos. Es notable el número de actividades conjuntas entre los INM que puede interpretarse como que el SIM se ha convertido realmente en una comunidad sinérgica.

También hay noticias tristes: Félix Pezet, uno de los coeditores de INFOSIM ha completado su ciclo de vida. Y me gustaría ofrecer el presente número a su memoria, por su gran contribución a la Metrología.

Sólo me resta invitar a la comunidad del SIM, ya sea en los INMs o en los institutos designados, a compartir sus logros mediante su publicación en el INFOSIM.

A new issue of INFOSIM is coming to life as a means of communication among the SIM community, that provides a way to leave a written trace of the advancements on metrology achieved as individual countries, but more important, as a synergic group of the countries in this part of the world.

To build up this issue, we promote the incorporation of those NMIs that scarcely publish in INFOSIM, to learn about their local problems and their solutions as well. Thus, contributions on measurements of water supply, measurements of natural gas and electric energy, daily problems in some economies, are expected to trigger ideas to improve the metrology in our countries.

We congratulate ourselves because of the realization of the first Metrology School within SIM, held on last December, whose valuable results set a trail for preparing the young metrologists who will take care of SIM in due time. Certainly the School must be repeated.

CRONOSIM appears once more to remind us the continual validity of the words of Prof. Steinberg, the first President of SIM, spoken over 30 years ago.

The section NOTISIM can be considered as the pulse rate of the SIM community: the more news, the more active we are or the better communication we are reaching, and so the more alive we become. It is noteworthy the number of joint activities among the NMIs that is interpreted as SIM has become a real synergic community.

Sad news happens in SIM as well: Felix Pezet, one of the INFOSIM co-editors, has completed his life-cycle. I would like to offer the present issue to his memory, for his huge contribution to Metrology.

Finally, I invite the SIM community, either at National Institutes of Metrology or at Designated Institutes, to share their achievements through contributions to INFOSIM.

Humberto S. Brandi,
Presidente

INFOSIM

ÍNDICE / CONTENTS

Presentación. / Introduction	<i>Humberto S. Brandi.</i>	<i>i</i>
Procedimiento de calibración de pesas por el método de subdivisiones	<i>René Alfredo Chanchay Pillajo.</i>	1
Importancia de la medición del consumo de agua potable	<i>José Dajes Castro.</i>	5
Trilateral cooperation: Natural gas Metrology in Latin-America	<i>Juan Carlos Castillo y Mabel Delgado.</i>	10
Patrón de potencia eléctrica de alta exactitud basado en el muestreo de señales de tensión e intensidad alterna	<i>Anselmo Araolaza, Julio González y Luis Mojica.</i>	14
Esfigomanómetros	<i>Pablo Olvera Arana.</i>	18
SIM Metrology School	<i>William Anderson and Taynah Lopes de Souza.</i>	24
CRONOSIM		29
NOTISIM		32

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS POR EL MÉTODO DE SUBDIVISIONES

René Alfredo Chanchay Pillajo, rchanchay@inen.gov.ec

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN
Baquerizo Moreno E8-29 y Diego de Almagro, Quito-Ecuador

Key words: Mass, weights calibration, ABBA method, Gauss-Markov approach.

1. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Masa del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN-Ecuador, con el propósito de calibrar sus patrones de masa, ha implementado un procedimiento de calibración de pesas, el cual le permite diseminar el valor de su Patrón Nacional de Masa de 1 kg hacia los submúltiplos.

Este procedimiento toma como base la determinación de la diferencia entre pesas o grupo de pesas mediante la técnica ABBA [1], con estos valores se forma un sistema de ecuaciones (método de subdivisiones) y cuya solución se obtiene mediante la aplicación del método de mínimos cuadrados con la aproximación de Gauss-Markov [2]. La solución al sistema de ecuaciones involucra la inclusión de una ecuación de restricción; en nuestro caso en la primera subdivisión, la ecuación de restricción es el valor de la pesa de 1 kg Patrón Nacional y en las siguientes subdivisiones es el valor de la pesa de 10^k g ($k = 2, 1, 0, -1, -2$) determinado en cada subdivisión.

El procedimiento incluye también:

- Control de dispersión de las balanzas.
- Control del proceso de ajuste de mínimos cuadrados.
- Control del proceso de medición utilizando un patrón de verificación.

2. MATRIZ DISEÑO DE PESAJE

El término “diseños de calibración” se aplica a experimentos donde se mide la diferencia entre objetos o grupo de objetos del mismo valor nominal. En el caso particular de masa se los llama diseños de pesaje.

Las comparaciones entre pesas o grupo de pesas para formar el sistema de ecuaciones se la obtiene de las llamadas matrices diseño de pesaje [3]. Por ejemplo, las diferencias d_i , $i = 1, 2, 3$, entre los valores de tres masas del mismo valor

nominal m_A , m_B y m_C pueden expresarse como

$$\begin{aligned}m_A - m_B &= d_1, \\m_A - m_C &= d_2 \text{ y} \\m_B - m_C &= d_3.\end{aligned}$$

Si además se conoce el valor de la pesa A, $m_A = m_R$, lo cual se denomina una ecuación de restricción, y se cambian los subíndices B→1, C→1check, el conjunto de estas cuatro ecuaciones se puede escribir utilizando las matrices:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Matriz diseño de pesaje,} \\[1ex] M = \begin{bmatrix} m_R \\ m_1 \\ m_{1\text{check}} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Matriz de masas, y} \\[1ex] D = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ m_R \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Matriz de las diferencias,} \\[1ex] \end{array} \end{array} \end{array}$$

como $\mathbf{X}^* \mathbf{M} = \mathbf{D}$

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} m_R \\ m_1 \\ m_{1\text{check}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ m_R \end{bmatrix},$$

donde:

m_R Masa de restricción (pesa de 1 kg Patrón Nacional y en las siguientes subdivisiones es el valor de la pesa de 10^k g ($k = 2, 1, 0, -1, -2$) determinado en cada subdivisión).

$m_{1\text{check}}$ Masa del patrón de verificación encontrado en el proceso de calibración.

La matriz diseño de pesaje de este ejemplo se la conoce como Diseño 1.1.1, el cual es utilizado en el Laboratorio de Masa del INEN para cuando la calibración de la pesa se la realiza por comparación incluyendo una pesa patrón de verificación.

Diseño 10.5.2.2.1.1

Para calibrar juegos de pesas que tiene valores nominales de la serie 10.5.2.2.1.1 utilizamos el diseño conocido como Diseño 10.5.2.2.1.1:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} m_{10R} \\ m_5 \\ m_2 \\ m_{2^*} \\ m_1 \\ m_{1check} \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \\ d_6 \\ d_7 \\ d_8 \\ m_{10R} \end{bmatrix}$$

$$X^*M=D$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} m_{10R} \\ m_5 \\ m_2 \\ m_{2^*} \\ m_1 \\ m_{1check} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \\ d_6 \\ d_7 \\ d_8 \\ m_{10R} \end{bmatrix}$$

Multiplicando las matrices X^*M encontramos las ecuaciones que nos indica las masas que hay que compararlas y de la comparación experimental de ellas se obtiene las diferencias. Con estas diferencias obtenemos la matriz D.

3. PROCEDIMIENTO

Dependiendo del juego de pesas se escoge el diseño de pesaje, sea el diseño 1.1.1 o el diseño 10.5.2.2.1.1.

Escogido el diseño de pesaje conocemos las pesas o grupo de pesas que hay que compararlas. Utilizando un comparador de masas y la técnica ABBA comparamos las pesas o grupos de pesas y determinamos la diferencia. Este ciclo ABBA lo repetimos tres veces por cada comparación. Escojamos la i -ésima ecuación de multiplicar X^*M . Esta ecuación nos dice que comparemos un grupo de pesas que lo llamaremos x_i con otro grupo de pesas que lo llamaremos y_i .

i	A	B	B	A
	x	y	$y + sw$	$x + sw$
1	O_{i11}	O_{i12}	O_{i13}	O_{i14}
2	O_{i21}	O_{i22}	O_{i23}	O_{i24}
3	O_{i31}	O_{i32}	O_{i33}	O_{i34}

x_i ó y_i Pesa o grupo de pesas de la i -ésima ecuación obtenida al multiplicar la matriz X por la matriz M.

sw Pesa de sensibilidad

O_{ijk} Indicación del comparador de masa

De esta manera las diferencias encontradas experimentalmente pueden expresarse como d_{ij} , donde:

$$d_{ij} = (V_{x_i} - V_{y_i}) \cdot \rho_A + \frac{(O_{ij1} - O_{ij2} + O_{ij4} - O_{ij3})}{2} \cdot \frac{(m_{sw} - V_{sw} \cdot \rho_A)}{(O_{ij3} - O_{ij2})}$$

V_{x_i} ó V_{y_i} Volumen de la pesa o grupo de pesas x_i , ó y_i .

ρ_A Densidad del aire

m_{sw} Masa de la pesa de sensibilidad

V_{sw} Volumen de la pesa de sensibilidad.

Para el diseño de pesaje 1.1.1

$i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3$

Para el diseño de pesaje 10.5.2.2.1.1

$i = 1, \dots, 8 ; j = 1, 2, 3$.

La diferencia entre las pesas o grupo de pesas d_i se la obtiene como el promedio

de las tres diferencias de los tres ciclos ABBA.

$$d_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 d_{ij}$$

4. INCERTIDUMBRE DE LAS DIFERENCIAS $u(d_i)$

Sean:

$$N_{ij} = \frac{(O_{ij1} - O_{ij2} + O_{ij4} - O_{ij3})}{2}$$

$$N_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \frac{(O_{ij1} - O_{ij2} + O_{ij4} - O_{ij3})}{2}$$

$$O_{ij} = O_{ij3} - O_{ij2}$$

$$O_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (O_{ij3} - O_{ij2})$$

Entonces:

$$d_i \approx (V_x - V_y) \cdot \rho_A + N_i \cdot \frac{(m_{sw} - V_{sw} \cdot \rho_A)}{O_i}$$

$$u(d_i) = \sqrt{\left(\frac{\partial d_i}{\partial V_x} \right)^2 (u_{V_x})^2 + \left(\frac{\partial d_i}{\partial V_y} \right)^2 (u_{V_y})^2 + \left(\frac{\partial d_i}{\partial \rho_A} \right)^2 (u_{\rho_A})^2 + \left(\frac{\partial d_i}{\partial N_i} \right)^2 (u_{N_i})^2 + \left(\frac{\partial d_i}{\partial m_{sw}} \right)^2 (u_{M_{sw}})^2 + \left(\frac{\partial d_i}{\partial V_{sw}} \right)^2 (u_{V_{sw}})^2 + \left(\frac{\partial d_i}{\partial O_i} \right)^2 (u_{O_i})^2 + \frac{(\sigma_i)^2}{3}}$$

y

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 (d_{ij} - d_i)^2} .$$

5. APLICACIÓN DE LA APROXIMACIÓN GAUSS-MARKOV

El valor de las masas se la encuentra dando solución al sistema de ecuaciones obtenidas de los diseños de pesaje. La solución la encontramos mediante la aproximación de Gauss Markov de la siguiente manera.

$$M_{GM} = (X^t \Phi^{-1} X)^{-1} X^t \Phi^{-1} D$$

Donde:

$$\Phi = \begin{bmatrix} [u(d_1)]^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & [u(d_2)]^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & [u(d_i)]^2 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & u_R^2 \end{bmatrix}$$

La incertidumbre de las masas, asumiendo que no existe correlación entre las comparaciones realizadas en la calibración, se las encuentra de los elementos de la diagonal de la matriz covarianza siguiente:

$$\text{cov}(M)_{GM} = [(X^t \Phi^{-1} X)^{-1} X^t \Phi^{-1}] \Phi [(X^t \Phi^{-1} X)^{-1} X^t \Phi^{-1}]^T$$

$$[u(m_i)]^2 = [\text{cov}(M)_{GM}]_{ii}$$

6. CONTROLES

Para controlar el comportamiento del comparador de masa, por cada 3 ciclos ABBA que involucra una comparación se realiza la prueba F , [4].

$$F = \frac{S_{nuevo}^2}{S_p^2}$$

Donde:

S_{nuevo} es la desviación estándar calculada de las tres diferencias que se obtienen en los tres ciclos ABBA que involucra cada comparación,

S_p es la desviación estándar histórica del comparador.

Para controlar el proceso de ajuste de mínimos cuadrados también utilizamos la prueba F , [4].

$$F = \frac{S_{MC}^2}{S_p^2}$$

Donde:

$$S_{MC} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (d_i - d_{GMi})^2}$$

d_{MGi} son los elementos del vector que se obtiene de multiplicar la matriz

diseño de pesaje, X , por el vector que se obtiene de la aproximación Gauss Markov M_{GM} ,

S_p es la desviación estándar histórica del comparador.

El análisis del control del proceso de medición utilizando un patrón de verificación, lo realizamos mediante la prueba t , [4].

$$t = \frac{|m_{1chek} - \bar{m}_{1chec}|}{S}$$

Donde:

m_{1chek} es la masa del patrón de verificación encontrado en el proceso de calibración,

\bar{m}_{1chek} es el valor histórico de la masa del patrón de verificación,

S es la desviación estándar de los valores históricos del patrón de verificación

7. INFRAESTRUCTURA DEL LABORATORIO DE MASA DEL INEN

Para aplicar el procedimiento descrito y diseminar el valor de su patrón Nacional de 1 kg hacia los submúltiplos, hasta 1 mg, el Laboratorio de Masa del INEN cuenta con la siguiente infraestructura.

Un comparador de masa, capacidad 1100 g y división de escala 0,00001 g

- Un comparador de masa, capacidad 210 g y división de escala 0,000001 g
- Un comparador de masa, capacidad 5 g y división de escala 0,0000001 g
- Tres pesas de 1 kg con certificado de calibración del NIST (una de ellas es el Patrón Nacional)
- Dos juegos de masas de 1 mg a 1 kg clase E2
- Condiciones ambientales de temperatura y humedad controladas

8. RESULTADOS

Con la infraestructura y el procedimiento arriba indicado, el Laboratorio de Masa del INEN ha participado en comparaciones con resultados satisfactorios. A continuación se da los resultados de dos comparaciones:

- Comparación realizada con CESMEC-Chile, 2006

Valor Nominal	d (mg)	$U(d)$ (mg)	Error normalizado E_n
1 kg	0,004	0,112	0,04
200 g	0,020	0,034	0,58
20 g	-0,0013	0,0095	-0,14
2 g	0,0033	0,0056	0,59
100 mg	0,009	0,0066	0,14

Esta comparación fue publicada en la revista *Measure* del NCSL, Vol. 2, No. 2, de junio 2007

- Comparación realizada con CENAM, 2009.

