

# DE LA METROLOGÍA

ammac.mx

Volúmen 20. Año 2021. N° 1



**AMMAC**

## **Metrología en la Industria 4.0**

Calibration Sensors for Metrology 4.0

---

Productividad, Metrología e Industria 4.0

---

Ensayo de aptitud de calibración de balanza de presión relativa hidráulica de 7MPa a 70 MPa

---

El cielo no es el límite para medir

---

Las mujeres en el Sistema de la Infraestructura de la Calidad

---

Desarrollo de la Acreditación en El Salvador

---

La Industria 4.0





“

Todas las líneas son del  
largo perfecto, si no las  
mides.

- Marty Ruben

In Memoriam



El sueño tras el esfuerzo, tras la  
tempestad el puerto, el reposo  
tras la guerra. La muerte tras la  
vida, complace mucho.

- Joseph Conrad

Pablo Canalejo Cabrera  
1960 - 2021

Jose Luis Muñoz Muñoz  
1945 - 2020

# Carta de la directora

La Revista de la Metrología, ha recorrido un largo camino desde que fue concebida por un grupo de expertos visionarios en materia de Metrología, es una de las revistas latinoamericanas en Materia de Metrología prestigiosa por su contenido, que busca constantemente difundir una cultura metrológica en México y otros países.

Sin duda, en todo el compendio de revistas, está la consolidación de una valiosa herencia de esfuerzo y entrega de muchas colegas que han compartido sus experiencias y conocimientos en la materia. Colegas que están convencidos que la Metrología es uno de los pilares de la Infraestructura de la Calidad de todos los países y como herencia a las nuevas generaciones sigue compartiendo conocimiento a través de sus publicaciones bajo el cobijo de la Asociación Mexicana de Metrología A.C.

Es precisamente este espíritu de continuidad y visión histórica y de futuro en el desarrollo de la Metrología, lo que nos lleva a iniciar con la primera Edición de nuestra revista, en un nuevo año 2021 no tan venturoso, sin embargo, convencidos de la importancia de las mediciones en todos los ámbitos de nuestra vida.

La pandemia que afecta a la humanidad nos obligó a la transformación digital de forma abrupta, como Asociación tenemos grandes desafíos, pero estamos convencidos que la era de la Metrología en la Industria 4.0 es uno de los retos para el presente y para el futuro, por lo que el contenido editorial de nuestra revista estará enriquecido con este y otros importantes temas en esta era de la digitalización.

Agradecemos a todos nuestros lectores, asociados, colegas, académicos y autores, su aportación en los nuevos temas que estaremos presentando durante el transcurso del presente año, así como su colaboración para la difusión global de nuestras ediciones.

La calidad de nuestro contenido es fundamental por lo que en este contexto estaremos revalorando continuamente los aspectos que hacen que esta revista continúe siendo una alternativa atractiva para que nuestros autores continúen confiando en favorecernos con sus trabajos y para nuestros lectores, garantizar que cada trabajo aceptado es revisado y traducido cuidadosamente por nuestro equipo editorial, hasta cumplir con los estándares editoriales que caracterizan a nuestra revista.

El volúmen 20. Año 2021. No° 1 de la Revista de la Metrología, muestra un nuevo formato en su portada y en la estructura de sus artículos. Estos cambios menores tienen como objetivo lograr un producto visualmente más atractivo y más acorde a las tendencias modernas de diseño, agregando valor a la calidad de su contenido.

Finalmente, sólo me queda agradecer al comité editorial y al Consejo directivo de la Asociación Mexicana de Metrología, a los revisores, los lectores y suscriptores, pero sobre todo a los autores, su valioso apoyo para la continuidad del éxito y calidad de nuestra revista. A nombre de Asociación Mexicana de Metrología, AC, también deseo agradecer al Centro Nacional de Metrología (CENAM), al Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de Querétaro (CIDESI), a nuestros patrocinadores, a la Universidad Autónoma de México, a la entidad mexicana de acreditación a.c., su confianza y apoyo a lo largo de los años.

*-M. en C. María de los Dolores Cerón Toledano, Directora.*

# Tabla de contenidos

---

<b>01</b>	Calibration sensors for Metrology 4.0	Pág 09
<b>02</b>	Productividad, Metrología e Industria 4.0	Pág 14
<b>03</b>	Ensayo de aptitud de calibración de balanza de presión hidráulica de 7MPa a 70 MPa	Pág 20
<b>04</b>	El cielo no es el límite para medir	Pág 25
<b>05</b>	Las mujeres en el sistema de la infraestructura de la calidad	Pág 32
<b>06</b>	Desarrollo de la acreditación en El Salvador	Pág 36
<b>07</b>	La industria 4.0	Pág 39

Editada:

Asociación Mexicana de Metrología A.C  
Descartes 60 int 7, Col, Anzures  
Del. Miguel Hidalgo, CDMX  
55 35 11 87  
www.ammac.mx  
info@ammac.mx

Presidente:

Dr. H.C. Fis. Pablo Canalejo Cabrera †

Vicepresidente:

Ing. Abel Chávez Reguera

Secretario:

Ing. Rosa María Herrera Hernández

Director de revista:

M. en C. María de los Dolores Cerón  
Toledano

Diseño:

M. en C. Ilse de María Noguez Cerón

Supervisión de contenido:

Dr. H.C. Fis. Pablo Canalejo Cabrera †  
Dr. Jorge C. Torres Guzmán







# 02

## Calibration sensors for Metrology 4.0

1st Roberto Benitez Mr.  
General Director ETALONS, S.A. DE C.V.  
Monterrey, Mexico  
[roberto@etalons.com.mx](mailto:roberto@etalons.com.mx)

2nd Roberto Benitez Jr. Commercial Manager ETALONS,  
S.A. DE C.V.  
Monterrey, Mexico  
[robertobh@etalons.com.mx](mailto:robertobh@etalons.com.mx)

3rd Cesar Ramirez Research and Innovation Dept.  
ETALONS, S.A. DE C.V.  
Monterrey, Mexico  
[cesar.ramirez@etalons.com.mx](mailto:cesar.ramirez@etalons.com.mx)

4th Jose A. Vazquez Research and Innovation Dept.  
ETALONS, S.A. DE C.V.  
Monterrey, Mexico  
[jose.vazquez@etalons.com.mx](mailto:jose.vazquez@etalons.com.mx)

**Abstract**—Industry 4.0 includes a wide variety of sensors to monitor different parameters along the process or to measure quality specifications, most of those sensors are electronically integrated to the process control. Some ISO quality standards require that “where necessary to ensure valid results, measuring equipment shall be calibrated” [3]. In this paper we present the current system that our Calibration Laboratory is using to calibrate the electronic measuring sensors, installed in the automated process of several smart industries. The aim of this work is to propose new technics for calibration, using the Internet and the worldwide network to provide a more efficient service and instant communication with the client. In the past, the calibration results were presented in paper or electronic documents. With the use of the new technics, the calibration results could be sent directly to the client data base, applying Metrology 4.0.

**Keywords**—calibration, calibration certificate, accreditation, measuring sensor, field standard, on site calibration.

## INTRODUCTION

Along the history of the calibration services there had been some recommended practices or standards to calibrate the process measuring and testing equipment. Before the ISO standards were used to provide quality services or to be ISO accredited in USA, the calibration laboratories were using military standards and in some other countries they were using those standards only as reference.

During the 1980`s the ISO standards became the most applicable references for quality system certification and calibration laboratory accreditation. Since the beginning of the calibration services, the calibration certificates contain information about the status of the instrument, depending of its type and the method used to calibrate the instrument.

With the technological advance, the instruments became more sophisticated and accurate. In the past, older measuring instruments, were calibrated by analog or mechanic reference standards. Industry 4.0 includes a wide variety of sensors used to measure quality specifications, most of those sensors are electronically integrated to the process control or in some cases their indications are send by wireless signal.

In order to calibrate the electronic or digital sensors, it is necessary to use digital or electronic reference standards. Nowadays, some instrument manufacturers are providing new reference standards to meet the Metrology 4.0 requirements.

The latest redefinition of the International System of Units (SI), will demand new technics and calibration methods in order to ensure valid results in quality measurements of products and services.

## CALIBRATION REQUIREMENTS

### Calibration

According to the VIM [1], calibration is: “operation that under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication”, this operation should be made according to a specific method or a calibration procedure, most of the times as an international recommendation. One of the ISO quality standards requirements is that “where necessary to ensure valid results, measuring equipment shall be calibrated, at specified interval, against measurement standards”. The calibration result should be documented in a Calibration Certificate.

### Calibration Certificate

During the 1980`s, the calibration laboratories provided calibration certificates (Fig. 1) focused on the traceability of the measurements by making references through primary laboratory report number. At that time, most of the instruments were sent to the calibration laboratory that in some cases was far away of the plant or in another department of the factory.



Figure 1. Calibration Certificate format, used during 1980`s

With the development of ISO standards, the calibration requirements were more complete, and more calibration data was included in the calibration certificates (Fig. 2). Within the ISO requirements, the estimation of the measurement uncertainty and the technical competence were required. Also, the ISO standards required that the calibration laboratory should be ISO accredited. Another requirement of the ISO quality standards was the accreditation of the calibration service providers [2]. When the industrial globalization took place and the computers were introduced for administration activities and automation of the production process, the quality systems required to maintain the “records of the calibration activity for all gauges, measuring and test equipment, needed to provide evidence of conformity of product to determined requirements”.

**Mechanic and analogic measuring instruments**

Before the electronic era, most of the measuring instruments operated by complicated mechanisms or passive elements, as an example we can mentioned the bimetallic thermometers (Fig. 3). These instruments could be removed from the system and they could be sent externally for calibration. In the same way, many other instruments could be sent for calibration. The calibration service provider for mechanical and analogic measuring instruments built big facilities to keep the reference standards that most of the times were large equipment, and those facilities were also far away from the process plant. Only few factories developed their own calibration laboratories having a limited scope that did not cover all their measuring instruments. Even more, the laboratories of the calibration service providers should be ISO accredited.

**Electronic or digital measuring instruments**

Nowadays, the smart factory uses electronic or digital sensors (Fig. 4) to measure the different parameters in their manufacturing process.

