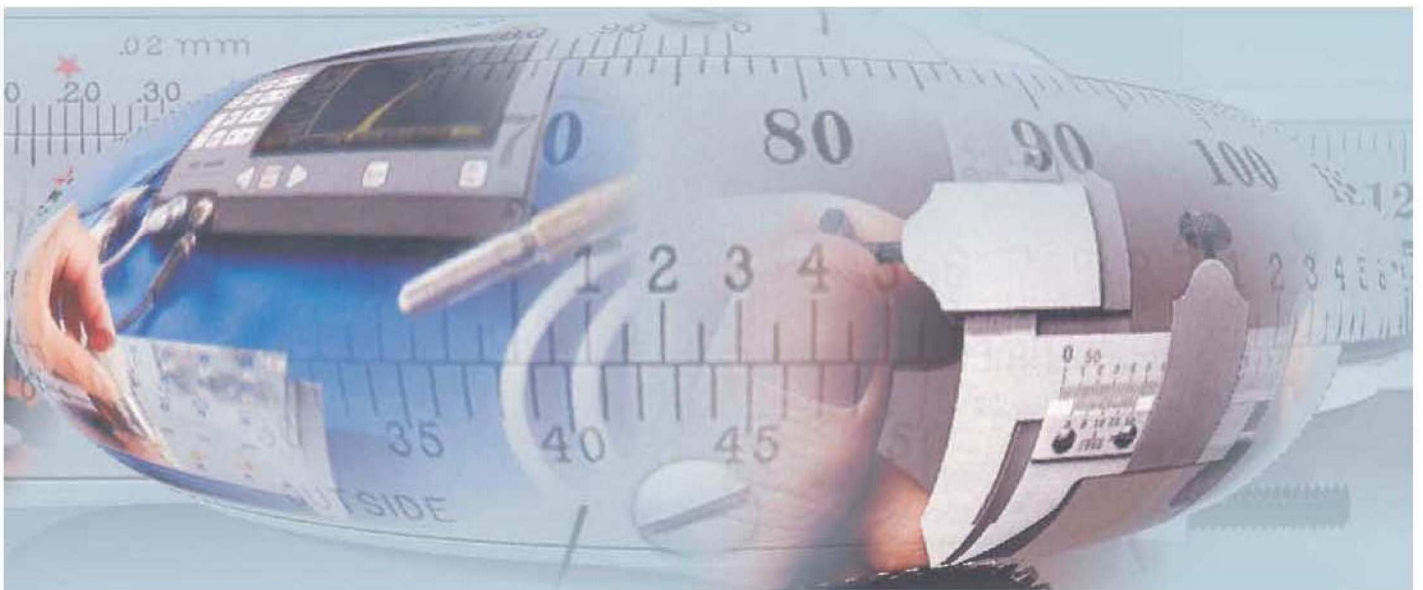


BOLETÍN CIENTÍFICO-TÉCNICO



AL SERVICIO DE LA METROLOGÍA

EDITORIAL

Estimado lector, dentro del marco de la protección al consumidor, aspecto de competencia de la metrología legal, Incluimos en este número la experiencia de la industria del cemento para garantizar requisitos de control metrológico estatal sobre las cantidades y otras especificaciones medibles de los productos objeto de transacciones comerciales, así como la de aquellos expuestos a la venta cuyo etiquetado indica su cantidad o las especificaciones de producto establecidas por las regulaciones vigentes.

Damos a conocer los resultados de la caracterización morfométrica del mineral de manganeso (pirolusita) utilizado frecuentemente en procesos metalúrgicos donde la distribución granulométrica y la forma de las partículas, juega un factor determinante; y, compartimos además resultados de gran importancia dentro del contexto nacional de actualización del modelo económico, en el que la atención al aseguramiento metrológico para la obtención de mediciones confiables juega un rol determinante como contribución a la materialización de producciones de bienes y servicios con calidad competitiva que permita incursionar con éxito en el mercado globalizado de hoy, como vía expedita para nuestro desarrollo a partir de las nuevas proyecciones para las inversiones extranjeras, y la intención declarada de recuperar las estructuras metrológicas de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), los Órganos Superiores de Dirección Empresarial (OSDE) y los Consejos de la Administración Provinciales y Municipales (CAP/CAM), teniendo en cuenta sus fortalezas y debilidades.

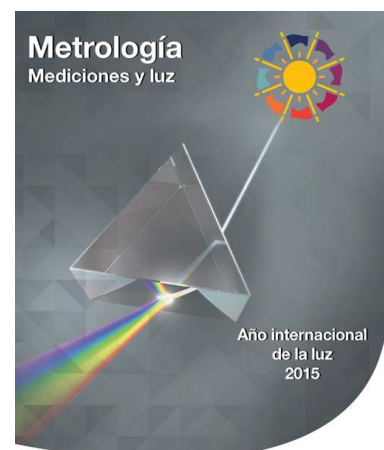
Deseamos les resulten informaciones de interés.

Imposible terminar sin dedicar merecido espacio al Día Mundial de la Metrología, celebrado cada año el 20 de mayo, bajo el auspicio del Buró Internacional de Metrología Legal y el Buró Internacional de Pesas y Medidas, que en esta ocasión se unen a la UNESCO, que conmemora el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías basadas en la Luz. La Comunidad de la Metrología Legal ha dedicado este año a las Mediciones y la Luz, dada la repercusión que esta tiene en ámbitos importantes de nuestra vida como la medicina, la industria, la energía, entre otras.

Reconocemos en este día, la labor cotidiana de los metrólogos de todo el mundo y en especial a los metrólogos cubanos por la alta responsabilidad de contribuir con mediciones confiables, seguras y comparables, en todos los ámbitos en los que ellas estén presentes.

Nuestra FELICITACIÓN por este día.

Dra.C. Ysabel Reyes Ponce
Directora Editorial.



Boletín Científico Técnico INIMET

Título abreviado: BCT INIMET

No. 1 de 2015

Cubre: enero-junio 2015

ISSN versión impresa: 0138-8576

ISSN versión electrónica: 2070-8505

EQUIPO EDITORIAL

Directora editorial

Dra. C. Ysabel Reyes Ponce

Coordinación, diseño, producción y distribución

Lic. Herminia Eutropia Díaz Terry

Traducción

Jesús Bran Suárez

Impresión

Lic. Luis Álvarez Vasallo

Redacción, administración e impresión

INIMET. Consulado 206 e/ Animas y Trocadero. Centro Habana, La Habana, Cuba.

Teléfonos

(537) (07) 8623041-44 ext. 116

(537) (07) 8643365-68 ext. 116

Correo-e: normateca@inimet.cu

Sitio Web

<http://www.inimet.cubaindustria.cu>

Acabado del Boletín

Editorial IDICT. Industria esquina San José No. 452 Centro Habana, La Habana, Cuba.

CONSEJO EDITORIAL

MCs. Nelson Julián Villalobos Hevia¹

Dr. C. José Ignacio Franco Fernández²

Lic. Nuris Valdés Pereira¹

Ing. Eduardo Guillermo Pérez González¹

Ing. Fernando Antonio Arruza Rodríguez³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET), Cuba.

² Empresa Tecnomática, Cuba.

³ Oficina Nacional de Normalización (ONN), Cuba.

Los autores son los únicos responsables del contenido de los artículos y de los criterios por ellos emitidos.

Los artículos están protegidos mediante una licencia "Creative Commons" que funciona bajo las siguientes condiciones:



Nuestra publicación está:

- Certificada por el Sistema de Certificación de Publicaciones Seriadas Científico-Tecnológicas del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
- Indizada en el Sistema de información Científica Redalyc.



Pueden enviarnos sus opiniones y sugerencias sobre nuestro Boletín o solicitar información por la dirección de correo:

normateca@inimet.cu

Si usted desea suscribirse al BCT INIMET (impreso y/o electrónico) envíe los siguientes datos a nuestra dirección:

Nombre y apellidos, Organismo, Dirección, Teléfono, e-mail.

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS
CIENCIA Y TÉCNICA / SCIENCE AND TECHNIQUE

Control metrológico de la etiqueta y contenido neto del cemento empacado en Cuba /1

Metrological control of the net content label and cement packed in Cuba / 1

Téc. María Elena Vento-Graverán

Uso del procesamiento de imágenes digitales para medir los parámetros morfométricos de partículas / 14

Using digital imaging to measure the morphometric parameters of particles / 14

Ing. Jorge Luis García-Jacomino

Ing. Rosenda Valdés-Arencibia

Ing. Lenier Ruiz-Mena

Lic. Rafael Quintana-Puchol

Ing. Amado Cruz-Crespo

Lic. Macyuri Álvarez-Luna

Acercamiento a la Norma Guía Cubana para la organización y ejecución de los programas de aseguramiento metrológico / 28

Standard approach to the Cuban Guide for organizing and implementing programs of metrological assurance / 28

MCs. Alejandra Regla Hernández - Leonard

NOTICIAS / NEWS

Enero 15 día de la Ciencia Cubana / 40

January 15 Cuban day of Science / 40

Avanzando en la elevación de la cultura metrológica / 41

Advancing in the lifting of culture metrological / 41

Servicios que presta el INIMET / 42

Services available at INIMET / 42

Instrucciones a los autores / 43

Instructions to authors/ 43

CONTROL METROLÓGICO DE LA ETIQUETA Y CONTENIDO NETO DEL CEMENTO EMPACADO EN CUBA.

Autora: Téc. María Elena Vento-Graverán
 Empresa Nacional del Cemento. La Habana, Cuba.
 Correo-e: maria@gecem.cu

RESUMEN

El Decreto-Ley No. 183 de Metrología, establece que serán sometidas a Control Metrológico las cantidades y otras especificaciones medibles de los productos preenvasados y preempacados objeto de transacciones comerciales, así como aquellos expuestos a la venta, cuyo etiquetado indica su cantidad o sus especificaciones. El reglamento del decreto-ley establece los requerimientos de las etiquetas y contenido neto de los productos preempacados.

Este trabajo muestra las **no conformidades** identificadas por la supervisión metrológica del GECEM al etiquetado y control del peso neto del cemento preempacado en la industria cubana del cemento, las acciones encaminadas a eliminarlas y los resultados alcanzados sin necesidad de introducir cambios tecnológicos en las líneas de empacado, así como su impacto en el país y los consumidores.

PALABRAS CLAVE:

Cantidad de producto; pre-envases; requisitos de etiquetado.

ABSTRACT

Decree-Law No. 183 "On Metrology" states that shall be subject to metrological control all measurable quantities and specifications of the prepackaged products, subject of the commercial transactions, as well as those exposed for sale, bearing labels indicating their quantity or specifications. The Regulation of the Decree-Law establishes the requirements for labeling and net content of prepackaged products.

This work shows nonconformities identified by the metrological supervision GECEM on labeling and check of the net weight of prepackaged cement in Cuban cement industry, efforts to eliminate it, the results achieved without introducing technological changes in packaging lines and its impact on the country and consumers.

KEYWORDS:

Quantity of product; prepackages; Labeling requirements.

INTRODUCCIÓN

El Grupo Empresarial del Cemento (GECEM) pertenece al Ministerio de la Construcción (MICONS). Cuenta con nueve empresas, de las cuales seis son productoras, una de Mantenimiento y Reparaciones (EMCEM) con nueve Unidades Empresariales de Base (U.E.B), una de Asistencia y Servicios (EASCEM) con nueve U.E.B y una Comercializadora (ECOCEM) que cuenta con quince U.E.B. En la figura 1 se muestra la ubicación territorial de las empresas productoras de cemento y las estaciones graneleras, cada una con varios puntos de medición legal.



Figura 1. Ubicación Territorial de las Empresas Productoras de Cemento y Estaciones Graneleras de GECEM.

Para el equipo responsable de la gestión de Metrología en GECEM, una de sus funciones principales es el cumplimiento de los requerimientos de las etiquetas y contenido neto de los productos preempacados, así como garantizar el aseguramiento metrológico en todos sus puntos de medición legal, ya que todas las transacciones comerciales se realizan por peso.

En el año 2010 comenzaron a realizarse auditorías técnicas durante la supervisión metrológica del GECEM a las industrias, en las que fueron detectadas **no conformidades** en el cumplimiento de los requerimientos de las etiquetas y contenido neto de los productos preempacados. Para lograr su erradicación el primer paso fue comunicar a la Dirección General, directivos, técnicos, metrólogos, pesadores y trabajadores involucrados de las empresas, los documentos técnicos, legislativos y normativos que se estaban incumpliendo.

A raíz del conocimiento de lo anteriormente expresado, se logró el apoyo por parte del Consejo de Dirección del GECEM, y en mayo del 2011 se aprobó la renovación del etiquetado del cemento. Conjuntamente, se creó un sistema objetivo de supervisión metrológica al contenido neto del cemento empacado en la industria, además de la capacitación de los metrólogos en las empresas productoras. El método de supervisión a utilizar se documentó en un procedimiento, y se procedió a la capacitación de los pesadores que certifican las mediciones en las plantas empacadoras y en los puntos de transacciones comerciales de las mismas.

DESARROLLO

Los principales objetivos trazados fueron:

- Lograr que el cemento cubano empacado cumpla con la legislación y normas obligatorias de Metrología vigentes, en cuanto a etiquetado y contenido neto.
- Proteger al público objetivo o consumidor.
- Permitir la disminución y eliminación de barreras técnicas en la comercialización de las producciones de la industria del cemento cubano.

Concientizado el colectivo de la alta Dirección del GECEM sobre la importancia que tiene cumplir con la legislación vigente, este brindó su apoyo para viabilizar la estrategia trazada para la erradicación de las no conformidades detectadas y que estaban enraizadas hacia tres décadas.

Se profundizó la investigación sobre los requisitos legales y obligatorios establecidos en Cuba para el etiquetado y control de los productos preenvasados, y se tomaron medidas para el cumplimiento de cada una de ellos.

Las Marcas utilizadas y registradas en la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) son SIBONEY (cemento gris) y SIGUANEY (cemento blanco). El nombre de los cementos en Cuba es dado por el valor de su resistencia a la compresión a los veintiocho días.

En el año 2011 se aprobó la nueva versión de la etiqueta y se creó un sistema objetivo de supervisión metrológica para el control del contenido neto del cemento empacado en cada productora y además, de la gestión de los recursos humanos que intervienen en la certificación de las mediciones.

ETIQUETADO DEL CEMENTO EMPACADO

El cemento gris es envasado en sacos multicapas de papel Kraft (extensible) pegado y valvulado, con 2 ó 6 capas de papel, y con una capacidad de 42,5 kg, y el cemento blanco en bolsas de nylon con peso neto de (1, 3, 5 y 10) kg .

Al supervisar el etiquetado que se ha utilizado durante los últimos 30 años (ver figura 2), tomando como criterio de auditoría la legislación de metrología y la NC OIML 79 (de carácter obligatoria), se detectaron las no conformidades que se detallan en la figura 3. Estas no conformidades tributaban directamente a la inconformidad del cliente.



Figura 2. Antiguo etiquetado, con anverso y reverso.

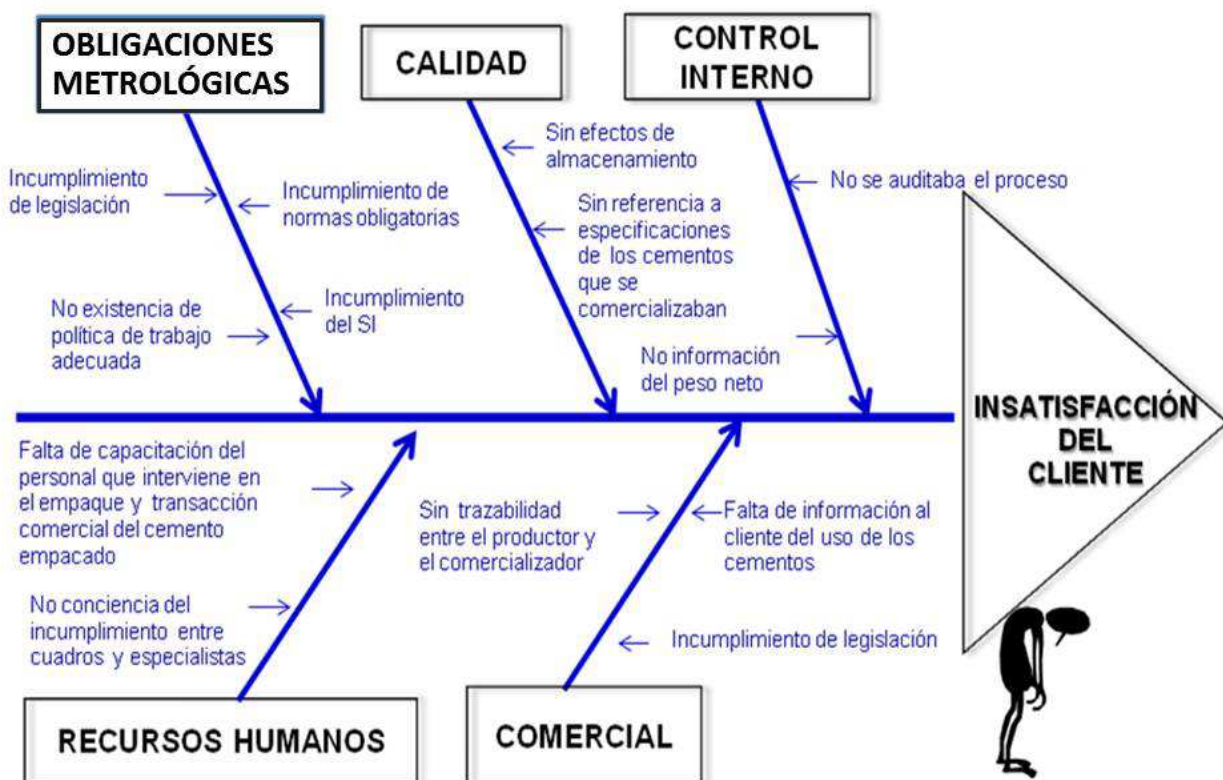


Figura 3. No conformidades detectadas en supervisión al etiquetado del cemento preempacado.

