



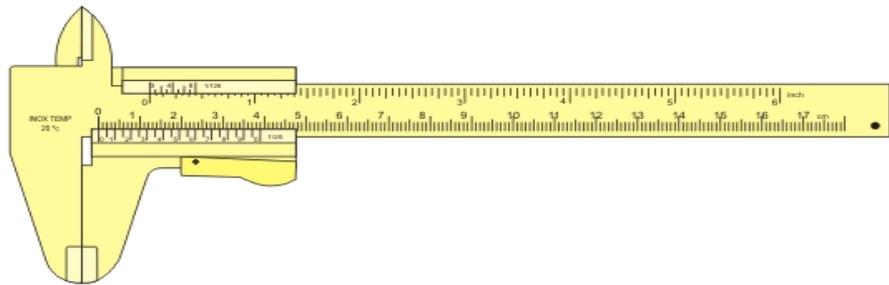
# La metrología, un enfoque a la medida

Dr. Jorge C. Torres Guzmán  
Director del Área de Fuerza y Presión, CENAM  
[jorge.torres@cenam.mx](mailto:jorge.torres@cenam.mx)

# Contenido

- Introducción.
- Mediciones para la Normalización y la Evaluación de la Conformidad.
- Trazabilidad y Confirmación Metrológica.
- Mediciones para Investigación y Desarrollo.
- Conclusiones.

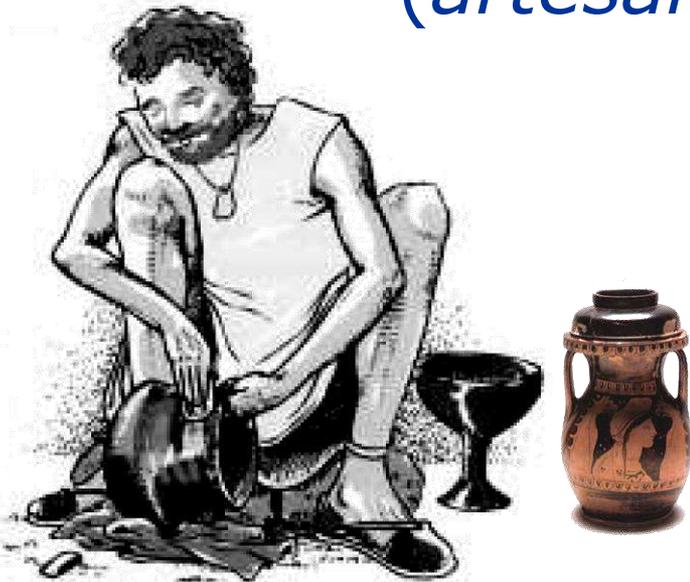
# Introducción



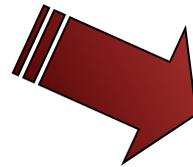
***Mide todo lo que es measurable  
y haz measurable  
aquello que parece que no puede ser medido***

*Galileo Galilei, Circa 1600  
(Traducción Libre)*

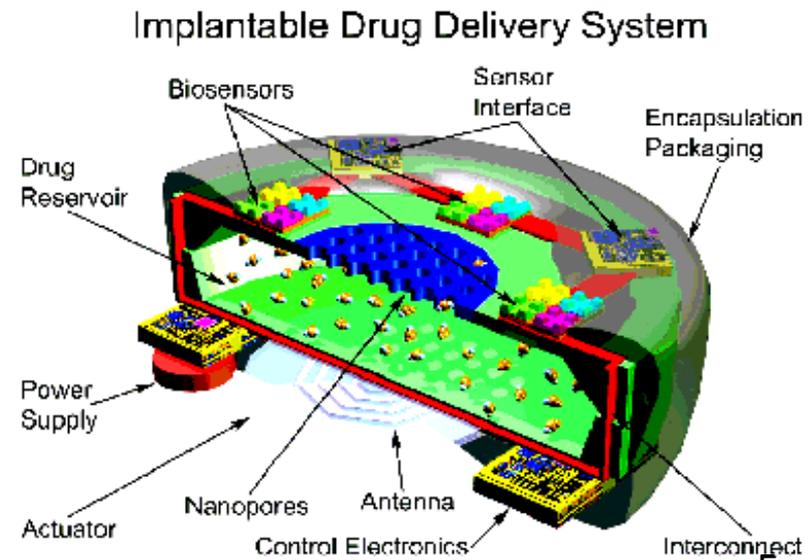
# De los Fenicios (*artesanía*)



**2800 a. C.**



# a la nanotecnología (*tecnología de punta*)



**2016**

# Medir



- Comparar una magnitud desconocida con una magnitud de la misma naturaleza, tomada como referencia (patrón de medición).
- Se expresa por un valor numérico con unidades de medida acompañado de una incertidumbre.
- Las unidades de medición se seleccionan por convención.

# ¿Qué es la Metrología?

La Metrología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las propiedades medibles, las escalas de medida, los sistemas de unidades, los métodos y técnicas de medición, así como la evolución de lo anterior, la valoración de la calidad de las mediciones y su mejora constante, facilitando el progreso científico, el desarrollo tecnológico, el bienestar social y la calidad de vida.



“Europa tiene una larga tradición de excelencia en investigación e innovación, en particular en medición y pruebas.

Debido al aumento en la conciencia de la necesidad de mediciones comparables aceptadas internacionalmente, la Comisión está ayudando a reunir a investigadores y expertos europeos en la materia, para reforzar la base científica europea para promover el reconocimiento mutuo de las mediciones y que el comercio libre mundial ayude a nuestra economía.”

# Resultado de una medición

## Resultado de medición

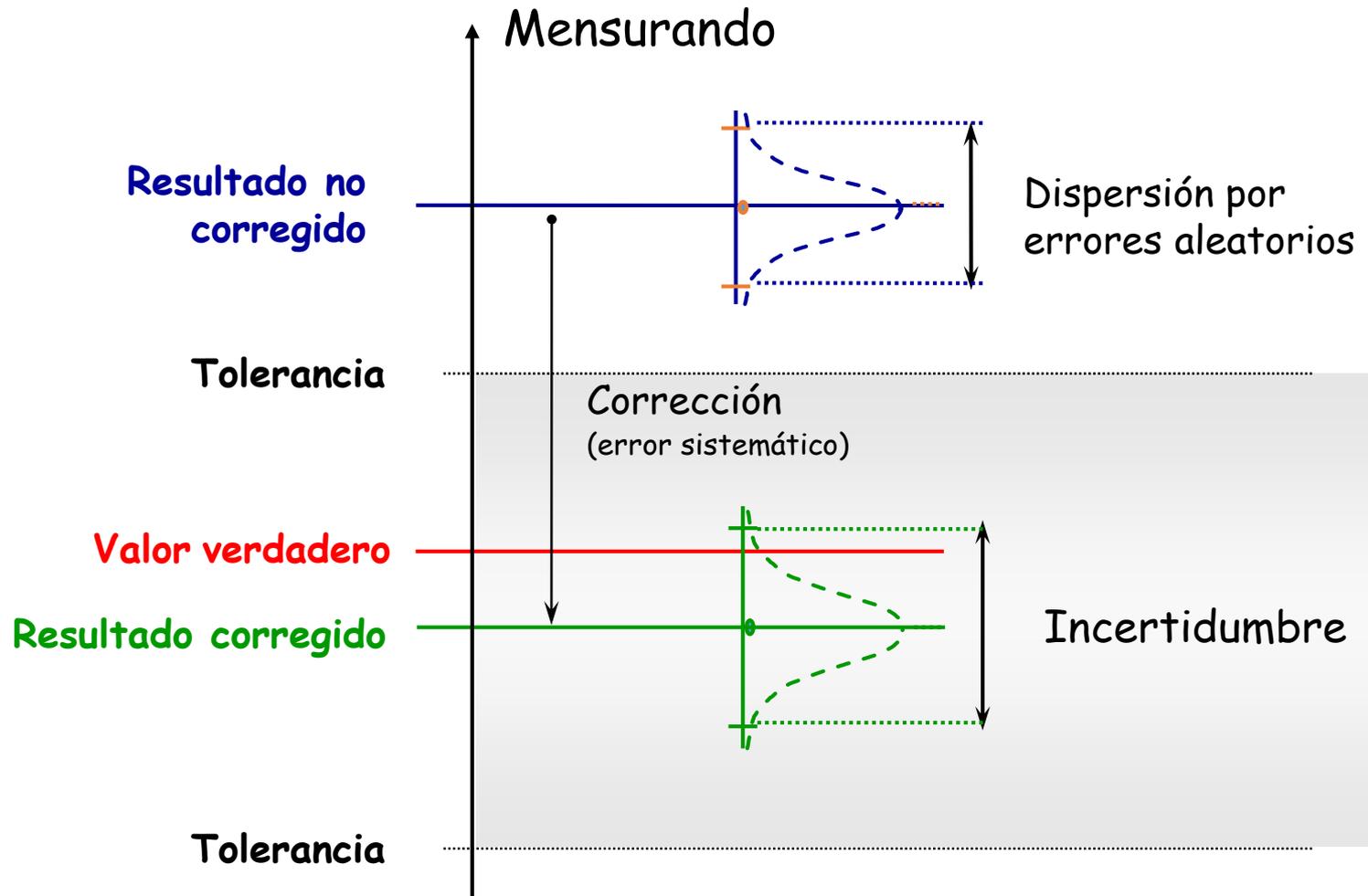
Conjunto de valores de una magnitud atribuidos a un mensurando, acompañados de cualquier otra información relevante disponible.