**ETALONS** Número de Informe: 17EM143D04  
Fecha de Calibración: 01/06/17  
MIEDMA

**Informe de Calibración**

---

**Otorgado a:** Su Planta  
**Dirección:** Carretera a Zac - Dgo km 4,5 Parque Industrial Zacatecas, Zac.

**Instrumento:** Calibrador digital de 0-6”(0-152,4 mm)  
**Marca:** Mitutoyo **Serie:** 3067800  
**Modelo:** CD-6”CS **No. Cbrt:** 1223

La calibración del instrumento descrito en este informe, se realizó con métodos y procedimientos basados en normas nacionales e internacionales, utilizando para ello, patrones de referencia con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través de un laboratorio Primario (NIST, CENAM, PTR, NRC, ETC.) y/o representaciones acordadas del mismo, basadas en constantes físicas fundamentales naturales aceptadas.

Resultado de la medición:		Condiciones de la calibración:	
Error Máximo:	0.0005 pulg.	Temperatura:	23°F
Incertidumbre:	0.0003 pulg.	Humedad Relativa:	29%
Cumplimiento de especificaciones:	SATISFACTORIO	Realización en:	Planta

**Procedimiento utilizado:** CP-1-LG-02 Fecha de recalibración recomendada: 07/06/17  
Fecha de recepción: 01/05/17

**Patrones utilizados:** MIEDMA

Descripción	No. de Informe	Vigencia
(Z-111) Juego de bloques	1000229204	Ago. 16 - Ago. 18
(Z-113) Juego de bloques	1000229283	Ago. 16 - Ago. 18

**Calibrado por:** Ing. S. Adriana Flores P. *[Signature]* **Revisado por:** Tec. Alfonso Guerra V. *[Signature]*  
Métrlogo: Metrologo

\* ESTE INFORME SOLO TIENE VALIDEZ EN SU PRESENTACIÓN ORIGINAL.  
\* LA REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDICIONES SOLAMENTE PODRÁ REALIZARSE EN CONDICIONES SIMILARES A LAS DESCRITAS EN ESTE INFORME.

**OBSERVACIONES:** Factor de conversión 25,4 mm = 1 pulg.  
FORMA F-ENCZ

Figure 2. Current Calibration Certificate format.



Figure 4. Smart measuring sensors



Figure 3. Bimetallic Thermometer.

Everyday new smart sensors are developed, and mobile applications (App's) are used to control or to monitor the manufacturing process. One of the current applications of the Metrology 4.0 is in the brewery industry (Fig.5).

In order to monitor and control the process and the conditions of the product, since the incoming material up to the final product, it is necessary to have different types of instruments; weighing devices, thermometers, pressure gauges, flow meters, level meters, and some many others.

Most of the time, these sensors send the information to the main panel control via wire or wireless. The information that comes from the smart sensors is presented in the control panel, and it could be send to a corporate computer or to a mobile device, by this way, the information shown in the control panel, could be sed to any place in the same plant or to some other facilities far away, even facilities that are located around the world.

Even though the smart sensors are accurate measurement instruments, those sensors should be calibrated in order to ensure valid results, at specific intervals, and against measurement standards traceable to the SI.

## CALIBRATION METHODS

### **Former calibration method**

The former calibration methods and reference standards that were used to calibrate the mechanic or analog measurement instruments, were equipment that should have been connected to the plant power supply, and the indication of the value was shown on a scale or a digital display. With this technology, the calibration results should have been registered by hand on paper or in mobile device. After the calibration was done, the calibration values were printed in a paper calibration certificate or registered as electronic files in a computer database. Nowadays most of the clients ask for .PDF electronic calibration certificates.

### **Current method**

In order to calibrate the smart sensors, we developed a wireless on site calibration system, that has the capacity to control the temperature in a Dry Block calibrator, and to store the data of the calibration. Currently we use this system to provide calibration services to a brewery plant, and we were using the system for almost a year without any failure.

With these systems, it is possible to monitor every part of the manufacturing process from any place inside or outside of the process plant, even in some other part around the world.

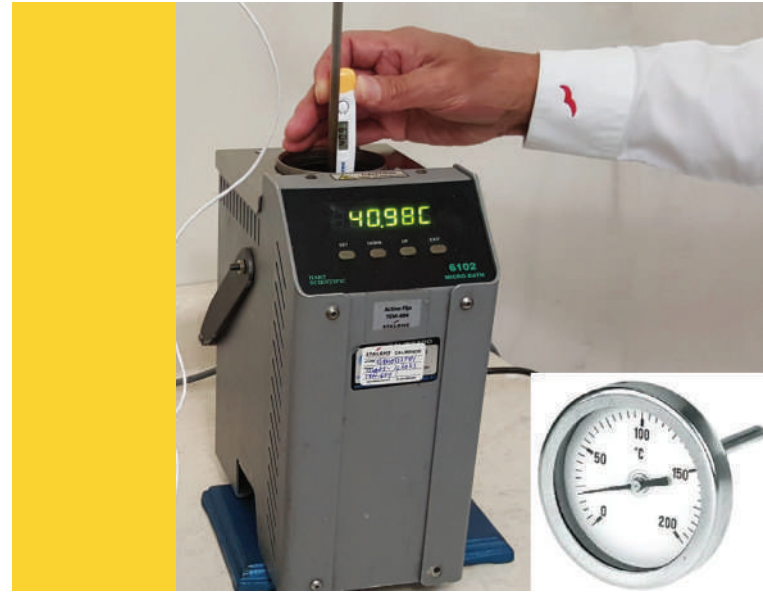


Figure 5. Former Temperature Calibration



Figure 6. Smart temperature sensors



Figure 7. Smart industry

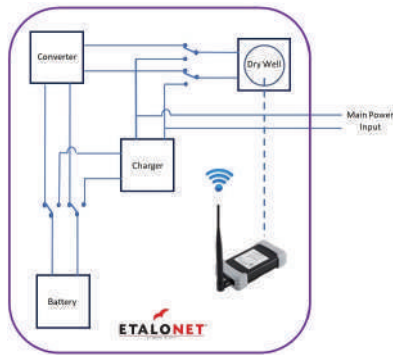


Figure 8. Smart Temperature Calibration



Figure 9. Basic elements of the standard



Figure 9. Smart temperature standard

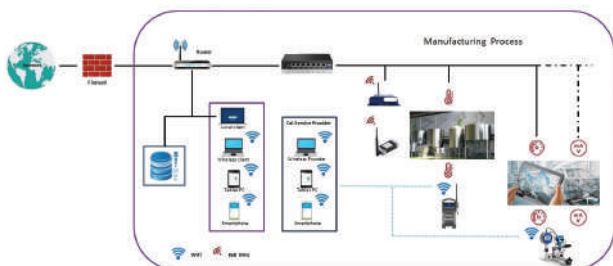


Figure 10. Smart factory concept

The smart sensors that the Industry 4.0 is using to monitor the process measurements, require new accurate and smart calibration standards. The standards that we were using in the past, made the calibration of those sensors complicated, that was the reason why we developed a wireless on site temperature calibration system.

**PROJECT DEVELOPMENT**

Having 39 years of experience providing calibration services to industry, we found the necessity to calibrate the process measuring sensor in a more efficient way. With the use of traditional standards, to calibrate temperature sensors, we needed to move the Dry Well Standard that had to be connected to the power outlet. According to the calibration procedure for temperature sensors, it is necessary to place the sensor inside of the Dry Well and then compare the indicated temperature of both instruments. Most of the time, these instruments are separated at a great distance, reason why the communication is done via radio or mobile phone to register the indicated values. The first step that we did, was the integration of the autonomous power unit, formed by one dc battery, one dc-ac converter, one energy charger, and the Dry Well Calibrator. After the power unit was assembled, a wireless RTD sensor was attached to the power unit. The RTD sensor has the capability to connect to the network. To have the control of the temperature standard and the transmission of the data to the user or the calibration technician, a software application was developed and customized for this purpose [7].

With this system, we calibrate the temperature sensors that are installed in some brewery plants in Mexico, [6] and we started using it to calibrate the smart thermometers located at the pharma warehouses. Smart factories are growing in different areas as automotive, healthcare, food and beverages, aeronautics and some others. The smart cities, also will need to measure water supply, energy, gas, transportation, etc. All these measurements will need to be ensure for legal trade.

**CONCLUSION**

With the development of this wireless on site calibration system, we demonstrate that the requirement of the measurement assurance program of the smart factories could be met with the application of the Metrology 4.0. In the future, with the development of the quantum units and the practical results of projects like “The NIST on a Chip” [9], we are sure that we will have reference standards integrated in small units. In ETALONS we are currently developing a wireless on site calibration standards for pressure and mass.

**REFERENCES**

BIPM JCGM 200:2012 International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM) 3rd edition. | ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories Third edition 2017-11 | AUTOMOTIVE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM STANDARD IATF 16949:2016 – Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations. 1st Edition, 1 October 2016. | IEC 60050-300:2001, International Electrotechnical Vocabulary — Electrical and electronic measurements and measuring instruments — Part 311: General terms relating to measurements — Part 312: General terms relating to electrical measurements — Part 313: Types of electrical measuring instruments — Part 314: Specific terms according to the type of instrument. I.M.B. Neto, A.I. Lopes, M.A.M. Sousa, M.M.A Brito,D.R.C. | Silva,M.B. Nogueira, M.C. Rodrigues, “THDi measurement system of home energy signal base on IoT” Proc. of IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia, Italy, April 16-18, 2018, pp. 181-186. | Gianluca Masetti, Francesco Marazzi, Luca Di Cecilia, Luigi Rovati, “IoT-based Measurement System for Wine Industry” Proc. of IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia, Italy, April 16-18, 2018, pp. 164-169. | G. D’Emilia, A. Gaspari, “Data validation technics for measurements systems operating in a Industry 4.0 scenario” Proc. of IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia, Italy, April 16-18, 2018, pp. 113-117. | G. D’Emilia, A. Gaspari, E. Natale, “Measurements for smart manufacturing in an Industry 4.0 scenario” Proc. of IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia, Italy, April 16-18, 2018, pp. 108-112. | USA NMI National Institute of Standards and Technology “NIST-on-a-Chip Portal” <https://www.nist.gov/pml/productservices/nist-chip-portal>.



# 03

## Productividad, Metrología e Industria 4.0

Froylán Martínez Suárez<sup>1</sup>, Flora. E. Mercader Trejo<sup>2</sup>, Raúl Herrera Basurto<sup>3,4,\*</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Metrología – Dirección de Metrología de Materiales.

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui – Departamento de Investigación y Posgrado.

<sup>3</sup> Total Metrology in Chemistry – Innovación y Negocios.