Medidas correctivas para erradicar no conformidades del etiquetado

1. Revisión por el Comité Técnico de Normalización de Cemento (CTN 22), de las normas de especificaciones de calidad del cemento y recomendaciones de uso. Esto dio como resultado que se llevaron al Sistema Internacional de Unidades los valores mínimos de resistencia a la compresión del cemento a los 28 d, lo que trajo como consecuencia el cambio de nombre al cemento, y el cambio de los nombres del producto en la lista oficial de precios para su comercialización. Ejemplos:
 - Cemento Portland antes: P-350 (resistencia a la compresión de 350 kgf/cm²) equivalente a 35 MPa. Actualmente: P-35 (valores establecidos en la NC- 95, actualizada en el año 2011),
 - Cemento Portland antes: PP-250 (resistencia a la compresión de 250 kgf/cm²) equivalente a 25 MPa. Actualmente: PP-25 (valores establecidos en la NC- 96, actualizada en el año 2011).
 - Cemento Blanco con adición CBA-85 (dado por índice de Blancura a 85 %) establecido en la NC 101: 2001. Actualmente: Cemento de albañilería blanco CAB-16 (dado por el valor mínimo de la resistencia a la compresión a los 28 d, en unidades de presión (MPa)) (establecido en la NC-101, actualizada en el año 2011).
 - Comunicación a los clientes (mayoristas), el Instituto Nacional de la Reserva Estatal (INRE) y el Ministerio de Economía y Planificación (MEP) del cambio de denominación del cemento.
2. Revisión de las marcas de cemento aprobadas por la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) para cada fábrica y registros de inscripción de los nombres de las empresas de GECEM.
4. Determinación de los requisitos y datos establecidos para la nueva etiqueta, revisión y aprobación por el Consejo de Dirección y especialistas de las empresas (2011).
5. Contratación de un diseñador de la Asociación Cubana de Comunicadores Sociales (ACCS) para el diseño de las etiquetas y ajuste a la tecnología de la fábrica de sacos multicapas de papel.
6. Aprobación del diseño y entrega a la Dirección de tecnología de la Fábrica de sacos multicapas de papel Andrés Lujan (único proveedor en Cuba), para la elaboración de los clichés de impresión.
7. Implementación del nuevo etiquetado en el año 2014 (ver figura 4), la trazabilidad a las productoras será implantado en enero 2015.



Figura 4. Anverso y reverso de la etiqueta actual, existente para cada producto y Empresa Productora.

Nota: El precio de los sacos multicapas de papel esta dado por el número de capas, no por su etiqueta, por tanto la implantación de la nueva etiqueta no implica mayor gasto para el GECEM

SUPERVISIÓN METROLOGICA AL CONTENIDO NETO DEL CEMENTO EMPACADO EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN LEGAL

La supervisión en la industria del cemento comenzó en octubre del año 2011. Durante la supervisión efectuada en las empresas productoras fueron detectadas 23 no conformidades las cuales se resumen en la figura 5.

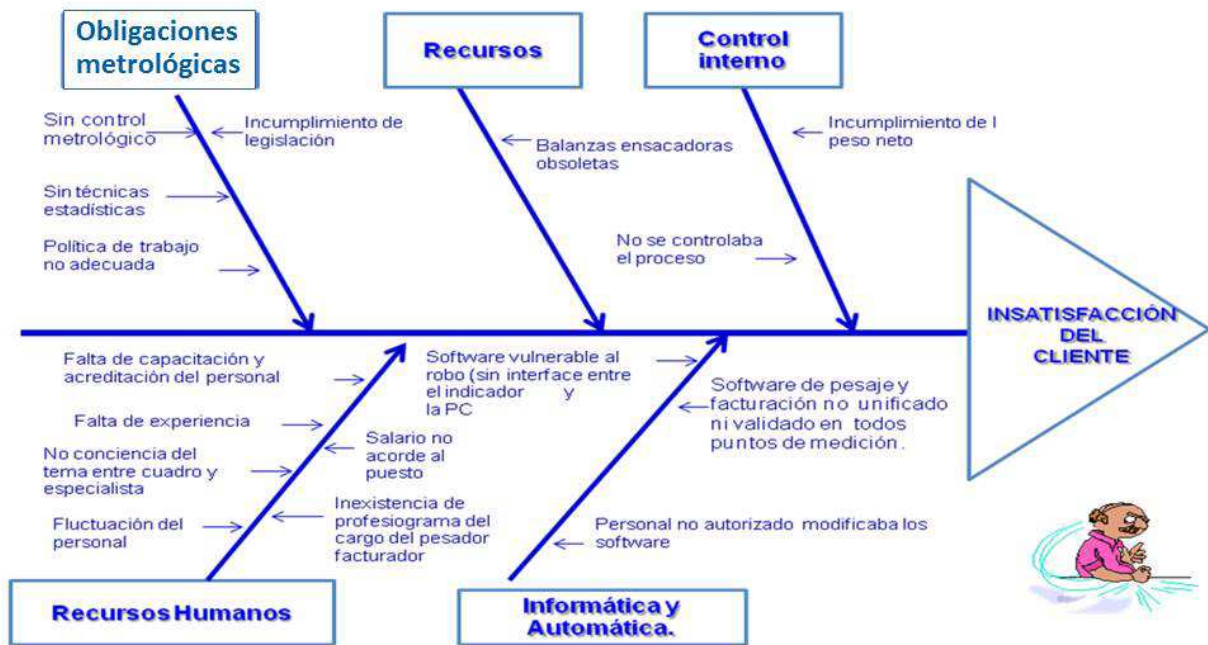


Figura 5. No conformidades detectadas en supervisión al proceso de empaquetado y transacción comercial.

MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL METROLÓGICO DEL PESO NETO

Para garantizar que el cemento empaquetado cumpla con su contenido promedio y contenido en cada saco, teniendo como base la declaración en su etiqueta, se elaboró y aprobó un procedimiento de metrología firmado por el Director General, que establece los pasos a seguir para hacer el control en cada empresa productora. Su implementación conllevó a la capacitación de todos los especialistas de metrología de las empresas productoras, que son los ejecutores del mismo. El resultado de este control es utilizado por el especialista de GCEM cuando hay supervisión o auditoría a cada empresa, formando parte de las conclusiones de las mismas. La figura 6 muestra un esquema de la forma en que se realiza este control.

Para el control en empaque, se determinó que el método más sencillo, era tomar muestras directamente durante el empaque, debido a que sus características de medición no varían apreciablemente en el tiempo. El control mediante el ajuste de las balanzas ensacadoras, o el control de llenado resultaría más engorroso de ejecutar debido a la obsolescencia tecnológica de todas las balanzas ensacadoras con que cuenta nuestra industria, que tienen un tiempo de explotación de más de 34 años, y algunas, incluso sobrepasan los 50 años.

CONTROL METROLÓGICO AL CEMENTO EMPACADO EN CADA EMPRESA PRODUCTORA

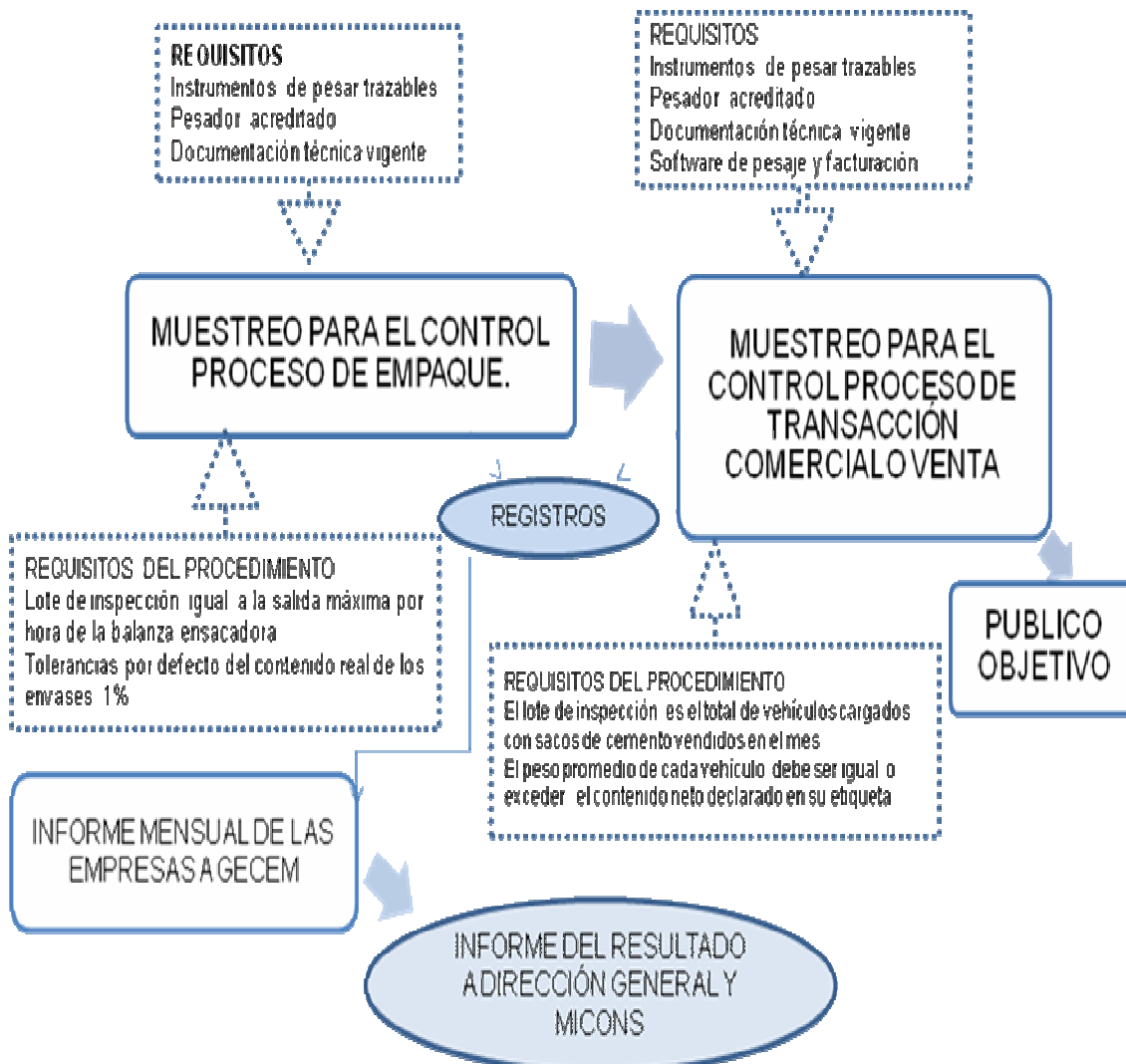


Figura 6. Esquema de la Supervisión Metrológica al contenido neto del cemento empacado.

CONTROL EN LA PLANTA EMPACADORA

Se estableció que para el muestreo, el lote de inspección tendría una cantidad de sacos igual a la salida máxima por hora de cada línea de empaque (que es diferente para cada balanza ensacadora) y se definió el número de preenvases de la muestra que pueden exceder la tolerancia por defecto según la (NC OIML 87). El resultado se registra (Ver Figura 7), y se informa mensualmente al GECEM.

El resultado final, con los resultados obtenidos en el control de cada empresa, se informa a la Dirección del Grupo y al organismo superior, además de hacer hincapié en las principales empresas incumplidoras para que sean tomadas las acciones pertinentes.

| PRODUCTO: _____ | | LOTE DE INSPECCIÓN. | | | Fecha: _____ | | | |
|---|---|---------------------|----------------|---------------------------------|--------------|--------------|-----------------|------------------------|
| Instrumento de pesar: _____ | | No serie: _____ | | Fecha de verificación : _____ | | | | |
| No. Maquina | No de Muestra | Boquilla | Peso Bruto(kg) | Peso envase (kg) | P. Neto (kg) | Peso NC (kg) | Error Real (kg) | Tolerancia por defecto |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Promedio | | | | | | | | |
| Resultado de la supervisión del envase: | | | | | | | | |
| Tamaño de la Muestra | No Conformes (No. de preenvases de la muestra que pueden exceder la tolerancia por defecto: (____)) | | | Promedio (permisible : 42.5 kg) | | | | |
| | P. Bruto | P. Neto | Bruto | | Neto | | | |
| | | | | | | | | |

| Mes a controlar : _____ | | | |
|---|---|-----------|---|
| Cantidad de vehículos analizados (conduces) | Cantidad de vehículos cargados vendidos con promedios que incumplen por defecto | | % de vehículos cargados vendidos fuera de promedio. Peso Neto |
| | Peso Bruto | Peso Neto | |
| | | | |

Metrólogo. Empresa

J. Área de Metrología Empresa.

Figura 7. Modelo de registro del control metrológico. Elaborado para cada producto y empresa productora, donde se refleja el control en la planta de empaque y en el área de venta.

CONTROL EN EL ÁREA DE TRANSACCIONES COMERCIALES

La transacción comercial o venta del cemento empacado se hace por peso, en los puntos de medición legal de cada productora, los que cuentan con Instrumentos de pesar, camiones y pesadores-facturadores. Para el control se toma como lote a inspeccionar el total de vehículos cargados con sacos de cemento, vendidos en el mes, que son registrados en el "Reporte de conduces de vehículos vendidos", establecido en cada fábrica. En este registro se reflejan los valores del peso de cada camión vendido y el número de sacos en el mismo. El peso promedio de cada saco en el vehículo debe ser igual, o exceder, el contenido neto declarado en su etiqueta. Ej. (42,5 kg).

SUPERVISIÓN METROLÓGICA EN EL ÁREA DE TRANSACCIÓN COMERCIAL

Medidas correctivas para erradicar no conformidades en el contenido neto del cemento empacado.

1. Aprobación e implantación de un procedimiento, que establece la metodología para el control interno de los requisitos metrológicos legales vigentes de los productos preenvasados y etiquetados en cantidades nominales constantes y predeterminadas de peso.
2. Establecer una tolerancia por defecto del uno por ciento del peso nominal de cada envase individual (antes la tolerancia era de ± 1 kg).
3. Calificación de los recursos humanos. Para esto:
 - Se impartieron cinco cursos de Adiestramiento de Pesadores, impartidos por el INIMET para el personal que certifica las mediciones, y sus directivos.
 - Se impartieron conferencias sobre Metrología legal, en lo referente a productos preempacados y las tolerancias en la comercialización.
4. Consultoría asistida con la Casa Consultora DISAIC, para analizar y diseñar el puesto de Técnico en Pesaje y Facturación del Cemento, para el que se hizo un estudio con el personal que certifica estas mediciones.
5. Se comenzó el proceso de unificación y validación de los softwares de pesaje y facturación, para todos los puntos de medición.
6. Se estableció en los puntos de venta, que el peso promedio de cada vehículo cargado de cemento envasado, debe garantizar que el contenido promedio neto del empaque sea igual o exceda el contenido neto declarado en la etiqueta y cuando no sea así, no se puede facturar la venta.
7. Realizar la venta del cemento empacado de las productoras a las comercializadoras por unidades y no por toneladas (en proceso de implantación).
8. Enlazar el pesaje y la facturación con interface al sistema de control económico contable, de forma que se garantice la confiabilidad, seguridad y rapidez del registro de las operaciones.

RESULTADOS OBTENIDOS DESPUÉS DE LA SUPERVISIÓN METROLÓGICA

La evaluación de la eficacia de las medidas correctivas derivadas de la supervisión metrológica, arrojó los resultados siguientes:

1. Confeccionadas las nuevas etiquetas para los diferentes tipos de cemento, ya sea los comercializados actualmente, como los que se encuentran en etapa de investigación y desarrollo: Arena Normalizada, Cemento Portland con adición PP-35 y PZ 25.
2. Modificada la clasificación de los cementos en las normas cubanas de especificaciones de calidad de los cementos y en las listas oficiales de precios, teniendo en cuenta el sistema Internacional de Unidades (Ver tabla 1).