Valor Nominal	d (mg)	$U(d)$ (mg)	Error normalizado E_n
1 kg	0,018	0,088	0,21
100 g	-0,011	0,014	0,73

Esta comparación está publicada como comparación suplementaria en la base de datos del BIPM

9. REFERENCIAS

- [1] OIML R 111-1, *Weights of classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} , and M_3 , Part 1, Edition 2004 (E).*
- [2] W. Bich, Variances, Covariances and Restraints in Mass Metrology. *Metrologia* 27, 111-116 (1990),
- [3] J. M. Cameron; M. C. Croarkin and R. C. Raybold; *Designs for the Calibration of Standards of Mass*. National Bureau of Standards,
- [4] Luis Omar Becerra, Control Estadístico de las mediciones, Comunicación personal.

IMPORTANCIA DE LA MEDICION DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE

José Dajes Castro

Servicio Nacional de Metrología del Indecopi-Perú, idajes@indecopi.gob.pe

Resumen: Este documento destaca la importancia de las mediciones en el consumo del agua potable y relata la experiencia de algunas actividades metrológicas realizadas en el Perú en el sector saneamiento.

Key words: Water meter, instrument selection, drinking water, Peru.

1. INTRODUCCIÓN

Más de las tres cuartas partes del planeta es agua, pero menos del 1% de esta agua es posible convertirla en agua potable.

Uno de los problemas más serios que enfrentan las empresas de Saneamiento del mundo en el abastecimiento de agua potable está referido a las enormes **pérdidas** del agua producida. Actualmente no resulta difícil establecer que la medición del consumo de agua potable cada día cobra mayor interés en las empresas de saneamiento, conocidas también como suministradoras de agua potable, así como también en el público usuario en general.

El medidor de agua es el mejor medio para mostrar el consumo de una manera directa y sencilla. Sin embargo, lo más importante, tanto para los proveedores como para los consumidores es establecer si el medidor de agua es lo suficientemente preciso o exacto en la medición misma. De allí la importancia de establecer un programa de control metrológico que asegure estos resultados.

Para poder cuantificar estas pérdidas se emplea un factor conocido como Índice de Agua No contabilizada (ANC), que está definido como la diferencia de la cantidad de agua suministrada por las plantas (MACROMEDICION) y el volumen de agua registrada y facturada a los usuarios (MICROMEDICION) expresada porcentualmente con respecto al agua suministrada por las plantas.

Estos índices alcanzan valores de hasta 50 % en algunos países, es decir del total de agua producida sólo facturan la mitad, el resto es pérdida. Este índice nos permite conocer si una empresa de saneamiento opera con eficiencia o no. Visto así este factor resulta de mucha utilidad para la gestión.

En Europa, los índices varían mucho dependiendo de la ciudad, destacan las empresas de saneamiento de Alemania con índices por debajo del 10 %, en cambio en el Reino Unido algunas ciudades superan el 40 %. En Estados Unidos de Norteamérica estos índices varían desde 10 % hasta 25 % aproximadamente. Podemos establecer que un ANC aceptable como eficiente podría ubicarse por debajo de 25 %.

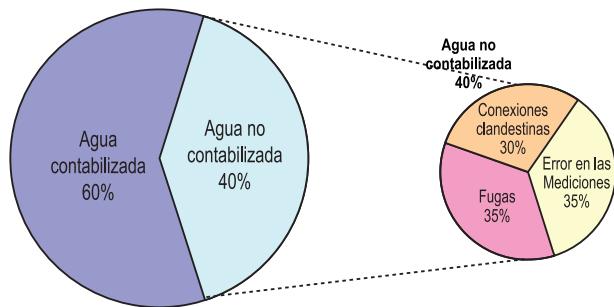


Figura 1. Contribuciones al Índice de Agua No Contabilizada en Perú.

En el Perú las pérdidas se deben básicamente a tres grandes causantes u orígenes. Uno de ellos y tal vez el más representativo se debe a la medición, tanto en la micro medición como en la macro medición, podemos estimar que representa entre 30 % y 40 %. La otra causa está referida a las fugas en todo el sistema de distribución incluyendo a las pérdidas por roturas de tuberías, se estima también entre 30 % y 40 %. Finalmente la otra fuente de pérdidas se debe a las conexiones clandestinas, se estima en 30 %.

Los errores de medición ocurren como resultado del desgaste, envejecimiento, instalación inadecuada y particularmente por una mala selección del medidor de agua como veremos más adelante.

Si bien estos aspectos de la medición son importantes, existen otros factores que contribuyen a mantener altos "índices de

pérdidas", entre los que podemos mencionar: aspectos culturales, usos y costumbres, tarifas irrealas (subvaluadas). Esta última, por lo general no motiva u obliga a los usuarios a preocuparse por las pérdidas o fugas que les serán facturadas, toda vez que no les representa significativos desembolsos económicos. También puede ocurrir que las empresas suministradoras de agua potable pretendan modificar su estructura tarifaria para remediar estas pérdidas, claro está siempre que la ley se lo permita.

En conclusión, el empleo de medidores de agua acompañada de un sistema tarifario adecuado, permite a los consumidores pagar de una manera justa así como los obliga a controlar sus consumos, reduciendo las pérdidas. Tener menores pérdidas significa tener más agua para poder ofrecerla a más usuarios o no tener que hacer inversiones antes de tiempo.

Una medición adecuada nos permite controlar y facilitar la gestión del abastecimiento de agua potable.

2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDORES DE AGUA.

Para seleccionar el medidor de agua más apropiado a un determinado predio o residencia es importante tener en cuenta diversos factores tales como:

- Calidad de agua (características físicas y químicas)
- Presión y temperatura de agua
- Caudales de consumo

Para uso doméstico o residencial destacan dos tipos de medidores: volumétricos y de velocidad (chorro único y chorro múltiple).

En cuanto a la calidad de agua empezaremos diciendo que si bien se trata de medidores para agua potable fría es necesario hacer precisiones al respecto, así tenemos que si se trata de agua con más dureza, es decir con alto contenido de calcio y sales disueltas es muy posible que estas se incrusten ocasionando una oclusión en los orificios por donde pasa el agua. Con el paso del tiempo estos orificios cada vez más reducidos hacen que la velocidad de líquido que pasa por ellos aumente y la velocidad de la turbina también trayendo como consecuencia indicaciones mayores en el registro del medidor

(sobreregistro). También sucede lo contrario cuando el agua tiene características erosivas en este caso los orificios tienden a agrandarse entonces la velocidad del fluido disminuye y por lo tanto la velocidad de la turbina también trayendo como consecuencia que la indicación del registro sea menor (subregistro). En ambos casos es más conveniente seleccionar medidores del tipo chorro único en vista que los orificios de los medidores de chorro múltiple son más pequeños y más propensos a los problemas mencionados anteriormente.

Los medidores volumétricos suelen ser más sensibles a la calidad del agua, es decir cualquier impureza podría afectar su funcionamiento.

Con respecto a la presión y temperatura del agua es importante recordar que los medidores de agua se diseñan básicamente a dos presiones de trabajo, 1 MPa (10 bar) y 1.6 MPa (16 bar), es de esperar que en los sistemas hidráulicos no existan presiones mayores a estos valores. La Norma Internacional ISO 4064¹ señala como requisito para medidores de agua fría la temperatura máxima admisible de 30 °C para el agua que va a pasar por los medidores, sin embargo también establece otros rangos que los fabricantes pueden ofrecer, por lo tanto se espera que ninguna de las instalaciones tenga temperaturas mayores a las ofrecidas por los fabricantes, de lo contrario los medidores podrían verse afectados.

Finalmente unos de los factores que resulta de vital importancia para una adecuada selección de medidor de agua está referido a los caudales de consumo. Como se recuerda los medidores de agua son seleccionados a partir del conocimiento de su caudal nominal o permanente (q_p). A este caudal le corresponde un caudal de transición (q_t) y un caudal mínimo (q_{min}).

Siendo así solo haría falta saber cuáles son los caudales de consumo de tal forma que bajo ninguna circunstancia este caudal sea mayor al caudal máximo del medidor porque de lo contrario produciría daños graves al medidor.

El caudal mínimo es un valor de suma importancia en la selección del medidor sobre todo para evitar pérdidas por sub registros, para ello es necesario conocer cuáles son los

¹ La versión actual es del 2005 corresponde a la tercera edición y reemplaza a la versión de 1993.

caudales mínimos que suele consumir el predio de tal forma que el medidor seleccionado pueda medirlos con la exactitud establecida.

Debe recordarse que los medidores de agua se seleccionan a partir de su caudal permanente ($q_p=Q_3$) y luego a partir de este valor se selecciona el caudal mínimo ($q_{min}=Q_1$) empleando una serie de cocientes (Q_3/Q_1) que van normalmente desde 10 hasta 800 (R 10 de ISO 3:1973) sin embargo las relaciones más cercanas con las que se obtendrían medidores de la clase metrológica B según la clasificación anterior de la Norma ISO, sería $Q_3/Q_1 = 50$. De todas formas se mantiene que para un determinado tipo de medidor, a caudales permanentes (q_p) más altos les corresponden caudales mínimos más altos (q_{min} mayores), así tenemos que si una vivienda tiene un medidor "más grande" (sobre dimensionado) de lo requerido entonces no será capaz de medir los pequeños caudales con la exactitud requerida.

Como se podrá notar, para tomar la decisión más acertada de qué medidor instalar es necesario conocer con el mejor detalle posible el consumo del predio en cuestión.

Para ello las empresas de saneamiento optan por diversas metodologías, entre ellas podemos citar:

- Estimación del caudal en base al grado de simultaneidad de uso de los diversos puntos sanitarios (baños, duchas, caños, etc.)
- Estimación del consumo en función a categorías de uso, teniendo en cuenta el tipo de predio y uso del mismo.
- Determinación del perfil de consumo empleando *data loggers*.

3. EXPERIENCIAS METROLOGICAS PERUANAS EN SANEAMIENTO

3.1 Cooperación técnica internacional

La Cooperación Técnica Alemana fue ejecutada por el PTB y el Indecopi mediante la firma del proyecto de asistencia técnica "Mejora y Aseguramiento de la Calidad y de las Mediciones de Consumo de Agua Potable – Perú".

El proyecto tiene como objetivo mejorar las capacidades existentes en micro-medición y macromedición así como en la calidad de los

resultados de los laboratorios de ensayos, para lo cual se ha previsto también iniciar las primeras actividades en Metrología Química orientadas al agua potable. Básicamente en la certificación de materiales de referencia en pH y conductividad electrolítica y en traza de metales pesados en agua.

Para ello se diseñó un plan de actividades (2007-2010) que permitieran al cabo de este tiempo mejorar la situación metrológica en este sector.

En este artículo solo se mencionará los aspectos de micro y macromedición.

3.2 Mejora de la infraestructura del SNM-Indecopi

El Servicio Nacional de Metrología (SNM) del Indecopi cuenta con un laboratorio de medidores de agua desde al año 1985, que viene atendiendo las evaluaciones de modelo de medidores de agua de 15 mm hasta 25 mm de diámetro nominal.

Con los recientes cambios de las Normas ISO 4064-2005 y OIML 49-2006, nuestro laboratorio se ha repotenciado. Se cuenta con mejores equipos que permitirán a futuro realizar los ensayos de evaluación de modelo según las nuevas recomendaciones OIML e ISO 4064.

Todos estos cambios han llevado a tener un nuevo laboratorio que tiene una mayor capacidad. Es así que el SNM-Indecopi cuenta ahora también con un sistema de medición gravimétrico que permite calibrar medidores de agua de hasta 100 mm de diámetro nominal y 150 mm de manera parcial, alcanzando caudales de hasta 120 m^3/h . Este sistema es el único en el país y se constituye en la mejor referencia nacional.

El personal técnico ha recibido entrenamiento en CENAM de México y también se ha recibido asistencia técnica de los expertos del laboratorio de flujo del PTB de Alemania.

Se ha participado en una intercomparación con el PTB. Los resultados han sido satisfactorios, sin embargo se ha detectado la necesidad de contar con un patrón de referencia que sirva como elemento de control.

3.2 Asistencia técnica a las empresas de saneamiento

Con la misma cooperación técnica mencionada, se estableció un plan de asistencia a las empresas de saneamiento.

El plan consistió en desarrollar las siguientes actividades:

- Encuesta a las empresas de saneamiento para conocer la capacidad instalada para la verificación de medidores de agua.
- Certificación de bancos de prueba de medidores de agua de uso domiciliario
- Entrenamiento teórico práctico al personal técnico operador de los bancos de prueba.
- Pruebas interlaboratorios

En cuanto a la encuesta a las empresas de saneamiento (50), la intención fue conocer si tenían instalaciones de prueba (bancos de prueba), personal técnico, cantidad de medidores instalados y futuros planes de adquisición.

Con esta información se procedió a diseñar un plan de entrenamiento en cuatro sedes en todo el país. A la fecha se han atendido 4 talleres en diversas regiones: Tacna, Huánuco, Trujillo y Cusco, en total se han capacitado a 105 técnicos procedentes de 37 empresas. Estos talleres han sido teórico-prácticos, y se ha uniformizado los criterios técnicos de evaluación de medidores, así como los requisitos de los bancos de prueba.

Esta misma capacitación sirvió para sensibilizarlos acerca de la necesidad de calibrar sus bancos de prueba. A la fecha se cuenta con más del 70 % de empresas con bancos debidamente calibrados.

Si bien estas encuestas han resultado de mucha utilidad, es necesario contar con un estudio más profundo acerca de la infraestructura y demanda en micro-medición y macro-medición. La información obtenida nos permitirá planear actividades encaminadas a brindar asistencia técnica a los sectores más necesitados, así como a proyectar la infraestructura actual de ser el caso.

Cómo ya se tenía al personal entrenado y bancos calibrados, lo que se hizo a continuación fue hacer un ensayo para saber cómo están midiendo los distintos laboratorios, es decir si los resultados de sus mediciones son las equivalentes a las de laboratorios similares o qué diferencias se presentan.

