



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.

## International Symposium of Industry and Energy-Cuba 2021

### Estructuración de los procedimientos de calibración en relación a la incertidumbre de las mediciones en instrumentos de medición de longitudes y ángulos.

### Structuring of calibration procedures in relation to the uncertainty of measurements in length and angle measuring instruments.

MSc Ing. Carlos Alberto Amores Hernández<sup>1</sup>

Dr C.T. Erenia Cabrera Delgado.<sup>2</sup>

Dr C.T. Norge Isaías Coello Machado.<sup>3</sup>

1. Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos Villa Clara (DPRH-VC). Director Provincial de Inversiones. Departamento de Inversiones. Cuba.  
E-mail: [sdinversiones@vc.gob.cu](mailto:sdinversiones@vc.gob.cu)
2. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Mecánica. Miembro de la Comisión Nacional para el Técnico de Nivel Superior en Montaje Industrial. Cuba.  
E-mail: [ereniacd@uclv.cu](mailto:ereniacd@uclv.cu)
3. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Mecánica. Miembro de la Comisión Nacional para el Técnico de Nivel Superior en Montaje Industrial. Cuba.  
E-mail: [norgec@uclv.edu.cu](mailto:norgec@uclv.edu.cu)

#### Resumen:

El perfeccionamiento interrumpido de la tecnología, trae a la par un adecuado control de la calidad, y para garantizar la calidad de las mediciones es de carácter obligatorio cuantificar la incertidumbre de la medición. La medición que tiene por objeto la determinación del valor de una magnitud particular de acuerdo a una serie de operaciones bien definidas. Este proceso se caracteriza por la adquisición de datos, el tratamiento de los mismos y la expresión del resultado final [8]. Es necesario un correcto proceso de medición y después un respaldo con un adecuado cálculo de la incertidumbre de la

1



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

medición que facilita un resultado que permita evaluar y tomar decisiones. Por ello el trabajo consiste en la elaboración de procedimientos de calibración teniendo en cuenta la incertidumbre de la medición para laboratorios de longitudes y ángulos.

**Palabras Clave:** Incertidumbre, mediciones, procedimientos, metodología.

**Abstract:**

The interrupted improvement of the technology, brings together an adequate quality control, and to guarantee the quality of the measurements it is mandatory to quantify the uncertainty of the measurement to measurement is a process that aims to determine the value of a particular magnitude according to a series of well-defined operations. This process is characterized by the acquisition of data, its treatment and the expression of the final result [8]. A correct measurement process is necessary and then a support with an adequate calculation of the uncertainty that facilitates a result that allows evaluating and making decisions. For this reason, the work consists of the development of comprehensive calibration procedures for Length and Angle laboratories.

**Keywords:** Uncertainty, Measurements, Procedures, Methodology

**1. Introducción**

La problemática de la normalización cobra actualidad en el mundo en la medida en que se desarrolla la industria Sideromecánica y aumentan las producciones de las grandes empresas capitalistas que han implantado economías cada vez más globalizadas.

En las condiciones económicas que le han sido impuestas a Cuba por el imperialismo con su política de hostilidad y bloqueo, es preciso preparar al nuevo ciudadano para la búsqueda de soluciones alternativas que se concreten en la práctica cotidiana de los hombres y mujeres de las empresas, en resultados que satisfagan las necesidades del pueblo. Es por eso que el sistema industrial cubano desarrolla un proceso de perfeccionamiento continuo encaminado a elevar la calidad de los servicios técnicos, a través de la incorporación de los últimos avances alcanzados en la industria mecánica y

2



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

del desarrollo de trabajos científicos que permitan validar las mejores experiencias. Para ello requiere que la industria y todos los factores vinculados a ella, mantengan una superación permanente en aras del desarrollo de una actitud científica y creadora ante la vida que permita al hombre transformar la sociedad.

La construcción de maquinarias y equipos industriales modernos basados en nuevas tecnologías ha alcanzado niveles muy altos. Constantemente se construyen nuevos tipos de máquinas herramienta, instrumentos y medios para elaborar metales, y se modernizan otros, en tanto se obtienen aleaciones más perfectas, imprescindibles para fabricar la diversidad de medios de trabajo que exige el desarrollo industrial contemporáneo.