Valor medido por el patrón	Lecturas del instrumento bajo calibración			Sesgo (lectura instrumento – valor patrón)		
	serie 1 Ascenso	serie 2 Descenso	serie 3 Ascenso	serie 1 Ascenso	serie 2 Descenso	serie 3 Ascenso
kPa	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
0.00	0	0	0	0	0	0
20.00	202	199	201	2	-1	1
40.00	403	398	402	3	-2	2
60.00	604	597	603	4	-3	3
80.00	802	798	801	2	-2	1
100.00	1 001	999	1 000	1	-1	0

- Durante la fase de medición, el equipo elimina las conjeturas y suposiciones acerca de lo que los clientes necesitan y esperan.
- Las organizaciones tienen la responsabilidad de determinar los niveles de control necesarios y especificar los requisitos del Sistema de Gestión de las Mediciones (SGM).

# Características de las mediciones

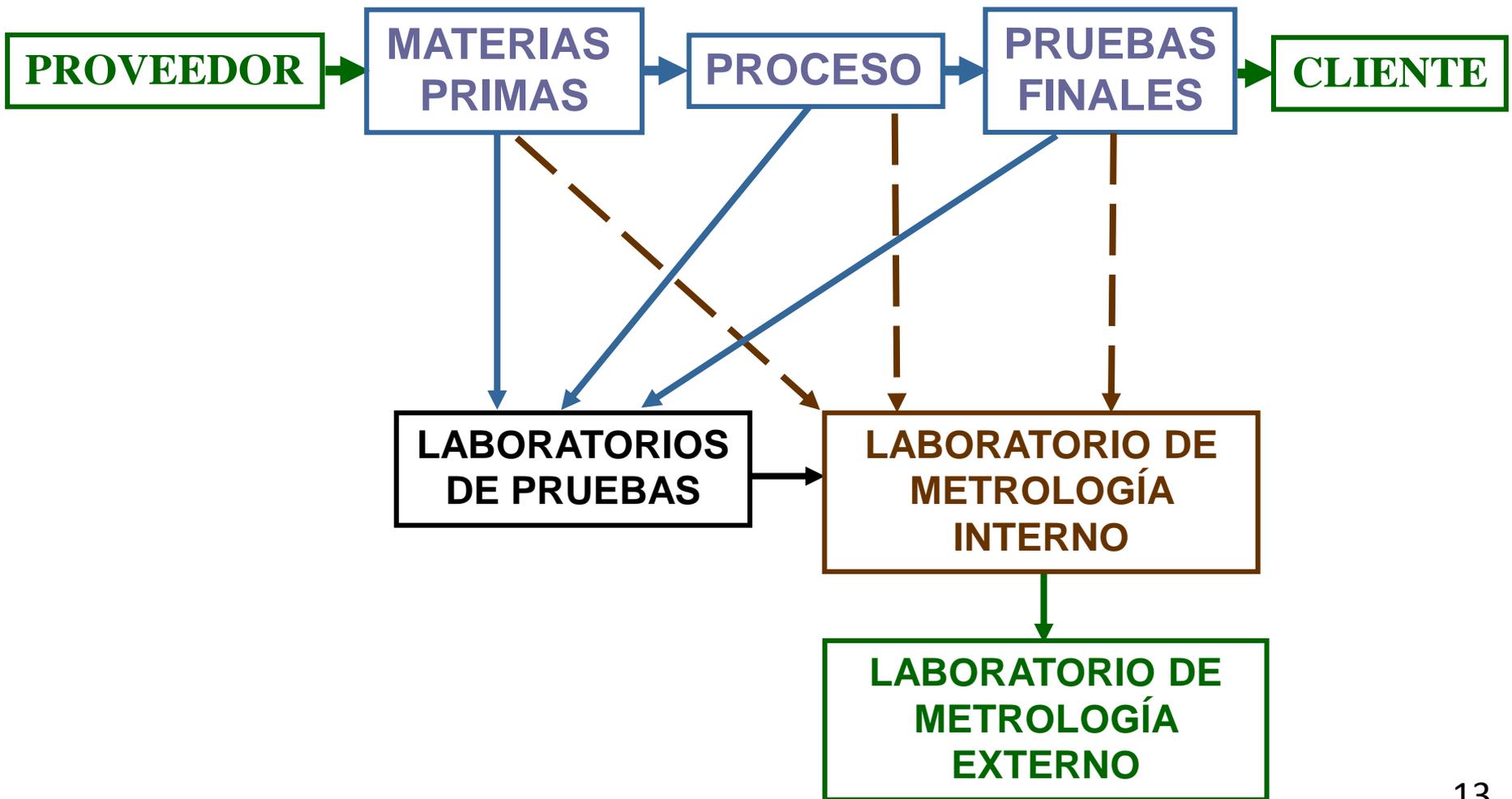


# *Medir Bien ...*

- ✓ Aumentar la confianza de los clientes.
- ✓ Asegurar la calidad del producto disminuyendo los costos de no-calidad.
- ✓ Apoyar objetivamente las decisiones de mejora.
- ✓ Aumentar la eficiencia en el uso de recursos.
- ✓ Facilitar la comparación en el caso de controversias.
- ✓ Ayudar a mantener nuestra empresa y disminuir los riesgos de seguridad en el trabajo y la vida diaria.

⇒ **Competitividad de la Empresa**

# Requerimientos de Metrología en Procesos

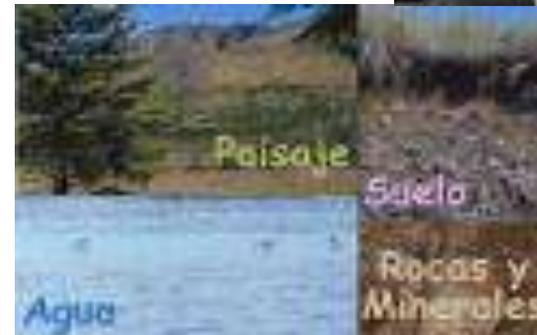


# ¿Como Medir Bien?



# Tendencias actuales de las mediciones

- ❑ La salud y la seguridad de la población.
- ❑ Salvaguardia de los recursos nacionales.
- ❑ Protección del medio ambiente.
- ❑ Aseguramiento de prácticas equitativas y justas en el comercio.
- ❑ Reconocimiento de productos y servicios.



## Tendencias actuales en Colombia

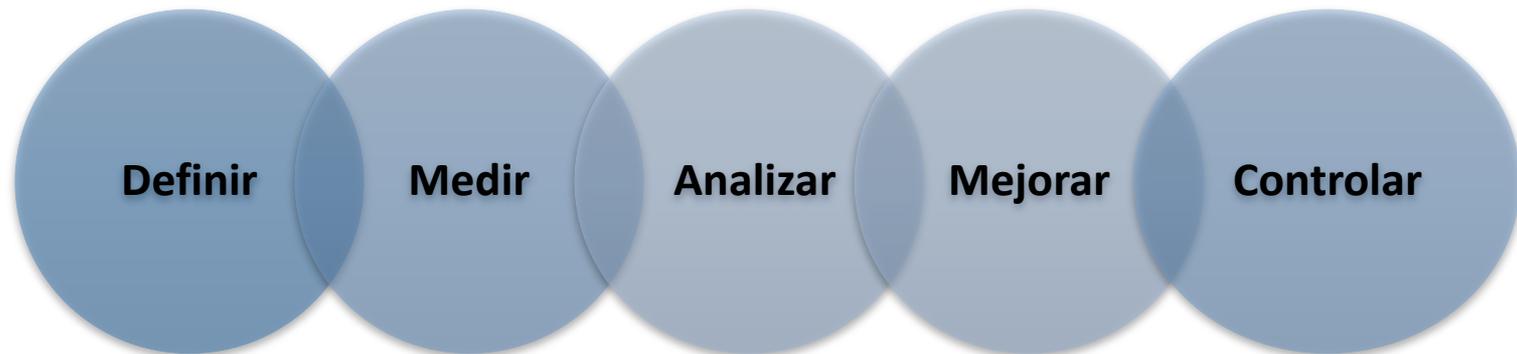
- Aumentar la cultura metrológica y de normalización.
- Apoyar a los consumidores para exigir satisfacción.
- Aumentar la competitividad.
- Establecer especificaciones alcanzables (realistas).
- Evitar la corrupción.

