

**S** *m* **posio**  
*etrología* **2012**  
Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *m* **ME** **2012**  
*etrología*  
IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

# Metodología para la medición de la conductividad térmica de materiales de construcción

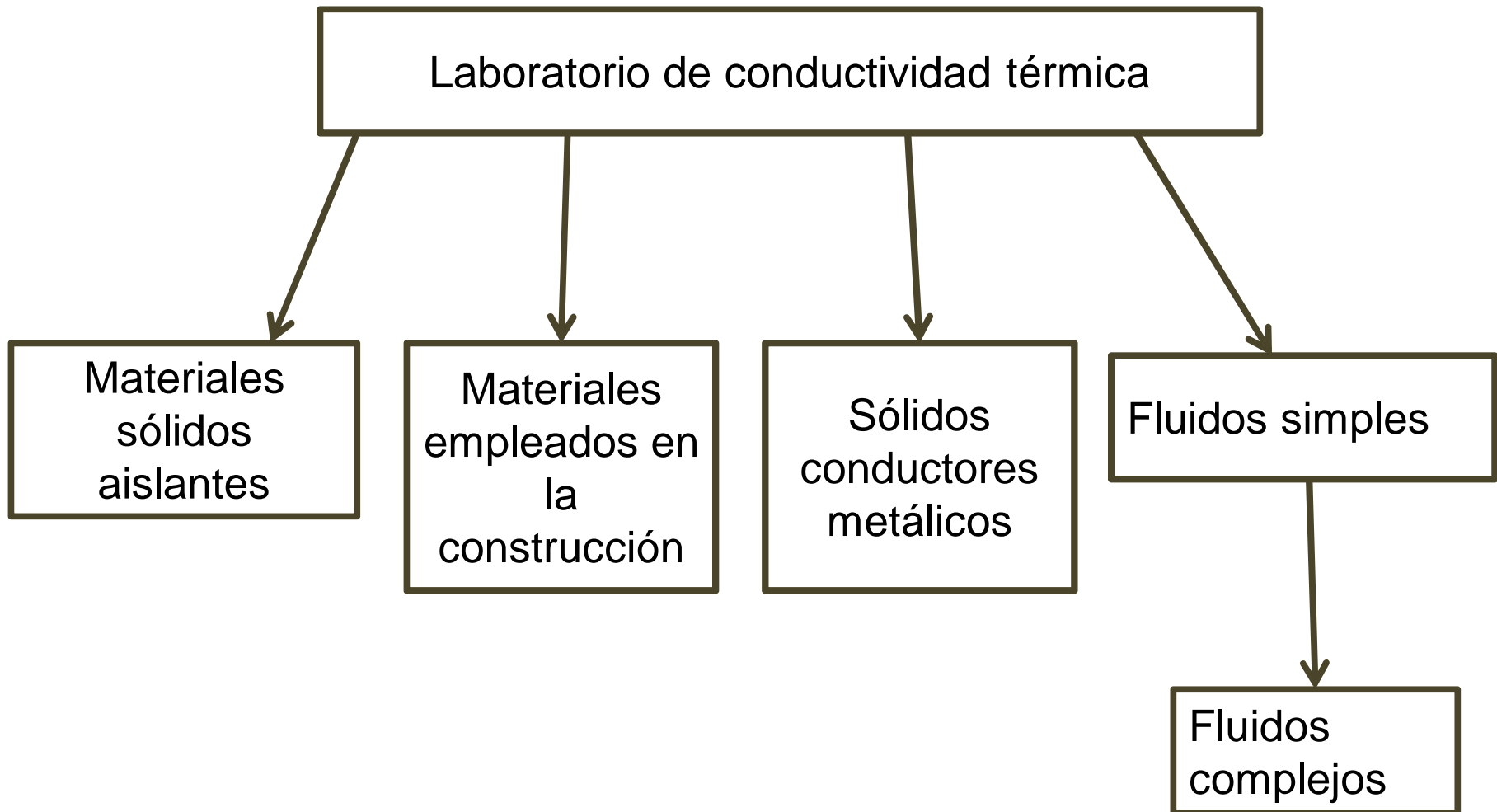
Área Metrología Eléctrica