El perfeccionamiento interrumpido de la tecnología, trae a la par un adecuado control de la calidad, y para garantizar la calidad de las mediciones es de carácter obligatorio cuantificar la incertidumbre de la medición.

Progreso técnico es fabricar con calidad, de forma barata y en los plazos previstos. Pero para ello es necesaria la elevación del nivel técnico y profesional de las personas encargadas de llevar a cabo el proceso de producción, que además utilizan modernos.

La medición es un proceso que tiene por objeto la determinación del valor de una magnitud particular de acuerdo a una serie de operaciones bien definidas. Este proceso se caracteriza por la adquisición de datos, el tratamiento de los mismos y la expresión del resultado final [9,12,14].

El resultado de la medición nunca es igual al valor verdadero del parámetro que deseamos conocer. Siempre que se realiza una medición inevitablemente se cometen errores debido a muchas causas, algunas controladas y otras incontroladas e inclusive desconocidas. En la medida en que las mediciones se realicen con instrumentos más exactos y bajo una disciplina metrológica adecuada, la cercanía entre el resultado de la medición y el valor verdadero del mensurando será mucho mayor. No obstante, no existen en la práctica instrumentos lo suficientemente perfectos para obtener resultados libres de error [].

Cuando se expresa el resultado de la medición, además del valor estimado del mensurando, es necesario evaluar y expresar la incertidumbre de la medición como



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

valoración de la calidad del resultado de la medición. La expresión de la medición proporciona una base para la comparación de los resultados de las mediciones.

Para el cálculo de la incertidumbre asociada al resultado de una medición se debe utilizar la "Guía BIPM/ISO para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" [7,8]. Este documento es actualmente la referencia más completa sobre esta materia, el cual ha tenido una amplia aceptación internacional, contribuyendo a la solución de este polémico tema.

A partir de la publicación de la guía, diferentes organizaciones nacionales e internacionales han desarrollado documentos que permiten de una forma más clara realizar el análisis de la incertidumbre de la medición[7]. Entre ellos se encuentran la Nota Técnica 1297 del NIST, la Publicación 17 de la OIML y otros valiosos trabajos de instituciones internacionales con vistas a establecer la uniformidad en el análisis de las mediciones[7,24,26].

El cálculo de la incertidumbre de la medición no sólo es tarea de los investigadores en el campo de la metrología, considerarlo así es un error. Los principios para el cálculo de la incertidumbre son aplicables a una amplia gama de mediciones, incluyendo aquellas requeridas para:

- Mantener el control de la calidad y el aseguramiento de la calidad en la producción;
- Cumplir con leyes y reglamentos obligatorios;
- Conducir investigaciones básicas, e investigaciones y diseños aplicados en ciencia e ingeniería;
- Calibración de patrones e instrumentos de uso común;
- Desarrollar, mantener y comparar los patrones de referencia nacionales e internacionales, incluyendo los materiales de referencia.

La mayoría de las mediciones, son realizadas con instrumentos sujetos a calibración periódica. Si los mismos están disponibles para el uso (los errores determinados durante el proceso de calibración son menores o iguales a los errores máximos permisibles establecidos en las especificaciones del fabricante o en documentos normativos) y las diferentes fuentes de incertidumbre que intervienen en el proceso de medición pueden ser



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

cuantificadas o minimizadas, las incertidumbres asociadas con los resultados de las mediciones pueden ser calculadas.

El objetivo de esta trabajo es, desarrollar procedimiento acreditados a nivel de territorio y país para dar respuesta a la economía, teniendo en cuenta el cálculo de las incertidumbres de las mediciones, con análisis profundo para sustituir aquellos que hasta estos momentos se estaban aplicando y presentan problemas técnicos que no permite una evaluación veraz la información y generalizarlo a todos los laboratorios del país.

## **2. Metodología**

En el desarrollo de la investigación se emplearon métodos empíricos y estadísticos que propiciaron el cumplimiento de los objetivos propuestos.

- I. **Métodos empíricos:** Análisis de documentos: Se analizan documentos sobre el proceso de procedimientos de calibración y desarrollo de cálculos de incertidumbre de las mediciones informes de investigación en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la U.C.L.V, bibliografía referida al tema (artículos, ponencias, tesis), patentes y artículos de Internet.
- II. **Métodos estadísticos:** Como métodos cuantitativos se emplearon fundamentalmente el análisis porcentual y la comparación de variables con el paquete estadístico computarizado desarrollado en la investigación.