Con la finalidad de conocer estas incógnitas se diseñó un experimento que consideró los siguientes aspectos:

- Empleo de un método normalizado: Norma Metrológica Peruana NMP-005-96 (ISO 4064) Parte 3.
- Empleo de un valor de referencia: seleccionar un medidor de agua de características estables previamente definidas por el SNM.
- Intervalos cortos de tiempo: establecimiento del periodo de tal manera que las condiciones del medidor de agua seleccionado no se alteraran durante el tiempo que dure la circulación entre los participantes.
- Selección de los laboratorios participantes: los equipos empleados (bancos de prueba) deben estar previamente calibrados.
- Tratamiento de los resultados: límites de variación permitidos, cálculos y gráficos.

En la comparación de los resultados que reportan los laboratorios se emplea el **Índice de compatibilidad, C**, conocido también como **Error Normalizado (E_n)**, definido como un coeficiente que determina la bondad del aseguramiento de la calidad de los resultados de las calibraciones.

La buena aceptación de los resultados requiere un Índice de Compatibilidad $C \leq 1$.

Se ha considerado tener 3 circuitos que agrupen por lo menos a 8 empresas en cada uno. Se espera tener estos resultados en el primer trimestre del 2010, los que podremos compartir en una siguiente publicación.

4. CONCLUSIONES

La medición del consumo de agua potable cada día cobra mayor interés en las empresas de saneamiento, así como también en el público usuario en general.

El medidor de agua es el mejor medio para mostrar el consumo de una manera directa y sencilla. Por esta razón es importante establecer si el medidor de agua que se pretende instalar es lo suficientemente preciso o exacto en la medición misma.

Para garantizarle a la población mediciones confiables, es importante que el personal técnico involucrado en las verificaciones este debidamente capacitado, que los bancos de

prueba estén debidamente calibrados y que la competencia técnica de estos laboratorios sea asegurada a través de la participación en ensayos interlaboratorios.

No hay que perder de vista que para cualquier planificación de actividades es de suma importancia contar con información acerca de las necesidades del sector, para ello deberá considerarse la realización de encuestas o estudios de mercado de necesidades metrológicas que considere la oferta y la demanda en este sector.

TRILATERAL COOPERATION: NATURAL GAS METROLOGY IN LATIN AMERICA

Juan Carlos Castillo; Mabel Delgado

Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) Tel:(+591 2) 2372046 - 2147945

jc.castillo@ibmetro.gob.bo; mdelgado@ibmetro.gob.bo

Abstract: A laboratory for natural gas measurements was installed in the Bolivian Metrology Institute (IBMETRO), for certification of measurement standards for natural gas mixtures. A Micro Gas Chromatograph and other devices were acquired for measurement of natural gas composition. This project is part of a trilateral cooperation effort to promote fair transactions for both national and foreign markets. Also, a Proficiency Test was organized for Bolivian laboratories performing Natural Gas composition measurements.

Key words: Natural Gas; measurement of composition, Gas Chromatography, Micro GC.

1. PROJECT DESCRIPTION

In order to enhance regional cooperation in Latin America, a project has been developed in Latin America with the support of Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) and the Organization of American States (OAS) as the project executor, in which IBMETRO has been participating as one of the direct beneficiaries.

The objective of the project is to contribute to the harmonization and transparency of the natural gas (NG) markets and to the improvement of consumer protection by an increased regional cooperation and promotion of the technical competences of the National Metrology Institutes. For this purpose in particular, the know-how already existing in the region, mainly in Mexico and Brazil, has been used.

The organizations directly involved in the current phase (3 years) of the project are mainly the National Metrology Institutes of Mexico and Brazil (regional mediators), Bolivia and Peru (direct beneficiaries) and other public and private institutions.

The project promotes horizontal cooperation and transfer of the existing technical knowledge, mainly from Brazil and Mexico. This type of cooperation includes the recognized expertise of metrological institutions of these countries, which are actively involved into the planning and execution.

1.1 Relevance of Natural Gas

Natural gas is a combustible mixture of hydrocarbon components, mainly methane, but

also ethane, propane and higher compounds in lower concentrations. Sulfur compounds can be present, but fortunately, in Bolivia they are not found in any of the sources. Also fixed gases like Nitrogen and Carbon Dioxide are present, but they don't have any contribution to the calorific value of the gas. So, the lesser the fixed gases, the better calorific value of the natural gas, considering that there are no sulfur compounds.

Natural gas is getting increased relevance as energy source in the region and for the national economy of Bolivia. A functioning energy market requires transparency as well as surveillance authorities with effective control mechanisms.

The metrological infrastructure required for this purpose and for the efficient use and distribution of natural gas, contributes with the technical bases to promote a more transparent market.

The project strengthens the current capabilities of NMI's in the region to meet the demands of that particular market. Currently, the capability of IBMETRO to offer traceability is not available.

Among the advantages of NG the following can be considered:

Clean: In combustion, NG is 2.6 times environmentally cleaner than fuel;

Safe: NG is not toxic and is 65 % lighter than air;

Practical: NG can be transported and distributed in pipelines directly to the final consumer.

Efficient: NG has the competitive advantage over other sources of energy since only around

10 % of the NG produced is lost before reaching the final consumer.

The distribution of NG in the internal market is oriented to household use, industrial, power generation and for compressed natural gas (CNG). However, most of the Bolivian NG production is exported to Brazil and Argentina. In both cases the development of high accuracy measurements is required for billing

1.2 Specific project objectives

The objectives for the current phase are:

- To strengthen regional cooperation and amplify the technical competence of NMI's of Bolivia and Peru;
- To contribute to the harmonization and efficiency of the region's natural gas markets as well as to the protection of the consumers,
- To provide reliable measurement services for consumers, gas suppliers and regulatory institutions in Bolivia and Peru according to international practice.

2. MAIN RESULTS ACHIEVED

In addition to coaching activities from experts of NMI's of Brazil, Mexico and Germany and other training activities received by technical staff at IBMETRO, the Bolivian Institute of Metrology has developed the following capabilities:

- Development of a first Proficiency Test.
- Implementation of a Natural Gas Laboratory for composition measurement

2.1 Proficiency test

Since 2009 Bolivia and Peru are developing the first Proficiency Test (PT) in natural gas composition measurement using Gas Chromatography, with the aid of the Brazilian Metrology Institute.

The participants at a national level are mainly laboratories in the gas sector that perform measurements of natural gas composition. The reference value for this PT was provided by INMETRO, Brazil. The main challenge is to promote a discipline among participant laboratories in this kind of activities, in order to improve their performance in measurements.

Bolivia has many NG's sources; depending on the source of the NG delivered the composition could fluctuate significantly. For this reason the preparation of the sample to be tested in the PT, was taken as an average value of natural gas mixtures which are analyzed in these laboratories.

Twenty target institutions are involved in this activity, all of them using bench or on-line chromatographs, including those located along the distribution pipelines in the country.



Figure 1. Facilities of one of the laboratories participating in PT for NG.

2.2 Implementation of a Natural Gas Laboratory at IBMETRO

The commercial value of natural gas is obtained by its physical properties in particular the calorific value.

Conventionally, there are two ways for the measurement of the calorific value. The first one is the direct measurement with a calorimeter. The indirect method is the measurement of the composition of the natural gas mixture through gas chromatography and the calculation of the calorific value using the individual calorific values reported in literature and a equation to combine them.

Normally, the gas chromatography technique is used instead of the calorimetric method because it is faster and easier to use, and obtains and characterizes the composition of the mixtures. The method was validated by the VAMGAS Project [1].

Gas Chromatography is a technique involving physical-chemical separation of the mixtures, mainly organic compounds. The mixture is distributed between a mobile phase and a stationary phase. The affinity of components for one of the phases, together with the boiling point of the components, determine the retention time of each compound in the chromatographic column.

The chromatographic technique has evolved dramatically since its invention. Although the principle remains the same, new technologies have enabled it to become an essential tool in analytical chemistry.

As mentioned before, the properties of the natural gas extracted from the wells could fluctuate significantly from one well to another. This explains why reliable measurements with traceability of NG composition are so important.

With the help of the project, IBMETRO is developing a national competence for measurements of natural gas composition as a basis for calculation of the calorific value and in 2010 it will have capabilities to certify mixtures of NG by analytical methods according to ISO 6143:2001 [2].

The IBMETRO Laboratory of NG uses four standards to cover the following range of composition (expressed as % mol/mol):

	Max	Min
Methane	93	85
Ethane	12	0.5
Propane	5.0	0.3
N-Butane	1.0	0.01
I-Butane	0.8	0.05
N-Pentane	0.2	0.01
I-Pentane	0.2	0.02
Hexane	0.1	0.02
Carbon Dioxide	8.0	0.5
Nitrogen	12	0.5

This range covers all of the measurements that are performed by the laboratories that work in NG testing in Bolivia.

The most important device of the Laboratory is a Micro GC that has the capabilities to take readings every 2 min, thus increasing the number of possible readings taken when compared with a normal GC in the same time interval.

It is important to highlight the reduced time of analysis that is achieved using this instrument which is translated into better reproducibility results in metrological terms, and in economical terms as well, due to lower carrier gas, standards and sample consumptions.

The IBMETRO Micro GC was configured for the analysis with 2 chromatographic columns, one for the hydrocarbons, and the other one for the fixed gases. Helium 5N (99,999%) is

used as the carrier gas together with a thermal conductivity detector (TCD).

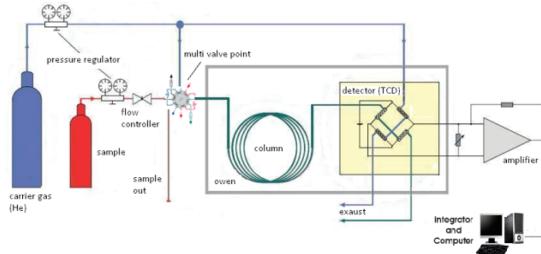


Figure 2. Working scheme of Micro GC. Taken from the presentation "Principles of gas chromatography (for field natural gas analyzer)" by Dr Bert Anders.

A 12 multi port position valve has been attached to the Micro GC in order to facilitate the injection of the sample, avoiding the successive change of cylinders and hence contamination of the chromatographic columns.

For the certification of the mixtures, the software B-LEAST is used; this software implements the methodology of ISO 6143 and it has been also validated.

As parallel tasks, some diffusion activities are planned throughout this year. An International Seminary is going to be celebrated in the middle of the year. The participation of international experts has been committed. Production of national and international publications, flyers and a visit to potential clients is scheduled in order to promote awareness in the public and highlight the new service capabilities.

3. CONCLUSIONS

From now on, Bolivia has a new Laboratory dedicated to the Certification of Natural Gas Standards that will support the industry and confidence of consumers parties involved in transactions.

The services will begin in 2010, after validation of methods and comparison of testing performance with other NMI in the region. IBMETRO will participate on this comparison with some NMI that has a CMC entry in the KCDB of BIPM.

4. REFERENCES

[1]. ISO/TR 24094:2006 Analysis of natural gas – Validation methods for gaseous references materials.

[2] ISO 6143:2001 Gas Analysis - Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures.

PATRÓN DE POTENCIA ELÉCTRICA DE ALTA EXACTITUD BASADO EN EL MUESTREO DIGITAL DE SEÑALES DE TENSIÓN E INTENSIDAD ALTERNA

Anselmo Araolaza, araolaza@yahoo.com; Julio González; Carlos Espinosa y Luis Mojica

Centro Nacional de Metrología de Panamá, CENAMEP AIP.

Abstract.

A system for the measurement of electric power by means of high accuracy digital sampling is presented. The method applied is based in the reduction of voltage to a range of 0-10 V using an inductive divider, and also a reduction of the current by means of a current transformer and an incorporated standard resistor to obtain a voltage relative to the current intensity.

With this, two voltmeters are used in the 10 V range, which are accurately calibrated with the standard diode Zener of 10 V. So far, deviation less than 50 ppm has been achieved; these results were obtained by comparison with the travel standard of Argentina. The results are promising and it is expected to reach the deviations of less than 30 ppm.

Key words: Electric power, digital sampling, Swerlein's algorithm, digital multimeter.

1. INTRODUCCIÓN

El diseminar en el país o región una determinada unidad de medida, constituye una de las principales funciones de todo centro o instituto nacional de metroología. El CENAMEP, en cumplimiento de esta función, desarrolla el patrón de energía eléctrica basado en el muestreo digital, con el cual pretende verificar el patrón de potencia actual de 100 ppm.

Lograr actualmente mediciones de potencia eléctrica y de otras magnitudes de corriente alterna con alto grado de exactitud es de suma importancia para todo el mercado eléctrico, tanto distribuidor como el consumidor. Sin embargo, la mayoría de los equipos diseñados para hacer este tipo de mediciones están basados bajo la asunción de que las fuentes de voltajes son puramente sinusoidales y que las cargas son lineales, por lo tanto la corriente también es sinusoidal. El incremento en la demanda y la no linealidad en las cargas son más comunes hoy día, como consecuencia la aproximación sinusoidal no es válida para todas las situaciones.

El sistema de medición que conforma nuestro patrón de potencia eléctrica está constituido por los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación.
- Divisor inductivo de tensión.
- Convertidor de corriente a tensión, con resistencia patrón compensada térmicamente e incluida.
- Dos multímetros Agilent 3458A
- Computadora.

Para verificar un sistema de medición de potencia eléctrica, y hacer mediciones precisas en situaciones no sinusoidales, se requiere de una compensación de los mecanismos de error.

El sistema de medición de potencia que ostenta nuestro patrón, utiliza para dicha compensación el

algoritmo de Swerlein, el cual corrige los errores introducidos por los multímetros digitales 3458A. El esquema de nuestro sistema de medición se muestra en la Fig. 1, y lo podemos describir de la siguiente forma:

Una fuente genera determinados valores de tensión y corriente alterna, las señales de tensión e intensidad, son llevadas a un nivel de tensión correspondiente al rango de 10 V de los multímetros digitales 3458A. La señal de tensión a 6 V, a través del divisor inductivo de tensión y la señal de corriente a 2 V, mediante el convertidor de corriente con resistencia incluida. Las señales son muestreadas por los multímetros para luego ser procesadas por el computador donde se realiza el cálculo de la potencia eléctrica.

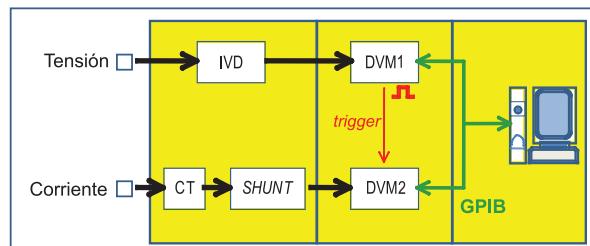


Fig.1. Esquema general de los elementos que componen el Sistema de Potencia.