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica de Querétaro – División Industrial – Nanotecnología.

## Resumen

Se presenta un análisis de la interface entre Productividad, Metrología e Industria 4.0, los retos que se presentan para la “nueva industria” y se indican algunos ejemplos que muestran los beneficios e innovaciones que surgen en este punto de convergencia.

## Industria 4.0

Los avances en tecnologías de la información (TIC’s) junto con los productos inteligentes impulsaron la 4ª revolución industrial, que cambiará radicalmente el ecosistema industrial. En la figura 1, se resumen la evolución de la manufactura durante el tiempo.

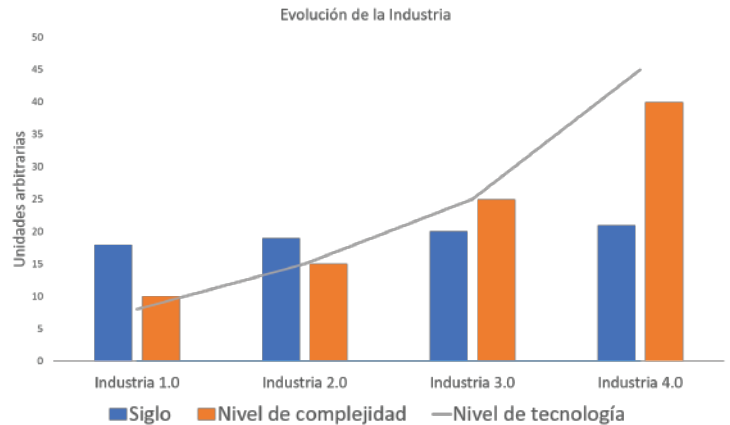


Figura 1. Evolución industrial y las innovaciones generadas en cada etapa. Tipo de producción e innovación se encuentran en el recuadro.

El concepto de la Industria 4.0, es una iniciativa que tiene su origen en Alemania. En otras regiones del mundo se le llama Fabrica Inteligente, Industria Inteligente o Manufactura Inteligente. Estos términos se refieren a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las TIC’s (la informática y programas de cómputo). Persigue una adaptabilidad extrema y eficiencia y une la cibernética y el mundo físico en un entorno de la manufactura. Todos estos términos tienen en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentran en un proceso de transformación digital, una "revolución o evolución industrial" producida por el avance de las TIC’s [1].

## Manufactura del futuro.

Ninguna actividad puede concretarse por decreto, es necesario preparar los escenarios para que las actividades se realicen bajo las condiciones óptimas con la finalidad de disminuir riesgos, por ello, varias organizaciones mundiales, como el Foro Económico Mundial [2], ha señalado que para lograr los beneficios de la Industria 4.0, en cualquier país, es necesario conjuntar y analizar las capacidades y políticas que se encuentran la figura 2.

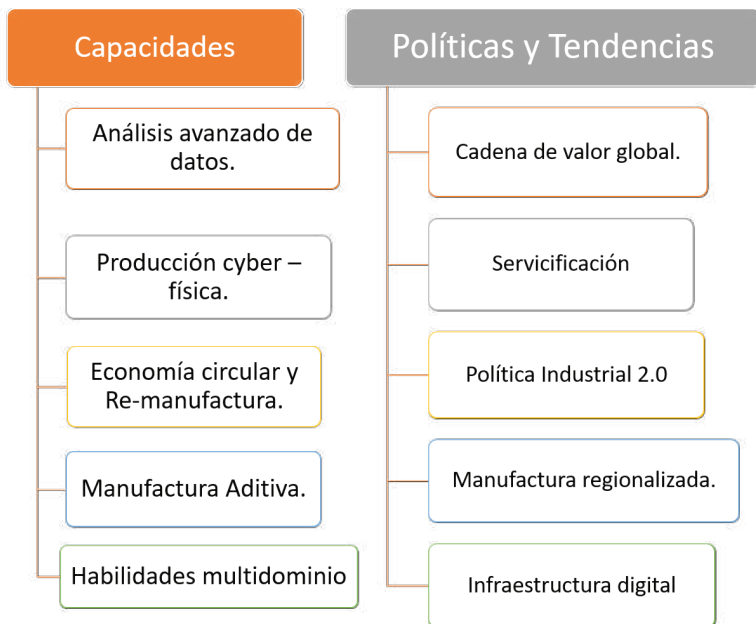


Figura 2. Directrices para aprovechar los beneficios de la Industria Inteligente, de acuerdo con el Foro Económico Mundial [2].



Para lograr éxito en los próximos años y ser atinados en las decisiones y diseños desde políticas públicas hasta equipos de producción es menester mirar a los casos que han sido exitosos en otros lugares del mundo. Cabe observar que no sólo se requiere ser un país desarrollado para lograr el éxito, existen varios ejemplos de fracasos en países avanzados que no han considerado todos los puntos indicados en la figura 2.

### **Producción en la nube o la fábrica inteligente.**

Está formada por unidades de producción inteligentes (UPI) vinculadas al ecosistema de fabricación, del que conocen su estado y limitaciones. Como cada módulo es capaz de obtener la información que necesita, la fábrica se convierte en una red de agentes que toman decisiones optimizadas a nivel local. La producción podría organizarse según un modelo de oferta-demanda donde la capacidad de los sistemas es la oferta y la demanda surge de las órdenes que deben atenderse.

Cada UPI podría decidir su programa de producción (en base a su tiempo de procesamiento, las fechas de entrega u objetivos de beneficio o sostenibilidad). Este control de producción descentralizado ofrece la posibilidad de fabricar cada producto de manera individual sin costos adicionales y con fechas de entrega de gran fiabilidad. Además, la captura masiva de datos relacionados con la producción y su análisis permitirán alcanzar niveles desconocidos hasta el momento de productividad y calidad del producto [1].

### **Digitalización de la Industria**

La digitalización e integración de cadenas de valor horizontales y verticales (procesos de estructura, desarrollo, manufactura, comercialización y logística de un bien o servicio); la digitalización del producto mediante la integración de sensores inteligentes, con el uso de métodos avanzados de recolección de información para refinar los bienes finales de acuerdo con la demanda; y los modelos de negocios digitales, permiten expandir la oferta de las empresas con servicios basados en datos y plataformas integradas [3].

Para nuestro país, la digitalización de las industrias es un paso muy importante. Un ejemplo es el Mapa de Ruta de Industria 4.0 (I4.0), promovido e impulsado desde la Secretaría de Economía. Este mapa analiza las características del sector manufacturero en México, las estrategias alrededor del mundo, así como las tendencias más importantes en esta materia. Por otro lado, identifica las principales acciones que pudieran implementarse, con énfasis en nuevas tecnologías, educación, economía digital, así como en proyectos estratégicos [3].

### **Productividad y competitividad industrial e innovación.**

Las empresas son en cada país las organizaciones que generan riqueza y como tal son indispensables para el bienestar de la población. Con la actividad empresarial van asociados aspectos como el empleo, productividad, innovación y generación de nuevos productos que se convierten en satisfactores de la sociedad. Para que esto ocurra, la actividad industrial debe tener la calidad suficiente basada en principios científicos-tecnológicos que se los confiere la medición correcta en cada uno de sus procesos. Alcanzar estándares de calidad mundial es posible únicamente con mediciones del mismo estándar mundial. En México, la organización del Estado encargada de poner esto a disposición de la industria, sociedad y gobierno es el CENAM. El cambio esperado, es que la industria, sociedad y gobierno utilicen al máximo las herramientas que la metrología les ofrece para lograr una sociedad competitiva e innovadora que ponga al país entre los mejores lugares a nivel mundial y que esto se traduzca en el bienestar social, diverso e incluyente [4].

## **Metrología digital.**

La Industria 4.0 se encuentra en medio de una rápida transformación digital que está desafiando las prácticas de trabajo y los paradigmas en las comunidades de metrología, principalmente en el establecimiento de la trazabilidad y la reproducibilidad de los resultados, esto incide directamente en tener patrones de medición con incertidumbre adecuada a sus requerimientos.

Actualmente, se han encontrado que en la industria se encuentran sistemas de medición o patrones de medición con mejores cualidades metrológicas que permiten cumplir formalmente con la cadena de trazabilidad que es una de las fortalezas de cualquier sistema metrológico nacional o internacional. La redefinición de las unidades del SI plantea el mejoramiento metrológico en los sistemas de medición, que apoyen a alcanzar estos requerimientos [5].

Si se quiere garantizar la coherencia y la confianza en la medición en este nuevo mundo, es indispensable cubrir el desafío tanto de llevar la metrología al mundo digital como a "digitalizar" la metrología. Los desafíos para la infraestructura de metrología existente para garantizar que sea adecuada para este nuevo mundo incluyen problemas relacionados con los certificados de calibración digital, y cómo podemos hacer que la información de referencia (Capacidad de Medición y Calibración, definiciones, etc) sea accesible en formato digital (por ejemplo, legible por las máquinas y dispositivos).

También hay desafíos para nuestras comunidades de usuarios, que buscarán asegurarse de que pueden seguir teniendo la confidencialidad de sus mediciones a través del intercambio de la información.

Algunos ejemplos cotidianos donde se puede violentar la seguridad de la información y datos metrológicos son: las imágenes cuantitativas en el diagnóstico médico, la combinación de grandes conjuntos de datos desde sensores conectados a internet con cualidades muy diferentes, el control de calidad metrológico en la fabricación avanzada cuando toda la cadena de suministro está habilitada digitalmente. También hay un reto particular para la comunidad de investigación científica con reproducibilidad, un tema que fue objeto en el "Taller sobre la reproducibilidad de la investigación científica en los INM" [6, 7].

## **Casos de éxito y nuevos productos metrológicos.**

Una de las iniciativas que se impulsa actualmente en Latinoamérica, desde nuestro país, es la generación del llamado Certificado de Calibración Digital (DCC, por sus siglas en inglés), en el cual se tiene la información de los resultados del proceso de calibración, en formato XML, que pueda ser reconocido internacionalmente, y que permita el intercambio de datos entre el usuario y los dispositivos. Entre los beneficios del uso de dicho formato, se encuentran la integridad, confidencialidad y autenticación de la información. Dicho formato debería ser válido para el gemelo digital, así como para la metrología legal. Se puede comentar que, en el mediano plazo, el uso de estos DCC, permitiría la automatización de los procesos de calibración, y la generación, en tiempo real, de cartas de control metrológico [8].