División Termometría

Laboratorio de Conductividad Térmica

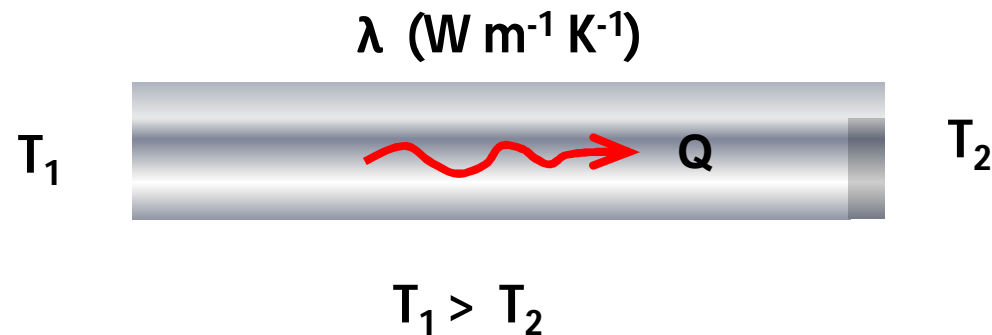
**Saúl García Duarte**

**Oscar J. González Rodríguez**



## Conductividad térmica

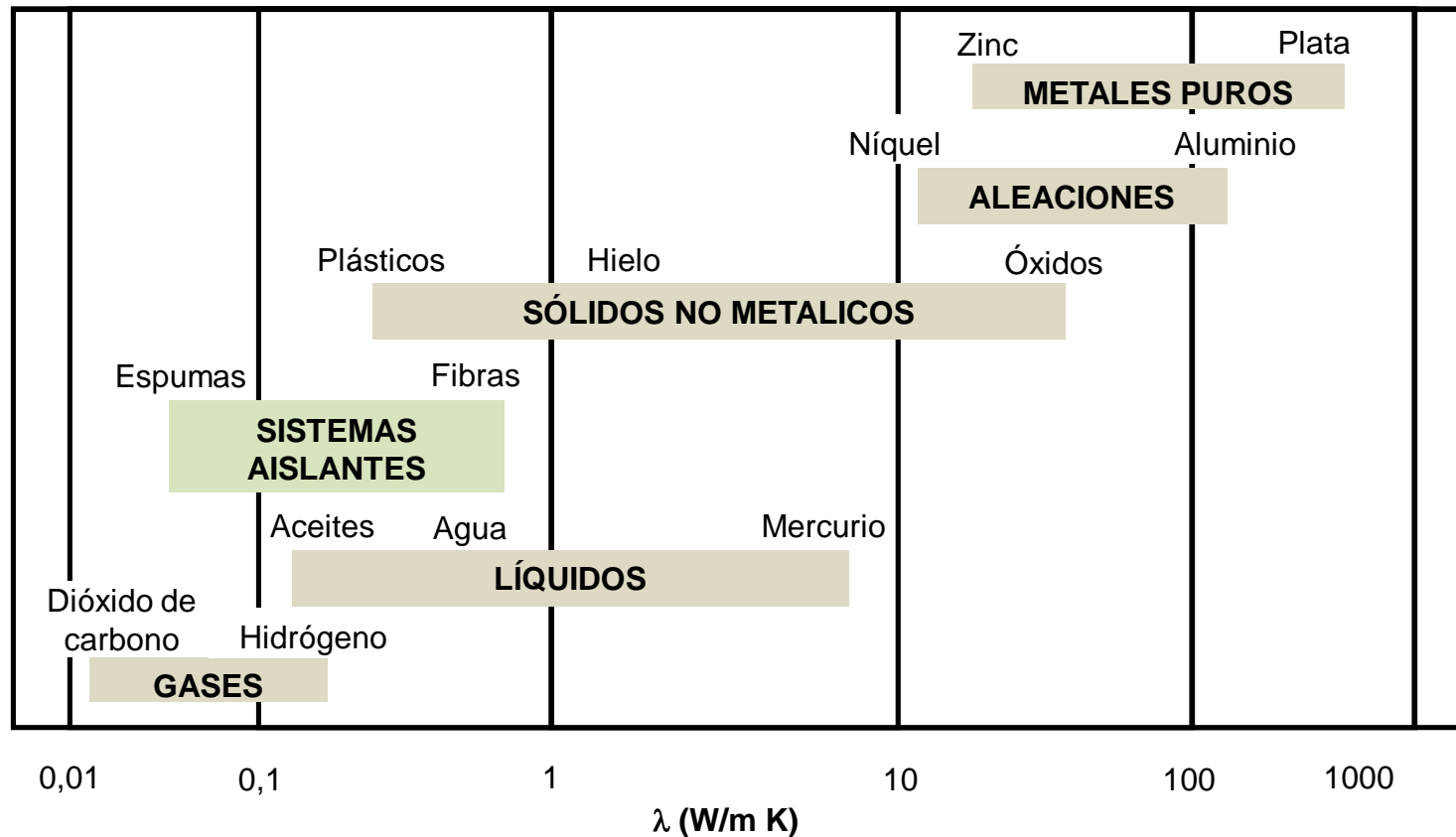
Medida de la capacidad de un sólido para transferir energía térmica a través de él cuando sus extremos tienen una diferencia de temperatura.