2. PROPOSITO DEL PROYECTO

La génesis de este proyecto ha sido la enorme dificultad para mantener en estado de calibración permanente el Patrón Nacional de Potencia y Energía Eléctrica existente en el CENAMEP. Es necesario enviarlo por lo menos una vez al año a la Fábrica, ubicada en Alemania, o a un Instituto Nacional de Metrología, INM, ya sea en EEUU, Argentina o México.

Ello conlleva altos costos, riesgos de daños durante el transporte e inclusive la pérdida de la calibración por

golpes y también el tiempo que demandan esos INM para efectuar la calibración contribuye negativamente. Lo ideal sería que el futuro Patrón Nacional de Potencia Eléctrica de alta exactitud, pueda calibrarse directamente en el CENAMEP AIP. Para ello el objetivo del Proyecto es alcanzar un error máximo del patrón propuesto inferior a 50 partes por millón (50 ppm).

2. BENEFICIOS Y PRINCIPALES BENEFICIARIOS

Los beneficios de este Proyecto, si se alcanza el objetivo de materializar la Magnitud Potencia Eléctrica con una exactitud mejor que 50 ppm, es que se puede mantener en estado de calibración con trazabilidad internacional las mediciones de energía y potencia eléctrica en la cadena nacional de mediciones, sin necesidad de recurrir periódicamente a otros INM del exterior.

Los principales beneficiarios con el desarrollo de este proyecto son todos los consumidores de energía eléctrica en Panamá (residenciales, comerciales e industriales), al asegurarse que las mediciones del consumo de sus residencias o instalaciones se realicen con la exactitud internacionalmente aceptada y la establecida por los reglamentos existentes en Panamá.

También serán beneficiarias las empresas que generan, transmiten y distribuyen energía eléctrica, ya que las transacciones entre ellas estarán garantizadas con transparencia y equidad, a través de la acción del CENAMEP AIP, actuando como el Laboratorio Nacional de Referencia para Magnitudes Eléctricas, declarado como tal por la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP).

4. METODOS Y RESULTADOS

El patrón de potencia eléctrica de alta exactitud de nuestro centro se desarrolló durante tres etapas:

- Etapa de programación
- Etapa de montaje y configuración de los equipos
- Etapa de prueba y validación

La etapa de programación fue desarrollada en su totalidad utilizando el software de programación gráfica LabVIEW de National Instruments, iniciando con la transcripción del programa en BASIC del algoritmo básico de Swerlein a LabVIEW, aplicando algunas modificaciones al mismo. Posteriormente se utilizó LabVIEW y la ayuda de MatLAB en el procesamiento de los datos, para implementar la versión extendida del algoritmo de Swerlein mediante el cual se facilita el cálculo de la potencia eléctrica. Previo al cálculo de la potencia, se realizaron diversos

ensayos para lograr la sincronización de ambos multímetros 3458 A.

La segunda etapa, montaje y configuración de los equipos inicia con la adquisición de dos equipos, el divisor inductivo de tensión y el convertidor de corriente a tensión con una resistencia patrón incorporada, ambos equipos marca CONIMED. En esta etapa se logra el acople en cuanto al software y hardware se refiere, lo cual permite ajustar algunos detalles del programa en búsqueda de su óptimo funcionamiento.

En la etapa de prueba y validación, se abarcan las conexiones entre los equipos que conforman el sistema de medición de nuestro patrón de potencia eléctrica, resaltando la ubicación de la tierra para el circuito de corriente en el equipo que presentó menor caída de potencial.

Por otro lado la validación del software se desarrolla mediante un ejercicio de comparación con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). En la Fig. 2, se observa los equipos que conforman el sistema de medición del patrón de potencia eléctrica del CENAMEP AIP, junto a los metrólogos encargados del desarrollo del proyecto.



Fig. 2. Los autores y los equipos que componen el patrón de potencia eléctrica de alta exactitud, PPEAE.

Las pruebas iniciales realizadas con el patrón de potencia arrojaban una dispersión en los resultados de las mediciones alrededor de 50 ppm. Una revisión en las conexiones entre los equipos que conforman el sistema de medición, aunado a la mejora de la toma a tierra del laboratorio de electricidad (lugar donde se practicaban los ensayos), permitió la disminución del desvío medio estándar de los resultados hasta unas 18 ppm. En la Tabla 1 y 2 se aprecia la mejora en la desviación de los resultados luego de optimizar las conexiones y la toma a tierra del laboratorio. Las mediciones presentadas corresponden a la calibración del patrón de trabajo de energía y potencia eléctrica del CENAMEP de clase 0.02 %.

Luego de mejorar las desviaciones que presentaba el patrón de potencia eléctrica en sus mediciones, el siguiente paso corresponde en lograr la validación del programa, en cuanto a este punto, la validación se encuentra desarrollada en un 50 %, ya que en marzo

del presente año se realizó en Panamá una primera comparación con el INTI, empleando como referencia su patrón de potencia viajero C1-2. Actualmente se está a la espera de la emisión de los resultados por parte del INTI, con los cuales poder ultimar detalles del sistema de medición.

Tabla 1. Desviación estándar obtenida antes de las modificaciones hechas al programa. Se observa una gran variación del Error, entre 4 ppm y 111 ppm.

Primera Medición Realizada Contra el PRS200.3

Tensión [V]	Corriente [A]	Ángulo [°]	Error [ppm]	Std [ppm]
120	0.25	0	-101	± 44
120	0.25	60	-87	± 49
120	0.5	0	-48	± 17
120	0.5	60	-139	± 30
120	2.5	0	-23	± 15
120	2.5	60	18	± 26
120	5	0	-29	± 12
120	5	60	70	± 13
120	10	0	4	± 16
120	10	60	111	± 11

Tabla 2. Desviación estándar obtenida después de las modificaciones y mejoras hechas al programa.

Segunda Medición Realizada Contra el PRS200.3

Tensión [V]	Corriente [A]	Ángulo [°]	Error [ppm]	Std [ppm]
120	0,25	0	-63	± 13
120	0,25	60	-93	± 18
120	0,5	0	-33	± 13
120	0,5	60	-66	± 12
120	2,5	0	-41	± 10
120	2,5	60	-5	± 12
120	5	0	-45	± 7
120	5	60	24	± 10
120	10	0	6	± 10
120	10	60	88	± 11

Tabla 3. Comparación del PPEAE con un Patrón de referencia (PR) de clase 100 ppm, calibrado en noviembre 2008 en el CENAM, México.

Tensión (V)	Corriente (A)	Ángulo (°)	Error PPEAE-PR (ppm)	Desvío medio estándar (ppm)	Incert. $U_{k=2}$ (ppm) (**)
120	1	0	-28	6	53
		60	-200	17	56
		300	194	11	107
120	5	0	-14	6	51
		60	-131	7	60
		300	88	12	72
120	10	0	42	4	62
		60	-149	12	52
		300	161	15	83
120	20	0	98	9	55
		60	-13	12	57
		300	218	13	52
120	50	0	73	11	56
		60	48	15	64
		300	64	19 (*)	100

(*) Máximo desvío medio estándar de esta comparación.

(**) La mayor contribución a U es la incertidumbre del Patrón de referencia PR, que es de clase 100 ppm

5. CONCLUSIONES

Las pruebas prácticas y comparaciones efectuadas hasta el presente son promisorias, ya que se ha logrado mejorar el desvío de las mediciones del PPEAE desde un valor inicial de 50 ppm a un desvío medio estándar de 19 ppm. Decimos promisorias, ya que falta aún realizar una mayor cantidad de pruebas, en diversos puntos de corriente y tensión, las cuales permitirán caracterizar en forma completa el sistema de medición que conformará nuestro futuro PPEAE.

Adicionalmente, se han validado los ensayos mediante una comparación con un Patrón de referencia, de clase de exactitud 100 ppm y calibrado en noviembre de 2008 en los Laboratorios del CENAM, arrojando valores razonables del error, para un factor de potencia unitario. Falta aún mejorar el sistema del PPEAE, para reducir los errores correspondientes a factores de potencia no unitarios. Los datos de la comparación se muestran en la Tabla 3.

Además, con el sistema mejorado, se pretende realizar intercomparaciones directas del PPEAE con otros INM que actualmente desarrollan o han desarrollado proyectos similares.

Todo lo anterior está enfocado en la alta exactitud que se quiere alcanzar en las mediciones de potencia eléctrica, del orden de 50 ppm, tal como se había propuesto en este Proyecto de I+D y así poder considerar a este PPEAE, como el futuro Patrón Nacional de Potencia Eléctrica de la República de Panamá.

NOTA: Este artículo ha sido presentado en el SEMETRO, junio 17-18, 2009 y se publica con la autorización de los autores y de las autoridades del Simposio.

6. REFERENCIAS

- [1] G. A. Kyriazis "Extension of Swerlein Algorithm for AC Voltage Measurement in the Frequency Domain" *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, Vol. 52, NO.2, April 2003.
- [2] R. L. Swerlein, "A 10 ppm accurate digital AC measurement algorithm," in *Proc. NCSL Workshop*, 1991.
- [3] G. A. Kyriazis and R. L. Swerlein, "Evaluation of uncertainty in AC voltage measurement using a digital voltmeter and Swerlein's algorithm," in *CPEM Digest*, 2002.
- [4] E. Tóth and A. Ribeiro Franco, "Power and Energy Reference System, Applying Dual- Channel Sampling" *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, Vol 54, No. 1, February 2005.

- [5] E. Tóth and A. Ribeiro Franco, "Power and Energy Reference System, Applying Dual- Channel Sampling" .*IEEE Trans. Instrum. Meas.*, Vol 54, N0. 1, February 2005.
- [6] G. Kyriazis, "An algorithm for accurately estimating the harmonic magnitudes of periodic arbitrary signals using asynchronous sampling", *CPEM Digest*, 2004.
- [7] Agilent Technologies, "3458A Multimeter User's Guide". Edition 4 Copyright © 1988, 1992, 1994, 2000 Agilent Technologies, Inc. All rights reserved.

ESFIGMOMANÓMETROS

Pablo Olvera Arana

Centro Nacional de Metroología, polvera@cenam.mx

Resumen: Los esfigmomanómetros son instrumentos de medición diseñados para medir la presión arterial, la cual es muy importante para detectar problemas de salud en las personas; rutinariamente el médico mide la presión arterial con la finalidad de obtener información esencial para emitir un diagnóstico. Actualmente los esfigmomanómetros más aceptados por su confiabilidad metrológica son los de tipo mercurial, pero tienden a desaparecer por el problema de posible contaminación con mercurio. Por otro lado, los menos aceptados son los digitales ya que pueden presentar pobre repetibilidad, debido en muchos casos a que no se utilizan de manera adecuada. Los esfigmomanómetros de tipo mercurial o aneroide deben utilizar equipo auxiliar como el estetoscopio, para detectar los sonidos de Korotkoff; los digitales, tienen integrado el sensor para detectar estos sonidos.

Key words: Blood pressure, sphygmomanometer.

1. INTRODUCCIÓN

La presión arterial se puede considerar como una fuerza creada por la contracción ventricular mantenida por la reacción de la pared vascular a la distensión, regulada por la resistencia de los vasos periféricos a la salida de la sangre. La medición de presión arterial consiste en la medición de la presión diastólica y presión sistólica. La presión sistólica es el máximo valor de la presión arterial como resultado de la contracción del ventrículo izquierdo. La presión diastólica es la mínima presión arterial como resultado de la relajación del ventrículo izquierdo. La medición de la presión arterial se puede hacer por dos métodos, el invasivo y el no invasivo. La medición de la presión arterial con esfigmomanómetro corresponde a un método no invasivo, para el cual se pueden emplear dos técnicas diferentes: La auscultatoria que se realiza con esfigmomanómetros tipo mercurial o aneroide y que utiliza además el estetoscopio para detectar los ruidos producidos por el paso de la sangre; y la oscilométrica en la que se emplean esfigmomanómetros electrónicos. En el método invasivo, no tratado en este trabajo, se utilizan

manómetros o transductores de presión conectados directamente a la sangre por medio de un catéter.

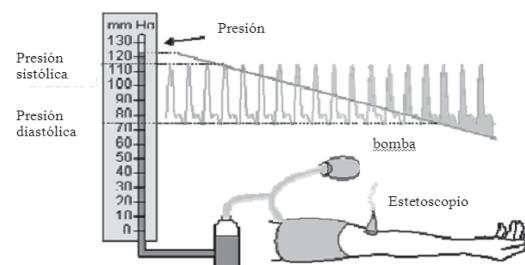


Figura 1. Esquema de la técnica auscultatoria no invasiva [9].

En la medición de presión arterial por el método no invasivo se pueden cometer diversos errores atribuibles al observador, a la técnica de medición, al paciente o al propio equipo. Los errores atribuibles al observador pueden ser la resolución con que se obtienen las lecturas, errores sistemáticos, fatiga y la identificación incorrecta de los sonidos. Entre los errores debidos a la técnica de medición se pueden considerar el brazal colocado incorrectamente, brazal aplicado sobre la ropa, error de paralejo en las mediciones, localización del sensor del estetoscopio,

omisión de la palpación de la presión, deficiente aplicación de presión y deficiente velocidad de deflación. Entre los errores que se pueden atribuir al equipo se pueden considerar estetoscopio en mal estado, manómetro no calibrado ni ajustado, verticalidad de la columna de mercurio, tamaño inapropiado del brazal y fugas en el sistema de inflación. Los errores en la medición que se pueden deber al paciente, incluyen, por ejemplo, que hable durante la medición, colocación del brazal a una altura diferente a la del corazón, (ya que se produce una presión de columna por efecto hidrostático, ver figura 2), brazo no apoyado sobre un soporte firme, paciente sin soporte en la espalda, tener los pies “al aire” durante la medición, arritmias y arterias calcificadas.



Figura 2. Error debido a la colocación equivocada del brazal. La diferencia de presión p es el producto de la densidad de mercurio ρ , la aceleración gravitacional g y la diferencia h entre la altura del corazón y la del brazal [4].

Por ejemplo, una diferencia de 25 mm entre el brazal y el corazón resulta en un error de 18 mmHg en la lectura de la

presión arterial debido a la presión hidrostática generada por la columna de sangre, si el brazal se coloca por arriba del corazón la lectura de la presión arterial será menor y si se encuentra por debajo la lectura será mayor.