## Normativas:

a) 7.6 Norma ISO 9001:2000

b) 4.5.1 de la Norma ISO 14001:1996.

- Los planes que se efectúen en primera instancia tendrán una metodología DMAIC



*Ciclo DMAIC*



# 1 Mediciones para la Normalización y la Evaluación de la Conformidad



desarrollo tecnológico

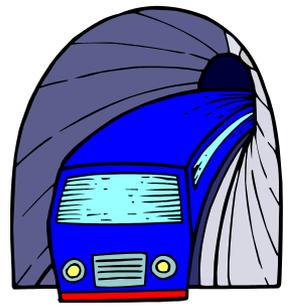


seguridad laboral



salud humana

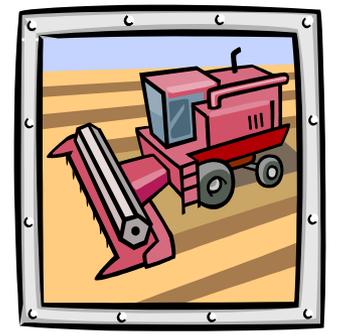
## Normas obligatorias



transporte



medio ambiente



recursos naturales



## Puntos relevantes en normalización

- Atraso comparativo con normas internacionales.
- Reducida participación de sectores productivos.
- Número insuficiente de expertos técnicos en comités de normalización.
- Carencia de investigación aplicada a casos de normas oficiales mexicanas.

## Evaluación de la conformidad

- Es el grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características.
- Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

## Evaluación de la conformidad actualmente

### ➤ Infraestructura actual:

- Insuficiente para las necesidades del país,
- Poco relacionada con el desarrollo tecnológico,
- En su mayoría no acreditada,
- No enfocada a servicios.

### ➤ Poco estímulo a la inversión en la acreditada.

### ➤ La estructura actual del mercado no favorece el desarrollo de la misma.

# Agentes de evaluación de la conformidad en Colombia

Laboratorios de Calibración

Laboratorios de Pruebas

Unidades de Verificación

Organismos de Certificación

## Puntos relevantes en evaluación de la conformidad

- Reducido número de laboratorios de calibración y organismos de certificación acreditados.
- Poca diversidad de laboratorios de pruebas y unidades de verificación acreditados.
- Reconocimiento internacional limitado de los resultados de medición, pruebas, verificación y certificación.
- Insuficiente capacidad de medición.

# Ejemplos de la metrología en la normalización

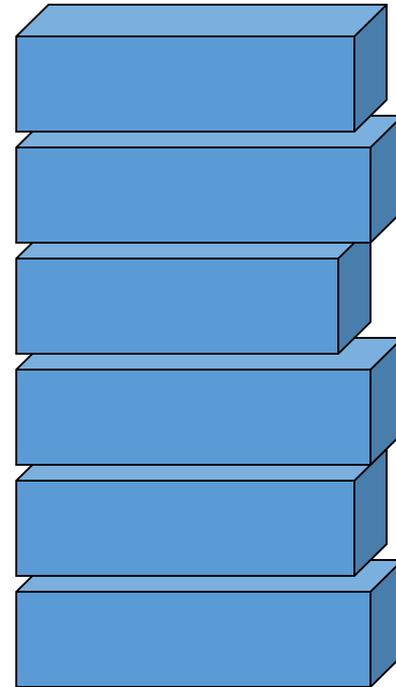
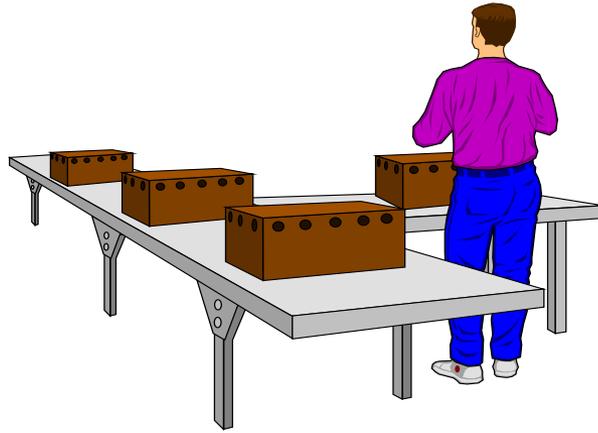
	<b>Objetivo de la medición</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Salud humana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión arterial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención contra la hipertensión o hipotensión.</li> </ul>
<b>Seguridad de las personas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión en calderas y recipientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención contra accidentes por explosión.</li> </ul>
<b>Medio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de mercurio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de vías respiratorias, piel, hígado y riñón.</li> </ul>
<b>Protección al consumidor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de hidrocarburo entregado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transacción comercial equitativa.</li> </ul>

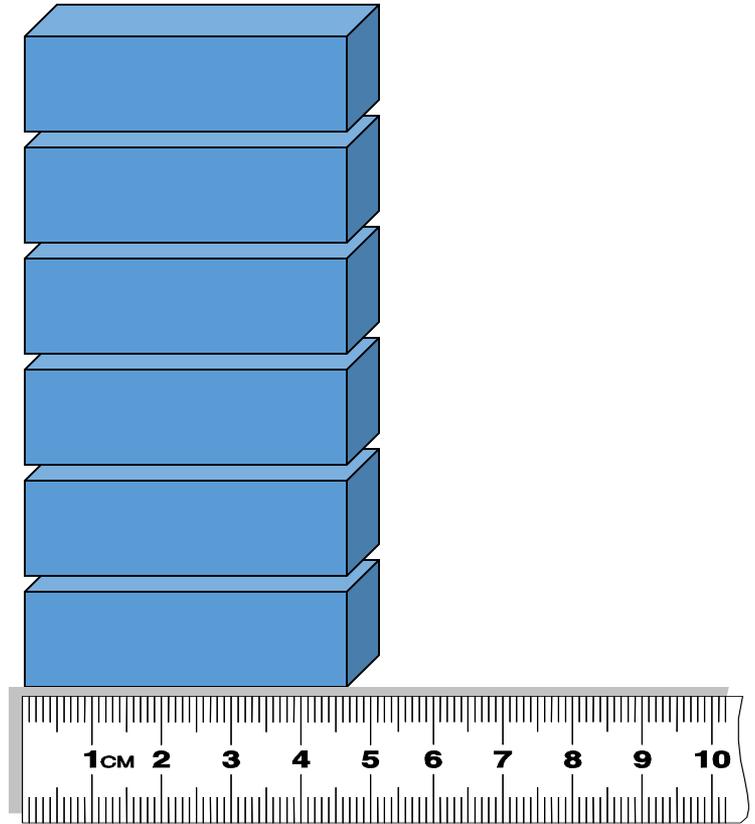
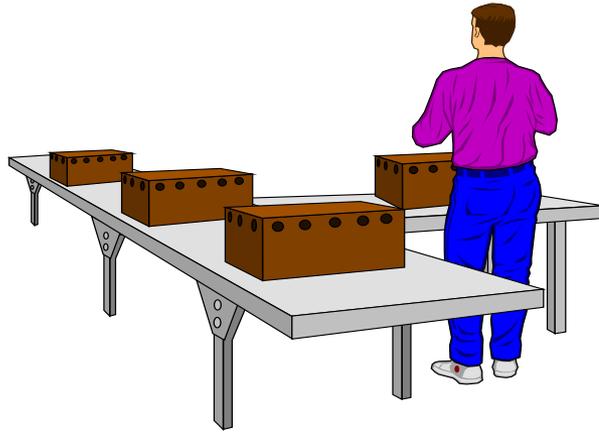
# Ejemplos de la metrología en la evaluación de la conformidad