$$Q = A\lambda \frac{\Delta T}{l}$$

Ley de Fourier

## Escala de conductividad térmica para diversos materiales a temperatura y presión normales.



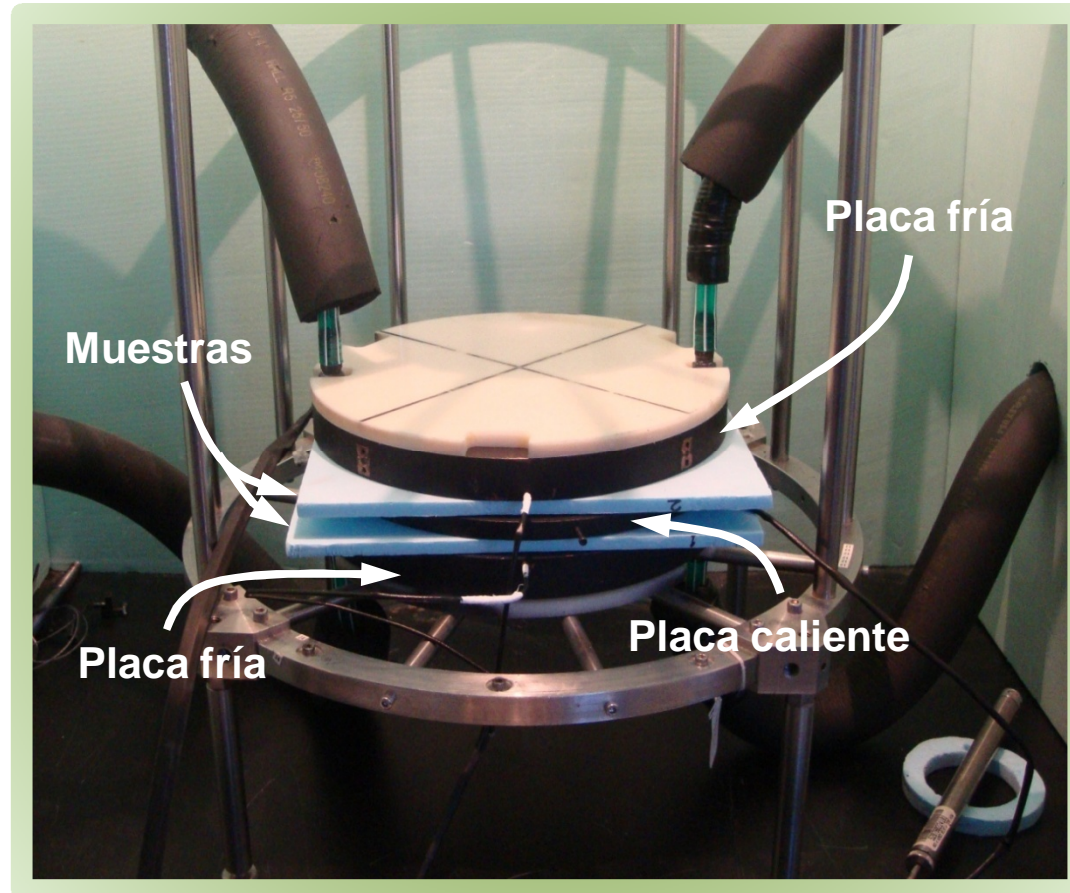
**S**imposio  
*metrología* 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *M* **E** 2012  
*metrología*