De acuerdo a algunas autoridades en la materia [1], los límites de la presión arterial (PA), en adultos mayores de 18 años son:

Clasificación PA	PA sistólica mmHg	PA diastólica mmHg
Normal	<120	<80
Pre-hipertensión	120 a 139	80-99
Hipertensión, estadio 1	140 -159	90-99
Hipertensión, estadio 2	≥160	≥100

2. ESFIGMOMANÓMETROS

En 1896 Riva-Rocci [2] diseñó el esfigmomanómetro de mercurio, parecido a los actuales, y Nicolai Korotkoff en 1905 [2] descubrió que los sonidos producidos en una arteria durante la deflación del brazal pueden ser relacionados con la presión sistólica y diastólica, estos sonidos pueden ser detectados con ayuda de un estetoscopio, y se les conoce como sonidos de Korotkoff. Se dividen en cinco fases, la aparición de la primera fase de sonido se relaciona con la presión sistólica, el lapso entre las fases 4 y 5 se relaciona con la presión diastólica.

2.1 Principio de funcionamiento

El brazal se coloca en la parte superior del brazo, se presuriza a una presión ligeramente superior a la presión sistólica en la arteria braquial, el brazal obstruye el flujo sanguíneo en la parte inferior del brazo, la presión se libera de manera gradual en el

brazal por medio de la válvula de alivio de la bomba, cuando la presión en el brazal es inferior a la presión sistólica la sangre empieza a fluir a través de la arteria braquial parcialmente comprimida produciendo turbulencias y vibraciones en los vasos, produciéndose así los sonidos de Korotkoff.

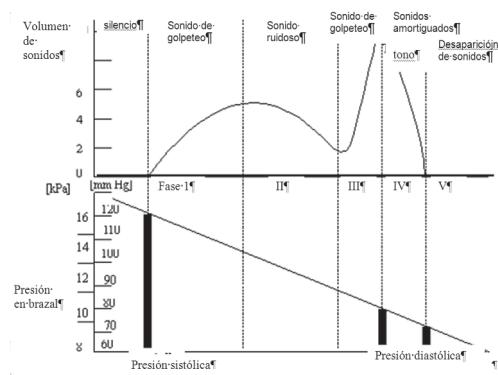


Figura 3. Sonidos de Korotkoff en relación con la presión arterial [4].

2.2 Tipos de esfigmomanómetros

Los esfigmomanómetros están compuestos principalmente por un brazal inflable, una bomba con válvula de alivio que sirve para generar y regular la presión y un manómetro.

Existen tres diferentes tipos de esfigmomanómetros:

- Esfigmomanómetros mercuriales.** Son confiables pero se sugiere no utilizarlos más por el riesgo de contaminación por mercurio, [2]. Requieren calibración periódica, requieren de un estetoscopio para realizar la medición.
- Esfigmomanómetros aneroides.** Son confiables, requieren calibración frecuente, requieren del uso de un estetoscopio para realizar la medición.
- Esfigmomanómetros electrónicos.** Pueden ser automáticos o semi automáticos, los dos cuentan con manómetro digital, el semiautomático cuenta con bomba de presión manual mientras que el automático tiene bomba

automática. Ambos permiten la salida de aire de manera automática y al menos proporcionan los valores de presión diastólica y sistólica. Requieren calibración periódica. En esta categoría existen para brazo, muñeca o dedo. El principio de funcionamiento se basa en el hecho que las paredes arteriales sufren oscilaciones de diferentes amplitudes, dependiendo de la presión sanguínea; al someter a las arterias a distintas contrapresiones externas, las oscilaciones se modifican, permitiendo evaluar la presión interior.



Figura 4. Esfigmomanómetros mercurial, aneroide y electrónico.

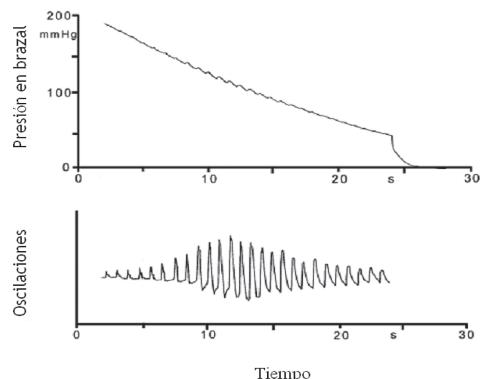


Figura 5. Relación entre la amplitud de las oscilaciones y la presión en el brazal [9].

El propósito del brazal en los esfigmomanómetros mercuriales y aneroides es el de ocluir la arteria, en los electrónicos, además sirve como transductor para medir los cambios de volumen arterial. La cámara del brazal debe tener una longitud igual al

menos al 80 % de la circunferencia del brazo y un ancho igual al menos al 40 % de la circunferencia del brazo. Si se usa un brazal menor al apropiado no será capaz de ocluir la arteria por lo que se requerirá una presión mayor para cerrar la arteria. Por el contrario, si se utiliza un brazal de mayor tamaño al apropiado la presión requerida para ocluir la arteria será menor.

American Heart Association

brazal	Ancho de la cámara cm	Longitud de la cámara cm	Circunferencia del brazo al punto medio cm
Recién nacido	3	6	<6
Infantes	5	15	6-15
Niños	8	21	16 - 21
Adultos pequeños	10	24	22 - 26
Adultos	13	30	27 - 34
Adulto grande	16	38	35 - 44
muslo	20	42	45 - 52

Tabla 1. Dimensiones de la cámara del brazal [5].

La bomba de presión debe ser capaz de generar una presión igual o mayor al límite superior del esfigmomanómetro, que normalmente es de 40 kPa, (300 mmHg). Generalmente la bomba cuenta con una válvula que permite controlar la velocidad de deflación.

El manómetro generalmente tiene un alcance de medición de 0 kPa a 40 kPa, (0 mmHg a 300 mmHg) y una clase de exactitud del 1 % del límite superior de medición, ($\pm 0,4$ kPa ó ± 3 mmHg).

3. NORMALIZACIÓN

Las regulaciones internacionales sobre las especificaciones de los esfigmomanómetros incluyen la OIML R16-1 *Non-invasive mechanical sphygmomanometers*, la cual cubre las especificaciones para los mercuriales y aneroides, y la OIML R 16-2 *Non-invasive automated*

sphygmomanometers que cubre las especificaciones para los electrónicos.

Entre las principales especificaciones de los esfigmomanómetros están las siguientes:

- Error máximo tolerado, cuyos valores están establecidos como de $\pm 0,4$ kPa, (± 3 mmHg) en verificación inicial y $\pm 0,5$ kPa (± 4 mmHg) para los que están en uso.

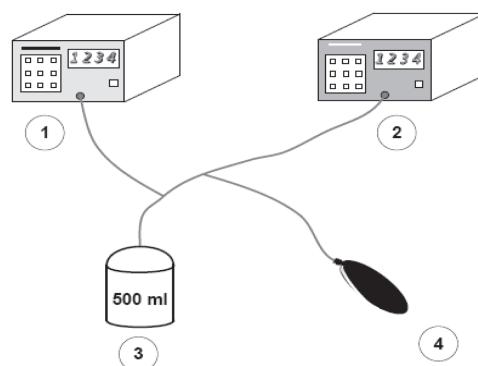


Figura 6. Sistema para determinar el error máximo tolerado. Se indica con 1 el patrón de referencia, con 2 el manómetro a verificar, con 3 un volumen rígido de 500 ml y 4 corresponde a la bomba para presurizar [6].

- Error máximo tolerado a diferentes condiciones ambientales, se determina a 10 °C y 85 % HR, a 20 °C y 85 % HR y a 40 °C y 85 % HR.

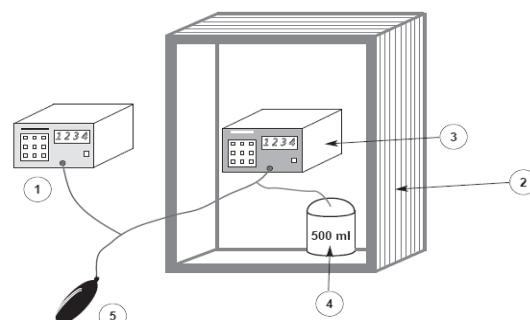


Figura 7. Sistema para determinar el error máximo tolerado a diferentes condiciones ambientales. En este caso el sistema de prueba incluye la cámara ambiental [6].

- c) El ancho de la cámara del brazal debe ser al menos el 40 % de la circunferencia del miembro en el punto central de aplicación del brazal y la longitud al menos el 80 % de la circunferencia del miembro (brazo o muslo).
- d) La fuga máxima permitida del sistema neumático es de 0,4 kPa/min, (3 mmHg/min).
- e) La velocidad de deflación debe poder controlarse entre 0,3 kPa/s a 0,4 kPa/s, (2 mmHg/s a 3 mmHg/s).
- f) Verificación inicial, incluye la determinación de error máximo tolerado, efecto de condiciones ambientales, fuga de aire y calidad de mercurio (en el caso de mercuriales).
- g) Verificación subsecuente, cada 2 años o después de ser reparado al menos determinar el error máximo tolerado.

Para los esfigmomanómetros electrónicos, se incluyen pruebas de seguridad eléctrica y pruebas clínicas que incluyen:

- h) Ajuste de cero, los instrumentos deben de indicar cero cuando se encienden.
- i) Prueba clínica. Error máximo permisible del sistema completo, especificado como $\pm 0,7$ kPa (± 5 mmHg), con una máxima desviación estándar experimental de $\pm 1,1$ kPa (± 8 mmHg). La prueba se realiza comparando la exactitud del instrumento electrónico con un manómetro patrón y se determina al mismo tiempo la presión diastólica y sistólica con ayuda de un estetoscopio para comparar el método auscultatorio con el oscilatorio. La prueba se realiza en diversos pacientes, variando sexo, edad y estado físico.

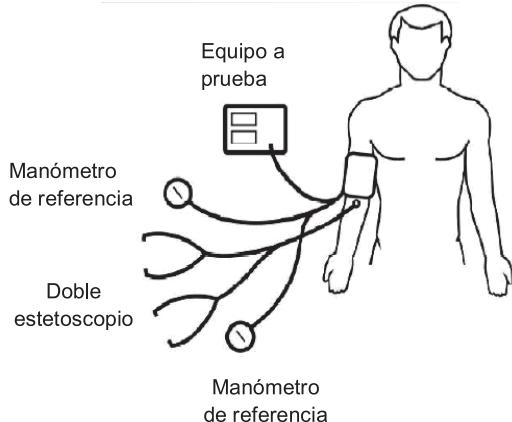


Figura 8. Prueba clínica del sistema completo [4].

4. CONCLUSIONES

Los esfigmomanómetros son instrumentos de medición utilizados en el sector salud muy importantes para emitir diagnósticos del estado de salud de las personas por lo que es importante usarlos adecuadamente y mantenerlos calibrados.

Es importante reducir paulatinamente el uso de los esfigmomanómetros mercuriales para prevenir la contaminación e intoxicación por mercurio.

Contar con normas obligatorias nacionales y aplicarlas para controlar la calidad de los esfigmomanómetros, principalmente los electrónicos, debido a que por su facilidad de uso se utilizan frecuentemente en los hogares suponiendo su confiabilidad.

5. REFERENCIAS

- [1] Seventh Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure, 2003.
- [2] Shevchenko, Y. L., Tsitlik, J. E., 90th Anniversary of the Development by Nikolai S. Korotkoff of the Auscultatory Method of Measuring Blood Pressure..

- [3] Guía tecnológica No. 7. Esfigmomanómetros. Secretaría de Salud, México. (GMDN 13106). Marzo 2004.
- [4] Bruce Friedman. Stephan Mieke. APEC/APLMF Training Courses in Legal Metrology (CTI-18/2004T) Seminar on Automated Sphygmomanometer.
- [5] Human blood pressure determination by sphygmomanometry. AHA. D. Perloff et. Al. 1993
- [6] OIML R 16-1 Non-invasive mechanical sphygmomanometers. Ed. 2002
- [7] OIML R 16-2 Non-invasive automated sphygmomanometers. Ed 2002
- [8] ANSI/AAMI SP10:2002 & ANSI/AAMI SP10:2002/A1:2003. Manual, electronic or automated sphygmomanometers.
- [9] PTB. Workshop on medical measuring instruments. Non-invasive blood pressure measurements. 1991.
- [10] IEC 60601-2-30. Second Edition 1999-12. Medical electric equipment. Part 2-30: Particular requirements for the safety, including essential performance, of automatic cycling non-invasive blood pressure monitoring equipment.
- [11] EN 1060-3. 1997. Non-invasive sphygmomanometers. Part 3: Supplementary requirements for electro-mechanical blood pressure measuring systems.

SIM METROLOGY SCHOOL

William Anderson¹, Taynah Lopes de Souza²

¹NIST, william.anderson@nist.gov; ²Inmetro, sim@inmetro.gov.br

Abstract: SIM (*Sistema Interamericano de Metrologia*), the regional metrology organization of the Americas hosted its first ever metrology school in December 2009 in Petropolis, Brazil. Students from most of the Americas were joined by students from Africa and Asia in this 8-day event combining course presentations and hands-on laboratory exercises. While the school was a tremendous success, we will describe what worked well and areas needing improvement the next time SIM holds such an event.

Key words: metrology, training, SIM, AFRIMETS, APMP.

1. INTRODUCTION

Regional metrology organizations (RMOs) such as SIM are responsible for many activities related to supporting metrology in their regions. One major role for the RMOs is to provide metrology training. Over the years SIM has held many subject specific training workshops with a recent focus on chemical metrology. Noting that the BIPM held a very successful metrology school in June 2008, one of the co-Directors of that school, Alan Steele of NRC-INMS, proposed to the 2008 SIM General Assembly that SIM should consider a similar school for young metrologists in the region. The General Assembly approved this proposal in October 2008 and the school was to be held the following year. We will describe the steps taken to make the SIM school a success, how well we succeeded, and what might be done differently the next time.

2. PLANNING FOR THE SCHOOL

There are 34 countries in SIM. Their economies range from extremely small to large. Accordingly, their national metrology institutes (NMIs) are correspondingly sized. Additionally, the metrology needs of their customers vary dramatically. This means that the training needs range from the basic to the advanced. The goal of the school was to cover as broad a range of metrologies as possible with the intent of meeting the real metrology needs of the NMIs sponsoring the students.

The SIM Council asked William Anderson (NIST) to be the “dean” of the school and for Taynah Lopes de Souza (INMETRO) to be responsible for the local organization. The Dean was responsible for creating the school’s

curriculum and selection of the appropriate instructors. Having one person responsible for local arrangements and one for the technical content of the school (as opposed to planning committees) allowed decisions to be made quickly, which was necessary because of the short period of time available for planning.