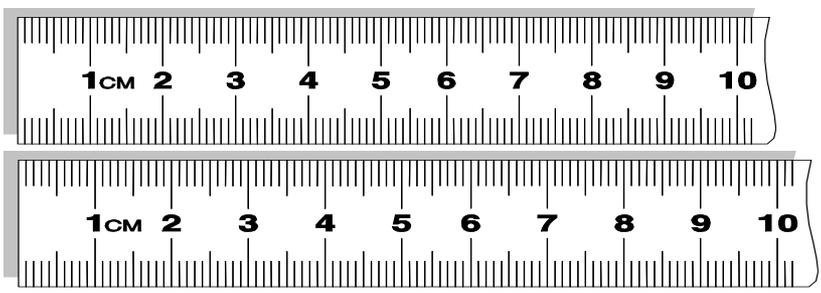
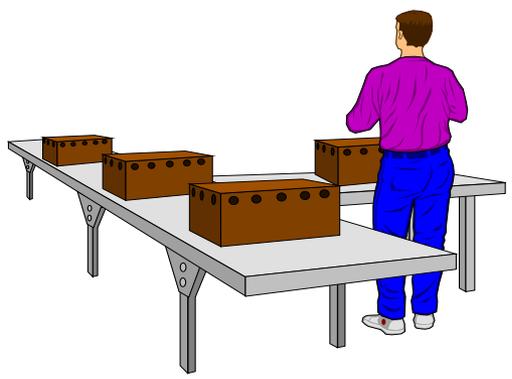
	<b>Objetivo de la medición</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Laboratorios de Calibración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseminar exactitud.</li> <li>• Asegurar valores de error e incertidumbre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniformidad de las mediciones.</li> <li>• Confiabilidad en las mediciones.</li> </ul>
<b>Laboratorios de Prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación adecuada de propiedades y características físicas y químicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprobación de productos y servicios.</li> <li>• Integración de insumos en procesos productivos.</li> </ul>
<b>Unidades de Verificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación objetiva de la conformidad a normas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba evidente de cumplimiento.</li> <li>• Confianza de clientes.</li> </ul>
<b>Organismos de Certificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dictaminar el cumplimiento de la conformidad a normas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura la confiabilidad de productos y servicios.</li> </ul>