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Patrón nacional de Medición de Conductividad Térmica de Materiales Sólidos Aislantes, CNM-PNE-16



## Alcance del patrón

$\lambda$	$0.03 < \lambda < 0.17$	[W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]
Espesor L	$L < 47$	mm
Temperatura de medición	$268 < T_m < 335 / -5 < T_m < 62$	K/°C
Incertidumbre relativa, nivel de confianza del 95%	Entre 0.8 y 2	%

**S**mposio  
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

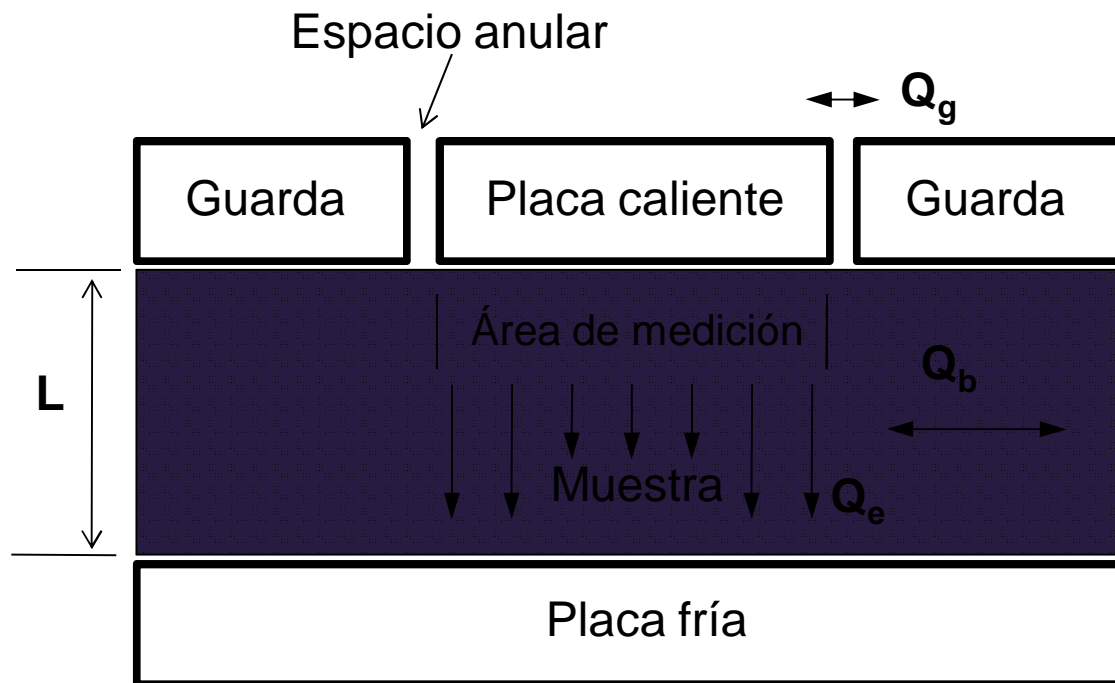
**IV EN**ME **2012**  
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Estudios realizados para el diseño y construcción del patrón nacional

- Efecto de borde
- Distribución de temperatura en el plato caliente y la guarda
- Transferencia de calor en el espacio anular
- Efecto sobre el valor de  $\lambda$  como función del material que se utilice como guarda

## Aparato de Placa Caliente con Guarda



Método primario  
Estado permanente



La mayoría de los materiales utilizados en la construcción tienen espesor mayor a 47 mm.