Tabla 1 Listado de la modificación efectuada en la clasificación de los cementos para dar cumplimiento al Decreto- Ley 62 sobre la Implantación del Sistema Internacional de Unidades

| Nombre anterior | Norma sustituida | Nombre modificado según norma cubana | Norma Vigente | Resoluciones de Precios modificadas |
|--|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---|
| Cemento Gris P-350 Granel | NC 95: 2001 | Cemento P - 35 Granel | NC 95: 2011 | Resol No P-3-2009 |
| Cemento Gris P-350 Saco 42,5 kg | NC 95: 2001 | Cemento P - 35 Saco | NC 95: 2011 | Resol No P-3-2009 y P-239-2009 modificación |
| Cemento Gris PP-250 Granel | NC 96: 2001 | Cemento PP- 25 Granel | NC 96: 2011 | Resol No P-3-2009 |
| Cemento Gris PP-250 Saco 42,5 kg | NC 96: 2001 | Cemento PP- 25 Saco | NC 96: 2011 | Resol No P-3-2009 y P-239-2009 modificación |
| Cemento Blanco CBA-85 Granel | NC 101:2001 NC 97:2001 | Cemento CAB - 16 Granel | NC 101:2011 NC 97: 2011 | Resol No P-238-2009 |
| Cemento Blanco CBA-85 Saco 42,5 kg | | Cemento CAB - 16 Saco | | Resol No P-238-2009 y P-239 modificación |
| Cemento Blanco Bolsa Nylon 1 kg | | Cemento CAB - 16 Bolsa Nylon | | Resol No P-238-2009 y P-239 modificación |
| Cemento Blanco CBA-85 Bolsa Nylon 3 kg | | Cemento CAB - 16 Bolsa Nylon | | Resol No P-238-2009 y P-239 modificación |
| Cemento Blanco CBA- 85 Bolsa Nylon 5 kg | | Cemento CAB - 16 Bolsa Nylon | | Resol No P-238-2009 y P-239 modificación |
| Cemento Blanco CBA- 85 Bolsa Nylon 10 kg | | Cemento CAB - 16 Bolsa Nylon | | Resol No P-238-2009 y P-239 modificación |

RESULTADOS CONTROL DEL PESO

El impacto fundamental de las acciones de capacitación de los metrólogos y las relacionadas con el puesto técnico en pesaje y facturación es que se logró:

- Implantar el Control metrológico al cemento empacado en todas las productoras del Grupo.
- Capacitar al personal dirigente de estas áreas (Jefes de entrega, estibadores, envasadores etc), acerca de la legislación de metrología.
- Establecer el Profesiograma del puesto Técnico en Pesaje y Facturación del Cemento.
- Elaborar la Matriz de competencia laboral del puesto Técnico en Pesaje y Facturación del Cemento.
- Nivelar las competencias del puesto Técnico en Pesaje y Facturación del Cemento.
- Implantar un sistema de control metrológico mensual en todas las empresas productoras de cemento del país, con el control en las zonas de empaque y de venta de cemento en las empresas productoras, que permite el control por tipo de cemento, a todos los niveles de dirección (ya que el mismo es informado a todos los niveles de dirección), así como al área de seguridad y protección de GECEM.
- Monitorear mensualmente en el GECEM las cantidades de cemento que se dejan de entregar por bajo peso, y su distribución por provincias y por tipos de productos, lo que permite accionar sobre las líneas de envasado y entrega que presenten mayores problemas.

- Disminuir y erradicar en muchas fábricas, pese a la obsolescencia de las balanzas ensacadoras, el índice de cemento empaquetado vendido con peso neto por debajo de la tolerancia establecida por metrología legal (NC OIML 87).

La Figura 8 muestra cómo impacta en los puestos de trabajo la capacitación realizada durante la investigación, mientras que la figura 9 muestra el impacto del control metroológico.

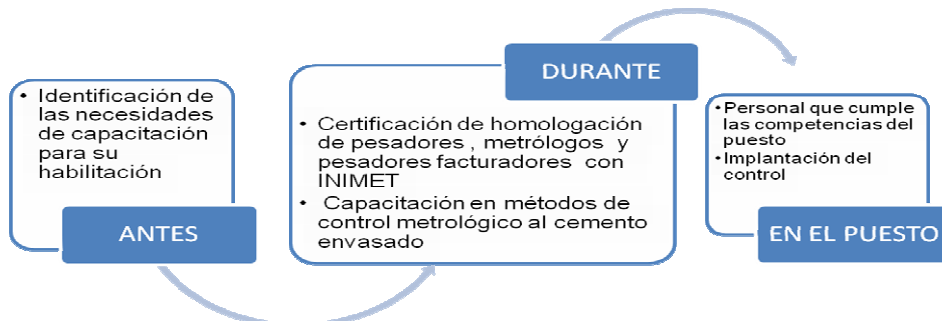


Figura 8. Impacto de la capacitación.

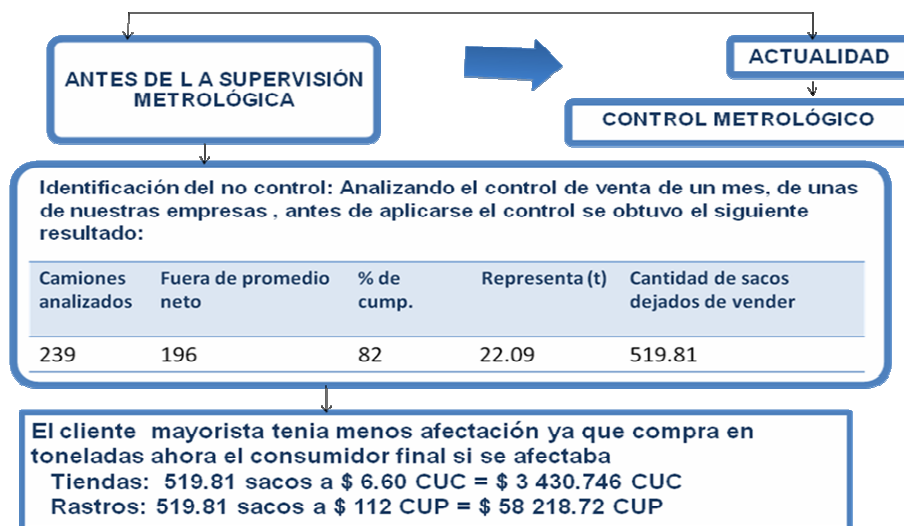


Figura 9 Impacto del control metroológico.

GRÁFICOS ESTADÍSTICOS MÁS REPRESENTATIVOS DEL COMPORTAMIENTO DEL RESULTADO DEL CONTROL METROLÓGICO IMPLANTADO EN TODAS LAS EMPRESAS PRODUCTORAS

La figura 10 muestra el comportamiento del peso promedio neto de un saco en todas las empresas productoras en el período de enero 2012 a octubre 2014. Esta variable no debe estar por debajo de 42,5 kg, que es la cantidad neta que tiene reflejada en su etiqueta, y como se aprecia en las figuras 11, 12, 13 y 14, pese a la obsolescencia tecnológica de las balanzas ensacadoras ha habido una mejoría en el contenido neto de los sacos de cemento, ya que no exceden la tolerancia por defecto.

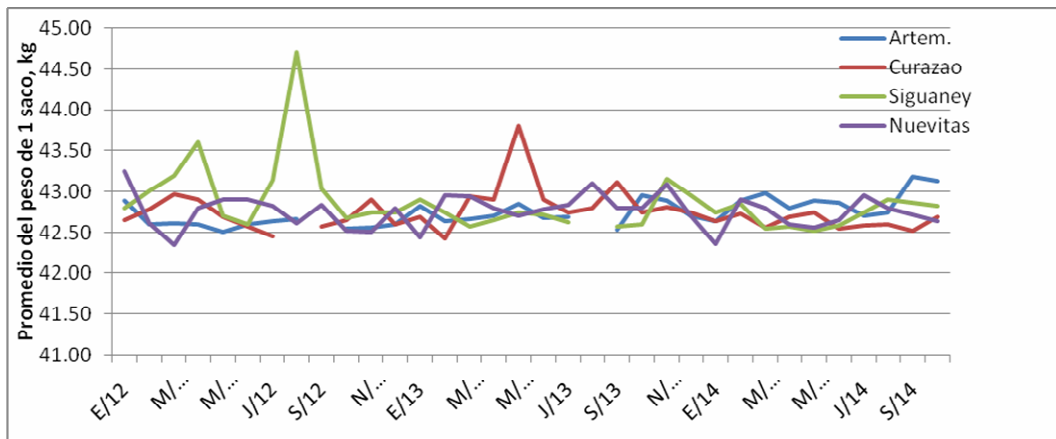


Figura 10 Comportamiento del peso promedio del saco en empresas productoras desde enero 2012 hasta octubre 2014.

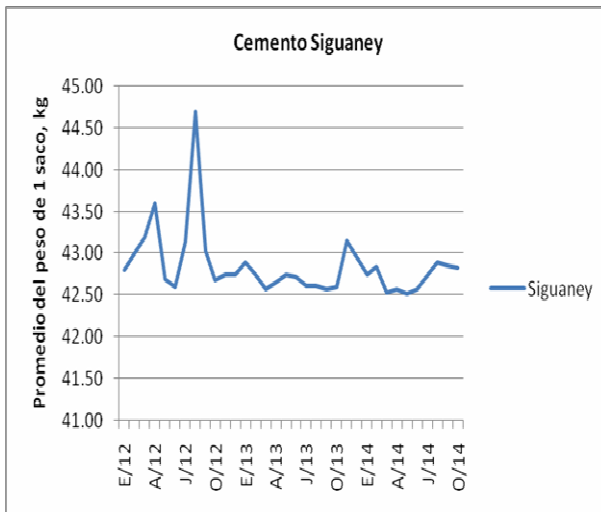


Figura 11. Cemento Siguaney comportamiento promedios netos peso del saco de enero 2012 a octubre 2014.

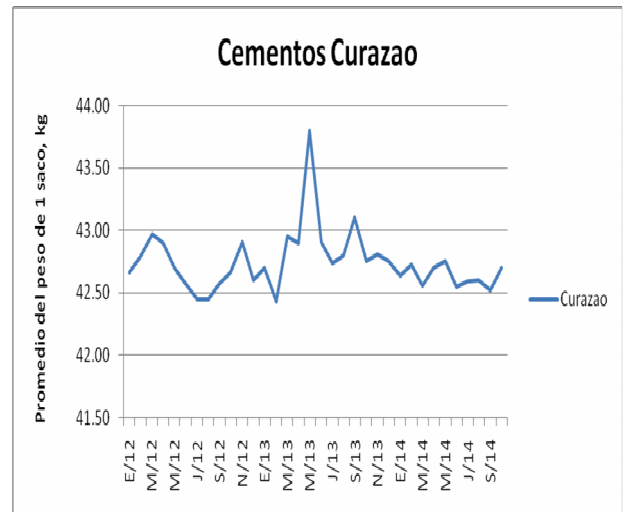


Figura 12. Cementos Curazao S.A. Comportamiento promedios netos del peso del saco desde enero 2012 a octubre 2014.

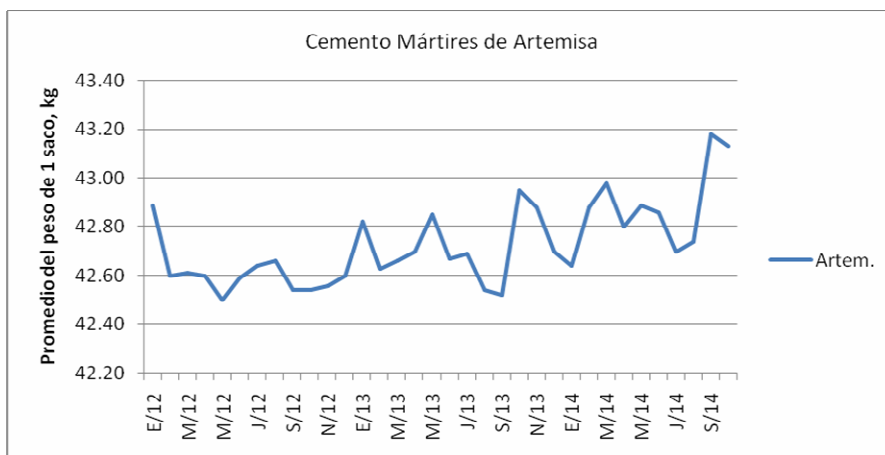


Figura 13 Cemento Mártires de Artemisa. Comportamiento de los promedios del peso del saco desde enero 2012 hasta octubre 2014.

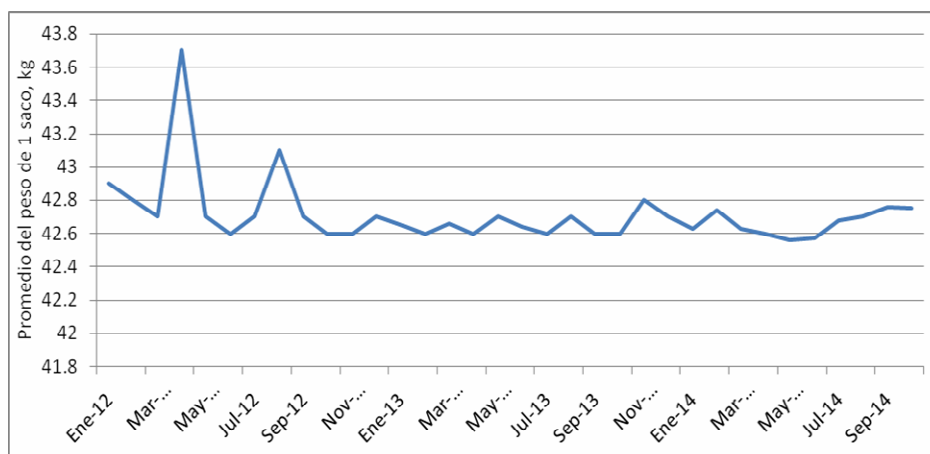


Figura 14 Grafico comparativo del peso promedio neto del peso del saco .Total GFCFM desde 2012 hasta octubre 2014.

La figura 15 muestra la tendencia a la disminución del por ciento de camiones vendidos bajo peso promedio. Nótese la diferencia entre la situación del 2012, y la que se había logrado ya en el año 2014, cuando se había logrado la consolidación de las medidas correctivas implementadas en el Grupo Empresarial.

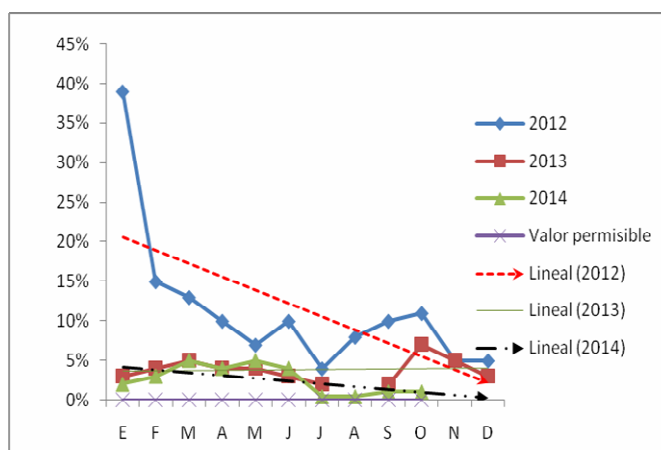


Figura 15. Gráfico comparativo del porcentaje de camiones vendidos bajos de peso. Total GECM.

RESULTADOS DE LA SUPERVISIÓN METROLÓGICA DEL PESO

La supervisión metrológica del peso del producto preempacado tuvo los resultados siguientes:

- Disminuidos los gastos por concepto de reclamaciones comerciales de los clientes, por faltantes y pérdidas de productos en las cargas.
- Detenida la tendencia a la disminución del peso promedio general de los sacos vendidos, manteniendo este por encima del valor declarado en la etiqueta.
- Cumplidas la legislación y las normas obligatorias de Metrología.
- Elevadas la seguridad, confiabilidad y calidad del proceso de comercialización y protección al consumidor.
- Generados resultados de impacto positivo para la Empresa, a partir de la aplicación del control del cemento empacado.

CONCLUSIONES

- Al problema del incumplimiento de la cantidad de cemento en los preenvases, detectado en la supervisión metrológica inicial, se le dio una solución desde el punto de vista metrológico y del cumplimiento de la legislación vigente, que tuvo un impacto positivo para la industria del cemento en Cuba, ya que involucró a la alta Dirección del Grupo y de las empresas productoras en el análisis y solución del problema en las soluciones propuestas.
- La capacitación del personal de metrología, los trabajadores involucrados con las mediciones (pesador, facturador), y los directivos, fue fundamental para lograr un eficiente control metrológico del cemento empacado.
- La implantación de la nueva etiqueta del saco no provocó gastos adicionales al producto, pero tiene un impacto social, pues brinda más información a los clientes sobre sus especificaciones técnicas y usos según las mismas.
- La aplicación del control metrológico en las zonas de empaque de las fábricas productoras permite disminuir considerablemente el número de sacos por debajo de las tolerancias permisibles y eliminar prácticamente los lotes vendidos con un peso promedio por debajo de la cantidad nominal declarada en la etiqueta del producto. Además de dar la posibilidad de fundamentar el cambio de la tecnología de empaque por el estado de obsolescencia tecnológica de la misma.
- El resultado de este control incide en la protección y confianza de los clientes, además de permitir la disminución o eliminación de las barreras técnicas en la comercialización de las diferentes producciones de la industria del cemento.