En el ámbito deportivo, se ha empezado a implementar la tecnología de los llamados “Real-time GPS wearables”, para medir y monitorear parámetros de cada jugador de equipos de fútbol, durante los entrenamientos, para mejorar su desempeño en las competencias deportivas. Se realiza el registro del ritmo cardiaco, velocidad, distancia recorrida, trayectos recorridos, y aceleración. Estos datos ayudan a cuantificar y controlar la mejor carga de entrenamiento para los jugadores, con el fin de reducir los riesgos de lesiones. El sistema es alimentado con otros datos tales como los tratamientos fisioterapéuticos de cada jugador, el suministro de suplementos, y datos del podólogo. Los jugadores fueron requeridos para colocarse los instrumentos o dispositivos GPS, de tal manera, que los datos de sus movimientos y rutinas de entrenamiento fueran disponibles en tiempo real, para los entrenadores, doctores, fisioterapeutas y nutriólogos. Los datos son analizados con ayuda de tecnología novedosa como el barrido 4D y la inteligencia artificial, disponible en la nube [9].

### Interface entre Productividad, Metrología e Industria 4.0

El tridente de conocimientos entre Metrología, Productividad e Industria 4.0, figura 3, es la interface de estudio más relevante en la actualidad, ya que es un punto convergente para establecer los cimientos de la nueva “Industria Inteligente”, donde se espera optimizar los recursos y mejorar la calidad de vida de las personas, ya que permitirá entre otras ventajas la toma de decisiones con resultados inmediatos y confiables.

La productividad puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. También se puede considerar como el cociente de lo que entra y sale en un proceso. En la actualidad se buscan elementos que permitan que ese cociente sea del 100%. Estos requieren un control exhaustivo del proceso, lo cual, queda fuera del alcance de las potencialidades humanas, sin embargo, con el uso de herramientas de la industria 4.0 y la metrología se puede lograr cristalizar este ideal, al generar información simultánea que permita modelar los procesos con mayores datos y que representaciones más reales. Esta paradoja permite tener una productividad más cercana a lo humano.

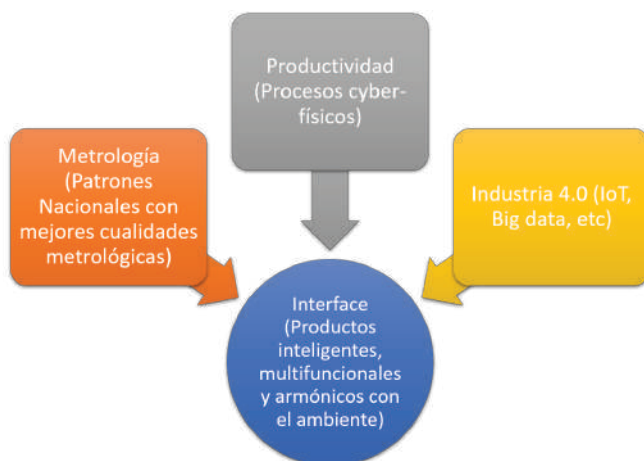


Figura 3. Componentes de la Interface Productividad, Metrología e Industria 4.0.

“

Los autores agradecen a sus instituciones por el apoyo para realizar esta investigación. FMT y RHB agradecen al CONACY por el apoyo recibido a través del SNI.

#### Referencias

- [1] José Luis del Val Román, *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*, CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA, 2016. <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDI-Industria-4.0.pdf>.
- [2] *The future of manufacturing report – Cases on the Future of Manufacturing* WEC-2016.
- [3] “Industria 4.0: Retos para México”, Blog de la Secretaría de Economía, Gobierno de México, 19 de febrero de 2018. <https://www.gob.mx/se/articulos/se-lleva-a-cabo-el-evento-industria-4-0-retos-para-mexico?idiom=es>
- [4] Programa Institucional del Centro Nacional de Metrología 2020-2024, DOF, 30 de septiembre de 2020.
- [5] BIPM – Units International System <https://www.bipm.org/en/the-si/>
- [6] METROLOGY AND REPRODUCIBILITY IN THE DIGITALIZED WORLD, Thomas Liew, BIPM, 17 may 2019.
- [7] Taller NMI en mayo de 2018 (<https://www.npl.co.uk/insights/improving-reproducibility-in-research>)
- [8] Taller “Desafíos en metrología para manufactura avanzada y la 4a. revolución industrial”. Consultada el 22 de octubre de 2021. <https://www.gob.mx/cenam/articulos/taller-desafios-en-metrologia-para-manufactura-avanzada-y-la-4-revolucion-industrial?idiom=es>
- [9] How Location Technology Helps Real Madrid Improve Team Performance. 22 de enero de 2021. <https://www.gwprime.geospatialworld.net/case-study/how-location-technology-helps-real-madrid-improve-team-performance/>



# 04

## **Ensayo de aptitud de calibración de balanza de presión relativa hidráulica de 7MPa a 70MPa**

Flores Martínez F. J., Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología  
km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro.  
+52 442 211 0500  
fflores@cenam.mx  
jtorres@cenam.mx

# Palabras clave: presión relativa hidráulica, ensayo de aptitud, balanzas de presión.

## Resumen

Se presentan los resultados del ensayo de aptitud de calibración de balanzas de presión relativas hidráulicas en el intervalo de 7 MPa a 70 MPa. En la presente evaluación de confiabilidad y desempeño técnico participaron 5 laboratorios.

## Introducción

Los ensayos de aptitud entre laboratorios de calibración acreditados del Sistema Nacional de Calibración son utilizados para demostrar el desempeño y la confiabilidad de los laboratorios en la realización de mediciones o servicios de calibración acreditados de acuerdo a sus capacidades de medición y calibración declaradas.

El Centro Nacional de Metrología (CENAM) para atender las necesidades de ensayos de aptitud de laboratorios acreditados propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de balanzas de presión relativas hidráulicas industriales, determinación de error y su incertidumbre, en el intervalo de 7 MPa a 70 MPa.

En este ensayo de aptitud el CENAM es el laboratorio piloto y establece los valores de referencia. Este ensayo de aptitud es coordinado y piloteado por el CENAM en su carácter de laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración (SNC).

Las mediciones para este ensayo de aptitud se realizaron de septiembre a noviembre de 2019, participando un total de 5 laboratorios. El patrón de transferencia se calibró dos veces por el laboratorio piloto, al inicio y al final del ensayo.

## Procedimiento de medición

Se realizaron las mediciones de acuerdo al documento "Protocolo para el ensayo de aptitud de calibración de balanza de presión relativa hidráulica de 7 MPa a 70 MPa. CNM-EA-720-0010/2019".

## Los principales puntos considerados fueron:

- A. Los puntos de medición de presión relativa fueron: (7, 14, 21, 35, 49, 63 y 70) MPa.
- B. Se realizaron 4 mediciones para cada punto, por medio de 4 series, 2 en sentido ascendente y 2 en sentido descendente.
- C. El laboratorio piloto calibró 2 veces, al inicio y al final del ensayo.

## Laboratorios participantes

Nombre del Laboratorio
CIATEQ, A. C.
Comisión Federal de Electricidad
CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
Laboratorio de Calibración y Pruebas SIMCA, S. de R. L. de C. V.

Tabla 1. Laboratorios participantes.

Nombre del Laboratorio
Metrotecnica S.A. de C.V.

Tabla 1 a. Laboratorio que se dio de alta después de que se envió el protocolo.

## Patrón de transferencia

Balanza de presión marca FLUKE / FLUKE, modelo P3124-1 / WG-92, número de serie 68240 / X4649. Ver Figura 1.

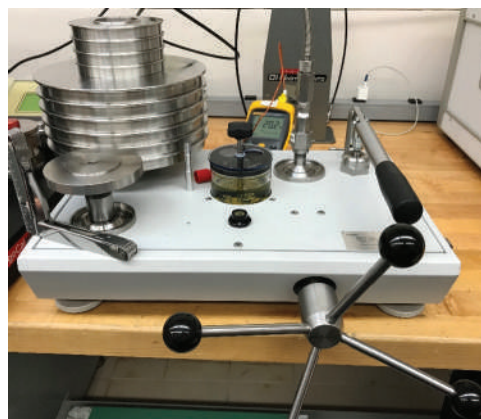


Figura 1. Balanza de Presión.

### Análisis de Resultados

Este ensayo de aptitud se realizó conforme a lo establecido en la norma NMX-EC-17043-IMNC-2010. El error normalizado se determinó de acuerdo a la Ecuación 1, donde:

- $E_n$  Error normalizado, ( $k = 2$ ).
- $x_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio participante.
- $x_{ref}$  Error de referencia obtenido por el laboratorio piloto.
- $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, ( $k = 2$ ), del laboratorio participante.
- $U_{ref}$  Incertidumbre expandida de referencia. Incertidumbre más grande de las calibraciones realizadas por el CENAM combinada con la deriva del patrón, ( $k = 2$ ).

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Ecuación 1

### Aplicación del Error normalizado

Satisfactorio: Laboratorios que obtengan un valor absoluto de error normalizado menor o igual a 1,  $|E_n| \leq 1$ .

No satisfactorio: Laboratorios que obtengan un valor absoluto de error normalizado mayor que 1,  $|E_n| > 1$ .

### Comportamiento del patrón de transferencia

El patrón de transferencia (PT) tuvo un desempeño adecuado durante la ronda de mediciones. La gráfica 1 muestra el comportamiento del patrón de transferencia, se observa buena reproducibilidad entre las dos calibraciones, la máxima diferencia (entre mediciones) en el mensurando que se encontró fue de 1.3 kPa. También se muestra el promedio de las dos mediciones.

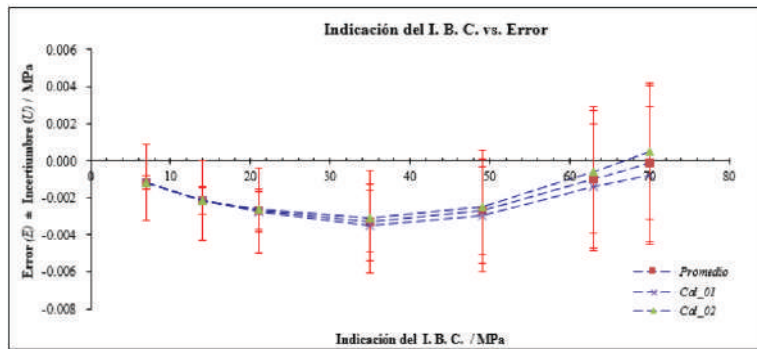


Figura 2. Desempeño del patrón de transferencia. Calibraciones realizadas por el CENAM.