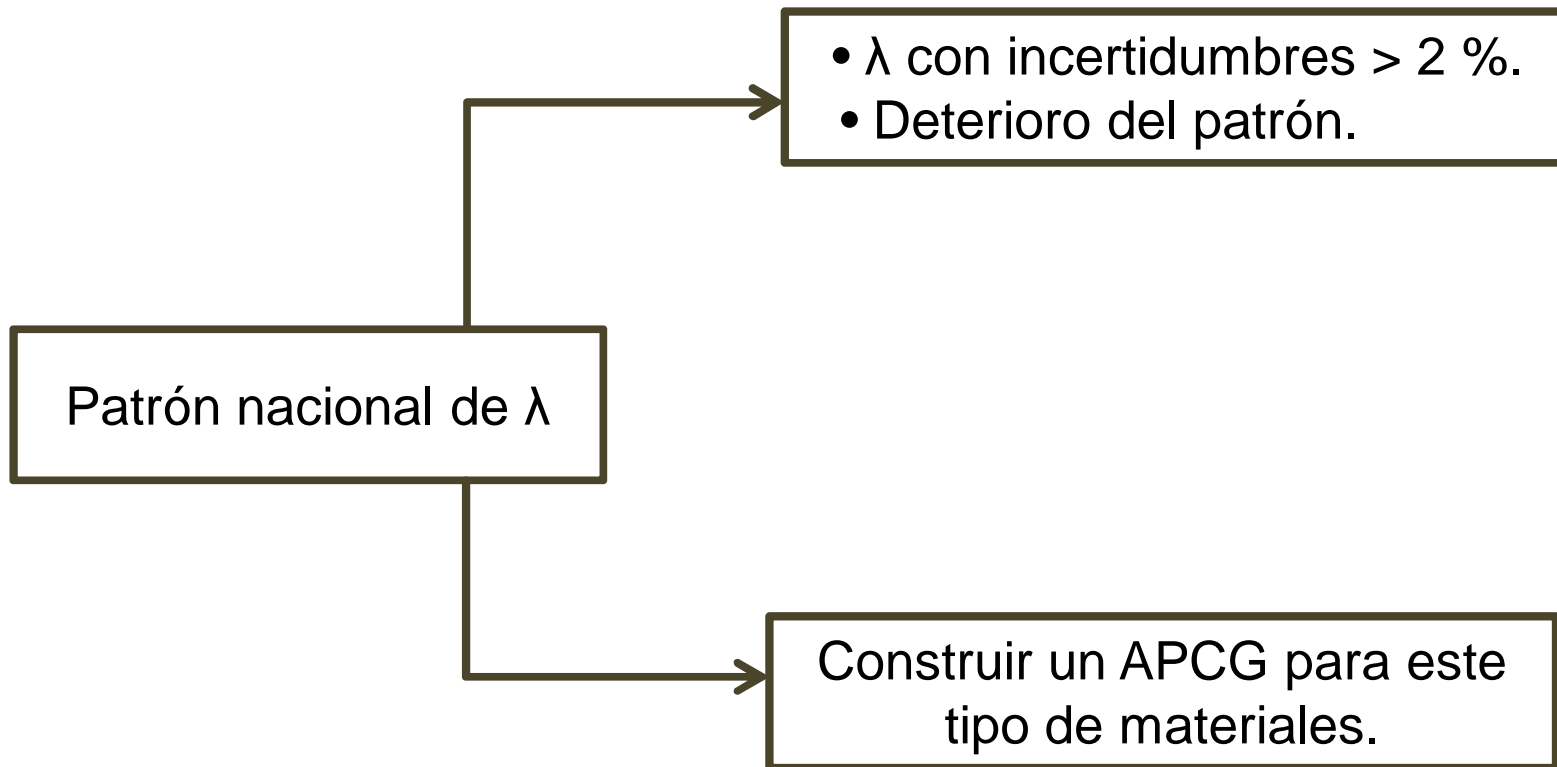
La medición de la conductividad térmica de estos materiales con el patrón aumenta la incertidumbre en la medición (mayor a 2 %).