- **Procedimientos.**

Luego de recopilar toda la información científica e intercambiar con especialistas a nivel de país y en el extranjero, así como evaluar lo desarrollado durante varios años en nuestros laboratorios, se elaboraron y comenzaron a poner en práctica procedimientos diseñados para evaluar su efectividad y generalizarlos.

### **1. Impacto Científico.**

Los procedimientos anteriores tenían una estructura mas sencilla, no incluían el tratamiento a toda la variedad de Instrumentos de medición de un mismo tipo, por ejemplo, existen diversos tipos de calibradores con Vernier (Pie de Rey) y los procedimientos solo se verían cada caso en particular por lo que era necesario tener un procedimiento por cada tipo de instrumento, aunque su principio de



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

funcionamiento fuera el mismo. Además, se debe tener en cuenta que, con la elaboración integral, permite que el operario o metrólogo no tiene que tener una gran experiencia en estos temas. Para ello es importante la incorporación de los cálculos de incertidumbre con tablas y cálculos suplementarios para poder brindar todos los elementos necesarios para la toma de decisiones, es decir el operario realiza el proceso de medición anotando en el registro todos los datos y al descargarlos en la hoja de cálculo queda elaborado el registro automático, la hoja de resultado y queda calculado la incertidumbre con grafico incluido, permitiendo realizar valoraciones del proceso de medición.

Los procedimientos propuestos, permiten facilidad en el trabajo, es una capacitación permanente al metrólogo que ejecuta la calibración, le permite hacer arreglos de forma inmediata de haber ocurrido errores en la toma de datos, le selecciona los instrumentos que no cumplen con las normas establecidas y se muestra a través de gráficos todo el proceso. Además, te ordena cronológicamente paso a paso cada proceso a ejecutar para evitar errores en el proceso de medición.

Los laboratorios de longitudes y ángulos, presentan gran variedad de instrumentos de medición donde se pueden encontrar dentro de otros , Micrómetros, Pie de rey, goniómetros, reglas graduadas , cronómetros, cintas métricas, opticador, mármoles de medición, optimetros verticales y horizontales, juegos de placas tanto metálicas como de vidrios, galgas de espesor, tamices, es decir infinidades de instrumentos que permiten poder medir a nivel de laboratorios e industrial los procesos de elaboración de piezas o calibración de instrumentos de medición pero además nos permite garantizar la trazabilidad a laboratorios de otras magnitudes. Los procedimientos propuestos logran integral a los instrumentos del mismo tipo y evita diferentes procedimientos para realizar la medición de instrumentos similares. Además, nos guía y orienta paso a paso el proceso de calibración evitando errores innecesarios y acogiéndonos a las buenas prácticas de laboratorios de calibración según la norma 17025.



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

**C. Nivel de divulgación.**

- Permite generalizar los procedimientos de calibración de instrumentos de medición de laboratorios de longitudes y ángulos a nivel de provincia y país.
- Aumento en el índice de participación en eventos nacionales.
- Aumento en el índice de participación en eventos internacionales.
- Posibilidad de incremento de patentes otorgadas.
- Nos ayuda en los procesos de intercomparaciones con los laboratorios tanto a nivel de país como internacionales.

**D. Nivel de popularización.**

- Nivel de obreros y técnicos que ejecutan proyectos de Ce IT.
- Incremento de obreros y técnicos autores de trabajos para la ANIR y el Forum.

**2. Impacto Metodológico - Organizativo de Ciencia y Tecnología.**

**A. Aumento de los proyectos de I+D e IT organizados y ejecutados.**

- Aumento del número de proyectos y/o acciones de IT en las empresas dirigidas hacia el proceso de perfeccionamiento.
- Posibilita generalizar las buenas prácticas en los laboratorios de metrología a nivel de país.

**E. Aumento de las relaciones horizontales entre los actores del sistema de Ciencia e Innovación.**

- Aumento respecto al año anterior de trabajos presentados al Forum, ANIR y BTJ.