# Trazabilidad y Confirmación Metrológica



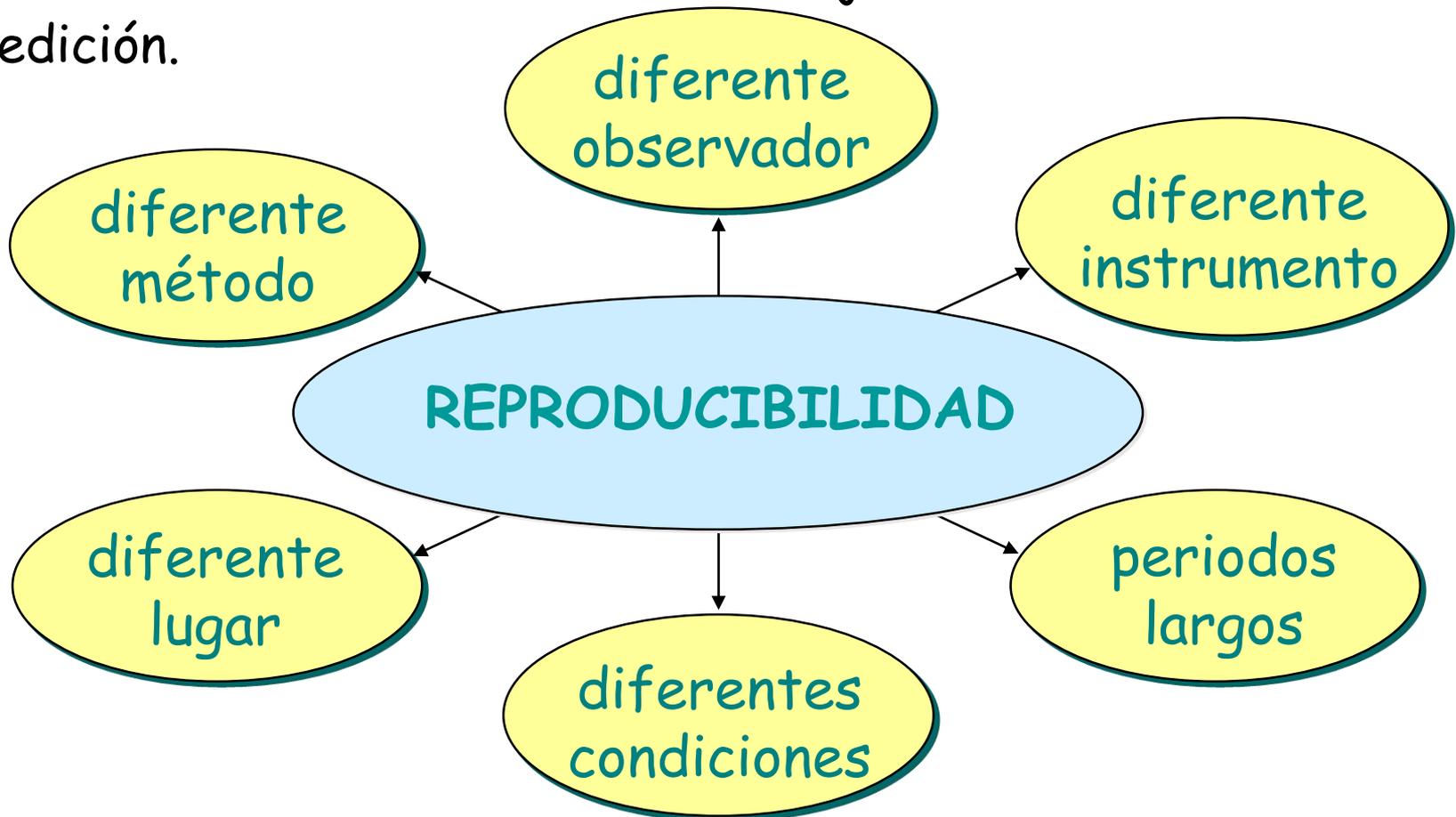


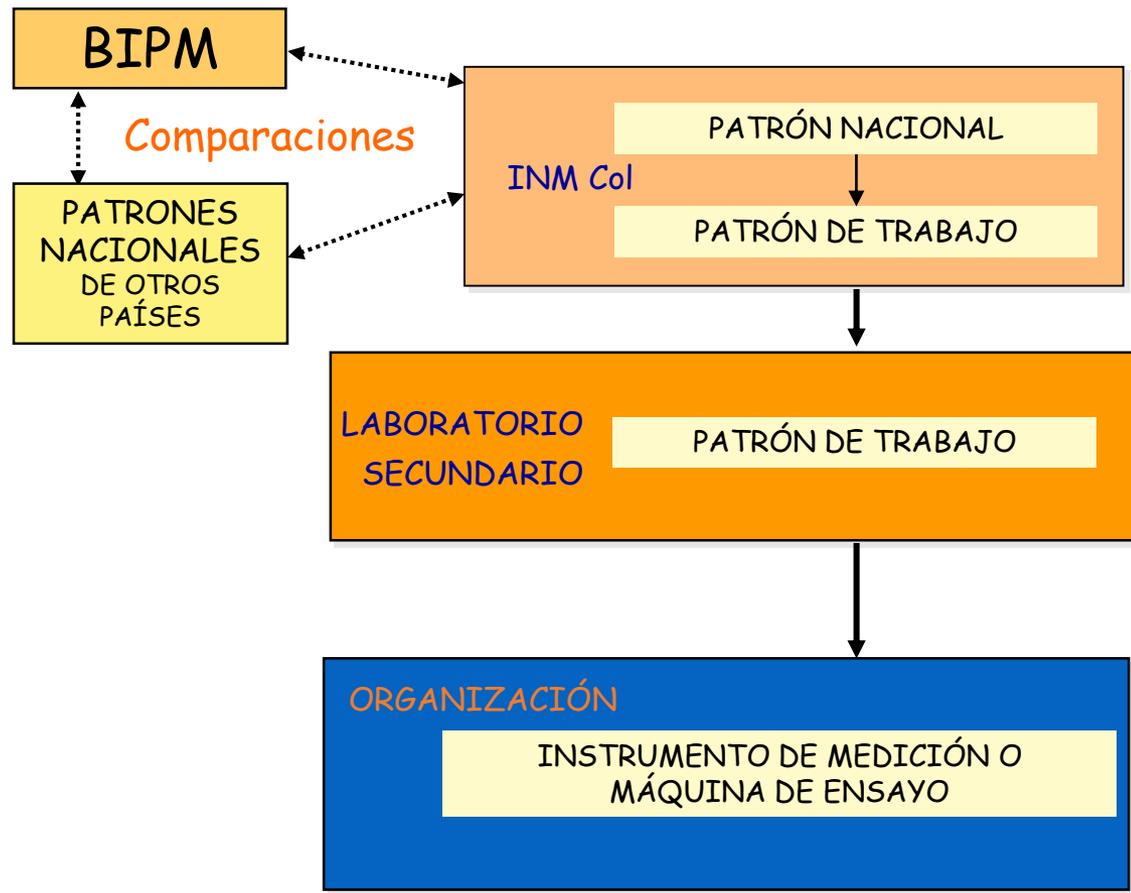


**La trazabilidad es necesaria**

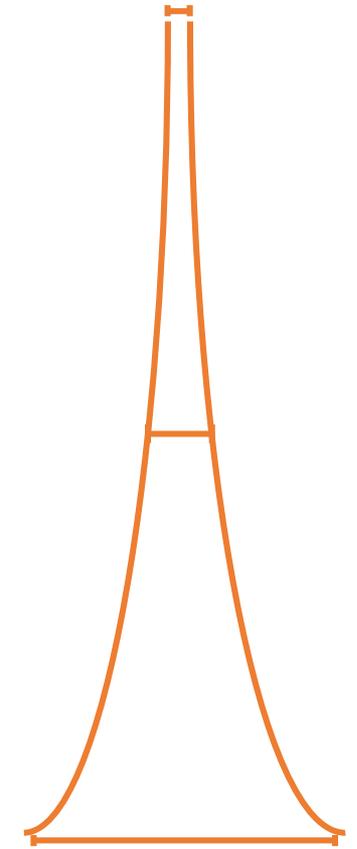
# Reproducibilidad

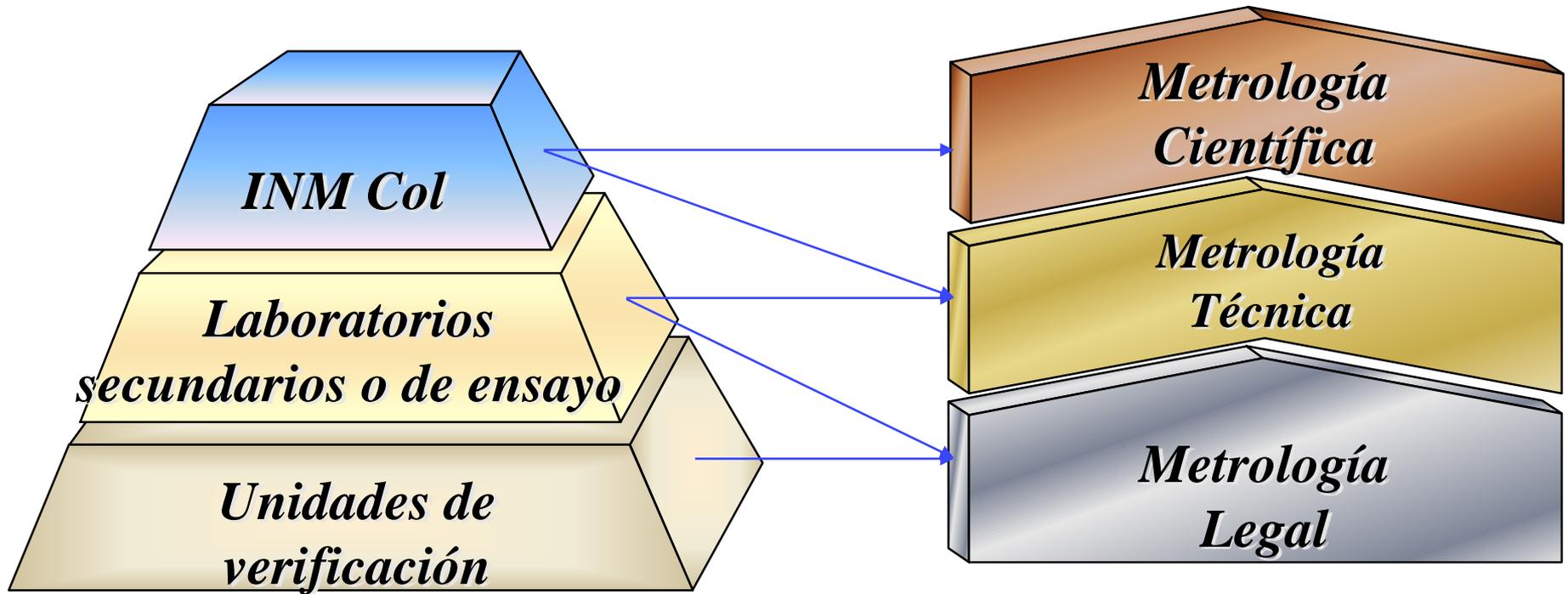
Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mensurando realizadas bajo condiciones variables de medición.



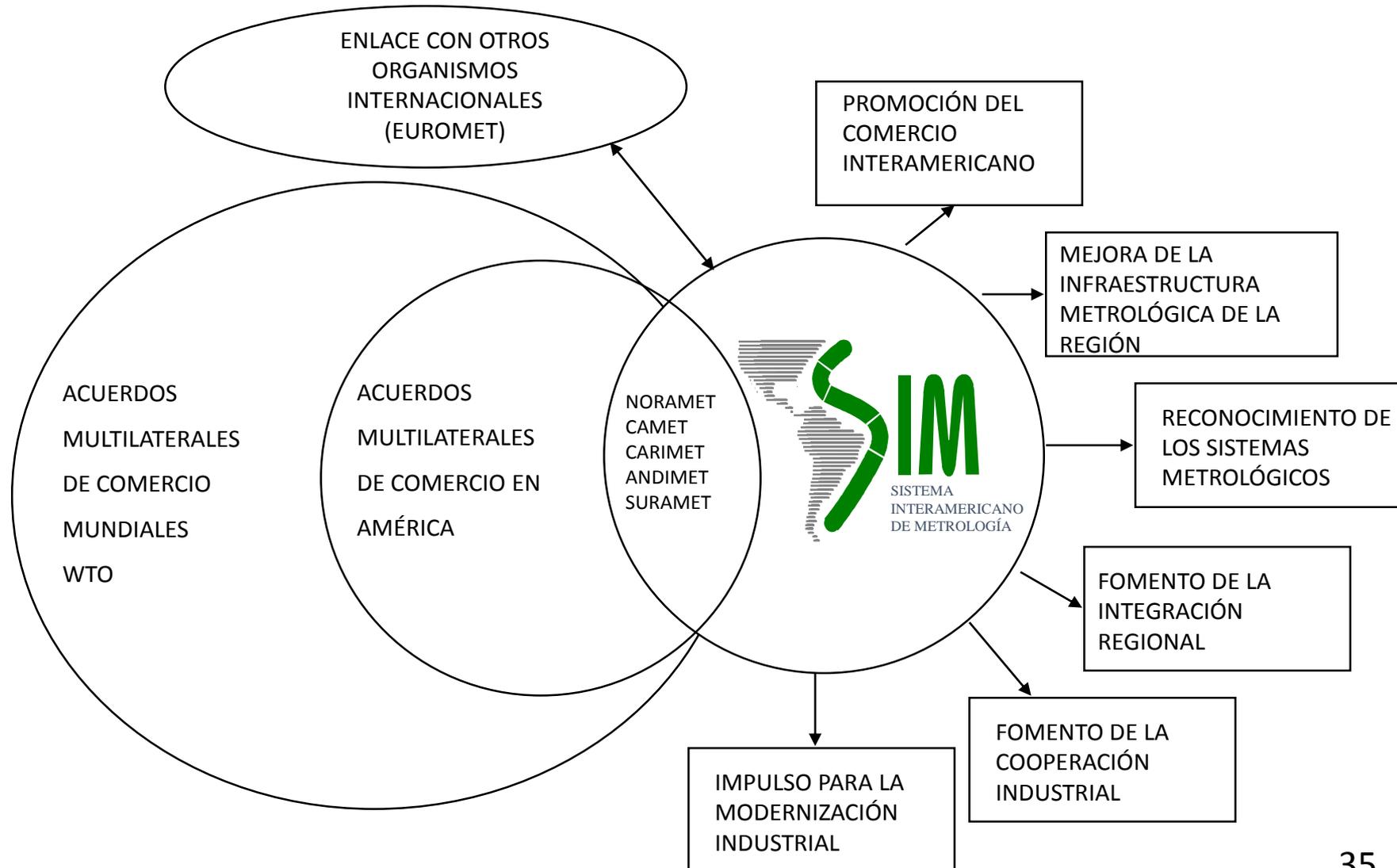


### Incertidumbre





# INTERRELACIÓN DEL SIM



# *Confirmación Metrológica*

**Verifico** Confirmando objetivamente el cumplimiento de requisitos

**Ajusto** Logro funcionamiento adecuado

**Calibro** Relación de lecturas medidor-patrón

**Confirmando** Confirmando objetivamente el cumplimiento de requisitos particulares para un uso específico propuesto



Elementos de la Confirmación Metrológica.