### Resultados

Los valores de referencia considerados para este ensayo son:

- a) Para el error, el promedio de los errores obtenidos en las dos calibraciones realizadas por CENAM.
- b) Para la incertidumbre de la medición, la máxima incertidumbre expandida estimada para cada punto de medición de las dos calibraciones, combinada con la máxima variación del PT (en todo el periodo del ensayo).

En la Figura 3 se presenta los errores obtenidos por los laboratorios participantes incluyendo la del laboratorio piloto

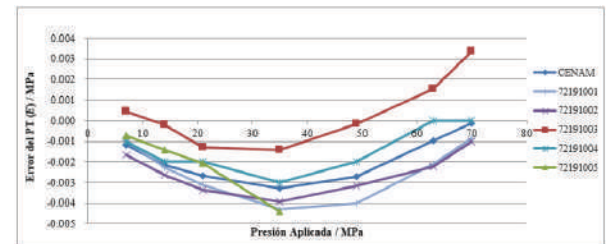


Figura 3. Errores del PT por los laboratorios participantes.

En la Figura 4 se presentan las incertidumbres expandidas asignadas al patrón por los laboratorios.

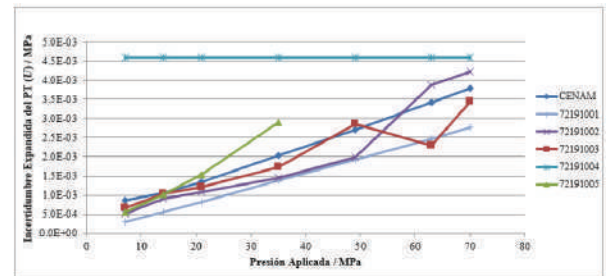


Figura 4. Incertidumbre expandida asignada por los laboratorios participantes al PT.

La Tabla 2 presenta las incertidumbres expandidas ( $k = 2$ ) asignadas por los laboratorios al patrón de transferencia.

Presión Nominal	CENAM	72191001	72191002	72191003	72191004	72191005
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
7	0.000 86	0.000 29	0.000 52	0.000 67	0.004 6	5.6E-04
14	0.001 1	0.000 55	0.000 91	0.001 0	0.004 6	1.0E-03
21	0.001 3	0.000 83	0.001 09	0.001 2	0.004 6	1.5E-03
35	0.002 0	0.001 4	0.001 45	0.001 7	0.004 6	2.9E-03
49	0.002 7	0.001 9	0.001 98	0.002 9	0.004 6	----
63	0.003 4	0.002 5	0.003 87	0.002 3	0.004 6	----
70	0.003 8	0.002 8	0.004 22	0.003 4	0.004 6	----

Tabla 2. Incertidumbre expandida asignada al PT por los laboratorios participantes.

**Nota:** De acuerdo a la GUM las incertidumbres se deben informar con 2 cifras significativas, en la tabla anterior se incluyeron las incertidumbres tal como las enviaron los laboratorios.

### Desempeño de los laboratorios

Los resultados de los laboratorios se muestran en la Tabla 3, Figura 5 y Figura 6, donde se presenta el error normalizado de los laboratorios participantes.

Presión Nominal	72191001	72191002	72191003	72191004	
MPa	$E_n$	$E_n$	$E_n$	$E_n$	$E_n$
7	0.20	-0.49	<b>1.5</b>	0.04	0.42
14	-0.09	-0.36	<b>1.3</b>	0.03	0.52
21	-0.30	-0.40	0.76	0.14	0.30
35	-0.42	-0.26	0.71	0.06	-0.32
49	-0.39	-0.14	0.65	0.13	----
63	-0.27	-0.25	0.61	0.17	----
70	-0.15	-0.16	0.68	0.02	----

Tabla 5. Error normalizado de los laboratorios participantes.



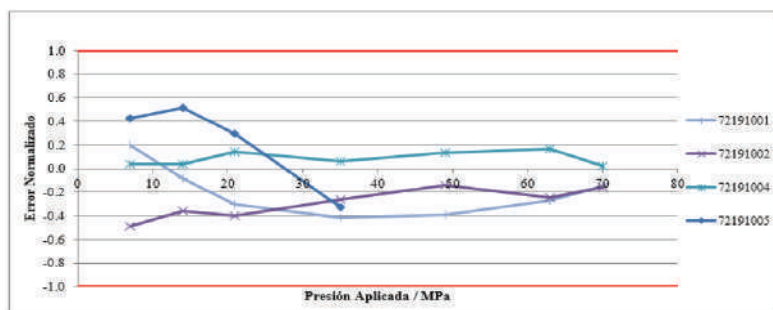


Figura 5. Error normalizado de los laboratorios participantes, con buena compatibilidad.

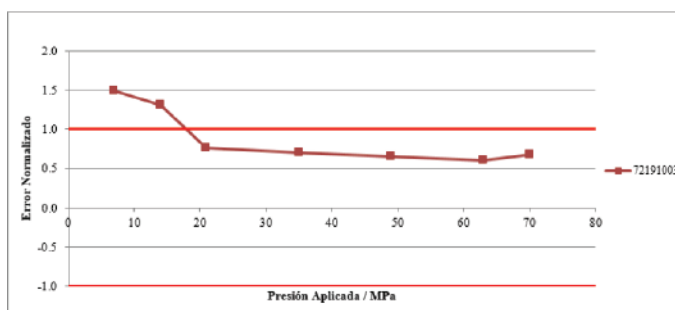


Figura 6. Error normalizado del laboratorio, con compatibilidad no satisfactoria.

## Discusión

Durante el desarrollo del ensayo de aptitud, el patrón de transferencia tuvo muy buena estabilidad y una baja desviación por lo que se considera que fue adecuado para los fines de este ensayo de aptitud. Adicionalmente, se realizaron las consideraciones de tomar la mayor incertidumbre del CENAM como la de referencia y considerar la máxima diferencia en los errores de cada punto de medición como incertidumbre por deriva asegurando que la incertidumbre de referencia sea confiable.

En cuanto a la revisión de las CMC: Los laboratorios 72191001 y 72191003, presentan incertidumbres mayores en los primeros puntos que la de sus CMC, se recomienda revisarlas y en su caso modificar los CMC. De los laboratorios 72191002 y 72191005, no hay comentarios de sus CMC. El laboratorio 72191004, presenta incertidumbres mayores en todos los puntos que la de su CMC, se recomienda revisarlas y en su caso cambiar su CMC.

## Conclusiones

Podemos concluir que este ensayo de aptitud tuvo una participación buena, ya que 5 laboratorios se inscribieron en el ensayo. De los laboratorios participantes el 80% (4 laboratorios) obtuvieron resultados satisfactorios. La Tabla 6 muestra el resultado final de este ensayo de aptitud.

Código del laboratorio	Resultado del ensayo de aptitud
72191001	SATISFACTORIO
72191002	SATISFACTORIO
72191003	<b>NO SATISFACTORIO</b>
72191004	SATISFACTORIO
72191005	SATISFACTORIO

Tabla 6. Resultado final para el ensayo de aptitud.

## Agradecimientos

Se agradece a la empresa FLUKE MEXICANA DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL, S. A. DE C. V. por haber facilitado en préstamo del patrón de transferencia.

## REFERENCIAS

- [1] NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud  
 [2] Torres Guzmán J. C., Guía y Lineamientos Generales para Comparaciones de Patrones de Medición, Memorias del Segundo Congreso Internacional Metrocal. Concepción, Chile. Abril 2001.



# 05

## El cielo no es el límite para medir

María de los Dolores Cerón Toledano<sup>1</sup>, Ezequiel Eugenio Noguez Sáenz<sup>2</sup>, Karla Tapia<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Service Partner de Servicios de Calibración y Mantenimiento en México para Vaisala- Sistemas Integrales de Calibración y Aseguramiento Metrológico SA de CV [SICAMET] – Dirección Técnica.

<sup>2</sup> Service Partner de Servicios de Calibración y Mantenimiento en México para Vaisala [SICAMET] – Dirección General.

<sup>3</sup> Karla Tapia - LAM Marketing Manager Vaisala

Resumen del artículo “**¿Hay alguien ahí afuera? Sí nosotros...**” Escrito por la empresa Vaisala, líder mundial de las mediciones de humedad y temperatura y publicado Liisa Åström, Vicepresidenta de productos y sistemas de Vaisala.



Figura 1 Créditos: Vaisala. El cielo no tiene límites: los sensores de presión y humedad de Vaisala ya están en el espacio.