There were a number of considerations in planning this event. The school needed to be held near one of SIM’s major NMIs in order to provide the students access to a broad range of hands on experience in the metrology laboratories. Given the timing (late 2009), the school needed to be in the southern hemisphere to minimize weather issues. Most importantly the school needed financial support greater than what could be provided by SIM alone. (A decision was made early on that resources for the school would not be solicited from outside the region). With the generous contribution of the Brazilian Agency of Cooperation (ABC), the location for the school became clear. We selected Petropolis, a quiet and historical city near Rio de Janeiro. This was an ideal location as Petropolis was large enough to have satisfactory hotels and a conference centre for the school but did not suffer from the distractions that would interfere with learning. Petropolis is near the INMETRO campus allowing the students to have some of their days spent at Petropolis in classes and some of the days at INMETRO primarily in the laboratories.

Given the budget and other resources available, we targeted approximately 50 to 60 fully funded students as ideal. We also thought it would be valuable to SIM and to the international metrology community to offer the training to students from developing countries in two other regions, AFRIMETS and APMP. (One of the SIM NMIs, NIST, offered to pay the

expenses for these students from outside of the SIM region)

Given these considerations an invitation went out to all of the SIM NMI Directors in early August 2009 asking them to nominate one or two students. We requested the student's name, age (we were targeting young metrologists), gender, and academic and metrology experience. We also asked the NMI Directors what four specific metrology areas are most important to their institutions. At the same time we asked the leadership of AFRIMETS and APMP for the same information for 3 students from each of their regions.

By the end of August we had most of our nominated students. Nearly every request was accommodated.

The next step was to determine the curriculum for this 6 and ½ day school (Wednesday through Wednesday with a half day of lectures on Saturday). As mentioned above the SIM NMI Directors were asked to provide us with the four metrology areas which were of most interest to them. The results in order of interest are listed below:

Thermometry
Mass
Dimensional
Electrical
Volume/flow
Uncertainties
Pressure
Legal Metrology
Chemistry
Quality
Time and Frequency
Density
Optical, radiometry, and photometry
CMCs
Viscosity
Acoustic
Radionuclide and Dosimetry

Our philosophy was to cover as broad a range of metrology disciplines as possible in order that every student would be exposed to training of value to their NMI. Furthermore, we wanted to introduce the basics such as the VIM (The International Vocabulary of Metrology), the GUM (Guide to the expression of Uncertainties in Measurements), Quality management, and international metrology (the CIPM MRA, Calibration and Measurement Capabilities, the SI, etc.) before the different measurement disciplines were presented. The

next challenge was to find excellent instructors in the region who were willing to take the time to participate in the class. We wanted to not have all of the instructors come from one NMI. With the list of metrology disciplines of interest firmly in mind the curriculum and instructors were set as follows:

First Day:

International Metrology: W. Anderson, NIST
VIM: J. Valente, INMETRO
GUM and Uncertainties: A. Possolo, NIST
Quality Systems: A. Narizano, LATU

Second Day:

Mass and Density: C. Santo, LATU
Dimensional: J. Alves, INMETRO
Pressure: L. Paraguassu, INMETRO
Acoustics and Vibration: G. Ripper, INMETRO
Viscosity: D. Malta, INMETRO

Third Day (at INMETRO):

Mass Laboratory: V. Loayza, INMETRO
Pressure Laboratory: W. Sergio, INMETRO
Dimensional Laboratory: J. Alves, INMETRO
Viscosity Laboratory: C. Rogrigues, INMETRO
Acoustics and Vibration Laboratory: G. Ripper, INMETRO
Measurement Uncertainties Laboratory: A. Possolo, NIST
Quality Systems: A. Narizano, LATU

Fourth Day:

Radionuclide: L. Karam, NIST
Dosimetry: M. Carlos, IRD (Brazil)
Neutrons: K. de Souza, IRD

Fifth Day (at INMETRO):

Time and Frequency: J. Lopez, CENAM (Mexico)
Fluid Volume and Flow: V. Albe, INMETRO
Biometrology: M. Amos, NIST
Thermometry: K. Garrity, NIST

Sixth Day (at INMETRO):

Chemical: W. May, NIST
Electrical: H. Laiz, INTI (Argentina)
Thermometry Laboratory: R. Teixeira and J. Brionizio, INMETRO
Chemical Laboratory: V. da Cunha, INMETRO
Electrical Laboratory: R. Moreira, INMETRO

Seventh Day:

Nanometrology: A. Steele, NRC-INMS (Canada)
Legal Metrology: M. Senna, INMETRO
Optical Metrology: H. Yoon, NIST

The two predominant languages spoken in the SIM region are English and Spanish although Portuguese and French also are present. We decided early on that in order to not exclude metrologists from the developing countries of SIM we had to support both English and Spanish.

We also targeted the training to young metrologists relatively early in their career. However, we quickly learned that "young" is relative particularly for the smaller NMIs with only a handful of metrologists on their staff. Our goal was to be as inclusive as possible.

Near the conference centre in Petropolis were two hotels next to one another that could fit the whole group. We decided that the students should be in the same hotel in order to foster interaction. In order to make this work most of the students were asked to share a room, and the instructors had to stay at a neighbouring hotel, though most of them joined the students for meals and social events. Room assignments were done by gender and language and the students were given the opportunity to meet people from elsewhere in the region and in some cases the world.

3. CLASSES BEGIN

Between December 7 and 8, 2010 52 students from around the region and world arrived in Petropolis. They were joined by 4 students from Brazil. The SIM students were from Antigua and Barbuda, Argentina, Barbados, Belize, Bolivia, Brazil, Chile, Columbia, Costa Rica, Dominica, Dominican Republic, El Salvador, Ecuador, Grenada, Guatemala, Guyana, Haiti, Mexico, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, St. Kitts and Nevis, St. Vincent and Grenadines, Trinidad and Tobago, United States, and Uruguay. These 51 students from 27 SIM countries were joined by 2 students from APMP (Indonesia and Philippines) and 3 students from AFRIMETS (Egypt, Kenya, and South Africa).

In the evening prior to the beginning of the classes, a cocktail was held to break the ice and to give the students their course material and the first instructions for their participation at the week of training.

Following registration and an opening welcome by the SIM President, Humberto Brandi, classes began in earnest on Wednesday morning. As can be seen by the schedule above the lectures on Wednesday were

infrastructural in nature dealing with subjects such as the VIM, GUM, and quality management systems. A lecture on international metrology attempted to put everything they would learn later in an international context. The following day they were presented lectures on specific metrology disciplines including mass, dimensional, pressure, acoustics, and viscosity. On Friday the school was in INMETRO visiting metrology laboratories in these same subjects (mass, dimensional, pressure, acoustics, and viscosity). The intent was to introduce each metrology discipline with a general lecture before having the students visit the laboratories to witness and participate in actual measurements. They also participated in smaller classroom sessions on quality and uncertainties.

Saturday morning the school was back in Petropolis and the students attended lectures related to ionizing radiation metrology. The students then had the remainder of the weekend off with many spending Sunday on a rainy trip to the beaches of Rio.

Monday and Tuesday of the following week were back at INMETRO combining lectures and laboratories in time and frequency, volume and flow, biometrology (lecture only), thermometry, electrical, and chemical.

Wednesday was back in Petropolis with closing lectures on nanometrology, legal, and optical metrology.

One can see that the students were exposed to a considerable breadth of material over a relatively short time. The reason for that was there was a broad interest in these diverse topics expressed by the NMI directors. We were concerned that this might be too much for the students and we dealt with that in several ways. We told the instructors to go back and forth between general information of widespread interest to detailed information of limited interest to many of the students. The hope was that all of the students would get something out of all of the lectures and those with real interest would learn what they needed. We also provided internet access to the students so they could email questions to their instructors or talk to them during the breaks and social events.

In order to provide motivation to the students they were told that a test would be required to graduate from this school. We found that this really increased the attention of the students

for all of the subjects. Typical questions on the test were:

1. To measure higher viscosities one needs:
 - a. narrower capillary tubes
 - b. wider capillary tubes
3. A measurement result consists of:
 - a. measure value, including its unit of measurement
 - b. measure value and corresponding measurement uncertainty
 - c. measurement uncertainty
4. The current definition of the ampere in the SI, gives an exact value to:
 - a. the magnetic permeability of vacuum, μ_0
 - b. the speed of light, c
 - c. the mass of the international prototype
5. For understanding global climate change, the optical radiation from the Sun incident on the Earth is measured in these units:
 - a. radiance
 - b. lumens
 - c. irradiance
 - d. candela
6. The atomic clock with the best accuracy:
 - a. Rubidium clock
 - b. Cesium clock
 - c. Hydrogen maser clock
7. What is the major difference between gamma radiation and alpha radiation?
 - a. alpha is more radioactive
 - b. only gamma is found naturally
 - c. alphas are particles, gammas are photon – energy
 - d. gamma radiation happens by itself, alpha depends on the emission of a gamma first.

The 25 question test was given to the students the evening before the “graduation” as a take home assignment. A very select few received a perfect score on the test and most had 2 or fewer questions wrong. While such a limited test could not thoroughly measure the success of the training received, it did serve very well to motivate the students to pay attention even to those metrology subjects not of current interest to them and their NMIs.

Perhaps, a better measure of the success of the school was the written feedback from the students. They were asked if they would recommend this school to their colleagues, what subject area(s) did we miss and that they would have liked covered, whether too little or too much was covered, and to provide suggestions and comments for future schools. The overall response from the students was much better than we expected. Given the mix of educational and metrology experience, we were concerned that several students might have problems with the classes (either the material being too “light” or too “heavy”). The fact that very few students raised this issue indicates that our instructors struck a good balance.

The school not only provided an opportunity to learn from our metrology experts in the region, it also provided an opportunity for these young metrologists to network with their peers. Having the opportunity to observe them in the classroom, in the laboratories, during the breaks, and at meals, it became very clear that significant friendships were developing. This will be valuable to the future of metrology in SIM.

3. LESSONS LEARNED

For future SIM metrology schools, there are several lessons we learned from this that we need to remember.

We began in earnest the planning for the school in August, less than 5 months before the event. We could have used a couple more months both to deal with the logistics for the event and to develop the curriculum and instructors. While computers were made available to the students, we did not have the time to make computer training (e.g., homework) more a part of the educational experience.

The social events were well appreciated and important in developing the relationships which will certainly contribute to the future of SIM. A pickup soccer game after school one day was a tremendous hit. For example, one of the African students said that playing soccer in Brazil was a dream come true.

Having the students from different countries share rooms was a real success. Fast friendships appeared to be developing between students around the region and world. This might have not happened as quickly or to

the extent that it did if students roomed with someone from their own country.

The “test” turned out to be important in both providing an incentive for paying attention to all of the lecturers and giving a sense of satisfaction with the success nearly all of the students experienced. The test was designed for the students to succeed but also so that the students would not find it too easy.

The participation of the 5 students from APMP and AFRIMETS was a significant part of the success of the school. It was a tremendous opportunity for the students of SIM to mix with young metrologists from around the world.

4. CONCLUSION

The SIM Metrology School was a success, surpassing what was expected for our initial effort. Whether in terms of metrology learning or networking for the future, the SIM and ABC investment will have real impact on the future of metrology in the region.

PALABRAS DEL PROFESOR RAFAEL STEINBERG

Reproducidas del texto original en español verbalizado el 4 de septiembre de 1979, y publicado en Carta Metrológica, No.2, Buenos Aires, septiembre de 1980.

No puede dejar de llamar la atención la circunstancia de que la Convención del Metro fuera firmada en 1875 por los representantes de cuatro países americanos -Argentina, Brasil, Perú y Venezuela sobre un total de diecisiete.

La situación es aún más llamativa cuando se advierte que en las reuniones previas la proporción de países del Nuevo Mundo es aún más elevada, ya que figuran asentadas en las actas de las sesiones de 1872, juntamente con las antes mencionadas, las firmas de los representantes de Chile, Colombia, Ecuador, Nicaragua, San Salvador y Uruguay. Diez países latinoamericanos entre treinta asistentes.

Cualquiera sea la razón de este curioso hecho histórico cuya realidad nos limitamos a constatar, las alternativas de la creación del Sistema Interamericano de Metrología, que ayer ha tenido su acta de nacimiento, con la participación de instituciones de catorce países de la región, nos da libertad para imaginar que, de alguna manera, somos continuadores de un proceso que tiene hondas raíces y entronca con los proyectos visionarios de los fundadores de nuestro país, lo cual nos commueve.

El Sistema Interamericano de Metrología tiene objetivos muy claros y concretos: se trata de promover la cooperación internacional entre los organismos competentes de los países participantes para contribuir al perfeccionamiento de las actividades en las áreas de la metrología legal, industrial y científica.

A tal efecto, las acciones tenderán a lograr:

- la definición del sistema nacional de cada país;
- el establecimiento de la línea jerárquica de patrones de cada país y su alcance con los de otros países;

WORDS BY PROFESOR RAFAEL STEINBERG

Text translated from the original in Spanish delivered on September 4, 1979, and published in Carta Metrológica No. 2, Buenos Aires, September, 1980.

It calls our attention the circumstance in which the Meter Convention was signed in 1875 by the representatives of four American countries --Argentina, Brazil, Peru and Venezuela— out of seventeen.

This situation calls further attention when it is noted that the previous meetings were attended by an even larger number of countries of the New World, since the attendance records of the meetings, including those held in 1872, additionally contain the signatures of representatives of Chile, Colombia, Ecuador, Nicaragua, San Salvador y Uruguay. Ten Latin-American countries out of thirty attendees.

Disregarding the rationale of this curious historical fact, whose reality we limit ourselves to note, the alternatives to create the Sistema Interamericano de Metrología, whose certificate of birth is dated yesterday with 14 participating countries of the region, provide us with the liberty to imagine that we are somehow continuing a process with deep roots and linked to the visions of the founders of our country, concept that touches our feelings.

The Sistema Interamericano de Metrología has very clear and concrete objectives: To promote the international cooperation among the organizations of the participating countries to contribute to the improvement of the activities on legal, industrial and scientific metrology.

In order to achieve it, the actions will seek:

- The definition of a national measurement system for each country;
- To establish a hierarchy for the measurement standards in every country and its linkage to those of other countries;
- The compatibility of the corresponding

- la compatibilidad de los resultados de los procesos de medición correspondientes efectuados en los laboratorios del Sistema;
- la formación de personal científico y técnico;
- la obtención de documentos técnicos y científicos y su distribución;
- finalmente, la vinculación con la Conferencia General de Pesas y Medidas, la Organización Internacional de Metrología Legal y otros organismos nacionales o internacionales especializados en la materia.