## 3 Mediciones para la Investigación y Desarrollo

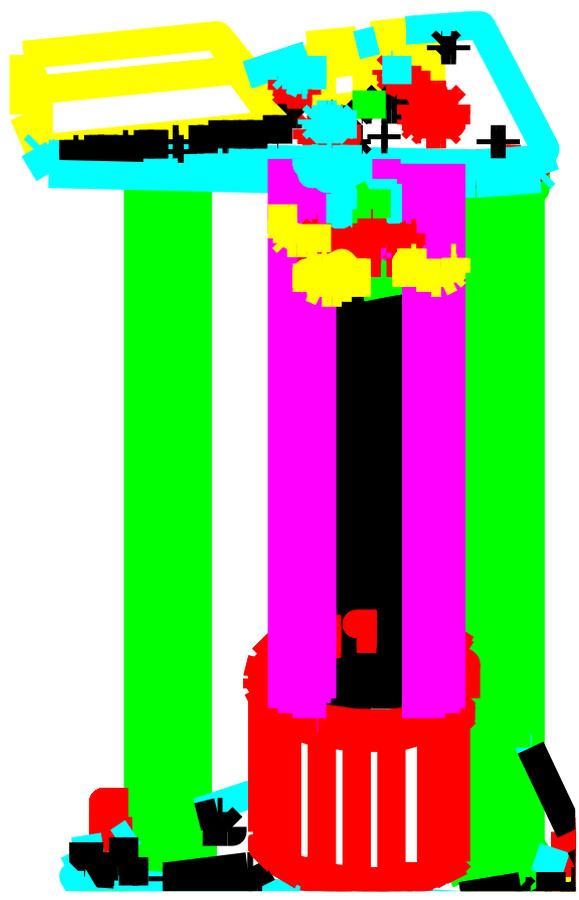
## **MEDICIÓN Y CONOCIMIENTO**

***Cuando puede medir aquello de lo que está hablando y expresarlo en números, empieza a conocer algo del sujeto, pero si no puede cuantificarlo, su conocimiento será pobre e insatisfactorio; puede ser el principio del conocimiento, pero habrá avanzado escasamente en sus ideas, desde el punto de vista científico, cualquiera que sea el tema.***

*Lord Kelvin, Circa 1848  
(Traducción Libre)*

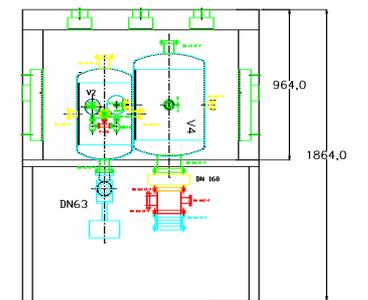
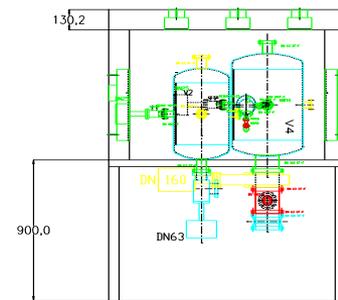
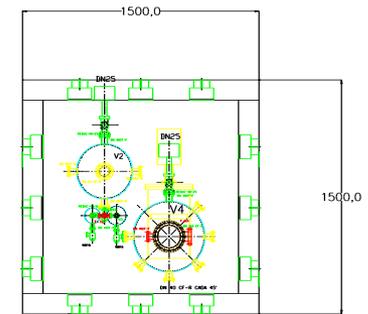
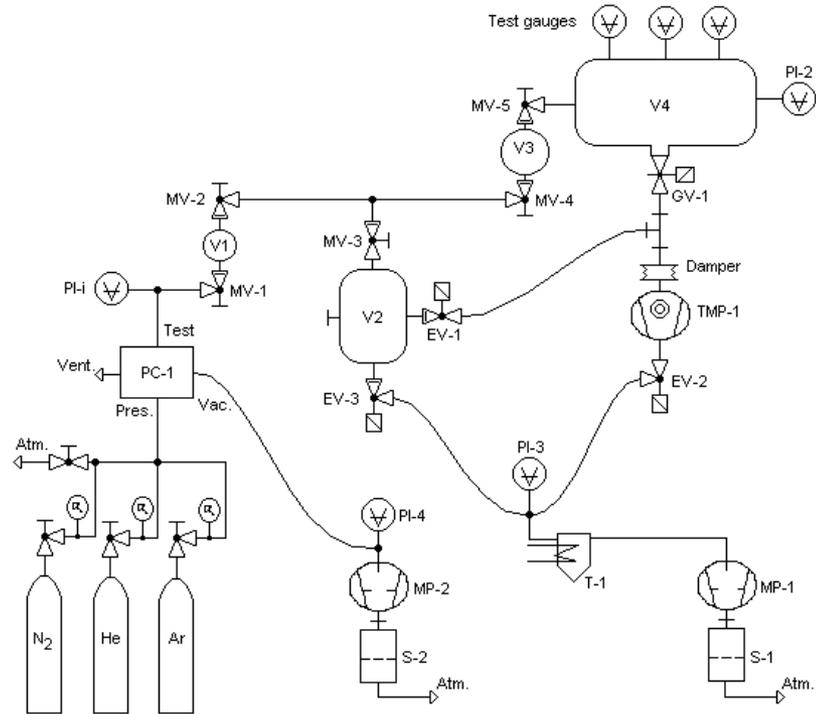


# Manobarómetro



$$P = P_n \cdot \frac{gl}{gn} \cdot \frac{1 + \alpha_{mL}(t_{eL} - tr_{mL})}{[1 + \alpha_{Hg} \cdot (t_{Hg} - tr)]} + Pr$$

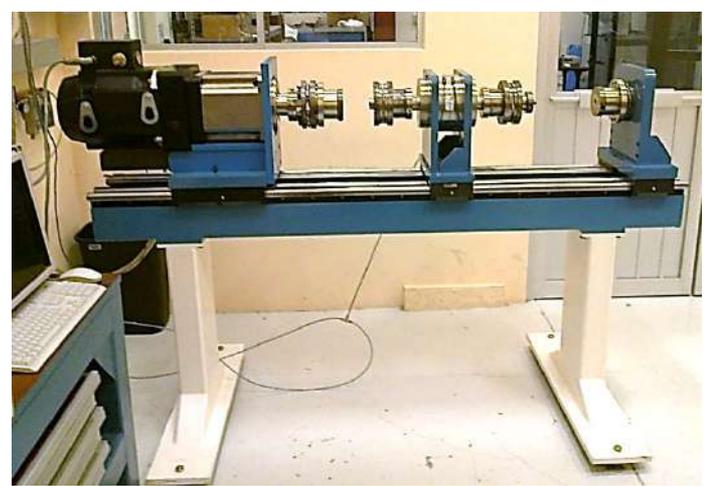
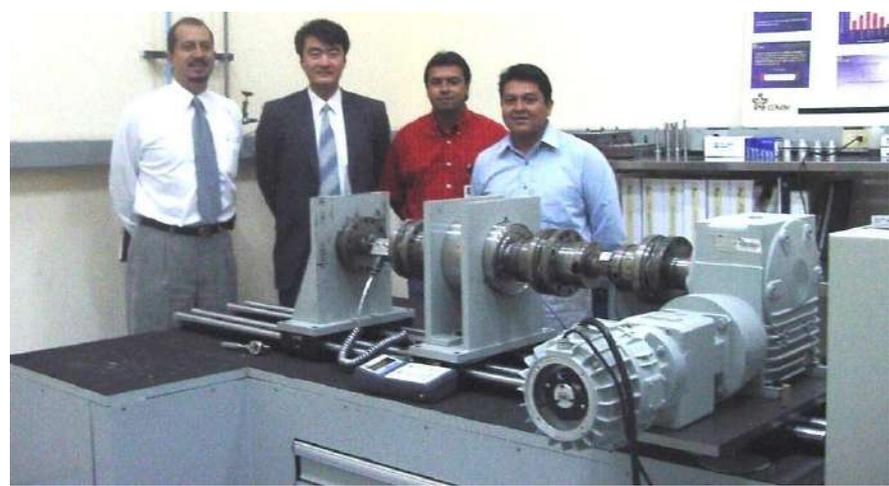
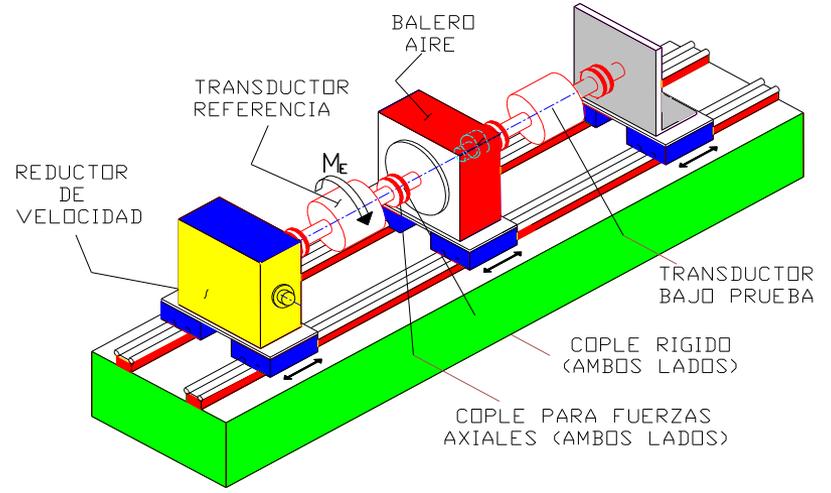
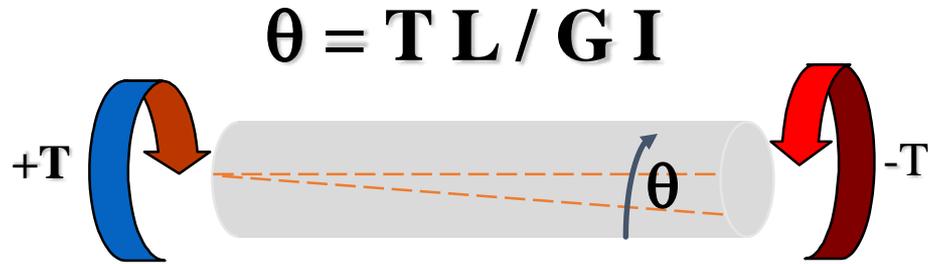
# Vacío