**S**imposio  
*metrología* 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *M* **E** 2012  
*metrología*

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM



## **Mediciones con el patrón nacional de conductividad térmica**

**PVC:** Muestras de 78 mm, incertidumbre expandida 10 %

**Panel de lamina-poliuretano:** Muestras de 102 mm, incertidumbre expandida 10 %

**Panel de PVC con poliuretano:** Muestras de 105 mm, incertidumbre expandida 10 %

**Block hueco de barro recocido:** Muestras de 117 mm, incertidumbre  
expandida 8 %

**Block hueco de barro recocido:** Muestras de 88.7 mm,  
incertidumbre expandida 6 %

**Block hueco de concreto:** Muestras de 100 mm, incertidumbre  
expandida 10 %

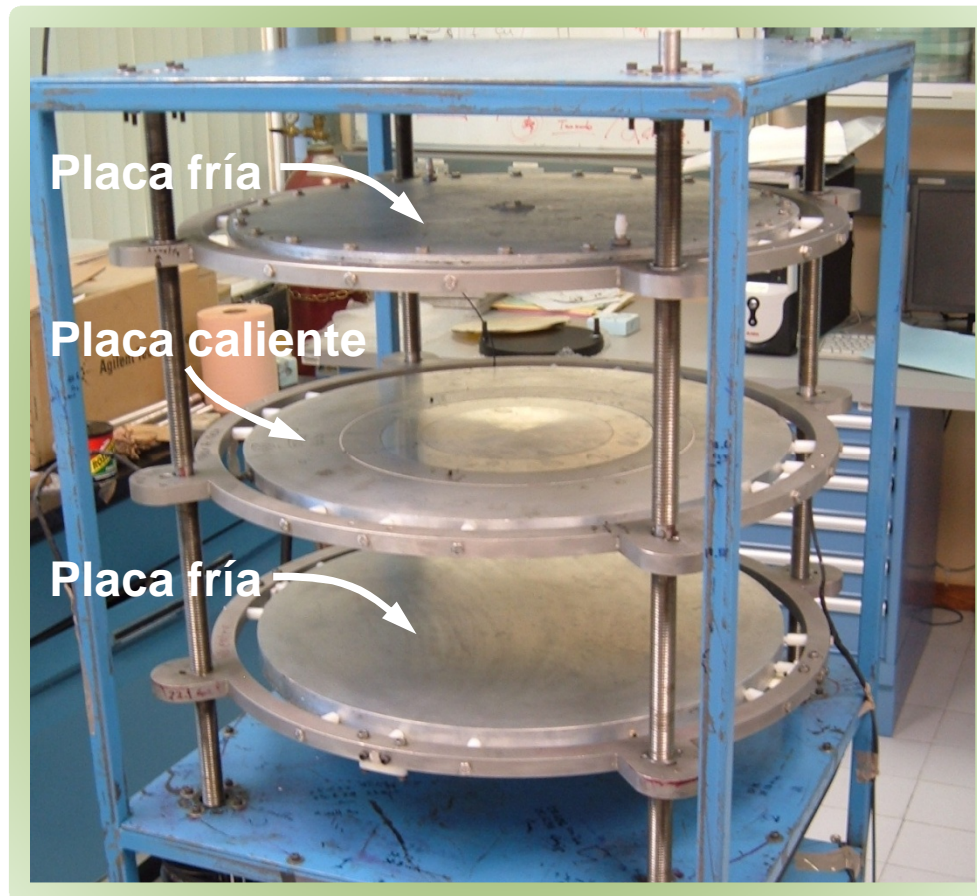
**S**imposio  
*metrología* 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *M* **E** 2012  
*metrología*

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Para disminuir la incertidumbre es necesario diseñar un APCG para medir estas muestras.