RECOMENDACIONES

- El método de control implantado en la industria del cemento se podría generalizar para otras industrias que preenvasan productos, ajustando las tolerancias y teniendo en cuenta los valores establecidos en la NC OIML 87.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. 1982.** DECRETO No. 270. *REGLAMENTO DEL DECRETO -LEY DE LA METROLOGÍA.* Cuba, 30 de Diciembre de 1982.
- 2. Estado, Consejo de. 1982.** DECRETO- LEY No. 62. *Sistema Internacional de Unidades.* Cuba, 30 de Diciembre de 1982.
- 3. Estado, Consejo de;. 1998.** DECRETO -LEY No. 183 DE LA METROLOGÍA. Ciudad Habana, Cuba, 23 de febrero de 1998.
- 4. Normalización, Oficina Nacional de. 2011.** NC 101. *Cemento Blanco- especificaciones.* ICS: 91.100.10.
 - . **2004.** NC 236. *Envase y Embalaje- Sacos Multicapas de papel- Requisitos generales.*
 - . **2011.** NC 499. *Cemento Hidráulico- Almacenamiento y Transporte.* ICS: 91-100.10.
 - . **2011.** NC 845. *Recomendaciones para el uso de los cementos.* . ICS:91.100.10.
 - . **2011.** NC 95. *Cemento Portland- Especificaciones.* ICS: 91.100.10.
 - . **2011.** NC 96. *Cemento con adición activa-Especificaciones.* 2011. ICS: 91.100.10.
 - . **2001.** NC DG.09. *Disposiciones para la Supervisión Metrológica.* 1^{ra} Edición.
 - . **1998.** NC OIML D 16. *Principios del Aseguramiento del Control Metrológico.* ICS: 17.020.
 - . **1995.** NC OIML D9. *Principios de la Supervisión Metrológica.* ICS: 17 020.
 - . **2011.** NC OIML R-79 *Requisitos para el Etiquetado de los Productos. Obligatoria.* ICS: 67.020.

Fecha de recepción del artículo: 2014.11.12

Fecha de aceptación del artículo: 2014.11.28

USO DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES PARA MEDIR LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE PARTÍCULAS.

Autores: Jorge Luis García-Jacomino¹, Rosenda Valdés-Arencibia², Lenier Ruiz-Mena¹, Rafael Quintana-Puchol¹, Amado Cruz-Crespo¹, Macyuri Alvarez-Luna¹.

¹ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, Villa Clara, CP. 54830, Cuba.

² Universidade Federal de Uberlândia - FEMEC. Av. João Naves de Ávila, 2121 – Bloco 5F, Uberlândia-MG, Brasil.

Correo-e: jacomino@uclv.edu.cu

RESUMEN

El presente trabajo efectúa la caracterización morfométrica del mineral de manganeso (pirolusita) beneficiado del yacimiento “Margarita de Cambute”. Este mineral es utilizado frecuentemente en procesos metalúrgicos donde la distribución granulométrica y la forma de las partículas, juegan un papel determinante. Para tanto fueron propuestas las siguientes etapas: i) adquisición de las imágenes del mineral por medio de una cámara digital; ii) calibración del sistema de medición; iii) procesamiento de las imágenes digitales (PDI) mediante el software ImageJ V 1.48; iv) determinación de las áreas de las partículas y del diámetro del círculo equivalente para posterior procesamiento gráfico y estadístico aplicando el método de los momentos; v) evaluación de la incertidumbre. Los resultados obtenidos muestran que la pirolusita tiene una distribución granulométrica monomodal y se ajusta a una función de distribución VEMG.

PALABRAS CLAVE: coeficiente de circularidad; granulometría; imágenes digitales; incertidumbre; procesamiento digital.

ABSTRACT

This paper shows the results of morphometric characterization of extracted manganese mineral (pyrolusite) “Margarita de Cambute” reservoir. This mineral is used in metallurgical processes where the particle size distribution and shape plays a determining factor. It used digital image processing technique (DIP). To acquire the images was used digital camera and processed using image analysis software ImageJ V 1.48. For both proposals were the following steps: i) image acquisition ore through a digital camera; ii) digital images processing (DIP) using the software ImageJ 1.48 V; iii) measurement system calibration; iv) determining the areas of the particles and the diameter of the equivalent circle for subsequent graphical and statistical processing using the method of moments; v) uncertainty assessment. The results show that the pyrolusite has a monomodal particle size distribution and it's adjusted to a VEMG distribution function.

KEYWORDS: circularity coefficient; digital images; digital processing; grain size –uncertainty.

INTRODUCCIÓN

Las caracterizaciones morfométrica y granulométrica de un mineral son aspectos esenciales que permiten definir los métodos de procesamiento posteriores. Para estas caracterizaciones, su utilización y alcance existen una diversidad de métodos, los cuales dependen tanto de las facilidades tecnológicas como del objetivo del ensayo en sí (1). Independientemente de la técnica o el conjunto de técnicas a emplear en el análisis granulométrico, es muy importante la representatividad de la muestra analítica inicial y su cantidad(2). Es indudable que el muestreo, la manipulación y el procedimiento de la preparación de la muestra analítica pueden cambiar sus características físicas y, hasta inclusive, las físicas debido a reacciones topoquímicas o mecanoquímicas durante el proceso de trituración y/o pulverización (3, 4).

La dispersión de la muestra analítica en un líquido apropiado empleando o no, ondas ultrasónicas puede reducir la concentración y el tamaño de los aglomerados(5). De forma inversa puede ocurrir una aglomeración en suspensiones bien dispersas, si el método empleado es muy lento o no adecuado para el rango de distribución de las partículas presentes en la muestra. Un aspecto importante es buscar una buena correspondencia entre la técnica analítica seleccionada, la metodología del procesamiento de los datos y el problema a resolver.

Por otra parte, una partícula es considerada una discreta masa de materia sólida o líquida y puede incluir desde partículas atómicas a grandes fragmentos de mineral. Aunque en la realidad esto no ocurre para la mayoría de los casos, se asume que las partículas son perfectamente esféricas y que ésta es la forma regular de referencia(6).

Los tamaños de las partículas se pueden describir en base a una esfera equivalente, combinando los parámetros tamaño y forma e incorporando las variaciones de tamaño aparente. Se establece así una definición para la dimensión del tamaño de partícula reproducible e inequívoca, con una sola dimensión (3, 7, 8).

Para una partícula irregular, existe un número infinito de diámetros estadísticos que radian, atraviesan (o pasan, transitan por) del centro de gravedad de la partícula. El promedio que despliega del diámetro del contorno proyectado, es el promedio integrado definido por la Ecuación. (1).

$$\bar{d}_R = \int_0^{2\pi} r \cdot \frac{d\theta}{\pi} \quad (1)$$

Este cálculo es engorroso de realizar para cada partícula debido a la distribución presente. El reciente uso de la computación ayudó el análisis de la imagen de la morfología de las partículas (9-11).

Las técnicas más rápidas simplemente miden una dimensión lineal paralela a alguna dirección fija y asume que las partículas se orientan al azar para que estas dimensiones promedien cuando una población suficientemente grande se ha clasificado según su tamaño (12).

El objetivo de este trabajo se enmarca en realizar la caracterización morfométrica y granulométrica, por medio de la determinación de los parámetros globales y de objeto, de una mena de manganeso beneficiada del yacimiento "Margarita de Cambute" mediante el procesamiento de imágenes digitales.

MATERIALES Y METODOS

PROPIEDADES QUÍMICO-FÍSICAS

El mineral de manganeso (pirolusita) utilizado proviene del yacimiento de “Margarita de Cambute” en con un procesamiento de beneficio directo de la cantera. El análisis químico de una muestra de la mena de manganeso, se presenta en la Tabla 1 .

TABLA 1. Análisis químico de la Pirolusita, % en masa.

| MnO ₂ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | Fe ₂ O ₃ | MgO | P ₂ O ₅ | H ₂ O | Total |
|------------------|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|-------------------------------|------------------|-------|
| 79,10 | 8,32 | 2,35 | 1,85 | 1,65 | 0,31 | 0,17 | 6,03 | 99,78 |

El componente mineral principal es uno del tipo oxidado (véase Tabla 1). Los otros minerales acompañantes de contenido significativo aportan óxidos como el SiO₂ y Al₂O₃. El Ca es probable que forme parte estructural del mineral del manganeso(4). El hierro y el fosforo aparecen en valores que, a pesar de que pueden ser considerados como impurezas en algunos procesos, no constituyen un obstáculo para su empleo como materia prima para la obtención de fundentes para soldadura(13).

El muestreo usado es del tipo “muestreo aleatorio simple sin reposición”. Se realiza tomando al azar de la mena, pequeñas cantidades, similares en masa con una cuchara diseñada para tales propósitos. Esto permite tener una muestra que sea lo más representativa posible de la masa total del mineral y no solamente en un punto en específico, aspecto a tener en cuenta para no incurrir en inconsistencia en la confección de la muestra representativa.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL MINERAL POR ANÁLISIS DE IMAGEN

La caracterización morfológica de la pirolusita es realizada mediante imágenes digitales adquiridas por una cámara digital, y procesadas por el software *ImageJ 1.48*. Las características de la cámara digital utilizada se muestran en la Tabla 2. Los granos son colocados horizontalmente sobre la pantalla de color blanca y esparcidos manualmente, luego se toman las imágenes.

TABLA 2. Características técnicas de la cámara digital.

| | |
|-------------------|-----------------|
| Tamaño del lente: | (6,2 – 18,6) mm |
| Luminosidad: | 1:2,8 ~ 5,2 |
| Resolución: | 12 Mega Píxeles |

Cuando una medición es efectuada por medio de sistemas de captación de imágenes asociados a programas computacionales la medida básica utilizada como referencia es el número de píxeles ocupados por el mensurando. La aplicación de esta técnica, utilizando imágenes, facilita las mediciones, más, aumenta la complejidad del cálculo de la incertidumbre de medición. También, eleva el nivel de exigencias en lo que se refiere a la capacitación del personal que realiza la medición, pues, el sistema de medición debe ser calibrado. Esta calibración permite determinar la resolución del sistema de medición y consecuentemente el número de dígitos significativos que deben ser considerados durante la medición(14).

Calibración del sistema de medición

Para la calibración del sistema de medición fue utilizada la regla de acero inoxidable del fabricante Mitutoyo la cual es colocada al lado de los granos para ser usada como referencia durante la medición (Figura 1). Esta regla tiene intervalo nominal de indicaciones de 300 mm y resolución de 0,5 mm. El Certificado de Calibración de la regla, emitido por el Laboratorio de Metrología de la Mitutoyo Sul Americana con el número 02098/13 declara una incertidumbre expandida de 0,02 mm para un factor de cobertura (k) igual a 2,02 y 131 grados de libertad.

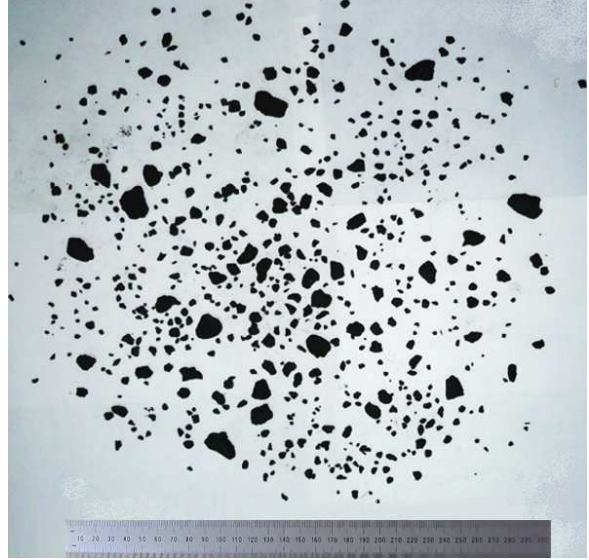


Figura 1. Concentrado de pirolusita.

Para la calibración se toma una imagen de la regla conjuntamente con el mineral. A continuación, esa imagen es proyectada en la tela del monitor y una línea es trazada con longitud igual a la menor división de la regla (0,5 mm). Se determina, entonces, el número de píxeles ocupado por la línea que separa dos marcas consecutivas de la escala de la regla. Esta operación se repite cinco veces y en todos los casos el número de píxeles ocupado por la línea es registrado. Posteriormente, se calcula el largo de un píxel en cada medición, bien como la media aritmética y la desviación típica de los valores encontrados para las cinco mediciones.

A continuación la resolución del sistema de medición es determinada en función del largo de los píxeles, por la Ecuación (2).

$$R_{SM} = \frac{R_{patrón} \cdot 1 \text{ píxeles}}{N_{píxeles}} \quad (2)$$

Donde:

- R_{SM} : resolución del sistema de medición;
- $R_{patrón}$: resolución de la regla de acero;
- $N_{píxeles}$: número de píxeles en una división de la regla.

La incertidumbre asociada a la calibración del sistema de medición se calcula por medio de la Ecuación (3) para tanto se aplica la metodología propuesta en el guía ISO/TAG 4/WG 3 (15).

$$R_{SM} = \Delta s(N_{píxeles}) + \Delta IC_R \quad (3)$$

Donde:

- R_{SM} : resolución del sistema de medición;
- ΔIC_R : corrección asociada a la incertidumbre de la calibración de la regla;
- $\Delta s(N_{píxeles})$: corrección asociada a la variación del número de píxeles.

Para determinar la incertidumbre típica combinada de la calibración se aplica la ley de propagación de incertidumbre en la Ecuación (3), se obtiene la Ecuación (4).

$$u_c^2(R_{SM}) = \left(\frac{\partial R_{SM}}{\partial \Delta s(N_{píxeles})} \right)^2 \cdot u^2(\Delta s(N_{píxeles})) + \left(\frac{\partial R_{SM}}{\partial \Delta IC_R} \right)^2 \cdot u^2(\Delta IC_R) \quad (4)$$

Diámetro del círculo equivalente.

El diámetro del círculo equivalente (D_e) es calculado a partir del área proyectada (A), por medio de la Ecuación (5).

$$D_e = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (5)$$

De forma general, el área es dada por la Ecuación (6)

$$A = a \cdot b \quad (6)$$

Donde:

a: ancho;

b: largo.

La referencia utilizada durante la medición del área proyectada es el área de un pixel, así para evaluar la incertidumbre de las variables de entrada presentes en la Ecuación (6) pueden ser utilizados los modelos matemáticos dados en las Ecuación (7) y (8).

$$I(a) = \Delta s(a) + \Delta R_{SM} + \Delta C_{SM} \quad (7)$$

$$I(b) = \Delta s(b) + \Delta R_{SM} + \Delta C_{SM} \quad (8)$$

Las variables a y b dependen de otras variables, que son: desviación típica de los valores del mensurando evaluado; resolución del sistema de medición; incertidumbre típica de la calibración del sistema de medición.

Ambos los mensurandos (a y b) son medidos con el mismo sistema de medición, por lo tanto, son considerados variables correlacionadas(15). La correlación en este caso es considerada igual a 1.

Aplicando la ley de propagación de incertidumbre en las Ecuación (7) y (8) se obtienen las Ecuación (9) y (10), que permiten calcular la incertidumbre típica combinada de la medición del ancho y del largo del pixel, respectivamente.

$$u_c^2(a) = \left(\frac{\partial a}{\partial \Delta s(a)} \right)^2 \cdot u^2(\Delta s(a)) + \left(\frac{\partial a}{\partial \Delta R_{SM}} \right)^2 \cdot u^2(\Delta R_{SM}) + \left(\frac{\partial a}{\partial \Delta C_{SM}} \right)^2 \cdot u^2(\Delta C_{SM})^2 \quad (9)$$

$$u_c^2(b) = \left(\frac{\partial b}{\partial \Delta s(b)} \right)^2 \cdot u^2(\Delta s(b)) + \left(\frac{\partial b}{\partial \Delta R_{SM}} \right)^2 \cdot u^2(\Delta R_{SM}) + \left(\frac{\partial b}{\partial \Delta C_{SM}} \right)^2 \cdot u^2(\Delta C_{SM})^2 \quad (10)$$

A continuación se debe aplicar la ley de propagación de incertidumbre en las Ecuación (6) y (5) para efectuar el cálculo de la incertidumbre típica combinada de la medición del área proyectada y del diámetro del círculo equivalente, respectivamente.

$$u_c^2(A) = \left(\frac{\partial A}{\partial a} \right)^2 \cdot u^2(a) + \left(\frac{\partial A}{\partial b} \right)^2 \cdot u^2(b) \quad (11)$$

$$u_c^2(D_e) = \left(\frac{\partial D_e}{\partial A} \right)^2 \cdot u^2(A) \quad (12)$$

Calculando las derivadas en las Ecuaciones (11) y (12) se obtienen las Ecuaciones (13) y (14).

$$u_c^2(A) = (b)^2 \cdot u^2(a) + (a)^2 \cdot u^2(b) \quad (13)$$

$$u_c^2(De) = \left(\sqrt{\frac{1}{\pi \cdot A}} \right)^2 \cdot u^2(A) \quad (14)$$

Coefficiente de circularidad.

El coeficiente de circularidad (C) cuantifica la diferencia entre una forma geométrica cualquier y un círculo teórico y puede ser calculado por medio de la Ecuación (15).

$$C = 4 \cdot \pi \frac{|A|}{(P)^2} \quad (15)$$

Donde:

A: área proyectada;

P: perímetro.

Este coeficiente es adimensional y puede asumir valores entre 0 y 1, siendo el valor 1 el que representa la forma circular perfecta.