**F. Correspondencia de las investigaciones científicas con las demandas de la sociedad.**

- Existencia de la identificación de las Demandas Tecnológicas del Centro.
- Existencia de la identificación de las Ofertas Tecnológicas del Centro.
- Nivel de satisfacción de la Demanda (-- %)
- Nivel de asociación de la demanda a proyectos.
- Cubrimiento de la Demanda Tecnológica Externa hacia donde el centro aporta (%).



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

- Permite el intercambio de elementos científicos en el campo de la metrología.

**3. Impacto social de los conocimientos científicos y tecnológicos.**

**A. Uso de portadores energéticos.**

- Reducción del consumo de electricidad.(Kwh)
- Reducción del consumo de petróleo y sus derivados (Ton).

**4. Impacto económico**

**A. Aumento de la Eficiencia del proceso productivo o de servicio (%) respecto al año anterior.**

**B. Aumento del nivel de competitividad en el mercado:**

- Aumento de la cantidad de nuevos productos y/o servicios en el mercado nacional.
- Aumento de la cantidad de productos y/o servicios mejorados en el mercado internacional.
- Incremento del ingreso en divisas por producto y/o servicios en el mercado nacional por concepto de I+D+I.

**C. Aumento del ahorro de divisas por concepto de sustitución de importaciones con producto de valor agregado o ampliado por concepto de I+D+I.**

**5. Impacto Tecnológico en la industria y los servicios.**

**A. Calidad de la producción**

- Cumplimiento en % de las normas técnicas de calidad de cada producto o servicio.

**B. Velocidad del proceso de producción (reducción de tiempo)**

- Disminución del tiempo del proceso de producción respecto al año anterior de los diferentes productos.

**C. Flexibilidad para producir.**

- Incorporación de nuevas variantes de los productos que hasta el momento se han estado produciendo.

**D. Valor del producto.**

- Incremento en % de la demanda del producto en el mercado.
- Certificación del producto (incluyendo la certificación ecológica).

**E. Introducción de patentes.**



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

- Nos posibilita patentizar los procedimientos.

### **6. Impacto científico-tecnológico en el Medio Ambiente (MA)**

Disminución de la carga contaminante dispuesta al MA, que se evidencia en mejor calidad de las aguas terrestres y marinas en Ton/Año.

- Incremento en % de la cobertura de agua potable en el sector urbano y rural, haciendo énfasis en la conexión domiciliaria. (Este aspecto debe verse también hacia dentro de la empresa o centro).
- Los procedimientos nuevos primero permiten una selección adecuada de los materiales que se van a utilizar, permiten su compra con las características técnicas idóneas, evitan errores innecesarios durante el proceso, te orientan en la toma de decisiones cuando tomas los datos, te grafican los datos y por último permiten mostrar los resultados con su incertidumbre incluida facilitando la toma de decisiones

Comentado [H1]:

### **3. Resultados y discusión**

Los procedimientos clásicos de calibración presentan tres desventajas:

- a) No tienen en cuenta la mayor cantidad de nomenclaturas en los laboratorios de longitud y ángulos;
  - b) Carece de actualización los cálculos de incertidumbre de las mediciones teniendo en cuenta todas las fuentes;
  - c) En una misma nomenclatura no abarca la diversidad de instrumentos que hoy se encuentran en el sistema de laboratorios y empresas.
1. Los procedimientos que se proponen tienen las siguientes ventajas.
    - a) Tienen en cuenta veinte nomenclaturas básicas dentro de los laboratorios de longitud y ángulo.
    - b) Los procedimientos tienen desarrollado los cálculos de incertidumbre de las mediciones que tienen en cuenta todas las fuentes.
    - c) Presentan sistema de cálculos automatizados y soporte gráfico ilustrativo.
  2. La investigación ha arrojado que después de desarrollar los procedimientos facilita el trabajo en laboratorios de Metrología a nivel de territorio y país, los especialistas manejan mejor las calibraciones y pueden garantizar eficiencia y eficacia.



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
 "Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
 INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
 ÁNGULOS.**

Los resultados del diagnóstico de las principales dificultades detectadas en el proceso de calibración con nuevos procedimientos aparecen agrupados a partir del análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, aspectos contenidos en la Matriz DAFO.