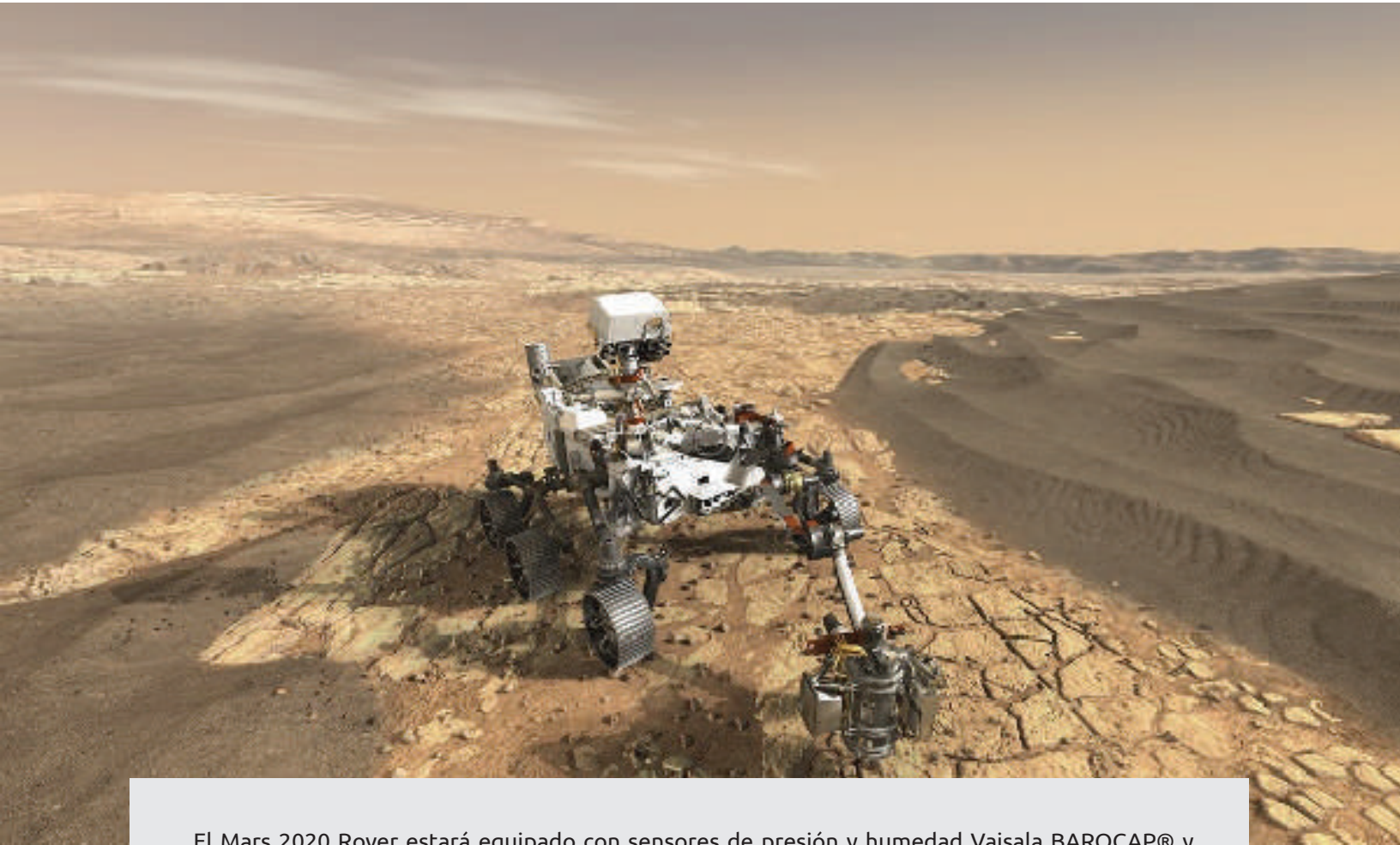
**Como humanos aprendimos a medir antes de aprender a escribir** cada invención nos lleva a medir con mayor exactitud, las ciencias de las medidas y sus aplicaciones nos está llevando más lejos de lo que pudimos haber imaginado.

Dice Liisa Åström de Vaisala, explorar el espacio fomenta la innovación y la colaboración internacional, es la forma de obtener información que sustente si la vida se encuentra presente lejos de la Tierra, lo que satisface el deseo innato de los seres humanos de explorar y comprender el mundo que nos rodea.

La Luna la primera meta con las primeras exploraciones y retos, ahora Marte es la meta de la investigación dice Liisa Åström, particularmente importante por las similitudes de ese planeta con la Tierra, el objeto del interés podría ser para ayudarnos a comprender mejor los desafíos que enfrentamos aquí en la Tierra, como el cambio climático.

Las misiones a Marte ya han producido una serie de descubrimientos importantes. Ahora se sabe que, el clima del planeta ha cambiado drásticamente a través del tiempo, mientras que el descubrimiento de agua en el planeta (con la ayuda de la tecnología de Vaisala) tiene una importancia significativa sobre la posibilidad de que alguna vez haya albergado vida, o de que tal vez aún hoy todavía lo haga.

También dice Liisa Åström se ha revelado que los niveles de radiación en Marte no representan una importante amenaza a la salud para los seres humanos, lo que mantiene abierta la posibilidad de la exploración tripulada del planeta en el futuro.



El Mars 2020 Rover estará equipado con sensores de presión y humedad Vaisala BAROCAP® y HUMICAP®. Los sensores son parte de la instrumentación diseñada por el Instituto Meteorológico de Finlandia (FMI) y se utilizarán para recopilar lecturas exactas de presión y humedad en las condiciones ambientales extremas de la atmósfera Marciana, signos de condiciones habitables en Marte en el pasado antiguo, sino también buscando signos de vida microbiana pasada.

El nuevo equipo de la misión complementará las herramientas de medición ya existentes en Marte llevadas allí por Curiosity en 2012. Mientras trabajan en Marte, Curiosity y Mars 2020 Rover crearán una red de observación a pequeña escala que anticipa la extensa Red de Observación MetNet planeada en Marte para el futuro.

Continua explicando Liisa Åström "Estamos muy contentos y orgullosos de que el equipo de Vaisala haya sido seleccionado nuevamente como un afiliado para la exploración espacial que nos ayudará a comprender el mundo que nos rodea. Las mediciones exactas y confiables son el núcleo de esta comprensión. La fortaleza de Vaisala es exactamente eso: nuestros sensores funcionan de forma fiable y exacta también en las condiciones extremas de Marte ", afirma Liisa Åström, Vicepresidenta de productos y sistemas de Vaisala.

Figura 2. Créditos: NASA / JPL-Caltech. Esta ilustración muestra el rover Mars 2020 de la NASA en la superficie de Marte.

Esta no es la primera ni la segunda ocasión en que la tecnología de Vaisala ha ido al espacio. Vaisala tiene una larga historia de proporcionar sensores para exploraciones espaciales, que se remonta a la década de 1950, cuando Vaisala convirtió la frecuencia de un teodolito de radio para ayudar a rastrear el Sputnik I, el primer satélite artificial del mundo. Desde entonces, Vaisala ha estado involucrado en una serie de misiones fascinantes, proporcionando tecnología para ayudar a comprender el universo.

Desde 1992, los sensores de dióxido de carbono, humedad y temperatura de Vaisala se han utilizado para controlar experimentos de ciencias de la vida tanto a bordo de los vuelos del transbordador espacial como en la Estación Espacial Internacional. Los sensores de presión de Vaisala también formaron parte de la misión Cassini de la NASA que se lanzó en 1997, y en 2005 logró el primer aterrizaje en una luna en el sistema solar exterior: Titán, la luna más grande de Saturno. Esta es una de las misiones más ambiciosas jamás lanzadas al espacio y aún está en curso.

**¿Porque se utiliza la tecnología Vaisala en Marte?**, a lo cual comento Liisa Åström; la tecnología de Vaisala se utiliza en la exploración espacial debido a su extrema estabilidad, que es vital debido a las condiciones ambientales extremas en el espacio. Los sensores de Vaisala pueden resistir el calor y el frío extremos y son muy tolerantes a las sacudidas y vibraciones del viaje espacial.

Las tecnologías de sensores Vaisala HUMICAP® y BAROCAP® se utilizan en numerosos productos Vaisala bien conocidos, como radiosondas, estaciones meteorológicas y diversas aplicaciones industriales. Gracias a la estabilidad y exactitud a largo plazo de estos sensores, así como a su capacidad para tolerar el polvo, los productos químicos y las duras condiciones ambientales, las tecnologías son adecuadas para aplicaciones muy exigentes, también fuera de la Tierra.

A lo largo de los años, Vaisala siempre ha tenido un fuerte enfoque en el desarrollo de productos. La mayor parte del desarrollo de productos de Vaisala se encuentra en Finlandia, al igual que la fábrica de sensores con su joya de la corona, la sala limpia.

***"Vaisala está constantemente en el ojo de la innovación y el desarrollo tecnológico. Invertimos mucho en el desarrollo de productos y también en investigación científica básica, que no es muy común en el negocio. El desarrollo continuo, la experiencia interna, el gran interés en ciencia y conocimientos tecnológicos nos mantiene en la cima del juego", resume Åström.***

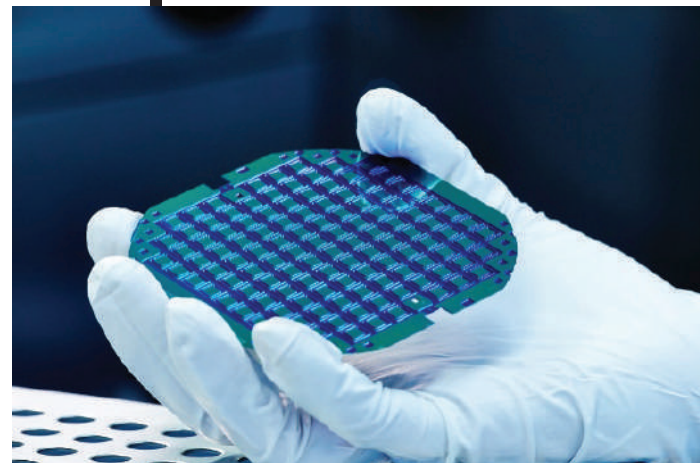


Figura 3. Créditos de imagen: La tecnología de sensores de Vaisala está en Marte.

#### REFERENCIAS

[1] Liisa Åström. El cielo no tiene límites para Vaisala: los sensores de presión y humedad de Vaisala pronto estarán de nuevo en camino al espacio <https://www.vaisala.com/en/press-releases/2018-01/sky-no-limit-vaisala-vasalas-pressure-and-humidity-sensors-are-soon-again-their-way-space>



# ¿Sabías qué?

La sensación sonora se mide en decibeles en honor de Alexander Graham Bell (1847 – 1922), inventor del teléfono.





# 06

## Las mujeres en el Sistema de la Infraestructura de la Calidad

Maribel López Martínez  
Directora Ejecutiva  
entidad mexicana de  
acreditación, a.c., ema  
Promotora de Mujeres en el Sistema de la Infraestructura  
de la Calidad, MUSICA



El mundo está compuesto equitativamente por mujeres y hombres, sin embargo, la desigualdad de género sigue estando presente en toda la geografía.

Según lo publicado por la organización de las Naciones Unidas en octubre del 2020, **solo el 47% de mujeres en edad de trabajar participaban en el mercado laboral, mientras que para el caso de los hombres el porcentaje era de un 74%.**

Esta brecha de género se ha mantenido relativamente constante desde 1995, es decir, la diferencia entre hombres y mujeres empleados en el mundo no ha cambiado en los últimos 25 años.

Todavía hace falta comprender que la igualdad de género no es solamente un derecho humano básico, sino que su logro tiene enormes consecuencias socioeconómicas; la participación femenina en la vida laboral, en puestos clave para el desarrollo social, y su empoderamiento frente a los organismos de toma de decisiones políticas y económicas, estimula la prosperidad y la productividad integral.