La incertidumbre de la circularidad es determinada a partir de la Ecuación (15). De esta forma para obtener la incertidumbre típica combinada se aplica la ley de propagación de incertidumbres en (15) obteniéndose la Ecuación (16).

$$u_c^2(C) = \left(\frac{\partial C}{\partial A} \right)^2 \cdot u^2(A) + \left(\frac{\partial C}{\partial P} \right)^2 \cdot u^2(P) \quad (16)$$

Calculando las derivadas parciales en la Ecuación (16), se obtiene la Ecuación (17).

$$u_c^2(C) = \left(\frac{4\pi}{(P)^2} \cdot (-1) \right)^2 \cdot u^2(A) + \left(4\pi|A| \cdot (-2P^{-3}) \right)^2 \cdot u^2(P) \quad (17)$$

El perímetro es dado por la Ecuación (18) que al aplicarle la ley de propagación de incertidumbre resulta en la Ecuación (19) que permite evaluar la incertidumbre típica asociada al perímetro.

$$P = \pi \cdot d \quad (18)$$

$$u_c^2(P) = \left(\frac{\partial p}{\partial d} \right)^2 \cdot u^2(d) \quad (19)$$

Calculando las derivadas se obtiene la Ecuación (20).

$$u_c^2(P) = \pi^2 \cdot u^2(d) \quad (20)$$

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

PROCESAMIENTO DIGITAL DE LA FOTO DEL CONCENTRADO DE PIROLUSITA

La Figura 1 presenta una muestra con masa igual a 950 g la cual fue extraída de un saco de 45 kg, aplicando un “apilado y cuarteado”.

La imagen es procesada digitalmente por el procedimiento establecido (6) mediante el software *ImageJ* V. 1.48. En la Figura 2 (a) se observa la imagen segmentada (binaria) y en la Figura 2 (b) el resultado de la cuantificación.

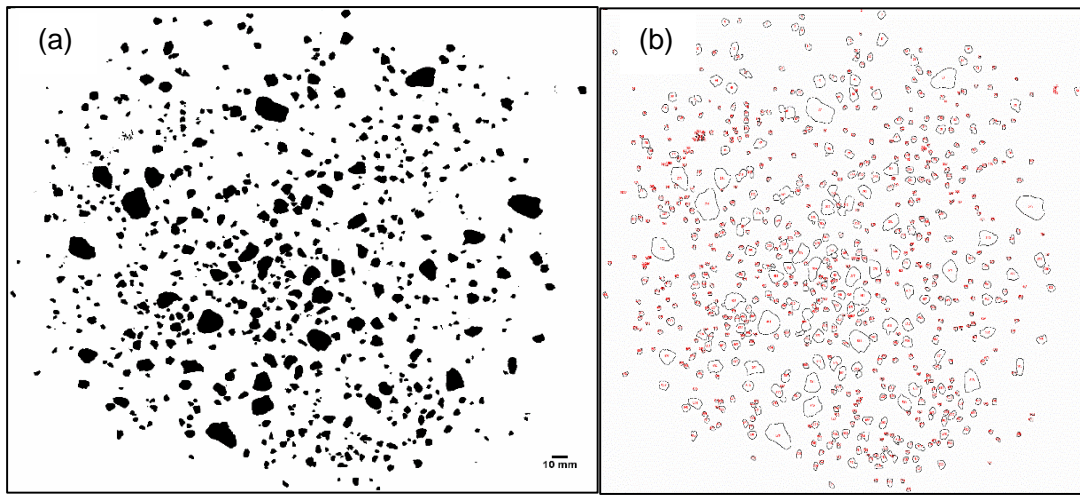


Figura 2. Procesamiento digital de la foto del concentrado de pirolusita: (a) Imagen binaria, (b) Selección de frontera y conteo de las partículas.

A partir de los resultados del análisis cuantitativo de las partículas, se puede caracterizar la morfología y la distribución granulométrica del concentrado de pirolusita.

CUANTIFICACIÓN MORFOMÉTRICA DEL CONCENTRADO DE PIROLUSITA

Resultado da calibración del sistema de medición.

En la Tabla 3 se muestra el número de pixeles encontrado entre dos trazos consecutivos de la regla de acero (longitud de 0,5 mm), además del ancho del pixel en cada medición.

TABLA 3. Resultados de la medición del número de pixeles

| Medición | Número de pixeles (en 0,5 mm) | Ancho de un pixel (mm) |
|-----------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 | 12,00 | 0,041 67 |
| 2 | 12,01 | 0,041 63 |
| 3 | 12,01 | 0,041 63 |
| 4 | 11,51 | 0,043 44 |
| 5 | 11,50 | 0,043 48 |
| \bar{x} | | 0,042 37 |
| S | | 0,000 99 |

A partir de la Tabla 3 se concluye que la resolución lineal del sistema de medición, considerando las condiciones en las cuales se efectuaron las mediciones, es de 0,05 mm. La incertidumbre expandida asociada es de 0,02 mm, para una probabilidad de cobertura de 95%, con factor de cobertura igual a 1,96 y 131 grados de libertad efectivos.

Resultado de la medición del diámetro del círculo equivalente.

La Tabla 4 muestra los valores de los estadísticos descriptivos para el diámetro del círculo equivalente.

TABLA 4. Resumen Estadístico para el diámetro del círculo equivalente

| Estadígrafos | UM | Valor |
|---------------------------|-----------------|-----------|
| Recuento | N | 732 |
| Promedio | mm | 4,059 61 |
| Mediana | mm | 3,453 10 |
| Moda | mm | 0,273 00 |
| Varianza | mm ² | 7,679 80 |
| Desviación Típica | mm | 2,771 24 |
| Coefficiente de Variación | % | 68,263 80 |
| Mínimo | mm | 0,273 00 |
| Máximo | mm | 19,313 30 |

En la Tabla 4 se observa que para una población de 732 partículas, el valor mínimo de la dimensión lineal de los granos es de 0,27 mm y el máximo de 19,31 mm. La valoración de las medidas muestra una tendencia central de esa dimensión, cuyo promedio es de 4,06 mm, con una mediana de 3,45 mm y una moda de 0,27 mm. Las medidas de variabilidad indican una varianza de 7,68 mm, una desviación estándar de 2,77 mm y un coeficiente de variación del 68,26 % .

La incertidumbre expandida asociada a la medición del diámetro del círculo equivalente es de 0,19 mm para una probabilidad de cobertura de 95%, un factor de cobertura (k) igual a 1,96 .

La variable que más contribuye para la incertidumbre final es la desviación estándar asociada a los valores del diámetro del círculo equivalente, con aproximadamente 97 % de contribución. En segundo lugar está la resolución del sistema de medición con 2 % de contribución. Por fin la incertidumbre asociada a la calibración del sistema de medición con 1% de contribución. De esta forma, el sistema de medición utilizado posee la exactitud adecuada para efectuar la medición del diámetro del círculo equivalente de las partículas del mineral.

En la Figura 3 se puede observar gráficamente la distribución de los "diámetros". A pesar de emplear estadísticos descriptivos en un procesamiento primario, se puede concluir que la distribución granulométrica del concentrado de pirolusita no se ajusta a una distribución normal.

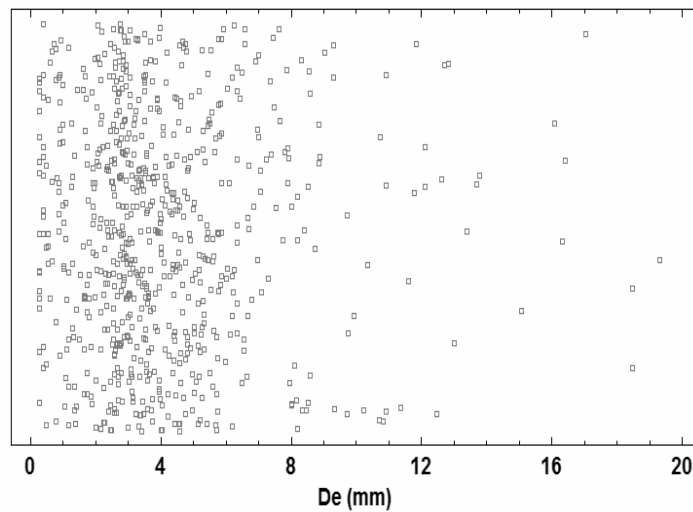


Figura 3. Gráfico de dispersión del diámetro del círculo equivalente (De).

A partir de la tabla de frecuencias, que se realiza dividiendo el rango de diámetro del círculo equivalente en intervalos del mismo ancho (11 clases), y contando el número de datos en cada intervalo, se construye el histograma de frecuencias (Figura 4).

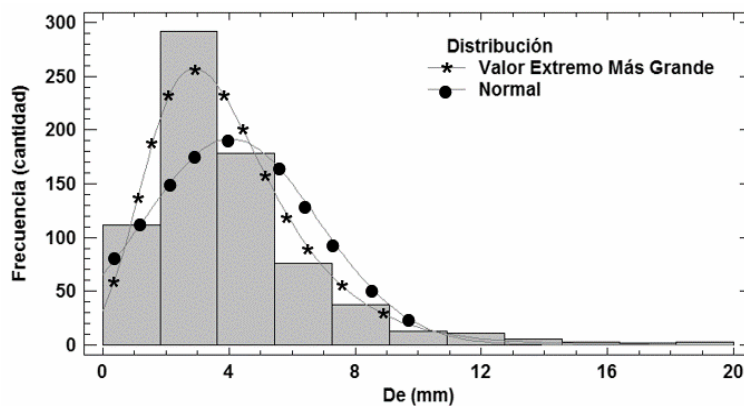


Figura 4. Histograma de frecuencias del diámetro del círculo equivalente (De).

Las frecuencias muestran el número de datos en cada intervalo, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo.

Se observa que la mayor frecuencia (292) corresponde a la fracción de 1,81 mm hasta 3,64 mm, con un punto medio de 2,72 mm, lo que constituye el máximo de la distribución unimodal con una frecuencia relativa del 40 %.

Procesamiento estadístico no paramétrico y paramétrico para el diámetro del círculo equivalente.

Los resultados de los diámetros se procesan mediante estadígrafos paramétricos y no paramétricos para evaluar su distribución y realizar una caracterización más rigurosa.

La Tabla 5 muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si el diámetro del círculo equivalente puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

TABLA 5. Pruebas de Normalidad para diámetro del círculo equivalente

| Prueba | Estadístico | Valor-P |
|-------------------------------|-------------|---------|
| Chi-Cuadrado | 287,598 000 | 0,0 |
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0,846 554 | 0,0 |
| Valor-Z para asimetría | 10,312 400 | 0,0 |
| Valor-Z para curtosis | 9,462 680 | 0,0 |

La prueba de chi-cuadrada divide el rango de diámetro del círculo equivalente en 53 clases y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado de observaciones. A su vez, la prueba de *Shapiro-Wilk* está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos. La prueba de sesgo estandarizado busca falta de simetría en los datos. La prueba de curtosis estandarizada busca si la forma de la distribución es más plana o picuda que la distribución normal.

Debido a que en todas las pruebas, el valor-P de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que el diámetro del círculo equivalente proviene de una distribución normal con 95 % de confianza.

La Tabla 6 muestra los resultados de la prueba de bondad de ajuste cuando varias distribuciones que se puedan ajustar a los valores del diámetro del círculo equivalente. De acuerdo con el estadístico Log Verosimilitud y *Kolmogorov-Smirnov D* (KS D), la distribución de mejor ajuste es la distribución del Valor Extremo más Grande (VEMG) .

TABLA 6. Comparación de Distribuciones Alternas.

| Distribución | Parám. Est. | Log Verosimilitud | KS D |
|--------------------------|-------------|-------------------|-----------|
| Valor Extremo más Grande | 2 | -1644, 77 | 0,048 247 |
| Gamma | 2 | -1645, 00 | 0,084 509 |
| Weibull | 2 | -1653, 98 | 0,084 289 |
| Loglogística | 2 | -1654, 29 | 0,069 104 |
| Lognormal | 2 | -1690, 02 | 0,128 584 |
| Laplace | 2 | -1695, 66 | 0,090 884 |

En la Figura 4 se muestra también la comparación entre la curva de distribución Normal (●) y la curva de distribución Valor extremo más grande (*). Se observa que la distribución VEMG tiene un mejor ajuste a la distribución de frecuencia de los datos. Es decir, las partículas de la pirolusita caracterizada se ajustan a una distribución del tipo VEMG.

Desviación del coeficiente de circularidad de las partículas.

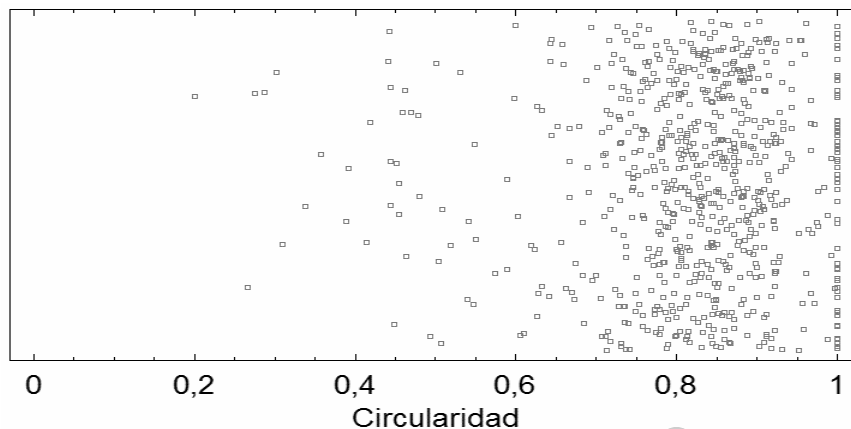
Los resultados de los estadísticos descriptivos para la circularidad de las partículas (Tabla 7) muestra que para una población de 732 partículas, el valor mínimo es de 0,20 y el máximo de 1 (representa el círculo perfecto). Las medidas de tendencia central muestran que el promedio es de 0,82, con una mediana de 0,84 y una moda de 1. Las medidas de variabilidad muestran una desviación típica de 0,13 y un coeficiente de variación del 15,5 %.

TABLA 7. Resumen Estadístico del coeficiente de Circularidad de las partículas.

| Estadísticos | UM | Valor |
|---------------------------|----|----------|
| Recuento | N | 732 |
| Promedio | | 0,81791 |
| Mediana | | 0,83578 |
| Moda | | 1,00000 |
| Varianza | | 0,01609 |
| Desviación Típica | | 0,12685 |
| Coefficiente de Variación | % | 15,50910 |
| Mínimo | | 0,20114 |
| Máximo | | 1,00000 |

El valor de sesgo estandarizado no se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal, tampoco sucede para el valor de la curtosis estandarizada, por lo que se puede inferir que los datos no son provenientes de una distribución normal.

En la Figura 5, se puede observar gráficamente la distribución de la Circularidad de las partículas. Los resultados de los estadísticos descriptivos en un primer procesamiento, concluyen que la distribución de la Circularidad de las partículas del concentrado de pirolusita no se ajusta a una distribución normal.

**Figura 5.** Gráfico de dispersión de la circularidad.

En la Figura 6 se muestra la tabla de frecuencias para la Circularidad de las partículas.

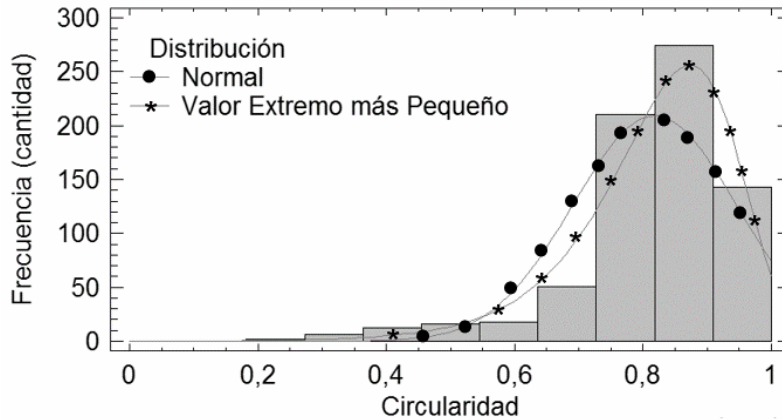


Figura 6. Gráfico de distribución de frecuencias para la circularidad.

Se observa que la mayor frecuencia (274) corresponde a la fracción 0,82 hasta 0,91, con un punto medio de 0,86, lo que constituye el máximo de la distribución unimodal con una frecuencia relativa del 38 % .

Procesamiento estadístico no paramétrico y paramétrico para el coeficiente de circularidad.

Los resultados del coeficiente de circularidad de las partículas se procesan mediante estadígrafos paramétricos y no paramétricos para evaluar su distribución y realizar una caracterización más rigurosa.

La Tabla 8 muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si la Circularidad puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

TABLA 8. Pruebas de Normalidad para Circularidad de las partículas.

| Prueba | Estadístico | Valor-P |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Chi-Cuadrado | 409,527 | 0,0 |
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0,878 358 | 0,0 |
| Valor-Z para asimetría | 8,842 98 | 0,0 |
| Valor-Z para curtosis | 7,907 90 | 2,66454E-15 |

Debido a que en todas las pruebas, el valor-P es menor a 0,05, se puede rechazar la hipótesis de que la Circularidad proviene de una distribución normal con 95 % de confianza.