		Perteneiente a:		Comb. Textil "Descarbarco del Gramma"			
		Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida
		Nominal	Real	Nominal	Real	Nominal	Real
		<i>1.005</i>	1.104900	<i>1.40</i>	<u>1.399900</u>	<i>8.00</i>	8.100000
		<i>1.01</i>	1.009900	<i>1.60</i>	0.999900	<i>9.00</i>	8.999900
		<i>1.02</i>	1.020000	<i>1.50</i>	<u>1.500000</u>	<i>10.00</i>	10.100000
		<i>1.03</i>	<u>1.030000</u>	<i>1.60</i>	1.600000	<i>20.00</i>	19.999900
		<i>1.04</i>	<u>1.039900</u>	<i>1.70</i>	1.699900	<i>30.00</i>	29.999900
		<i>1.05</i>	1.149900	<i>1.80</i>	1.799900	<i>40.00</i>	40.000000
		<i>1.06</i>	1.160000	<i>1.90</i>	2.000000	<i>50.00</i>	50.000000
		<i>1.07</i>	1.070000	<i>2.00</i>	2.100000	<i>60.00</i>	60.099900
		<i>1.08</i>	1.079900	<i>3.00</i>	2.999900	<i>70.00</i>	69.999900
		<i>1.09</i>	1.089900	<i>4.00</i>	4.000000	<i>80.00</i>	80.000000
		<i>1.10</i>	<u>1.100000</u>	<i>5.00</i>	4.999900	<i>90.00</i>	90.100000
		<i>1.20</i>	1.199900	<i>6.00</i>	6.000000	<i>100.00</i>	99.999900
		<i>1.30</i>	1.400000	<i>7.00</i>	6.999900		

### 3. Conclusiones

En este trabajo se evidencia con la presentación de los procedimientos en el sistema de oficinas Territoriales de Normalización o cualquier laboratorio del país que ejecute calibraciones relacionadas con laboratorios de longitudes y ángulos, el cumplimiento estricto de las normas para efectuar procesos de medición de forma correcta y además queda plasmado las hojas de cálculo y la expresión de los resultados de medición. Los procedimientos finales quedaran en las OTN de la provincia y a nivel de país para poder



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

enfrentar veinte nomenclaturas tan importantes en nuestra economía, ya el trabajo está en una fase avanzada donde se ha podido demostrar las ventajas y lo práctico del mismo.

### Referencias bibliográficas

1. "Las tolerancias geométricas más que sólo símbolos normalizados." de <http://www.mitutoyo.com.mx/Descargas/Revistas/2003/Revista%20No147.pdf>. 4-15-09
2. "Tolerancias geométricas." de [http://materias.fi.uba.ar/6712/tolerancias\\_geométricas.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6712/tolerancias_geométricas.pdf). 4-15-09
3. Acosta Ortega, J. R. (2009). Investigación de los elementos que actúan sobre la incertidumbre de la medición en el interior de la camisa del Zil 130.TD. Ingeniería Mecánica. Santa Clara, UCLV.
4. AFNOR, N. F. (1992). La Metrología en la Empresa. AFNOR. X 07-10.
5. AFNOR, N. F. (1993). Trazabilidad de los resultados de las mediciones. X 07-15
6. Álvarez García, V: (1998) Introducción a los problemas jurídicos de la normalización industrial: normalización industrial y sistema de fuentes. Revista de Administración pública. núm. 147. Sep- Dic.1998.
7. BIPM (1980). Report en the BIPM enquiry on error statements. B.I.P.M
8. BIPM, IEC, ISO, OILM, IFCC, IUPAC, IUPAP. (1999). International Federation of Clinical Chemistry, International Union of Pure and Applied Chemistry and International Union of Pure and Applied Physics. GUM.