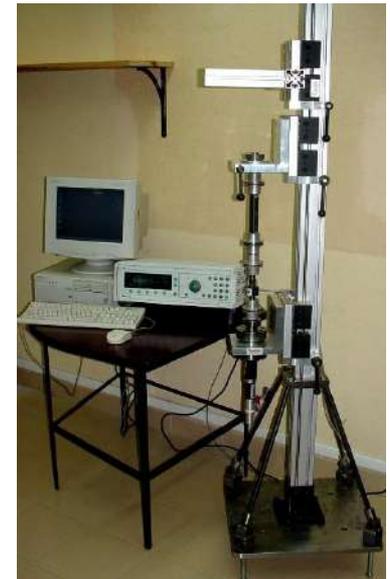


# Patrón Nacional de Vacío



# Par torsional





# Nanociencias y nanomanufactura

Para acceder exitosamente de la nanociencia a la nanomanufactura se deben adquirir las capacidades para desarrollar tecnología susceptible de ser manufacturada con base en los fenómenos de nanoescala:

- Caracterizar y controlar los fenómenos.
- Desarrollar la metrología, a esa escala, que aún no existe.

# Nanociencias y nanomanufactura...

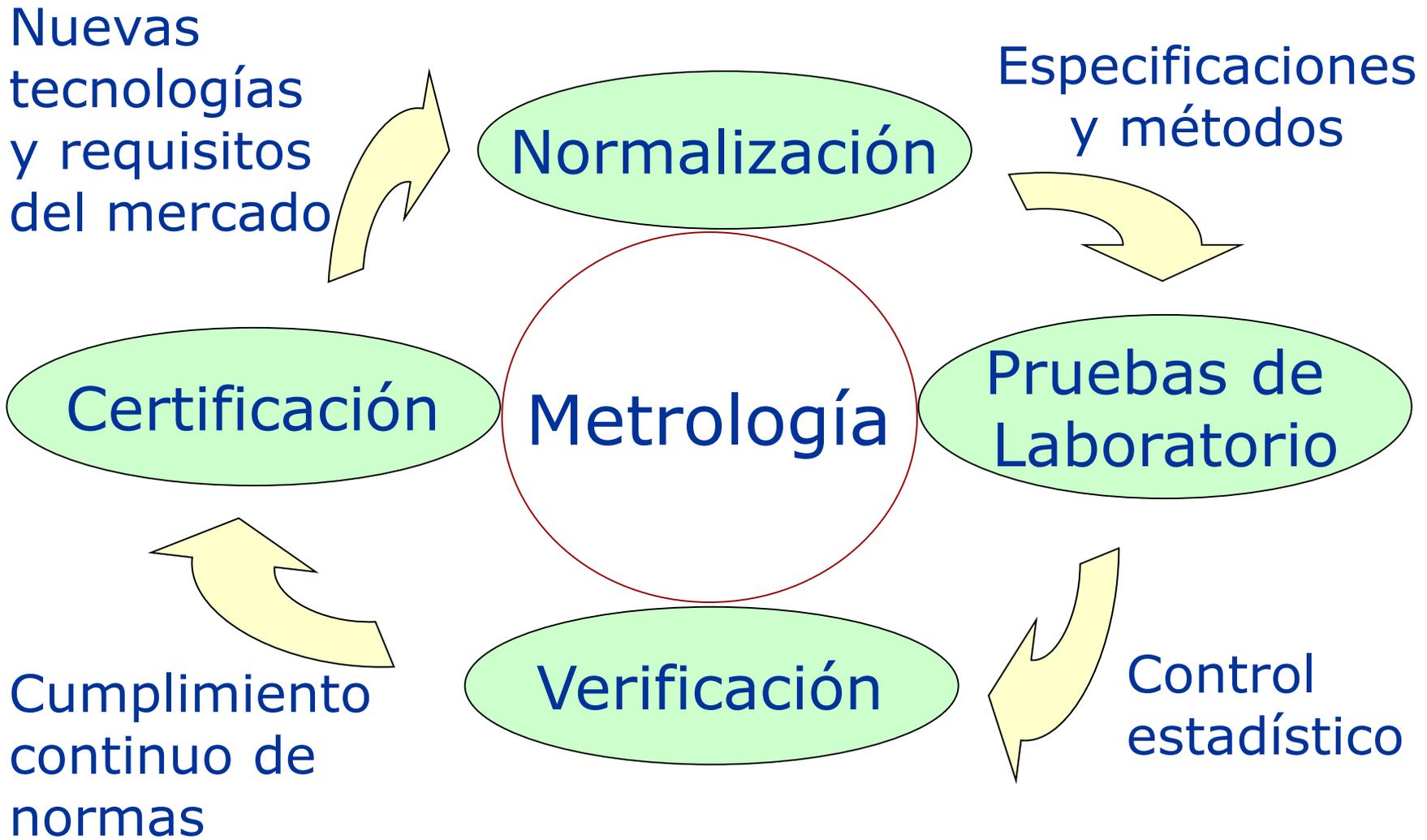
La “nanometrología” es esencial para la comercialización de estos posibles productos. Se necesita medir:

- Comportamientos físicos y químicos.
- Caracterizar propiedades.
- Funcionalidad.

# Nanociencias y nanomanufactura...

Lo anterior implica el desarrollo de técnicas, instrumentos, patrones; evaluar y validar métodos, validar datos; pero, sobre todo, tener enfoques multidisciplinarios para estudiar los efectos sociales de estas nuevas tecnologías, los impactos en la salud y otros.

# Conclusiones



Nuevas tecnologías y requisitos del mercado

Normalización

Especificaciones y métodos

Certificación

Metrología

Pruebas de Laboratorio

Cumplimiento continuo de normas

Verificación

Control estadístico

# Eliminación de barreras metrológicas al comercio

## Armonización

- Legislación.
- Unidades físicas.
- Normas de productos.
- Procedimientos de calibración.
- Procedimientos de prueba.
- Evaluación de la conformidad.