La Tabla 9 muestra los resultados de una prueba de bondad de ajuste cuando varias distribuciones que se puedan ajustar a los valores de la Circularidad de la partícula. De acuerdo con el estadístico Log Verosimilitud, la distribución de mejor ajuste es la distribución del Valor Extremo Más Pequeño (VEMP).

TABLA 9. Comparación de Distribuciones Alternas

| Distribución | | | Parám. Est. | Log Verosimilitud | KS D |
|---------------------------|---|---|-------------|-------------------|------|
| Valor Extremo más Pequeño | 2 | 2 | 564, 706 | 0,054 6997 | |
| Laplace | 2 | | 540, 086 | 0,077 2849 | |
| Weibull | 2 | | 539, 832 | 0,064 0571 | |
| Logística | 2 | | 526, 046 | 0,066 1128 | |
| Normal | 2 | | 473, 232 | 0,111 17 | |
| Loglogística | 2 | | 455, 455 | 0,096 1679 | |
| Gamma | 2 | | 386, 122 | 0,147 4 | |
| Lognormal | 2 | | 330, 419 | 0,164 53 | |

La Figura 6 muestra la comparación entre la curva de distribución Normal (●) y la curva de distribución Valor extremo más pequeño (*). Se observa que la distribución VEMP tiene un mejor ajuste a la distribución de frecuencia de los datos.

Los resultados de la cuantificación morfométrica del concentrado de pirolusita mediante el procesamiento digital de imágenes, con el software *ImageJ* permiten caracterizar al mineral en cuanto a su distribución granulométrica (parámetro global) y la Circularidad de las partículas (parámetro de objeto). Se comprueba la fortaleza y eficacia de la combinación de esa herramienta con el procesamiento estadístico para estudiar las materias primas pulverulentas.

La incertidumbre expandida asociada a la medición del coeficiente de Circularidad es de 0,02 para una probabilidad de cobertura de 95%, un factor de cobertura (k) igual a 2,04 y 32 grados de libertad efectivos. Este valor de incerteza representa, aproximadamente, 2,5 % del valor promedio del coeficiente de Circularidad, por lo que puede ser considerado adecuado para la exactitud requerida durante la medición.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que el uso del Procesamiento Digital de Imágenes con el software *ImageJ*, para la caracterización morfométrica de minerales pulverulentos, es un método que brinda ventajas respecto al tradicional tamizado para determinar la distribución granulométrica, en lo que respecta a menor tiempo de medición; elevada exactitud e incertidumbre adecuada.

La caracterización morfométrica mediante el PDI, combinado con el procesamiento estadístico de una mena de manganeso del yacimiento "Margarita de Cambute" muestra que su diámetro medio es de 4,06 mm, un coeficiente de variación del 68,2% y se ajusta a la distribución VEMG. La circularidad media es de 0,82, un coeficiente de variación del 15,5 % ajustándose a la distribución VEMP. Estos valores permiten establecer los parámetros operacionales para posterior procesamiento de este mineral.

AGRADECIMIENTOS

Los autores muestran su agradecimiento al Programa de Cooperación Interuniversitaria CAPES-Brasil / MES-Cuba debido a que este trabajo se vincula al proyecto CAPES/MES-CUBA PROJETOS 146/12.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bergaya F, Theng BKG, Lagaly G. Handbook of Clay Science. Amsterdam: Elsevier; 2006.
2. Pope LR, Ward CW. Manual on Test Sieving Methods Prepared by ASTM Committee E29 as Guidelines for Establishing Sieve Analysis Procedures West Conshohocken, PA. A11998.
3. Pabst W, Gregorová E. Characterization of particles and particle systems: PABST & GREGOROVÁ; 2007.
4. Quintana-Puchol R. Conceptualizaciones científico-técnicas sobre el diseño, obtención y desarrollo de fundentes para soldadura automática por arco eléctrico a partir de minerales y residuales sólidos industriales [Tesis doctoral de 2do grado]: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas; 2014.
5. Bernhardt C. Particle Size Analysis - Classification and Sedimentation Methods. London: Chapman & Hall; 1994.
6. Mena LR. Estudio morfológico del concentrado de pirolusita mediante el procesamiento de imágenes digitales [Trabajo de Diploma]: Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas; 2013.
7. Salager J-L. Granulometría teórica. Modulo de enseñanza en fenómenos interfaciales. Mérida 2007. p. 32.
8. Salager J-L. Análisis práctico de datos granulométricos. Modulo de enseñanza en fenómenos interfaciales. Mérida 2007. p. 24.
9. Russ JC. The Image Processing Handbook. 5 ed. Boca Raton: CRC Press (Taylor & Francis); 2007.
10. Gonzalez RC, Woods RE. Digital Image Processing: Pearson International Edition; 2008. 976 p.
11. Gonzalez RC, Woods RE, Eddins SL. Digital image processing using MATLAB: Gatesmark Publishing Tennessee; 2009.
12. Stoyan D, Kendall WS, Mecke J. Stochastic Geometry and its Applications. 2 ed. Chichester John Wiley & Sons; 1995.
13. Cruz A, Quintana R, Perdomo L, García LL, Formoso A, Cores A. Caracterización de un mineral de manganeso para su utilización en la síntesis de fundentes para la soldadura automática. Revista Metalurgia. 2003;39:114-22.
14. Valdés-Arencibia R, Cedré EMD, Crespo AC, Piratelli-Filho A. Measurement Uncertainty of Geometric Parameters in Weld Beads. Soldag insp. 2011;16(1):062-70.
15. ISO/IEC. Guide 98-3: Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995). Switzerland 2008. p. 120.

Fecha de recepción del artículo: 2015.04.15

Fecha de aceptación del artículo: 2015.06.08

ACERCAMIENTO A LA NORMA GUÍA CUBANA PARA LA ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO.

Autora: MCs. Alejandra Regla Hernández-Leonard.

Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET). La Habana, Cuba.

Correo-e: alehl@inimet.cu

RESUMEN

El perfeccionamiento de la base legal de la Metrología cubana, en el marco de la actualización del modelo económico, incluye el completamiento de la base normativa, sobre todo, con documentos que sirvan de base a las estructuras metrológicas de las empresas y organizaciones para la conformación de programas de aseguramiento metrológico adecuados a sus ámbitos de competencia.

Ese es el principal objetivo de la NC Norma Guía 857, elaborada a partir de la asimilación de las experiencias adquiridas por el país en el desarrollo de esta actividad, el análisis de los éxitos y dificultades del modelo anterior, el estudio de la nueva legislación aplicable en el país para las inversiones extranjeras, y la intención declarada de recuperar a las estructuras metrológicas de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), los Órganos Superiores de Dirección Empresarial (OSDE) y los Consejos de la Administración Provinciales y Municipales (CAP/CAM), teniendo en cuenta sus fortalezas y debilidades.

La NC Norma Guía 857 consta de dos partes: la Parte 1: Diagnóstico Metrológico a la documentación de proyectos de inversiones, aprobada en el 2011, y la Parte 2: Elaboración y Aprobación de los Programas de Aseguramiento Metrológico, aprobada en el 2013. Ambas partes han sido introducidas en los proyectos del Polo Petroquímico de Cienfuegos, la empresa ENERGAS S.A. y otras empresas de la economía nacional.

PALABRAS CLAVE: Diagnóstico metrológico; programas de aseguramiento metrológico.

ABSTRACT

The improvement of the legal basis of the Cuban Metrology, in the context of updating the economic model, including the completion of the normative basis, especially with documents that underpin the metrological structures of firms and organizations shaping metrological assurance programs suited to their areas of competence.

That is the main objective of the NC Standard Guide 857, made from the assimilation of the lessons learned by the country in the development of this activity, the analysis of the successes and difficulties of the previous model, the study of the new applicable law in the country to foreign investment, and to recover declared metrological structures of the Organizations of the Central Government (OACE), the Higher Business Management Bodies (OSDE) and the Provincial and Municipal Administration Councils (CAP / CAM), taking into account its strengths and weaknesses.

The NC 857 Standard Guide consists of two parts: Part 1: Metrological diagnoses to the documentation of projects of investments, approved in 2011, and Part 2: Elaboration and Approval of Metrological Assurance Programs, approved in 2013. Both parties have been introduced in the Petrochemical projects in Cienfuegos, the company ENERGAS SA and other enterprises of the national economy.

KEYWORDS: Metrological diagnoses; metrological assurance programs.

INTRODUCCIÓN

Durante los años ochenta del siglo pasado, la ejecución de diagnósticos metrológicos a la documentación técnica y de proyecto de las nuevas inversiones era una práctica de alto rigor científico-técnico, ejecutada por especialistas-expertos del extinto Comité Estatal de Normalización (CEN) y otras estructuras metrológicas de organismos y empresas, que tomaban como base documentos técnico-normativos cubanos elaborados a partir de referencias extranjeras (1), razón por la cual eran nombrados “peritajes metrológicos”. Servían para la determinación de las necesidades metrológicas de lo que se proyectaba, y la toma de decisiones acerca de las acciones de aseguramiento metrológico que debían acometerse para llevar a feliz término el ciclo de vida de la nueva inversión, desde su fase de pre-inversión hasta el inicio de la explotación.

A principios de los años noventa, la entrada del país en el llamado “período especial” paralizó prácticamente la capacidad inversionista de la economía cubana. Esto conllevó a que se descontinuara la práctica de ejecutar los diagnósticos metrológicos, y posteriormente, también provocó una afectación notable en la cantidad y la competencia de los especialistas disponibles para dedicarse a esta actividad.

Desde su primer congreso, celebrado en diciembre de 1975, el Partido Comunista de Cuba ha reconocido en sus documentos programáticos el papel de la normalización, la metrología y la calidad “como requerimiento del desarrollo tecnológico de las distintas ramas de la economía nacional y especialmente, como exigencia del proceso e industrialización que se promueve” (2), razón por la que se previó la implantación y el desarrollo de “un sistema nacional de normalización, metrología y control de la calidad que garantice la disciplina tecnológica y la calidad de la producción, tanto de los bienes intermedios que se incorporan al proceso productivo, como la de los bienes de consumo de la población y los que forman los fondos exportables de la nación” (2). Por eso es comprensible que estas actividades tengan un espacio entre los Lineamientos de la política económica y social aprobados en el Sexto Congreso del Partido (3).

La decisión estratégica de actualizar el modelo económico cubano, adoptada en el Sexto Congreso del Partido y refrendada en los Lineamientos aprobados, pasa por la potenciación de las inversiones extranjeras y el perfeccionamiento del proceso inversionista del país, lo que hace nuevamente necesaria y pertinente la ejecución de los diagnósticos metrológicos, como una forma de garantizar la calidad, la sostenibilidad y el aseguramiento metrológico de las nuevas tecnologías que por esa vía puedan captarse y preservar la soberanía tecnológica del país.

En este marco, la actualización de la infraestructura técnica y el perfeccionamiento de la base legal de la Metrología cubana incluyen el completamiento de la base normativa, sobre todo, con documentos que sirvan de base a las nuevas estructuras metrológicas de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), los Órganos Superiores de Dirección Empresarial (OSDE) y los Consejos de la Administración Provinciales y Municipales (CAP/CAM), para la conformación de programas de aseguramiento metrológico adecuados a sus ámbitos de competencia.

Ese es el principal objetivo de las dos partes de la NC Norma Guía 857 (4,5), que fueron elaboradas a solicitud de la Dirección de Metrología de la Oficina Nacional de Normalización (DIME-ONN), partiendo de la asimilación de las experiencias adquiridas por el país en el desarrollo de esta actividad, el análisis de los éxitos y dificultades del modelo anterior, el estudio de la nueva legislación aplicable en el país para las nuevas inversiones, y la intención declarada de recuperar las estructuras metrológicas de las empresas, ramas y sectores, teniendo en cuenta sus fortalezas y debilidades.

En 1973, mediante la ley 1245, se crea el Instituto Cubano de Normalización, Metrología y Control de la Calidad (ICNMCC) como organismo central adscrito al Consejo de Ministros, acto con el que

el entonces Gobierno Revolucionario subrayaba la importancia que atribuía a estas actividades en el camino de incorporar los hallazgos y logros de la revolución científico-técnica contemporánea a la dirección de la economía. Desde tan temprana fecha, uno de los principales objetivos de esta organización, que devino en la actual Oficina Nacional de Normalización, haya sido el aseguramiento metrológico de la economía nacional.

Desde el año 2009 la DIME-ONN había identificado la necesidad de contar con una norma guía que permitiera la ejecución del diagnóstico metrológico a la documentación técnica y de proyecto de las nuevas inversiones que se habían aprobado en el país, de manera que la ONN estuviera en condiciones de emitir su dictamen basado en evidencias científicas válidas de la situación real. Por esa razón encargó al grupo de trabajo del Proyecto I+D “Desarrollo de un modelo de gestión organizacional y funcional para la Metrología en Cuba”, que ejecutaba entonces el Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET), la elaboración de este documento, para su implantación en los proyectos del Polo Petroquímico de Cienfuegos, lo que ocurrió a partir de la aprobación de la NC Norma Guía 857-1:2011.

En marzo de 2014 la Asamblea Nacional del Poder Popular promulgó la Ley No. 118 “Ley de la inversión extranjera” con el objetivo de garantizar el acceso a financiamiento externo, tecnologías y nuevos mercados, así como insertar productos y servicios cubanos en cadenas internacionales de valor y generar otros efectos positivos hacia su industria doméstica, contribuyendo de esta manera al crecimiento de la nación (6).

El Decreto No. 325 de fecha 9 de abril de 2014 “Reglamento de la Ley de la inversión extranjera”, en el inciso c) del artículo 11.1., prevé que entre los documentos obligatorios para la presentación de una propuesta de negocios con inversión extranjera se encuentra la valoración del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente sobre los aspectos relativos al medio ambiente, la tecnología, la propiedad industrial, la normalización, la metrología y la calidad (7).

Este propio decreto establece la creación de la Comisión de Evaluación de Negocios con Inversión Extranjera (en lo adelante “la Comisión”), con su composición y funciones. Uno de los miembros de la mencionada Comisión es el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

La Resolución No. 128/2014 del Ministerio de Comercio Exterior e Inversión extranjera establece la responsabilidad y las áreas de competencia de los miembros de la Comisión, y el CITMA tiene, entre otras, la responsabilidad de evaluar “el cumplimiento de la aplicación de las normas, el aseguramiento metrológico, así como el aseguramiento de la calidad” (8).

Por su parte, la Resolución No. 129/2014 del propio Ministerio establece las “Bases metodológicas para la presentación de oportunidades de inversión extranjera y la elaboración de estudios de pre o factibilidad técnico-económica, para Oportunidades, Propuestas de negocios con inversión extranjera y modificación de Negocios en operaciones, según corresponda, así como para la presentación del informe anual por las distintas modalidades”, que prevé que en el contenido de la fundamentación técnico-económica de la ficha de oportunidad de inversión extranjera se haga un análisis del entorno nacional en el caso de las transferencias de tecnología, donde se tenga en cuenta “la compatibilidad de la tecnología con los sistemas técnico-productivos con los que debe vincularse, en particular para la reparación, el mantenimiento y la metrología” (9).

En el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes métodos teóricos y empíricos: análisis histórico-lógico y síntesis, inducción y deducción, estudios de casos, la observación científica no estructurada participante, entrevistas, consulta de documentos, así como herramientas del desarrollo organizacional y la investigación - acción, para generar las ideas básicas en el diagnóstico, el diseño y la implementación de las estrategias definidas en los programas de aseguramiento metrológico que se fueron conformando. Para la validación de los documentos se

utilizó la técnica ladov, con preguntas reformuladas por la autora, para evaluar la satisfacción individual y grupal de los especialistas con las herramientas propuestas.

DESARROLLO

En el proceso de elaboración de las NC Normas Guías 857-1:2011 y 857-2:2013 participaron, además del INIMET, expertos de la DIME-ONN y de los proyectos del Polo Petroquímico de Cienfuegos. Los proyectos finales de los documentos fueron aprobados por el Comité Técnico de Normalización (NC/CTN) No. 2 de Metrología integrado por representantes de las siguientes entidades:

- Ministerio de la Industria Alimentaria
- Ministerio de Industria
- Grupo AZCUBA
- Corporación CIMEX S.A.
- Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología
- Oficina Nacional de Normalización
- Ministerio del Comercio Interior
- Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
- Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera
- Ministerio de Energía y Minas

En el año 2014 se promulgó el Decreto 327/2014 “Reglamento del proceso inversionista” (10), que derogó el Decreto No. 5 “Reglamento del Proceso Inversionista”, de 22 de septiembre de 1977; el Decreto No. 105, “Reglamento para la evaluación y la aprobación de las propuestas de inversión y de las tareas de inversión”, de 3 de mayo de 1982, y la Resolución No. 91 “Indicaciones para el Proceso Inversionista”, de 16 de marzo de 2006, del Ministro de Economía y Planificación, que en el momento de la aprobación de las normas guías regían el proceso inversionista. No obstante, debido a que el nuevo decreto tiene como objetivos fundamentales regular los elementos esenciales de este proceso, atemperarlo a las condiciones de la actualización del modelo económico y poner fin a la dispersión legislativa en esta materia (10), no se produjo ninguna interferencia entre el nuevo documento legislativo y las normas guías ya aprobadas, que pueden seguir siendo aplicadas en la forma prevista.