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

9. BIPM (1999). Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. International Federation of Clinical Chemistry, International Union of Pure and Applied Chemistry, and International Union of Pure and Applied Physics. GUM
10. Bösser, F. T., M.; Wisweh, L.; Wengler, St., (2000). Gewissheit über die Unsicherheit, Kalibrierung von realen Werkstücken. Qualität und Zuverlässigkeit 37: 612-616.
11. Brunner, F. J. and K. W. Wagner (2004). Taschenbuch Qualitätsmanagement. Leitfaden für Ingenieure und Techniker. München Wien, Hanser Verlag.
12. Cabrera Delgado, E. (2001). Incertidumbre y efectividad del control dimensional con calibres limitadores lisos. Procesos tecnológicos. Santa Clara, Universidad Central de las Villas. Master: 70.
13. Cabrera Delgado, E.; Coello Machado, N.; Toscano Alfonso; J. M. (2009) Estimación de los valores de dispersión y centrado permisibles. Monografías.com DOI: <http://www.monografias.com/trabajos67/estimacion-valores-dispersion-industria-azucarera/estimacion-valoresdispersion-industria-azucarera.shtml>
14. Cabrera Delgado, E.; Coello Machado, N.; Toscano Alfonso; J. M. (2009). Estimación de los valores de dispersión y centrado permisibles para procesos de la industria azucarera con límites de especificación. Centro Azúcar.1/2009 ISSN:0253 5777
15. Cabrera Delgado, E.; Coello Machado, N.; Toscano Alfonso; J. M. (2009) Incertidumbre y efectividad del control con calibres en la industria azucarera. Monografías.com DOI: <http://www.monografias.com/trabajos72/efectividad->



III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad."  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
**ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

control-calibres-industria- azucarera/efectividad-control-calibres-industria-  
azucarera.shtml.

16. Cabrera Delgado, E.; Coello Machado, N. (2004). Recomendaciones para el mejoramiento de la efectividad en el control dimensional con calibres limitadores lisos. COMEC-2004, Santa Clara, Cuba. ISBN: 978-250-404-2.
17. Cabrera Delgado, E.; Coello Machado, N.; Toscano Alfonso; J. M. (2008). La incertidumbre de la medición y la problemática Seis Sigma. Su aplicación en los procesos de manufactura. COMEC-2008, Santa Clara, Cuba. ISBN: 978-250-404-2.
18. Cabrera Delgado, E.; Coello Machado, N.; Toscano Alfonso; J. M. (2008). Incertidumbre y la efectividad del control con calibres en la Industria azucarera. Centro Azúcar. 4/2008. ISSN:0253 5777
19. Coello Machado N. Wisweh, L, (2001). Determinación y consideración de las desviaciones de las mediciones en los procesos de manufactura. Preprint. 4: 9. Fakultät für Maschinenbau der Otto Von Guericke Universität Magdeburg, Alemania.
20. Coello,N. (1989). Qualitätsregelkarten. Magdeburg, Alemania, Technische Universität Otto Von Guericke. Doctor.
21. Coello, N., I. Bélla, et al. (2007). Logistics and Six Sigma. MicroCad, Miskolc Hungría. Pág. 19-25. 22-23 Marzo 2007. ISBN 978-962-661-742-4.
22. Coello, N., L. Wisweh, et al. (2006). La incertidumbre de la medición y la problemática seis sigma: Una meta alcanzable o una solución del futuro. COMEC 2006, Santa Clara, Cuba. Pág. 8: ISBN 959-250-295-1.
23. Coello, N. I., B.; Glistau, E. (2008). Logistics and Design of Experiment. MicroCad, Miskolc Hungría. Pág.29-36. 20 Marzo 2008. ISBN 978-963-661-812-4.



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

24. Coello Machado, N. I. (2009). Handbook of Mechanical Engineering. K.-H. A. Grote, Erik K. (Eds.). Berlin, New York. 2009.
25. Coello Machado, N. I. c. (2009). Handbook of Mechanical Engineering. Berlin, New York. Date accessed- Springer.
26. Coello, N. Pons., R (1993). Determinación automatizada de la exactitud estadística de las máquinas herramientas. Construcción de Maquinarias. 18. Trimestral.
27. Coello, N. Sandau., M.; Wisweh, L., (1997). Determinación de la incertidumbre de la medición y su influencia en la valoración y regulación de la calidad. Preprint Nr. 4. Facultad für Maschenbau der Otto Von Guericke Universität Magdeburg, Alemania.
28. Coello, N. Wisweh., L.; Machado, C (2001). Control estadístico del proceso gráfico de control. ¿Límites de control referidos al centro o a las tolerancias? Preprint Nr 3. Facultad für Maschenbau der Otto Von Guericke Universität Magdeburg, Alemania.



**III Convención Científica Internacional "Ciencia, Tecnología Y Sociedad.  
"Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas  
ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN EN RELACIÓN A LA  
INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES EN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LONGITUDES Y  
ÁNGULOS.**

ANEXO

En la presentación del trabajo llevan los procedimientos elaborados y ya trabajados.