## Reconocimiento Mutuo

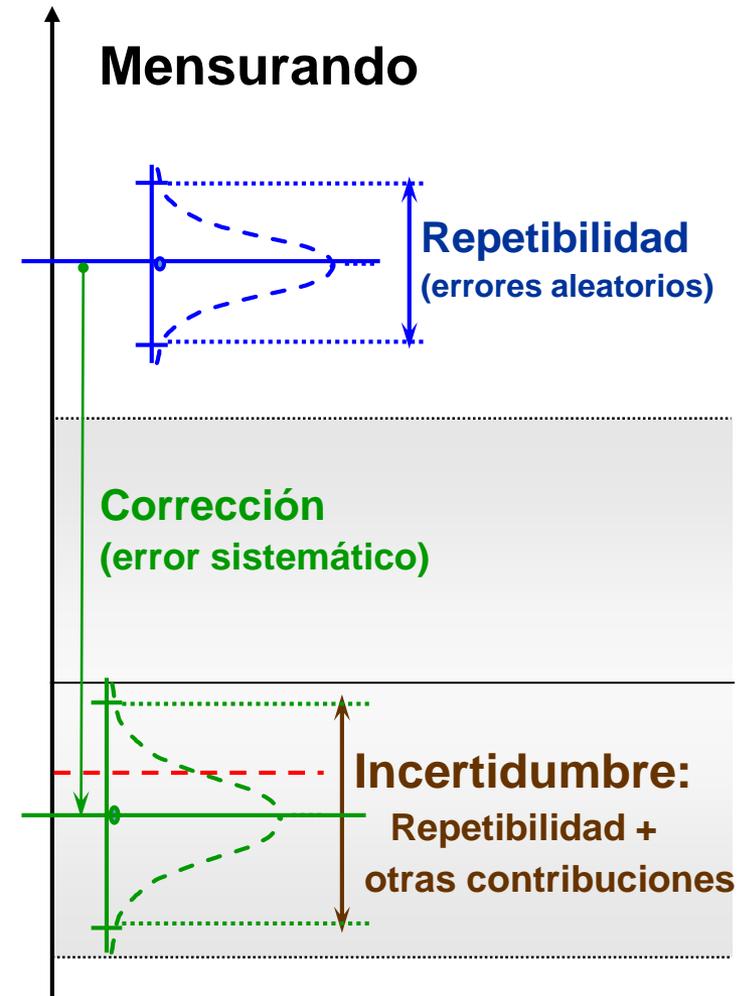
- Acreditación.
- Comparación entre laboratorios.
- Evaluación por Pares.
- Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
- Competencia técnica.



*Una sola prueba ...  
aceptación mundial.*

***Desarrollo económico  
y competitividad***

- **No** hay calidad **sin** control de proceso,
- **No** hay control de proceso **sin** medición,
- **No** hay medición **sin** calibración,
- **No** hay calibración **sin** laboratorios acreditados,
- **No** hay laboratorios acreditados **sin** trazabilidad,
- **No** hay trazabilidad **sin** patrones de medición,
- **No** hay patrones de medición **sin** metrología primaria.



# Condiciones óptimas para el desarrollo planificado

Crecimiento con calidad.

“Reglas y normas, claras y transparentes.

Orden y respeto.

Desarrollo social y humano.”

# Bibliografía



*Aseguramiento de la Calidad en las Mediciones de Fuerza* TORRES Guzmán J. C., RAMÍREZ Ahedo D., **Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología**, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.

*Comparaciones de Patrones de Medición*

TORRES Guzmán J. C.,. **IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización**. Guadalajara, México. Octubre 2000.

## LIBROS SANTOS

### **El Antiguo Testamento Deuteronomio:**

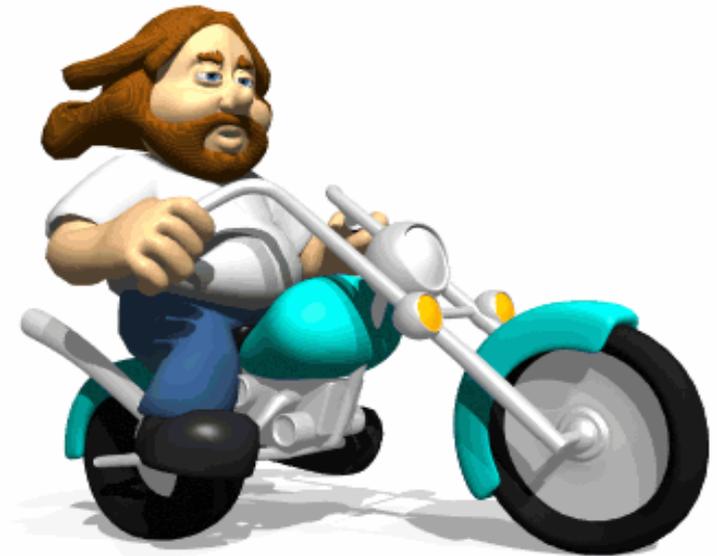
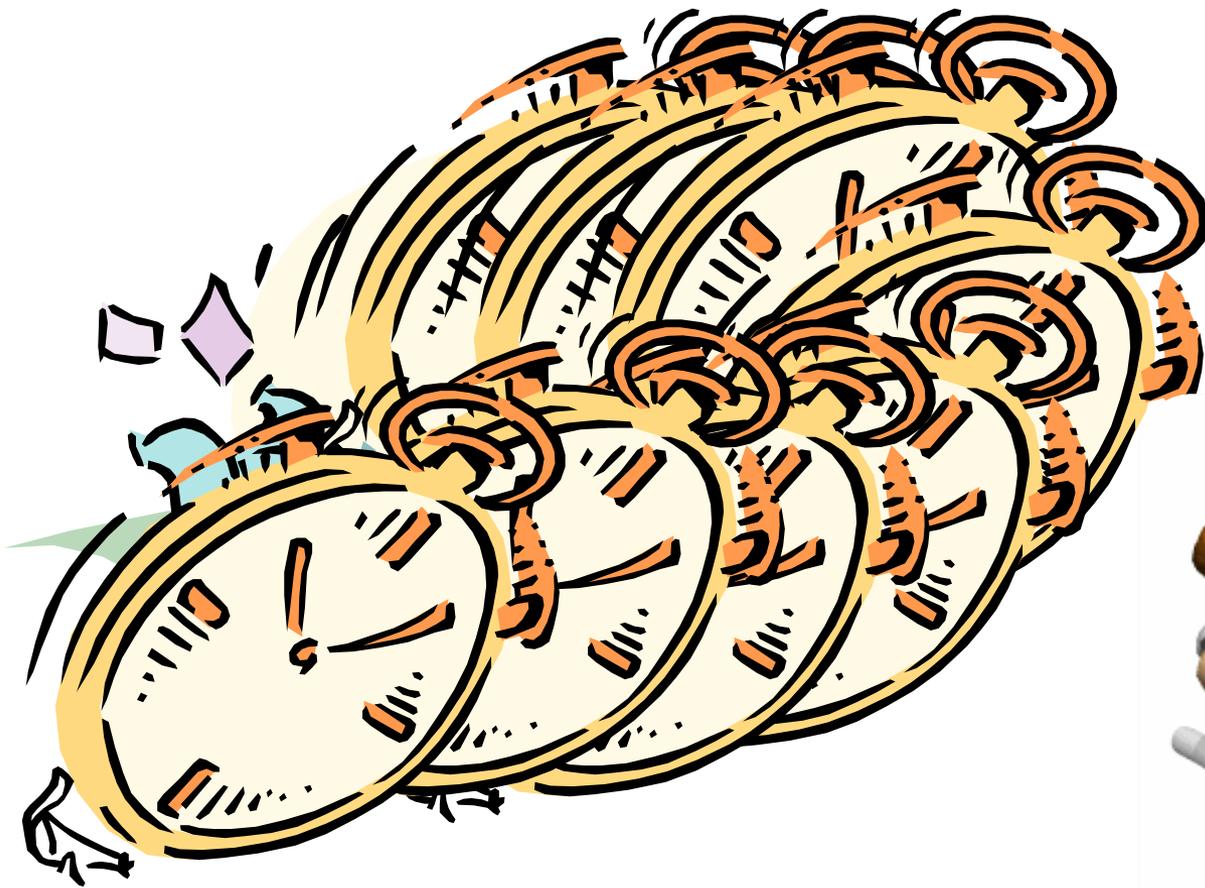
“Tú no tendrás en tu bolsa dos clases de pesas, en tus manos dos clases de efa, uno grande y otro pequeño. Tú tendrás una pesa y una efa exacta y justa a fin de que tus días se prolonguen en la tierra que te de Yahve, tu Dios ...”

### **La Biblia. 4° Salmo:**

“Una falsa balanza es una abominación para el Señor ...”

### **El Corán. Sura 83:**

“En nombre de Alá el misericordioso y compasivo, desdichados aquellos que defraudan con el peso y la medida ...”



Gracias por su tiempo !!

***¡Gracias!***



Visítenos en:  
**<http://www.cenam.mx>**