Es por esto que en la resolución 222/2014 del Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente (11), complementaria al Decreto 327/2014, y que regula la realización del proceso de evaluación integral de la tecnología y el medio ambiente que se ejecutan en el territorio nacional, se establecen como obligatorios los requerimientos previstos en la NC Norma Guía 857-1:2011 para la documentación técnica y de proyecto de las nuevas inversiones, y se exige que el expediente del proceso inversionista incluya un informe de diagnóstico metrológico, elaborado según la parte 1 de la norma guía.

La NC Norma Guía 857-2:2013 tiene sus antecedentes en las instrucciones normalizativas cubanas INC 33 y 48 de 1981 (12; 13), que regían la forma en la que se debía organizar y ejecutar el análisis del estado de las mediciones y elaborar los programas de aseguramiento metrológico, y sirvieron de base a los múltiples programas de este tipo que fueron elaborados en los años ochenta para las empresas y ramas más importantes de la economía nacional, incluida la Salud Pública. Muchas de las experiencias en la aplicación de estos documentos fueron publicadas en su momento en la revista Normalización y el Boletín Científico-Técnico del INIMET, que pueden ser examinados por el lector interesado.

Como resultado del proyecto para la elevación de la cultura metrológica en empresas de la capital, ejecutado por el INIMET hasta el año 2009, a solicitud de la Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en la ciudad de La Habana, se desarrollaron herramientas para la ejecución práctica del diagnóstico metrológico (14), que han sido incluidas en la parte 2 de la norma guía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los objetivos del diagnóstico metrológico a la documentación técnica y de proyecto de las inversiones son los siguientes:

1. Asegurar la introducción en la producción, de los métodos y equipos de medición necesarios para garantizar la exactitud requerida, una elevada productividad, y la calidad esperada de los productos y servicios.
2. Asegurar la correcta selección de los métodos y equipos de medición en conformidad con las características tecnológicas y de diseño del producto.
3. Hacer posible el uso preferente de métodos y equipos de medición normalizados.
4. Prever la infraestructura técnica necesaria para ejecutar el control metrológico de los equipos de medición, por el órgano facultado.
5. Definir las mediciones y equipos de medición que deben ser sometidos al control metrológico legal.
6. Asegurar la correcta utilización y expresión de las unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI) y otras unidades de uso permitido junto con las del SI.
7. Definir las propuestas de soluciones técnicas para garantizar la trazabilidad de las mediciones a las unidades del SI, así como el mantenimiento y la reparación de los equipos de medición involucrados en los procesos de medición.

La Parte 1 de la NC Norma Guía 857, dedicada al diagnóstico metrológico de la documentación técnica y de proyecto, establece los aspectos que deben revisarse en cada tipo de documentos, teniendo en cuenta la fase en que se encuentre la inversión: pre-inversión, ejecución, o desactivación e inicio de la explotación (ver Tabla 1).

El control del cumplimiento de los requisitos de la Parte 1 de la NC Guía 857 permite a la DIME-ONN realizar con más rapidez la evaluación de los proyectos de inversión en los aspectos relacionados con la normalización, la metrología y la calidad, y con esto, cumplir la responsabilidad asignada al CITMA en la Comisión de Evaluación de Negocios con Inversión Extranjera.

Tabla 1. Aspectos que deben revisarse durante el diagnóstico metrológico a la documentación técnica y de proyecto.

| | |
|------------------------------|--|
| I. Documentación de Proyecto | <ol style="list-style-type: none"> 1. Racionalidad y completamiento de la nomenclatura de magnitudes (variables) que se someten a medición. 2. Aseguramiento de la posibilidad de ejecución del control metrológico de los equipos de medición sin interferir el proceso productivo. 3. Conformidad de las desviaciones límites de las variables (parámetros), con las normas básicas de intercambiabilidad vigentes. 4. Corrección de la selección de los equipos de medición y de los métodos de ejecución de las mediciones. 5. Utilización de métodos normalizados de ejecución de las mediciones. 6. Corrección de la denominación y expresión de las magnitudes físicas y sus unidades de medida; así como la utilización del Sistema Internacional de Unidades (SI) y otras unidades de uso permitido junto con las del SI. 7. Correspondencia de las indicaciones sobre la organización y ejecución de las mediciones con las reglas de seguridad y salud del trabajo (a partir de la fase de proyecto ejecutivo). 8. Validación del software de los sistemas de medición computarizados. |
| II. Documentación técnica | <ol style="list-style-type: none"> 9. Los aspectos señalados en los puntos 1; 4; 5; 6; 7 y 8 de esta tabla. 10. Identificación de los equipos y procesos de medición y completamiento de las especificaciones técnicas y características metrológicas. 11. Correspondencia de la exactitud de las mediciones proyectada con los requisitos metrológicos establecidos para el aseguramiento de regímenes óptimos de los procesos tecnológicos y de medición. 12. Posibilidad de asegurar, con los equipos de medición proyectados, el control de las operaciones tecnológicas con la exactitud requerida, y el mínimo de costo y dificultades. 13. Posibilidades de aseguramiento metrológico y garantía de la trazabilidad a las unidades del SI, u otras unidades aceptadas para su uso junto a las del SI, para todos los equipos de medición que serán utilizados en la obra concluida. 14. Necesidad de inducir nuevas inversiones para garantizar el aseguramiento metrológico y la trazabilidad a las unidades del SI u otras unidades aceptadas para su uso junto a las del SI, para todos los equipos de medición que serán utilizados en la obra concluida. |

La Parte 2 de la NC Guía 857 está destinada a las empresas que se encuentran ya en funcionamiento, y en ella se establecen tres etapas consecutivas: el diagnóstico metrológico de las organizaciones, el análisis del estado de las mediciones, y la elaboración del programa de aseguramiento metrológico.

Dada la importancia de cada uno de los aspectos considerados, en el alcance del diagnóstico y el análisis del estado de las mediciones se ha incluido la determinación de:

1. La existencia y funcionamiento de una infraestructura técnico-organizativa para la metrología en la organización y en su nivel superior.
2. La existencia y estado de implantación de los documentos técnico normativos (DTN) que reglamentan los requisitos de los instrumentos y métodos de medición, ensayo y análisis y otros documentos legales aplicables.
3. La influencia del estado de las mediciones en los principales indicadores de desempeño de la actividad analizada (calidad, productividad, costos).
4. La correspondencia entre los instrumentos y sistemas de medición, los equipos de ensayo, equipos auxiliares y materiales de referencia certificados existentes en la organización, y los necesarios en los procesos de producción, servicio, o investigación, tanto en cantidades, como en calidad y tipo de aplicación disponible.
5. El nivel de cumplimiento de las obligaciones metrológicas de la organización, establecidas en los documentos legales, normativos y técnicos.
6. La correspondencia entre los recursos materiales, humanos y financieros disponibles y los necesarios para el cumplimiento de las obligaciones metrológicas.
7. El estado de implantación del Sistema Internacional de Unidades (SI).
8. Las posibilidades de reparación, mantenimiento y almacenamiento de los instrumentos y sistemas de medición.
9. Las condiciones de formación, preparación y elevación de la calificación del personal técnico y dirigente en materia de Metrología.
10. El tratamiento a las mediciones e instrumentos y sistemas de medición relacionados con la Metrología Legal y la protección al consumidor.
11. Los riesgos y consecuencias del incumplimiento de los requisitos de las mediciones, y la ausencia u obsolescencia de los instrumentos y sistemas de medición necesarios, así como de los defectos o la inexistencia de los documentos técnico-normativos sobre requisitos de los instrumentos y sistemas de medición, y sobre métodos de medición, calibración, verificación y ensayos.

Una vez ejecutadas las acciones previstas en la Parte 2, se obtienen los informes de diagnóstico de las necesidades metrológicas y de análisis del estado de las mediciones, a partir de los cuales se elaboran los programas de aseguramiento metrológico.

El programa de aseguramiento metrológico de una organización, o estructura organizativa superior, consiste en el conjunto de medidas organizativas, técnicas, científicas, económicas y financieras, dirigidas al aseguramiento de la uniformidad y exactitud requeridas de las mediciones realizadas en su ámbito de competencia. Es aplicable a las empresas, los OACE, las OSDE, y los Consejos de la Administración provinciales y municipales del Poder Popular, en correspondencia con las direcciones principales de desarrollo y las necesidades de la economía nacional.

El modelo de Programa de Aseguramiento Metrológico que establece la parte 2 de la norma guía es un documento que deberá ser aprobado por la máxima dirección de cada organización, y está compuesto por seis capítulos, con el contenido siguiente:

- | | |
|--------------------|---|
| Capítulo I | Adquisición e introducción de instrumentos y sistemas de medición, ensayo, análisis y calibración, incluyendo los materiales de referencia certificados |
| Capítulo II | Creación y desarrollo de laboratorios de medición, calibración y ensayo, así como de talleres de reparación y mantenimiento, y almacenes de instrumentos de medición en la infraestructura del servicio metrológico ramal |

- Capítulo III** Necesidades de revisión, elaboración e implantación de la documentación técnica, de proyecto y técnico normativa sobre los métodos de medición, ensayo y análisis, los métodos y medios de verificación, cadenas de trazabilidad y jerarquía de calibración
- Capítulo IV** Acreditación de laboratorios de calibración y ensayo en el servicio metrológico ramal
- Capítulo V** Sobre la formación, preparación y elevación de la calificación del personal
- Capítulo VI** Fuentes de financiamiento y medidas técnico-organizativas para el mejoramiento del aseguramiento metrológico de la rama, subrama o actividad

La parte 2 de la norma guía recomienda los aspectos fundamentales que deben incluirse en cada uno de los capítulos, los que están interrelacionados entre sí, tal y como se muestra en la figura 1.

La relación existente entre todos los aspectos contenidos en el Programa de Aseguramiento Metrológico garantiza la integralidad de las acciones que debe emprender una organización para garantizar la confiabilidad, seguridad y comparabilidad de las mediciones que realice en sus procesos productivos o de servicios. Por ejemplo: la adquisición de un nuevo instrumento o sistema de medición (incluida en el capítulo I), deberá tener un reflejo en la formación de los especialistas que lo utilizarán (capítulo V), en la documentación técnica y normativa asociada a ese instrumento para su mejor explotación (capítulo III), y por supuesto, debe tener prevista una fuente de financiamiento (capítulo VI) para su compra, calibración y reparación o mantenimiento (capítulo II). Si el laboratorio donde se contrata la calibración pertenece a la misma organización, pudiera ser de interés su acreditación (capítulo IV).

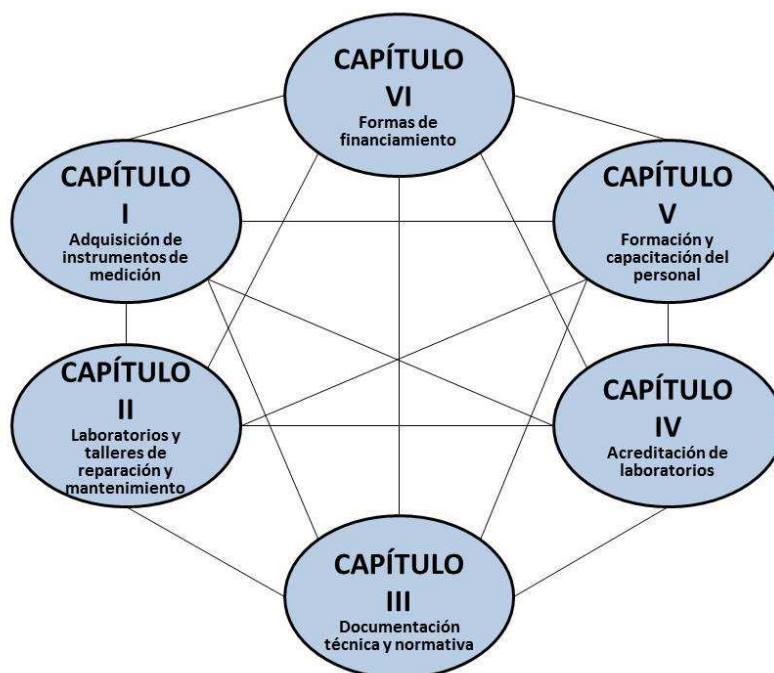


Fig. 1 Interrelación de los capítulos del Programa de Aseguramiento Metrológico.

Las dos partes de la norma guía han sido ya introducidas en la actividad metrológica de los proyectos del Polo Petroquímico de Cienfuegos, en la empresa ENERGAS S.A., de Boca de Jaruco, en la Corporación de la Aviación Cubana S.A. (CACSA), y en otras empresas de la economía nacional. Especialistas de estas organizaciones participaron en talleres de capacitación

para la utilización de las herramientas que propone la norma guía, impartidos por el INIMET, a partir de los cuales han efectuado los levantamientos metrológicos, y elaborado los informes de diagnóstico metrológico de sus empresas. Teniendo en cuenta los resultados de los diagnósticos, los especialistas y técnicos responsables lograron tomar medidas para la mejora de sus proyectos de inversión, que incluyeron medidas tales como el completamiento de la base documental, la solicitud a los proveedores y proyectistas de la sustitución en los proyectos de determinados instrumentos de medición, e incluso, para la evaluación de la necesidad de promover la propuesta de nuevas obras inducidas de las inversiones y la contratación de servicios de control metrológico, reparación y mantenimiento de instrumentos de medición, entre otras.

Además de los ejemplos de utilización de las normas guías en el Polo Petroquímico de Cienfuegos, se pueden presentar los de la Corporación CACSA y el Grupo Empresarial de la Industria Sideromecánica (GESIME), donde se preparan los programas para todas las empresas, para conformar después el programa consolidado de toda la organización superior de dirección.

Para evaluar la satisfacción individual y grupal con la aplicación de las herramientas, se aplicó la técnica de V.A. Iadov, descrita en (15), para una muestra de 26 especialistas en Metrología de 23 empresas diferentes de la economía, que tienen la responsabilidad de elaborar o supervisar la elaboración de los programas de aseguramiento metrológico en sus respectivas organizaciones. El resultado de las encuestas arrojó que 20 de ellos (77 %) están claramente satisfechos con las herramientas, 2 (8 %) mostraron más satisfacción que insatisfacción, y 4 (15 %) mostraron una posición no definida con respecto al tema de la encuesta. El índice de satisfacción grupal, que asume valores desde -1 (total insatisfacción) hasta +1 (total satisfacción), obtuvo los valores de 0,72 para la parte 1 y de 0,78 para la parte 2, lo que indica satisfacción con las normas guías.

Las respuestas a las preguntas abiertas de la encuesta, y el propio intercambio dentro de los talleres de capacitación, permitieron conocer que algunos especialistas ya habían comenzado a elaborar los programas de aseguramiento metrológico, o a ejecutar los diagnósticos metrológicos de la documentación técnica y de proyecto por otros métodos, a los que habían accedido de forma autodidacta. Algunos de estos especialistas se muestran descontentos con la necesidad de rehacer los documentos que habían elaborado para utilizar las tablas o la estructura del Programa de Aseguramiento Metrológico que establecen los nuevos documentos normativos. Sin embargo, reconocen la utilidad de las normas guías, porque les muestran las fisuras o las carencias de sus modelos anteriores, o les permiten lograr un programa de aseguramiento metrológico más integral y con una mayor integración de sus elementos componentes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del trabajo realizado para la creación de las normas guías tienen un **impacto tecnológico**, por cuanto se han actualizado los procedimientos para captar, procesar y analizar la información disponible en las organizaciones, y su utilización para la toma de decisiones en materia de normalización, metrología y calidad, teniendo en cuenta la necesaria adaptación a nuevas condiciones históricas, sociales y económicas. La nueva norma guía 857, con sus dos partes, contribuye a la organización y ejecución de los programas de aseguramiento metrológico, teniendo en cuenta todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos de inversión, nacional o extranjera, e independientemente de su tamaño.

El **impacto social** consiste en las acciones de capacitación efectuadas para los especialistas y directivos de los proyectos y empresas involucrados, de las que resultó la elevación de su competencia para la utilización consciente de las herramientas que les brinda la Metrología.

El **impacto económico** radica en que la elaboración y ejecución de los programas de aseguramiento metrológico a partir de la implementación de la norma guía garantizan a las

organizaciones el uso racional de los recursos, y les permite asegurar los procesos de medición que se realizan en su ámbito de competencia, identificar las necesidades de capacitación del personal y solucionar sus necesidades metrológicas. Con esto, logran reducir los costos de la actividad metrológica y convertir a la Metrología en una fuerza productiva directa, mientras cumplen los requisitos legales relacionados con esta actividad.