Estamos convencidas de que la inserción de las mujeres en la fuerza laboral abona a construir sociedades pacíficas, más justas e igualitarias. **De ahí la imperante necesidad de impulsar espacios donde más mujeres puedan desenvolverse y progresar.**

La creación del Grupo de Mujeres del Sistema de la Infraestructura de la Calidad, MUSICA, se suma al objetivo 5 de la Organización de las Naciones Unidas, ONU: “Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas”, para trabajar desde nuestras distintas trincheras y países, a fin de fomentar la equidad y la igualdad de oportunidades.

El término Infraestructura de la Calidad, viene de conceptos que introducen la misma Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) y la Organización Internacional de Estandarización (ISO) en el 2008, con el fin de impulsar un rápido progreso. Su base se construye con tres elementos: la Normalización, la Metrología y Evaluación de la Conformidad, actividades clave para: **eleva la competitividad de las empresas, facilitar la creación de capacidades comerciales e impulsar el desarrollo económico.**

Estos tres elementos, son actividades incluyentes donde las mujeres han destacado y sobresalen cada vez más, ocupando posiciones de liderazgo a nivel nacional, regional e internacional. Son además áreas en constante crecimiento y evolución. Todos los días tenemos nuevas normas, que requieren mayor número y más innovadores métodos de medición, y por consiguiente un incremento de laboratorios, organismos de inspección y/o de certificación, confiables y técnicamente competentes, es decir debidamente acreditados, para inspeccionar, evaluar, calibrar validar y en su caso, certificar que los equipos, los productos, los procesos, los sistemas y los servicios cumplen los requisitos y las especificaciones establecidas en las regulaciones técnicas y/o los estándares nacionales, regionales e internacionales.

Es un hecho innegable que la Infraestructura de la Calidad se ha erigido como un campo fértil que constantemente requiere de nuevo personal y mayores capacidades humanas.

Por poner solo un ejemplo, en este último año, derivado de la pandemia del COVID-19, en un corto plazo se emitieron nuevas normas y nuevos métodos de medición y se creó la infraestructura necesaria para su evaluación: mediciones de alta exactitud para el desarrollo de vacunas, pruebas confiables para el diagnóstico clínico, evaluación y certificación de los equipos, y de material médico y sanitario.

En lo relativo al trabajo desde casa, éste nos obligó al desarrollo e implementación de nuevas normas para fortalecer la seguridad de la información; gestionar la continuidad de los negocios y por consiguiente, la gestión de riesgos; y desde luego, a garantizar la seguridad laboral, a través de mediciones y novedosos protocolos de evaluación, inspección y certificación.

El sistema de la infraestructura de la calidad que se ocupa de salvaguardar, la seguridad de los seres vivos, la salud, la protección al consumidor, al ambiente o las vías generales de comunicación, y fomentar la competitividad y la calidad, entre otras bondades, debe incorporar en sus actividades, el componente de perspectiva de género y considerar la ergonomía de los equipos, y la anatomía de hombres y mujeres para que sean adecuados y seguros para todos. Asimismo, debe tomar en cuenta las costumbres y la cultura de ambos géneros. Por ello y por mucho más, estamos convencidas de la importancia y los beneficios que genera la participación de las mujeres su aporte de experiencias, puntos de vista y conocimientos, para el fortalecimiento y enriquecimiento del Sistema.

El primer paso es dar visibilidad a las mujeres que integran el Sistema de Infraestructura de la Calidad en América y en el mundo, y para hacerlo, aprovechamos la conmemoración del Día Internacional de la Mujer. Iniciamos un ambicioso programa de difusión, con el cual nos hemos propuesto mostrar a través de videos, testimonios, artículos, conferencias, eventos y notas, que nuestra contribución en la elaboración de las normas es imprescindible para incluir los aspectos de perspectiva de género, y que nuestra participación en la metrología, la evaluación de la conformidad, la acreditación y la calidad, es indiscutible. Estas acciones buscan visibilizar las invaluable aportaciones que hacemos para robustecer la Infraestructura de la calidad.

Por mencionar solo algunos casos de éxito donde vemos una importante presencia femenina tenemos:

### En Normalización

La Presidencia de la Organización Internacional de Estándares, ISO, a partir de enero 2022 la ocupara una mujer, Ulrika Francke (Suecia)

La Presidencia del Consejo de Normas de Asia Pacífico, PASC la ocupa una mujer, Chantal Guay, (SCC-Canadá)

### En Metrología

La Presidencia del Sistema Interamericano de Metrología, SIM, la ocupa una mujer, Claire Saundry, (NIST-Estados Unidos de América)

### En Evaluación de la Conformidad

La Dirección General del Consejo de Inspección, Pruebas y Certificación, TIC Council, por sus siglas en inglés, (Testing, Inspection and Certification), la ocupa una mujer, Hanane Taide (Bélgica)

### En Acreditación

La Presidencia y la Vicepresidencia de la Cooperación de Acreditación Internacional de Laboratorios, ILAC, las ocupan dos mujeres, Ety Feller (ISIRAC-Israel) y Maribel López (ema-México)

La Presidencia y la Vicepresidencia de la Cooperación Interamericana de Acreditación, IAAC, las ocupan dos mujeres, Liliane Somma (OUEA-Uruguay) y Andrea Mello (cgre-Brasil)

La Presidencia y la Vicepresidencia de la Cooperación de Asia Pacífico de Acreditación, APAC las ocupan dos mujeres, Chang Kwei Fern (SAC – Singapur) y Jennifer Evans (NATA – Australia)

La Presidencia y la Vicepresidencia de la Cooperación Europea de Acreditación, EA, las ocupan dos mujeres, Maureen Logghe (Belac-Bélgica) y Inger Cecilie Laake (NA, Noruega)

Estamos seguras de que la sororidad entre mujeres, es decir, la hermandad que une al género nos permitirá compartir experiencias y motivar a más mujeres a conocer la importancia de su involucramiento e incursionar en estas actividades. Para lograr este objetivo además de la difusión en redes, estamos haciendo alianzas con las Universidades y Colegios, para invitar a las estudiantes a considerar el Sistema de la Infraestructura de la Calidad como una oportunidad para insertarse en el mundo laboral, progresar y desenvolverse como profesionistas, además de actuar como mentoras, para orientar, capacitar y empoderar a las nuevas generaciones.

**Convencidas del papel transformador que tenemos, le apostamos al talento femenino. Trabajamos con amor y pasión poniendo nuestro mayor esfuerzo para que cada día más mujeres se posicionen e influyan favorablemente en el enriquecimiento del Sistema de Infraestructura de la Calidad en beneficio de la sociedad. Los invitamos a seguirnos en nuestras redes sociales, en donde sus aportaciones serán bienvenidas. En twitter @mujeres\_snic, y en Facebook @Mujeres\_SNIC**





# 06

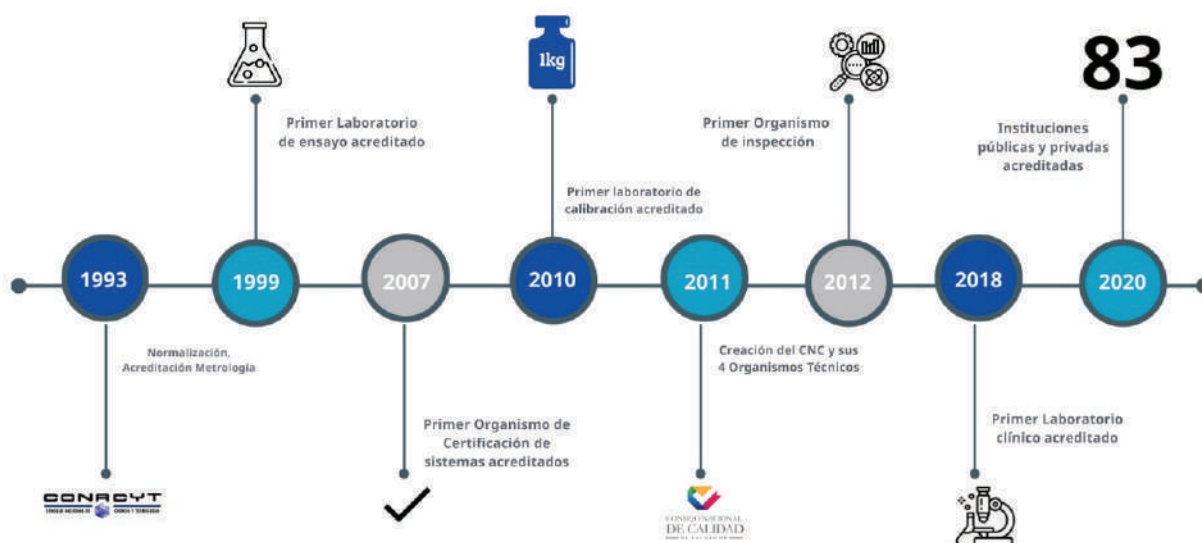
## Desarrollo de la Acreditación en El Salvador

Wendy Xiomara Regalado Solano  
Jefatura del Departamento de Acreditación de Laboratorios.  
Organismo de Acreditación del Salvador

En El Salvador la Infraestructura Nacional de Calidad ha evolucionado de manera progresiva en el tiempo, adecuándose con la reestructuración de las políticas nacionales y con las exigencias del mercado internacional para garantizar la participación de nuestros productos y servicios en éste.

Esta línea de desarrollo inicia en la década de los años 90, con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), institución pública que durante doce años implementó estrategias que permitieron generar una infraestructura nacional de calidad, constituida por laboratorios de ensayo y calibración, organismos de inspección y certificación.

Bajo la administración del CONACYT se otorgan las primeras dos acreditaciones en el país, reconociendo así la competencia técnica demostrada por laboratorios de ensayos en las áreas de análisis de aguas, dando con ello respuesta a la verificación de la regulación nacional en materia del control en el recurso hídrico.



Con el objetivo de proyectar los servicios de las entidades acreditadas en El Salvador, las autoridades de CONACYT, deciden constituirse como miembros de la Cooperación Interamericana de Acreditación IAAC, logrando participar activamente en los foros y comités técnicos, del que se obtienen los lineamientos y políticas a cumplir en la búsqueda del reconocimiento internacional.

Es así, como en el año 2011, el Estado bajo la visión de fortalecer, desarrollar y mejorar la infraestructura nacional de calidad y la competitividad de todos los sectores, apostando con arraigar una cultura de calidad en el país, aprueba en julio de ese año, la Ley de Creación del Sistema Salvadoreño de Calidad, dando vida a los 4 organismos técnicos que soportarán la infraestructura de calidad desarrollando la acreditación, normalización, reglamentación técnica y metrología. De esta manera en septiembre de 2011 nace al Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA) con la responsabilidad de acreditar instituciones públicas y privadas que realicen actividades de ensayo, calibración, inspección y certificación, que quieran demostrar su capacidad y competencia para el desarrollo de éstas.