Para la realización de estos objetivos en cuyo cumplimiento ya estamos trabajando desde 1976, con el auspicio del Departamento de Asuntos Científicos de la OEA, hemos contado con el apoyo de las instituciones rectoras, como el Instituto Físico Técnico (PTB) de la República Federal de Alemania, el National Bureau of Standards (NBS) de Estados Unidos, y el National Physical Laboratory del Reino Unido, así como con los organismos internacionales de máximo nivel, la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) y la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML).

La presencia y participación en esta conferencia de eminentes autoridades de estas instituciones compromete nuestra gratitud porque constituye un poderoso estímulo para nuestra tarea.

Séame permitido además señalar públicamente el nombre de dos personas de quienes nos sentimos especialmente deudores, y que por rara coincidencia, después de haber empleado una vida de trabajo en bien de la comunidad tienen el privilegio de retirarse del servicio activo, metáfora que, debe entenderse, significa que trabajarán más que nunca. El primero de ellos, hoy presente entre nosotros, el ingeniero D. Ramón de Colubi, pionero de la metrología en América, creador de esa obra ejemplar que es el Instituto Nacional de Metrología Legal de Venezuela, y el segundo, el ingeniero H. Steffen Peiser, distinguido científico quien desde su posición en el NBS ha actuado como lúcido consejero y ha sabido comunicarnos su inquebrantable entusiasmo a quienes hemos emprendido este no fácil camino en una obra que no admite retrocesos. Pido para ellos un aplauso.

Quiero finalmente anunciar que el Sistema Interamericano de Metrología tiene ya su

- measurement results as obtained in the laboratories of the system;
- The formation of scientific and technical personnel;
- The production and distribution of technical and scientific documents; and finally,
- The linkage to the General Conference on Weights and Measures, the International Organization for Legal Metrology, as well as other organizations specialized in this matter.

To realize these objectives, that we are working on since 1976 under the sponsorship of the Department of Scientific Affairs of the OAS, we have counted on the support of the PTB of Germany, the National Bureau of Standards of USA, and the National Physical Laboratory of United Kingdom, as well as the upper level international organizations: the International Office of Weights and Measures (BIPM) and the International Organization for Legal Metrology (OIML).

The attendance and participation of distinguished directives from these institutions in this conference commit our gratitude, because they become powerful incentives for our task.

Let me speak out the names of two persons who we feel especially indebted with, and that, after a working life in benefit of the community, by strange coincidence they are now retiring from the active service, a metaphor that really means that they will work harder than ever. First, D. Ramon de Colubi, pioneer of the metrology in the Americas, founder of that exemplary Instituto Nacional de Metrología Legal de Venezuela, and, H. Steffen Peiser, recognized scientist who from his position at NBS has been wisely advising us and sharing his unbreakable enthusiasm with those who have started this difficult way to this task that does not accept drawbacks. May I ask applauses for them.

Finally, I wish to announce that the Sistema Interamericano de Metrología has already implemented a means to communicate. We have to accept that the first issue of Carta Metrologica mainly contains historic

órgano propio de comunicación. Si bien el primer número de Carta Metrológica tiene un contenido predominante de material histórico es porque hemos considerado necesario documentar el desarrollo del proyecto.

Aspiramos a que Carta Metrológica sea una publicación científica especializada y la ofrecemos como vehículo para la edición de trabajos relacionados con el tema.

La Conferencia Interamericana de Metrología que hoy se inicia, y que constituye una de las formas en que se manifiesta el Sistema Interamericano de Metrología, al mismo tiempo que nos da la oportunidad única de escuchar las exposiciones magistrales que estarán a cargo de nuestros distinguidos invitados, nos permitirá exponer un panorama, forzosamente reducido, de algo de lo que se hace en nuestros países en este campo.

materials because we considered necessary to document the development of the project. We expect that Carta Metrologica become a scientific specialized publication that it is offered as a vehicle to edit contributions on the topic.

The Conferencia Interamericana de Metrología that starts today, and that constitutes one of the expressions of the Sistema Interamericano de Metrología, provides us the opportunity to listen to the plenary conferences from our distinguished guests, at the same time that it will let us show a necessarily limited panoramic of what it is being done in our countries in this field.

**Deceso de Félix H. Pezet Sandoval**

Lamentamos profundamente la sensible partida de Félix H. Pezet Sandoval, Jefe de la División de Masa y Densidad del CENAM y co-editor del INFOSIM, acaecida el 15 de febrero de 2010 luego de una corta enfermedad. Cabe resaltar las importantes aportaciones de Félix al desarrollo de la metrología en México y Latinoamérica durante su muy larga trayectoria.

Conferencia Tri-nacional NACMA-3 sobre Metroología de Coordenadas

Los días 17 y 18 de septiembre tuvo lugar en la Ciudad de Querétaro, México, la tercera conferencia de la North American Coordinate Metrology Association (NACMA), asociación tri-nacional de Estados Unidos, Canadá y México en el área de metrología de coordenadas. El evento, co-organizado por la mencionada asociación y el Centro Nacional de Metroología (CENAM), contó con la participación de conferencistas connotados de estos tres países, además de otros provenientes de Alemania, Brasil, España, Francia e Italia, y la asistencia de más de 100 participantes.

Esta conferencia tiene como antecedentes las organizadas previamente en Rochester, NY, EUA, y en Windsor, ON, Canadá, con las importantes participaciones del NIST y del NRC-INMS.

Reunión del SIM LWG

Expertos en metrología dimensional de Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Estados Unidos de América, México, Panamá y Uruguay, se reunieron el

Passed away: Félix H. Pezet Sandoval

With a deep grief we communicate that Félix H. Pezet Sandoval, Division Chief of Mass and Density in CENAM and INFOSIM co-editor, passed away on February 15, 2010, after a short illness. It is noteworthy the numerous Felix contributions to the development of the Mexican and Latin-American Metrology along his quite long career.

Tri-national Conference NACMA-3 on Coordinates Metrology

On September 17 and 18 the Third Conference of the North American Coordinate Metrology Association (NACMA), tri-national association of Canada, México and USA in coordinates metrology, took place in Queretaro, Mexico. The conference, co-organized by the association and CENAM, counted on recognized speakers from these countries and Brazil, France, Germany, Italy, and Spain, and more than 100 participants.

Previous NACMA conferences have been held on Rochester, NY, EUA, and Windsor, ON, Canada, with the important participations of NIST and NRC-INMS.

SIM LWG meeting

Experts on dimensional metrology from Argentina, Bolivia, Brazil, Canada, Chile, Costa Rica, Mexico, Panama, USA and Uruguay met on September 19, 2010, in Queretaro, Mexico, to discuss the

19 de septiembre de 2009 en Querétaro, México, para discutir los avances de las comparaciones en proceso y la necesidad de nuevas; compartieron información sobre progresos en otras regiones y en el CCL; y se enteraron y discutieron los procesos del SIM para la aprobación de capacidades de medición y calibración con fines de participación en el CIPM-MRA.

Taller sobre Metrología Legal en Río de Janeiro

Se llevó a cabo un taller sobre termómetros clínicos digitales y esfigmomanómetros digitales organizado por el INMETRO del 22 al 25 de septiembre de 2009 en Río de Janeiro, al cual asistieron 6 personas de 4 países. Ellas expresaron que el taller mostró nuevos materiales que pueden ser incorporados en su normativa nacional.

Reunión de planificación anual para CAMET

La reunión de planificación anual para CAMET tuvo lugar el 4 de septiembre con 4 participantes. Como resultado, se acordaron actividades sobre:

1. Desarrollo de proyectos.
2. Comparaciones, ensayos de aptitud y estudios piloto.
3. Capacitación.

Seminario sobre Metrología para gas natural

El 28 de octubre de 2009 se llevó a cabo en Lima, Perú, un Seminario sobre Metrología para gas natural, mismo que contó con la participación de 71 personas de 14 países. Fueron cubiertos aspectos de trazabilidad de las mediciones de la composición de gas natural, la determinación de su poder calorífico y la calibración y verificación de instrumentos de medida de flujo y volumen usados para gas natural.

Taller sobre la Recomendación OIML R111

Del 2 al 5 de noviembre de 2009, se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Defensa de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI en la ciudad de Lima, Perú, el taller sobre la OIML R111-2004, "Weights of classes E1,

progresses of ongoing inter-laboratory comparisons and the needs for new ones. They also exchanged information on the related activities in other regions and the CCL. The processes for the approval of calibration and measurement capabilities in SIM aimed to the CIPM-MRA was presented and discussed.

Workshop on Legal Metrology at Rio of Janeiro

Organized by INMETRO, a workshop on Digital Clinic Thermometers and Digital Sphigmomanometers was offered in Rio of Janeiro on September 22-25, 2009. It was attended by six people from four countries. The participants expressed that this workshop brought in new material that could be incorporated into their national regulations.

Annual planning meeting for CAMET

The annual planning meeting of the sub-region CAMET took place on September 24, 2009, with 4 attendees. As a result, activities were established to cover:

1. Development Projects.
2. Comparisons, proficiency tests and pilot studies.
3. Training.

Seminar on Natural Gas Metrology

On October 28, 2009 a Seminar on Natural Gas Metrology was held with the participation of 71 attendees from 14 countries.

The topics covered were related to traceability of the measurement of the composition of natural gas, the determination of specific heat content of natural gas, and the calibration and verification of flow and volume measuring instruments for natural gas.

Workshop on OIML R111

On November 2-5, 2009, a workshop on OIML R111-2004, "Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, and M3. Metrological and Technical requirements", was held in Lima, Peru, where the Instituto Nacional de Defensa de la Protección de la Propiedad Intelectual –INDECOPI–

E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, and M3. Metrological and Technical requirements”, como parte de las actividades del Grupo de Trabajo de Masa y Unidades Relacionadas del SIM, MWG7.

A dicho evento asistieron 20 contactos técnicos de la región del SIM y personal de laboratorios de calibración del Perú, contando con la participación como instructores de INDECOP (Perú), CENAM (Méjico), LATU (Uruguay), CESMEC (Chile) e INMETRO (Brasil), así como con la destacada participación como instructor invitado del Dr. Richard Davis, Jefe de la Sección de Masa del BIPM.

was the host, as a part of the activities of the SIM-MWG7 on mass and related quantities.

This workshop was attended by 20 technical contacts from the SIM countries, as well as personnel from Peruvian calibration laboratories. The speakers came from INDECOP (Perú), CENAM (Méjico), LATU (Uruguay), CESMEC (Chile) e INMETRO (Brasil), as well as Dr. Richard Davis, Chief of the Mass Section of the BIPM, as guest speaker.



Participantes en el taller sobre OIML R111.

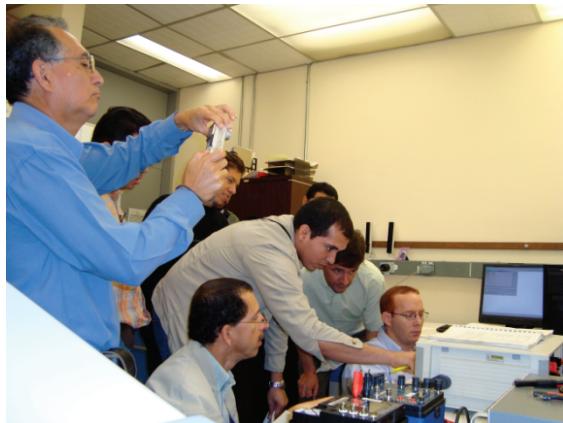
Attendees to the Workshop on OIML R111.

Taller SIM sobre mediciones de potencia y energía

Con la participación de expertos de Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Estados Unidos de América, Méjico, Panamá, Perú y Uruguay, los días 16 y 17 de noviembre de 2009 se realizó este Taller en el CENAM con el objetivo de revisar los aspectos técnicos de las propuestas de comparaciones SIM.EM-K5 key comparison 50-60 Hz en potencia y SIM.EM-S7 Supplementary Comparison 50-60 Hz en energía. El inicio de la comparación está programado para junio de 2010, con la participación de 11 institutos nacionales de metrología de la región, y haciendo uso de los patrones viajeros facilitados por la compañía RADIÁN. Cabe mencionar que el Taller incluyó prácticas orientadas a que los participantes se familiarizaran con los equipos.

SIM Workshop on Power and Energy Measurements

With the participation of experts from Brazil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Méjico, Panamá, Peru, USA and Uruguay, on November 16-17, 2009, this Workshop took place in the CENAM facilities in order to review the technical aspects of the proposals for inter-comparisons SIM.EM-K5 key comparison 50-60 Hz power and SIM.EM-S7 Supplementary Comparison 50-60 Hz energy. The comparison is scheduled to start on June 2010 counting on the participation of 11 SIM National Metrology Institutes. The transfer standards for the comparison are provided by RADIÁN as a loan. The Workshop included a hands-on session aimed to familiarize the participants with the equipment.



Participantes en el Workshop realizando pruebas.

Workshop participants hands-on.

Taller sobre Metroología Legal

Del 24 al 27 de Noviembre de 2009, se realizó el Taller sobre Metroología Legal en San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, cuyos temas principales fueron la verificación de dispensarios de combustible (OIML R120) y la calibración de carros tanque (OIML R80).

Hubo 17 participantes de Bolivia, Costa Rica, Nicaragua y Panamá. El Taller incluyó sesiones prácticas para la verificación de dispensarios de combustible.

En opinión de los participantes, el Taller propiciará la actualización de sus procedimientos nacionales para promover su equivalencia con la práctica internacional.

Taller de seguimiento Relación INM-usuarios de la metrología:

Identificación de la demanda

Se realizó el taller de seguimiento Relación INM-usuarios de la metrología el 29 de octubre de 2009 en Lima, Perú, con la participación de 21 personas de 20 institutos nacionales de metrología.

De acuerdo a la mecánica del taller en grupos de trabajo, se observó un activo intercambio de experiencias orientadas a determinar buenas prácticas para identificar la demanda, los retos hallados y su impacto en los INM y sus usuarios.

Escuela de Metroología del SIM

Durante siete inolvidables días en la hermosa ciudad de Petrópolis, Brasil, jóvenes metrólogos de la mayor parte de los países del continente a quienes

Workshop on Legal Metrology

From November 24 to 27 of 2009, a Workshop on Legal Metrology was organized in San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, covering: The verification of fuel dispensers (OIML R120) and the calibration of road tanks (OIML R80).