RECOMENDACIONES

Mantener la vigilancia sobre los cambios tecnológicos y legales que puedan aconsejar la revisión de los documentos normativos aprobados, de manera que mantengan su vigencia y eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) **INC 47: 1981** Aseguramiento Metrológico. Documentación tecnológica y de proyecto. Organización y ejecución del peritaje metrológico.
- (2) Partido Comunista de Cuba. I Congreso del PCC. Tesis y Resoluciones sobre la Plataforma Programática del Partido. [En línea] 1975. [Citado el: 16 de diciembre de 2013.] <http://www.congresospcc.cip.cu/>
- (3) Partido Comunista de Cuba. Lineamientos de la Política económica y social del Partido y la Revolución, aprobados el 18 de abril de 2011.
- (4) **NC Guía 857-1:2011** Organización y ejecución de programas de aseguramiento metrológico. Parte 1: Diagnóstico metrológico a la documentación de proyectos de inversiones.
- (5) **NC Guía 857-2:2013** Organización y ejecución de programas de aseguramiento metrológico. Parte 2: Elaboración y aprobación de los programas de aseguramiento metrológico.
- (6) Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba. Ley No. 118 “Ley de la inversión extranjera”, de fecha 29 de marzo de 2014. Gaceta Oficial No. 20 Extraordinaria, del 16 de abril de 2014. ISSN 1682-7511. Disponible en <http://www.gacetaoficial.cu/>
- (7) Consejo de Ministros de la República de Cuba. Decreto No. 325 “Reglamento de la Ley de la inversión extranjera”, de fecha 9 de abril de 2014. Gaceta Oficial No. 20 Extraordinaria, del 16 de abril de 2014. ISSN 1682-7511. Disponible en <http://www.gacetaoficial.cu/>
- (8) Ministerio de Comercio Exterior e Inversión extranjera. Resolución No. 128/2014. “Reglamento de la Comisión de Evaluación de Negocios con Inversión Extranjera”, de fecha 16 de abril de 2014. Gaceta Oficial No. 20 Extraordinaria, del 16 de abril de 2014. ISSN 1682-7511. Disponible en <http://www.gacetaoficial.cu/>
- (9) Ministerio de Comercio Exterior e Inversión extranjera. Resolución No. 129/2014. “Bases metodológicas para la presentación de oportunidades de inversión extranjera y la elaboración de estudios de pre o factibilidad técnico-económica, para Oportunidades, Propuestas de negocios con inversión extranjera y modificación de Negocios en operaciones, según corresponda, así como para la presentación del informe anual por las distintas modalidades”, de fecha de 2014. Gaceta Oficial No. 20 Extraordinaria, del 16 de abril de 2014. ISSN 1682-7511. Disponible en <http://www.gacetaoficial.cu/>
- (10) Consejo de Ministros de la República de Cuba. Decreto 327/2014 “Reglamento del proceso inversionista”, del 11 de octubre de 2014. Gaceta Oficial No. 5 Extraordinaria, del 23 de enero de 2015. ISSN 1682-7511. Disponible en <http://www.gacetaoficial.cu/>
- (11) Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Resolución 222/2014 “Procedimiento de los permisos requeridos en el proceso inversionista para la tecnología que se otorgan por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente”, del 5 de

- noviembre de 2014. Gaceta Oficial No. 5 Extraordinaria, del 23 de enero de 2015. ISSN 1682-7511. Disponible en <http://www.gacetaoficial.cu/>
- (12) **INC 33: 1981** Sistema de normas de normalización, metrología y control de la calidad. Metodología para la elaboración de los programas de aseguramiento metrológico.
- (13) **INC 48: 1981** Sistema de normas de aseguramiento metrológico. Servicio metrológico no estatal. Organización y ejecución del análisis del estado de las mediciones.
- (14) Reyes-Ponce, Y., Hernández-Leonard, A.R., Hernández, A.M., Valdés-Pereira, N.E., Hernández-Apaceiro, M., Hernández-Ruiz, A.D., López-Victorero, S. Manual de instrucción para la ejecución del diagnóstico metrológico. Boletín Científico Técnico INIMET, núm. 2, diciembre, 2008, pp. 25-29. ISSN (Versión impresa): 0138-8576. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=223015192005>
- (15) Hernández-Leonard, A.R. (2013). Evaluación de la satisfacción con el servicio de capacitación del INIMET. Boletín Científico-Técnico del INIMET, No. 1(enero-junio). p 18-27 ISSN versión impresa: 0138-857, ISSN versión electrónica: 2070-8505

BIBLIOGRAFÍA

- Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba, Acuerdo No. 5566. Para el Control Administrativo, del 24 de noviembre de 2005.
- Consejo de Ministros de la República de Cuba, Decreto-Ley 183:1998 “De la Metrología”, del 23 de febrero de 1998.
- Consejo de Ministros de la República de Cuba, Decreto No. 5 “Reglamento del Proceso Inversionista”, del 22 de septiembre de 1977.
- Consejo de Ministros de la República de Cuba, Decreto No. 105 “Reglamento para la evaluación y la aprobación de las Propuestas de Inversión y de las Tareas de Inversión”, del 3 de mayo de 1982.
- Guías de Gerencia para Proyectos de Inversión de Capital (Best Practices). PDVSA.
- Ministerio de Economía y Planificación, Resolución 91/2006 “Indicaciones para el proceso inversionista”, del 16 de marzo de 2006.
- NC-ISO 9001:2008** Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos.
- NC-ISO 10012:2007** Sistemas de gestión de las mediciones – Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.
- NC-OIML D-16:1998** Principios del aseguramiento del control metrológico.
- NC-OIML V2: 2012** Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM).
- OIML D-16:2011** Principles of assurance of metrological control.

AGRADECIMIENTOS

A los especialistas de CUVENPETROL S.A. en los Proyectos Expansión de la Refinería de Cienfuegos y Gas Natural Licuado (GNL), la Empresa ENERGAS en Boca de Jaruco, las Oficinas Territoriales de Normalización en Villa Clara, Cienfuegos y Matanzas, las Direcciones de Metrología y de Inspección Estatal y Supervisión de la Oficina Nacional de Normalización, y el INIMET, los expertos de Comité Técnico de Normalización No. 2 "Metrología", que con toda responsabilidad contribuyeron a la aprobación final de estos documentos normativos, y su implementación práctica.

Fecha de recepción del artículo: 2015-05-28

Fecha de aceptación del artículo: 2015-06-24

NOTICIAS

ENERO 15 DÍA DE LA CIENCIA CUBANA.

El 15 de enero de 1960 durante la celebración del 20 Aniversario de la Sociedad Espeleológica de Cuba, en el Paraninfo de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, que el 19 de mayo de 2014 cumplió 100 años de fundado y es sede de la actual Academia de Ciencias de Cuba, el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz pronunció un histórico discurso en el que expresó de manera rotunda, “El futuro de nuestra Patria tiene que ser, necesariamente, un futuro de hombres de ciencia, un futuro de hombres de pensamiento”. A partir de ese momento, unos años después, se tomó la decisión de celebrar en Cuba, cada día 15 de enero, el Día de la Ciencia Cubana.



La expresión de Fidel esboza las bases de la política de formación humana y de desarrollo profesional y científico de la Revolución, de aquí, que los centros científicos, los investigadores, las universidades, la Academia de Ciencias de Cuba y todos los trabajadores de la ciencia, en el país, celebren esta histórica fecha.

Los éxitos de Cuba en el ámbito científico se divulgan por todo el mundo con sentido reconocimiento dada la condición de en vías de desarrollo, de nuestro país y de un sostenido bloqueo por más de 50 años, impuesto por la potencia más grande del mundo.

Cada centro tributa a la ciencia y al desarrollo del país, en correspondencia con su objeto social, categoría que ocupa en la investigación, encargos estatales y recursos asignados. El INIMET consecuente con su condición de instituto de investigación ha cumplido las tareas de la metrología, comprometidas en el marco de la infraestructura estatal de la calidad, acompañando el accionar y desarrollo de las cadenas productivas y los cambios que en ellas se generan a partir de la actualización del modelo económico cubano.

En este sentido, en el año 2014, el CCT del INIMET recomendó y fue aprobado por la dirección del centro, reconocer como resultado destacado, el libro **Fundamentos de Metrología**; libro de texto, diseñado para satisfacer las necesidades de estudiantes y profesores, como fuente principal en el proceso pedagógico profesional para adquirir conocimientos actualizados en el campo de la Metrología. Este, contiene temas de carácter general acerca de la Metrología y otros de carácter específico relacionado con las mediciones de diferentes magnitudes, unas de amplia difusión en el país y otras emergentes de las cuales se brinda información para alcanzar mayor integralidad en la formación de los estudiantes de la educación técnica y profesional. Son autoras y autores del resultado:

Ysabel Reyes Ponce; Manuel Álvarez Prieto; Augusto Maury Toledo; Fernando Antonio Arruza Rodríguez; Luis Isidro González Denis; Alejandra Regla, Hernández Leonard; Carlos Manuel Rodríguez Blanco; Raúl Fernando Arrieta Rodríguez; María de los Ángeles Álvarez Álvarez; Luis Álvarez Vasallo; Gustavo Háreton Espinosa Delgado; José Ignacio Franco Fernández, Mario Martínez Pérez; Hermes Rozsa Iglesias; Mirtha Juana Navarro González; René Jesús García Mustelier; Silvia Juana Iglesias Valcárcel; Gilberto González Horta; Sandra Claudina Pedro Valdés; Gonzalo Walwyn Salas; Osmel Reyes Vaillant; Ángel Rabel Ruiz.

En una hermosa actividad oficial en el Museo del Che del **Complejo Histórico Morro Cabaña** se efectuó el reconocimiento al resultado y a los autores que resultaron destacados como investigadores y por la participación en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, en el año 2014 .

Para los reconocidos y para el colectivo de trabajadores en general.

NUESTRA FELICITACIÓN EN ESTE DÍA.

AVANZANDO EN LA ELEVACIÓN DE LA CULTURA METROLÓGICA.

La casa del Alba fue excelente escenario para un fructífero encuentro entre economistas directivos de la ANEC y la CANEC en los municipios y la provincia, la Vicepresidenta Nacional de la ANEC y las metrólogas del INIMET, en el marco del Taller Provincial de Control Interno, convocado por la Sociedad Científica de Contabilidad y Control Interno de la ANEC La Habana, en coordinación con la Contraloría.

Tuvo buena acogida entre los participantes la presentación de la ponencia “Papel de la Metrología en el marco de la actualización del modelo económico cubano”, con un recuento histórico de la presencia de la gestión metrológica en el país, con sus momentos más relevantes y dificultades a partir de la llegada del período especial, importantes fueron los ejemplos de las pérdidas para el país por el descontrol de recursos debido al uso de instrumentos de medición con exactitudes no adecuadas para la actividad considerada o por la no organización de acciones que contribuyan a minimizar pérdidas durante la manipulación de los mismos.

Resultó también de interés la información de las acciones realizadas para la formación de personal y diagnóstico en un grupo de empresas con vista al incremento de la cultura en esta ciencia que nos acompaña cada día. Se presentaron los libros Metrología para la Vida y Fundamentos de Metrología, como textos dirigidos a la divulgación científica y a la formación de estudiantes de la educación técnica y profesional, respectivamente, también como vías para contribuir a la elevación de la cultura en metrología y a la cultura general integral de la población y de los profesionales en general.

No faltaron por supuesto preguntas cuyas respuestas propiciaron debate y esclarecimiento sobre los temas tratados

Las presentaciones de la ponencia de referencia y de las acciones para la elevación de la cultura en metrología y de los libros estuvieron a cargo de la MCs. Alejandra Regla Hernández Leonard y de la Dra.C. Ysabel Reyes Ponce, respectivamente, especialistas del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología.

Servicios que presta el INIMET:

El INIMET presta servicios científicos y tecnológicos especializados en la esfera de la Metrología, consistentes en:

- Investigaciones en el campo de la Metrología.
- Aforo de tanques horizontales, verticales y soterrados para líquidos.
- Mediciones de alta exactitud.
- Calibración y verificación de instrumentos de medición.

Magnitudes que trabaja el INIMET

- | | |
|------------------|-----------------|
| - Electricidad | - Volumen |
| - Densidad | - Masa |
| - Presión | - Temperatura |
| - Físico Química | - Dimensionales |

Además se brindan servicios de:

- Información Científico – técnica y asistencia bibliográfica
- Cursos y adiestramientos

Para más información contactar a: Lic. Yisell Machado Alba, Jefa de Dpto. de Servicios Técnicos. Tel: 7863 70 23 / Correo-e: yisell@inimet.cu

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Requisitos técnicos para presentar un artículo para su publicación en el Boletín.

El Boletín Científico Técnico INIMET se edita desde el año 1982. Es una publicación semestral (junio y diciembre) que surge debido a la necesidad de divulgar los resultados de la investigación y de los trabajos científico técnicos efectuados en el campo de la Metrología y sus aplicaciones. Su objetivo es contribuir al incremento de la visibilidad del impacto de los resultados y tributar a la formación de una cultura general sobre esta ciencia.

1. **Datos de los autores:**

Escribir el nombre y los dos apellidos de cada autor, los dos apellidos separados por un guión. Indicar una muy breve reseña curricular de los autores: el grado científico o académico del autor o autores y la categoría científica o docente si se posee. Indicar la Institución a la que pertenecen, el Organismo correspondiente y el país. En caso de ser más de una Institución se utilizará números para su identificación, incluyéndose la leyenda correspondiente. Indicar la responsabilidad administrativa que ocupa, si procede. Incluir la dirección de correo electrónico de al menos un autor, para su localización.

2. **Tipos de colaboración aceptadas:**

Los trabajos deben ser originales y no deben estar postulados de forma simultánea en otra publicación. Deben estar enfocados hacia la Metrología, ya sean trabajos de divulgación científica, de presentación de resultados de la actividad de investigación científica o de la actividad laboral. Se aceptarán artículos y otros materiales como comunicaciones, noticias y cartas al editor.

Se requiere adjuntar la carta de originalidad en ocasión de la presentación del artículo y la de cesión de derechos para su difusión con la firma de todos los autores cuando les sea comunicada la aprobación para la publicación del trabajo.

3. **El artículo en su estructura debe incluir:**

Título (en español e inglés); resumen (en español e inglés); palabras clave (en español e inglés); introducción; materiales y métodos o Desarrollo (según el tipo de artículo); resultados; discusión; conclusiones; agradecimientos; referencias bibliográficas; bibliografía.

4. **Los artículos se presentan con el siguiente formato:**

Los trabajos se envían en soporte informático (Microsoft Word), en español, con título, resumen y palabras clave en español e inglés. La extensión aceptada del trabajo es entre 8 páginas y 15 páginas (incluyendo tablas y gráficos), con una tipografía Arial, tamaño de fuente 11, interlineado de párrafo a un espacio, en formato normal, dejando 2,5 cm de espaciado en los cuatro márgenes y en formato carta 8 ½ " x 11" (216 mm x 279 mm). Las tablas y gráficos deben presentar su correspondiente leyenda, la cual no debe ser mayor que 2 líneas.

5. **Las ilustraciones:**

- Fotografías, diagramas y dibujos: Con formato JPG o TIFF, ancho entre 455 píxeles y 2 005 píxeles.
- Figuras y gráficos: Se aceptan los gráficos en Excel y Power Point, adjuntando el archivo con las planillas de datos.

En la versión impresa los gráficos se verán en blanco y negro por lo que deben tener cuidado de utilizar tramas claramente definidas para distinguir el contenido.

6. Las Referencias Bibliográficas:

Deben aparecer al final del texto, ordenadas numéricamente según el orden en que aparezcan y estructuradas siguiendo lo indicado en los requisitos uniformes (Vancouver) en su quinta edición (1997).

7. Proceso de arbitraje:

El BCT INIMET somete los artículos a un proceso de arbitraje, en la modalidad a doble ciego. Una vez que se presenta el artículo y la carta de originalidad se evaluará si cumple con los lineamientos establecidos en la política editorial, de ser así pasa a ser evaluado por los árbitros, que serán especialistas en los temas y pueden dictaminar los siguientes resultados: *aprobado sin cambios*, aprobado con sugerencias opcionales, condicionados a cambios obligatorios (reenvío), rechazado.

En el caso de que los árbitros no coincidan en la aceptación o rechazo de un artículo se recurrirá a un tercero, en dependencia de los resultados, corresponde al Director editorial tomar la decisión final.

8. Política de propiedad intelectual

El autor autoriza al INIMET de manera ilimitada en el tiempo para que incluya su trabajo en el BCT INIMET y para reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y diseminarlo en el país y en el extranjero ya sea de manera impresa, electrónica o en cualquier otro medio. Todo esto sin perjuicio del respeto a los derechos de autoría moral de los autores. El autor cede derechos no exclusivos al Boletín, por lo que puede utilizarlo siempre que cite el documento original.

Los autores igualmente deben estar conscientes de que el Boletín protege su contenido (los artículos científicos) mediante una licencia Creative Commons (bienes comunes creativos) que funciona bajo las siguientes condiciones:



Permite copiar, distribuir, mostrar y ejecutar la obra, siempre dando testimonio de la autoría del mismo, pero solo copias literales (sin derivaciones del mismo) y sin propósitos comerciales.

Por problemas de espacio en esta sección no podemos incluir las instrucciones a los autores de manera íntegra. Dicho documento incluye una guía detallada de cómo se deben redactar las diferentes secciones de un artículo científico, así como más información sobre el proceso de arbitraje. También ejemplos concretos del orden y la puntuación que deben seguir al elaborar la bibliografía y las referencias bibliográficas. Si desea esa información escriba a nuestra dirección electrónica solicitando las instrucciones completas.

Correo-e: normateca@inimet.cu

Los originales pueden remitirse además a: Consulado No. 206 e/ Animas y Trocadero, Centro Habana, La Habana, Cuba. CP 10 200.