Conscientes de que el mercado nacional e internacional, se vuelve más exigentes día con día y que la certeza de contar con productos y servicios confiables y seguros es un atributo que deben de demostrar para su comercialización, el OSA implementa acciones que le permiten contar con un sistema de gestión que opera en conformidad a los requisitos internacionales de la norma ISO/IEC 17011, siendo una meta clave obtener el reconocimiento internacional que lo respalde para trasladarlo a todos sus clientes. Dicha meta se alcanza en el año 2014 con la suscripción del primer acuerdo de reconocimiento multilateral (MLA), con la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC) para el esquema de acreditación de Laboratorios de ensayo; mismo que en diciembre del mismo año, se suscribe con la Cooperación Internacional de Laboratorios (ILAC). Ambos reconocimientos permiten que los resultados emitidos por los laboratorios de ensayo acreditado en El Salvador, sean reconocidos por cada uno de los miembros firmantes de dicho acuerdo.



Este esfuerzo constituyó el primer paso en la búsqueda de los reconocimientos internacionales, ya que para marzo de 2017 se obtiene el reconocimiento para el esquema de acreditación de laboratorios de calibración, reconocido de igual forma por ILAC; en el año 2018 se decide trabajar en ampliar una vez más el reconocimiento para dar cobertura al esquema de acreditación de organismos de inspección, logrando que para octubre de ese año, sea firmado el acuerdo multilateral con IAAC y de igual forma fuese suscrito el acuerdo con ILAC, logrando así que más del 50% de los esquemas activos que opera el OSA sean reconocidos a nivel mundial.



Desde su creación el OSA ha trabajado para el desarrollo de una infraestructura de calidad nacional, soportada mediante organismos evaluadores de la conformidad (laboratorios de ensayo, calibración y clínicos, organismos de inspección y certificación) que han demostrado su adecuado operar en conformidad a los requerimientos establecidos en estándares internacionales.



En la actualidad esta infraestructura acreditada, la conforman un total de 61 laboratorios de ensayo, 6 laboratorios de calibración, 11 organismos de inspección, 3 laboratorios clínicos y 2 organismos de certificación de sistema de gestión, quienes, mediante el reconocimiento internacional obtenido por el OSA, como garante de un actuar imparcial, objetivo y con competencia técnica, cuentan con la posibilidad de brindar servicios que obtengan una aceptación a nivel mundial.





07

# La industria 4.0

Mtra. Imelda Meza Parrilla  
Presidenta  
CANACINTRA Edo. de México.

## **El factor más relevante es que el dueño o director de la empresa adopte una cultura de innovación constante, lo que le permitirá incrementar las utilidades económicas y sociales de forma exponencial y así poder avanzar en la nueva cultura PyME 4.0.**

La industria 4.0 vino a revolucionar la manufactura haciendo más eficientes los procesos, disminuyendo costos e inculcando una constante: la innovación y desarrollo para el beneficio del ser humano.

Esta revolución marca pautas claras en donde se relacionan cuatro ejes fundamentales: la academia, la industria, el gobierno y la sociedad con esquemas de cooperación continua para facilitar el desarrollo a nivel laboratorio y planta piloto conduciéndolo, finalmente, al escalamiento en planta enfocado a las siguientes mega tendencias, creando clústeres físicos, digitales y biológicos transversales.

En los clústeres físicos podemos mencionar a los autos autónomos, a las impresoras 3D, a la robótica y a nuevos materiales avanzados como el grafeno (que tiene una dureza 200 veces mayor que el acero) y a polímeros reciclables llamados polyhexahydrotriazines (PHTs). Igualmente, el cambio radical que debemos hacer en los materiales a través de procesos físico/químicos que están enfocados, en su gran mayoría, a la Economía Circular.

En los clústeres digitales encontramos al IoT, (Internet de las cosas), al RFID y al Big Data, donde sensores, software y otras tecnologías son integrados a la manufactura y a la infraestructura enfocada a la salud y la transformación de ciudades Inteligentes. Estas plataformas cambiarán dramáticamente las transacciones, los costos y el incremento de beneficios por medio de la Inteligencia Artificial.

En los clústeres biológicos se encuentra la Nanotecnología, los combustibles, la salud y la química. La innovación en la secuencia genética que, apoyada de la ciencia y los algoritmos, reducen el nivel de error y nos ayuda a atender casos particulares para diversas enfermedades que pueden prolongar y darle una mejor calidad de vida al ser humano.

Cambios fascinantes como estos son los retos de nuestro día a día dentro de ese entramado llamado globalización, donde el imperativo es el desarrollo de nuevas tecnologías en todas las áreas del conocimiento humano.

En este contexto, el papel del ser humano dentro de la mejora continua es ser un aprendedor<sup>1</sup> constante para desarrollar sus talentos y potenciarlos en beneficio propio y de la sociedad.

<sup>1</sup> Término del Tec Milenio



El Estado de México cuenta con una importante red de universidades -públicas y privadas-, centros de investigación y el COMECyT, todos con gran impulso hacia la cultura de la innovación y el desarrollo de las PyMEs mexiquenses.

Debido a que la implementación no es inmediata y se requiere de recursos económicos y humanos, las empresas necesitan un mayor acercamiento al conocimiento de los beneficios que tiene la tecnología para ser más competitivos en los mercados nacionales e internacionales.

Una gran ventaja es que las empresas trasnacionales más importantes de nuestro país se encuentran ubicadas en nuestra región y han motivado al involucramiento de estas nuevas tecnologías a las PyMEs a través de las cadenas de valor, potenciando la economía en sectores estratégicos como el automotriz, el aeroespacial, de plásticos, el químico y el agroindustrial.

El factor más relevante es que el dueño o director de la empresa adopte una cultura de innovación constante, lo que le permitirá incrementar las utilidades económicas y sociales de forma exponencial y así poder avanzar en la nueva cultura PyME 4.0.

Otra ventaja que tenemos es nuestro país vecino Estados Unidos. Aunque estamos en una época de retos en diversas aristas, sabemos que la economía norteamericana podría repuntar en este año.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estima que el PIB de EE.UU crecería alrededor de 6.5% en 2021, mientras que otras instituciones esperan hasta 7%.

Si así fuera, se trataría de un mayor ritmo desde aquel 7.2% de 1984, debiendo señalarse que en las últimas tres décadas esta economía logró un máximo de 4.8% en 1999. Y el optimismo crece en respuesta a los 1.9 billones de dólares que se inyectará a su economía (incluidas familias y empresas).

Ello ha provocado un ascenso del Dow Jones con un nuevo récord histórico, las tasas del Tesoro se elevan significativamente y la inflación empieza a elevarse<sup>2</sup>.

Esto se traduce en un mayor consumo de Estados Unidos y una mayor demanda de productos en donde México participa en los diversos sectores. El reto es poder producir en el menor tiempo, con el menor costo, con certificaciones y un mayor valor agregado basado en la innovación.

En este escenario, el éxito del Estado de México radicará en que sus empresarios tengan mayor acercamiento a Centros de Investigación, como el CIATEQ y el CIDESI, así como a las Universidades -públicas y privadas- quienes pueden desarrollarles un mapa tecnológico.

<sup>2</sup> Ecobi, Informe mensual para CANANCINTRA Estado de México, 10 de marzo 2021

Una vez que se tiene el diagnóstico, el siguiente paso es desarrollar alianzas estratégicas con los proveedores, la competencia, los clientes, las Cámaras Empresariales y las instituciones crediticias (como NAFIN) para analizar sus fortalezas y poder así no solo desarrollar sus diversos productos o servicios sino también institucionalizar a su empresa en paralelo para que pueda transitar, en el largo plazo, a ser una empresa atractiva para sus socios o para capital intelectual o económico.

Por ello, recomiendo desarrollar un plan de rutas críticas en donde es fundamental tener la visión de integrar un Consejo de Administración en cuatro ejes estratégicos de la empresa: el financiero, la innovación, el recurso humano y el comercial.

El Estado de México cuenta con más de 500 mil unidades económicas, de las cuales menos del 10% está adoptando estas nuevas tecnologías teniendo la gran oportunidad el crear una cultura empresarial enfocada en la innovación.

Se requiere que la ciencia esté presente en los hogares, en las aulas y en las empresas para sumarnos a la transformación de otra época en la historia del mundo. Nuestro origen como Estado de México es ser pioneros de la industria de manufactura desde hace más de 100 años y tenemos que ser punteros en la trascendencia de la innovación considerando que tiene una población de más de 17 millones de personas y cuenta con el mayor número de instituciones educativas y centros de innovación.

Igualmente, se necesitan organizaciones con gran habilidad para operar la velocidad y la agilidad <sup>3</sup>. Como lo menciona Klaus Schwab, Presidente del Foro de Davos, las oportunidades se encuentran ahí, el mundo está conectado y lo que se requiere es poder implementar una cultura de arriba hacia abajo en las organizaciones donde impere la creatividad para solucionar problemas a pesar de la tesitura de la pandemia. El compromiso del empresario es trascender por medio de un producto o servicio para el beneficio de la sociedad.

El latido de la creatividad esta en toda persona ya que es una capacidad natural de todos los seres humanos <sup>4</sup>. Es indispensable romper paradigmas y desarrollar un modelo nuevo de pensamiento en donde nos cuestionemos en todo momento y en todo lugar ¿Cómo podríamos mejorar las cosas? Siendo propositivos y sumando aristas de tecnología, economía, funcionalidad y aceptación social.

La Industria 4.0 en el Estado de México está en el inicio de su aceleración. Como CANACINTRA ESTADO DE MÉXICO tenemos el gran compromiso de difundir sus beneficios y crear una cultura de innovación por medio del Centro “CREATIVIKA”, el cual iniciará operaciones en este 2021 y donde se desarrollarán “Nodos de Innovación e Investigación” para diversos sectores, contando con fuentes de financiamiento.

“

¡Impulsemos la Industria 4.0 y la economía de nuestro Estado y del país!

<sup>3</sup> Klaus Schwab, The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum Genova, Suiza, pag.5

<sup>4</sup> Dorte NBIelsen y Sarah Thurber, Conexiones Creativas, GG, Barcelona 2018, pag.451

“

Un ganador es un  
soñador que nunca se  
rinde.

- Nelson Mandela



**AMMAC**