There were 17 attendees from Bolivia, Costa Rica, Nicaragua and Panama. The Workshop included hands-on sessions for the verification of fuel dispensers.

The participants expressed that the learned material will promote the updating of their national procedures to make them equivalent to the international practice.

Follow up Workshop NMI-Metrology

Users Relation: Demand Identification

The follow-up workshop 'NMI Metrology Users Relation' was held in Lima, Peru on October 29, 2009, with 21 attendees from 20 NMI's.

According to the Workshop methodology in working groups, there was an active inter-group exchange of experiences about the good practices for identifying the demand, the challenges found and the impact in the NMI and users.

SIM Metrology School

Along seven unforgettable days in the beautiful city of Petrópolis, Brazil, young metrologists from most of the countries of the Americas, joined by students from

se unieron compañeros de Asia y África asistieron a la primera Escuela de Metrología promovida por el SIM con el apoyo de la Agência Brasileira de Cooperação (ABC). En la Escuela aprendieron de las disertaciones de connotados expertos del SIM sobre prácticamente todas las disciplinas y temas de actualidad de la metrología, abarcando desde nano y biometrología hasta la tradicional metrología de masa. Resalta la oportunidad, enormemente apreciada, de poner manos a la obra en los laboratorios puestos generosamente a disposición por el INMETRO.

4o. Taller trinacional en patrones de medida y normas para las nanotecnologías: Medición y caracterización como apoyo a la investigación y desarrollo en toxicología

Se llevó a cabo en Ottawa, Canadá, los días 3 y 4 de febrero de 2010, con la participación de 22 conferencistas de Canadá, Estados Unidos de América y de México, provenientes del medio académico, agencias gubernamentales y de los institutos nacionales de metrología de los tres países. Con la finalidad de extender los beneficios del evento, el NRC-INMS como anfitrión lo transmitió en vivo por webcast.

Los materiales pueden descargarse de <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/events/inms/2010/02/03/tri-national-workshop.html>, ó <http://download.isiglobal.ca/inms/enter.html>.

Comparaciones de presión en el SIM

Actualmente se están realizando dos comparaciones clave en presión relativa, la SIM.M.P-K1, de 600 kPa a 7 MPa y la SIM.M.P-K6, de 10 kPa a 120 kPa. El objetivo es determinar el área efectiva de los ensambles pistón – cilindro por el método de flotación cruzada. La balanza de presión neumática que se usa como patrón de transferencia ha sido facilitada por DH Instruments. Participan en las mismas 11 institutos nacionales de metrología de todas las subregiones del SIM.

Para 2010 se han programado cuatro comparaciones más, utilizando como patrón de transferencia un manómetro digital con alcances:

Asia and Africa attended the first Metrology School organized by SIM with the support of the Brazilian Agency of Cooperation (ABC). In the School they learned from the conferences by distinguished SIM experts in almost of the disciplines of metrology, ranging from the bio- and nano-metrology to the traditional mass metrology. It should be noted that the hands-on sessions in the laboratories generously opened by INMETRO deserved the amplest appreciation by the attendees.

4th. Tri-national Workshop on Standards for Nanotechnologies: Measurement & Characterization in Support of Toxicology R&D

Held in Ottawa, Canada, on February 3-4, 2010, it brought in 22 speakers from Canada, Mexico and USA, from the academia, government agencies, and the NMIs.

In order to multiply the Workshop benefits, the host, the NRC-INMS, transmitted it by webcast.

Materials from the Workshop are available for downloading at

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/events/inms/2010/02/03/tri-national-workshop.html>, or, <http://download.isiglobal.ca/inms/enter.html>.

SIM inter-laboratory comparisons in pressure

Two SIM key comparisons on relative pressure are going on, aimed to determine the effective area of piston-cylinder ensembles by the cross floating method:

SIM.M.P-K1, in the range 600 kPa to 7 MPa, and SIM.M.P-K6, 10 kPa to 120 kPa.

The pressure balance used as the transfer standard is a loan by DH Instruments. 11 NMIs from every SIM sub-region are participating.

Four more comparisons are scheduled for 2010 using a digital manometer:

- a. De 10 kPa a 110 kPa en presión absoluta;
- b. De 10 kPa a 120 kPa en presión relativa;
- c. De -10 kPa a -100 kPa en presión negativa; y,
- d. De 600 kPa a 7 MPa en presión relativa.

Reconocimiento

El 4 de diciembre de 2009 la Dra. Celia Puglisi recibió una medalla reconociendo sus 35 años de servicio en el Instituto Nacional de Investigación Industrial (INTI), Argentina. Coordinadora de las actividades en metrología en química en Argentina, fue felicitada por sus colegas de Brasil, Bolivia, Ecuador, México, Perú y Uruguay, reunidos en el INTI para continuar colaborando en materiales de referencia para la calidad de alimentos.



Colegas de metroología química felicitando a Celia Puglisi.

- a. Range 10 kPa to 110 kPa in absolute pressure;
- b. -10 kPa to 120 kPa in relative pressure;
- c. 10 kPa to -100 kPa in negative pressure; and
- d. 600 kPa a 7 MPa in relative pressure.

Award

On December 4th, 2009, Dr. Celia Puglisi was awarded with a medal recognizing 35 years of services, by the Instituto Nacional de Investigación Industrial, Argentina. She has been chairing the activities on chemical metrology in Argentina. Dr. Puglisi was congratulated by her colleagues from Brazil, Bolivia, Ecuador, Mexico, Peru and Uruguay met at INTI to continue collaborating on reference materials for quality of food.

Chemical Metrology team congratulating Celia Puglisi.

Encuentro Nacional de Metroología Eléctrica

Por tercera ocasión se organizó el Encuentro en las instalaciones del CENAM, del 18 al 20 de noviembre de 2009, con 170 asistentes aproximadamente, incluyendo ponentes del NIST y del PTB. Cabe destacar el gran aprecio de las prácticas en los laboratorios por parte de los asistentes.

Reuniones del SIM-QSTF

Para revisar los sistemas de gestión de calidad (SGC) de algunos de los participantes del SIM en el CIPM-MRA, se llevaron a cabo reuniones en Lima, Perú, en el mes de octubre de 2009, y en

National Meeting on Electrical Metrology

On November 18-20, 2009, it was held the third National Meeting on Electrical Metrology in CENAM's facilities, counting with 170 attendees, including speakers from NIST and PTB. The practices in the laboratories were highly appreciated by the participants.

SIM-QSTF meetings

In order to review the quality management systems (QMS) of SIM NMI's and designated laboratories within the framework of the CIPM-MRA, the SIM Quality Systems Task Force met in

Montevideo, Uruguay, en marzo de 2010. Cabe resaltar que el Instituto Nacional de Teconología, Normalización y Metrología, INTN, de Paraguay por primera vez presentó y obtuvo la aprobación del SGC que soporta algunas de sus capacidades de medición y calibración. También es pertinente anotar que los trabajos del QSTF en ambas reuniones estuvieron encaminados en una buena parte a la revisión quinquenal de SGCs requerida como parte del CIPM-MRA.

Curso sobre incertidumbre de medida por Monte Carlo

Del 26 al 29 de enero, 2010, se impartió el curso Estimación de la incertidumbre de medición usando el método de simulación por Monte Carlo, a 12 participantes de CAMET: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. El evento, a cargo de un instructor de EURAMET y uno del CENAM, se desarrolló en las instalaciones del CENAM bajo el patrocinio conjunto del PTB y del SIM.

Reunión del Consejo del SIM

Se llevó a cabo en Marzo de 2010 en Montevideo, Uruguay.

Destaca la designación de Gabriela de la Guardia, CENAMEP, Panamá, como la nueva Coordinadora del Grupo de Trabajo sobre Sistemas de Calidad (QSWG) en substitución de Annamaría Narizano quien está asumiendo nuevas responsabilidades en LATU.

Gabriela es una joven entusiasta que ha ganado la confianza de la comunidad del SIM en sistemas de calidad, quien la nominó de manera unánime para el cargo. Annamaría es una profesional ampliamente reconocida en sistemas de gestión que ha dejado una huella por continuar en el QSWG.

¡Gracias Annamaría!
¡Bienvenida Gabriela!

Lima, Peru, on October 2009, and in Montevideo, Uruguay, on March 2010.

It is noteworthy that in the last meeting the Instituto Nacional de Teconología, Normalización y Metrología, INTN, of Paraguay, presented its QMS supporting some CMC's for the first time and got it approved. Also, it seems pertinent to note that both of the meetings included 5-year reviews of QMS's as required by the CIPM-MRA.

Training on estimation of measurement uncertainty by Monte Carlo simulation

Along four days, January 26-29, 2010, the course Estimation of measurement uncertainty by Monte Carlo simulation was delivered to 12 participants from CAMET: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua and Panama. It was sponsored by the SIM and PTB, conducted by one instructor from CENAM and the other one volunteer from EURAMET. The course took place in the CENAM facilities,

SIM Council Meeting

It was held on March 2010 in Montevideo, Uruguay.

It is noticeable the designation of Gabriela de la Guardia, CENAMEP, Panamá, as the new Chair of the Quality Systems Working Group (QSWG) in substitution of Annamaria Narizano, LATU, who is taking new responsibilities in LATU.

Gabriela is an enthusiastic young fellow who has attracted the confidence of the SIM quality systems community that nominated her unanimously. Annamaria, recognized by her wide expertise on QMS, is leaving a trail to follow in the QSWG.

Thank you Annamaría!
Welcome Gabriela!

SIM Workshop and Awareness Seminar: The CIPM Mutual Recognition Arrangement

Con la intención de mejorar la comprensión de las funciones y responsabilidades en la operación del CIPM-MRA por parte de la comunidad del SIM, se llevó a cabo este Seminario los días 3 y 4 de marzo de 2010, teniendo como anfitrión a LATU en Montevideo, Uruguay.

El Seminario, dirigido a miembros del QSTF, coordinadores de grupos de trabajo, e interesados en general de países que han considerado o están considerando firmar el MRA, dio la oportunidad para presentar y discutir temas actuales como la disyuntiva entre acreditación y auto-declaración, prácticas y resoluciones del JCRB, aclarar las funciones de los grupos de trabajo y del QSTF en el proceso de aprobación.

Reunión del SIM TFWG

Teniendo como anfitrión al INDECOPI, Perú, en el mes de marzo de 2010 se llevó cabo la tercera reunión del grupo de trabajo de tiempo y frecuencia del SIM, con la asistencia de 20 personas aproximadamente provenientes de 14 países.

La agenda incluyó capacitación sobre el tema, la planificación de las actividades del grupo subsiguientes y el intercambio de experiencias, particularmente sobre el funcionamiento de la red de tiempo del SIM, la cual ya cuenta con 14 laboratorios participantes y que se ampliará a 16 en 2010. Cabe mencionar que esta red genera sistemáticamente la escala de tiempo del SIM cuyos resultados estarán a disposición al público en general en breve.

Información adicional: <http://tf.nist.gov/sim/>

PRÓXIMAMENTE ...

Conferencia NCSL International

Bajo el tema: 21st Century Innovations in Metrology, esta conferencia anual tendrá lugar del 25 al 29 de julio de 2010 en el Rhode Island Convention Center, Providence, RI, EUA. Como parte del evento habrá conferencias, presentaciones de trabajos, cursos y exposición.

Información adicional: <http://www.ncsli.org/>.

SIM Workshop and Awareness Seminar: The CIPM Mutual Recognition Arrangement

In order to improve the understanding of the SIM community of the current roles and responsibilities in the operation of the CIPM-MRA, this Seminar was held on March 3-4, 2010, hosted by LATU in Montevideo, Uruguay.

The Seminar, aimed to QSTF Members, WG Chairs and interested parties from nations who have or are considering signing the MRA, provided the opportunity for presentations and discussion of topics like accreditation vs. self-declaration, practices and resolutions in the JCRB, clarifications of the roles of the SIM-WG and of the QSTF in the process for approval.

SIM TFWG Meeting

INDECOPI, Peru, hosted the third meeting of the SIM working group on time and frequency on March 2010, with approximately 20 attendees from 14 countries.

The agenda included training on time and frequency, planning of the group activities, and exchange of experiences particularly on the operation of the SIM time scale network, which includes already 14 participating laboratories, to be enlarged to 16 in 2010. It should be mentioned that the network is systematically generating results which will be available to the interested people in brief.

Additional information:

<http://tf.nist.gov/sim/>

ONCOMING ...

NCSL International Conference

Under the heading: 21st Century Innovations in Metrology, this annual conference will take place on July 25 – 29, 2010, in the Rhode Island Convention Center, Providence, RI, USA. Invited and contributed presentations, tutorials, and exhibits are included.

Further information: <http://www.ncsli.org/>.

Simposio de Metrología 2010

Como cada dos años, el CENAM está organizando el Simposio de Metrología 2010 a celebrarse del 27 al 29 de octubre de 2010 en la ciudad de Querétaro, México. El Simposio consta de conferencias plenarias, sesiones especializadas, cursos y exhibición de equipos y servicios. Plazo para entrega de resúmenes: 14 de mayo
Información adicional:
<http://www.cenam.mx/simposio2010/>.

Simposio de Metrología 2010

As every two years, CENAM is organizing the Simposio de Metrología 2010, to be held on October 27-29, 2010 in Queretaro, Mexico. The Simposio will include plenary conferences, specialized sessions, courses, and exhibitions. Deadline to deliver extended abstracts: May 14, 2010. Additional information:
<http://www.cenam.mx/simposio2010/>.

INFOSIM ES UN MEDIO DE
COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN
DEL SISTEMA INTERAMERICANO
DE METROLOGÍA (SIM) CON EL
PATROCINIO DE LA ORGANIZACIÓN
DE ESTADOS AMERICANOS (OEA).

SE AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN
PARCIAL O TOTAL DEL CONTENIDO
MENTIONANDO LA FUENTE.

Marzo 2010

INFOSIM IS A PUBLICATION
COORDINATED BY THE
INTERAMERICAN METROLOGY
SYSTEM AND SPONSORED BY
THE ORGANIZATION OF AMERICAN
STATES (OAS).

PARTIAL OR TOTAL REPRODUCTION
OF ITS CONTENTS IS AUTHORIZED
AS LONG AS CREDIT IS GIVEN TO
THE SOURCE.

March 2010



km 4,5 carretera a Los Cués, El Marqués Qro., C.P. 76241, Querétaro, México

Tels. +52 (442) 211 05 70 Fax: +52 (442) 211 0568