**S**imposio  
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN M E 2012**  
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Características del APCG para materiales de construcción

Diámetro de área de medición	305	mm
Diámetro de la guarda	610	mm
Espesor de las muestras L	L<200	mm
Incertidumbre relativa, nivel de confianza del 95 %	4	%

**S** *m* **posio**  
*etrología* **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *m* **E** **2012**  
*etrología*

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Partes de la placa caliente



Calefactor del área de medición:  $28 \Omega$ .

Calefactor de guarda:  $14 \Omega$ .

# Símpo<sup>sio</sup> etrología 2012

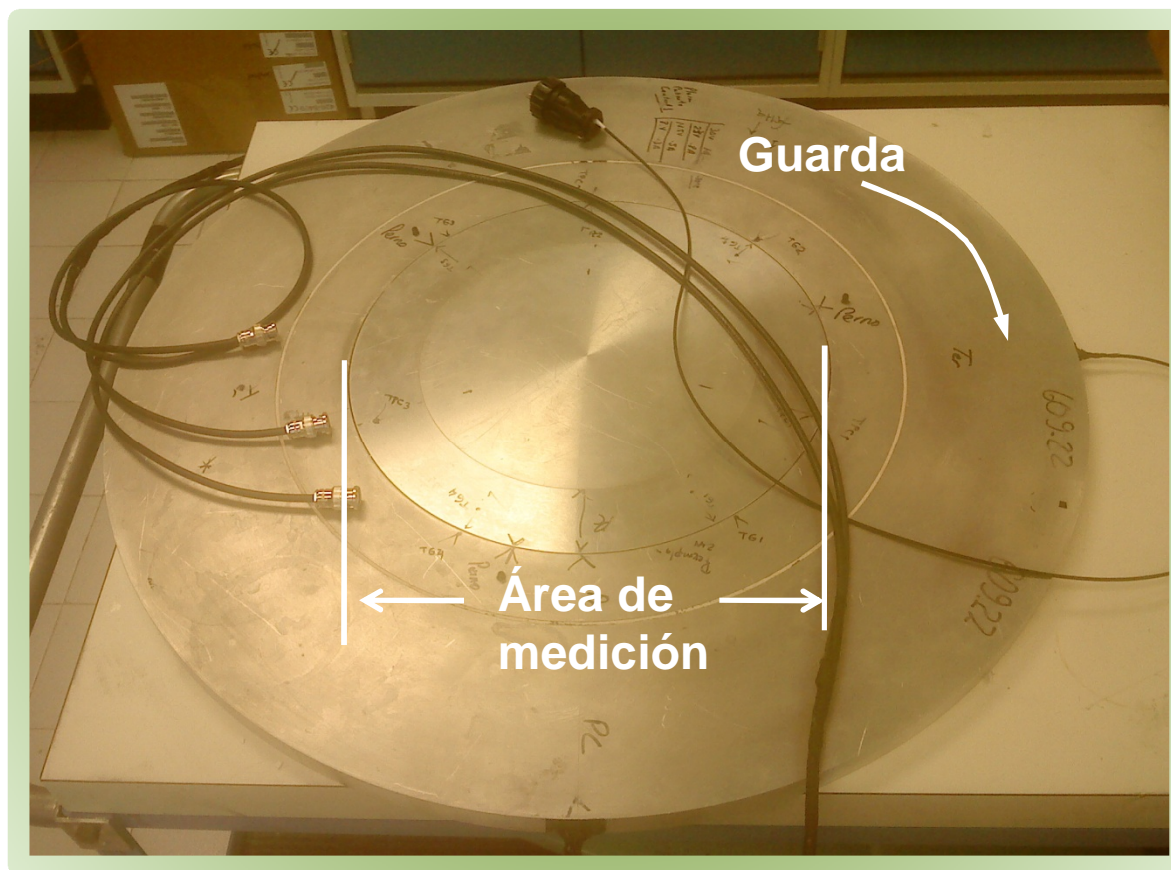
Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

# IV ENME 2012

etrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Área de medición y guarda





**S**imposio  
*metrología* **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *metrología* **ME 2012**

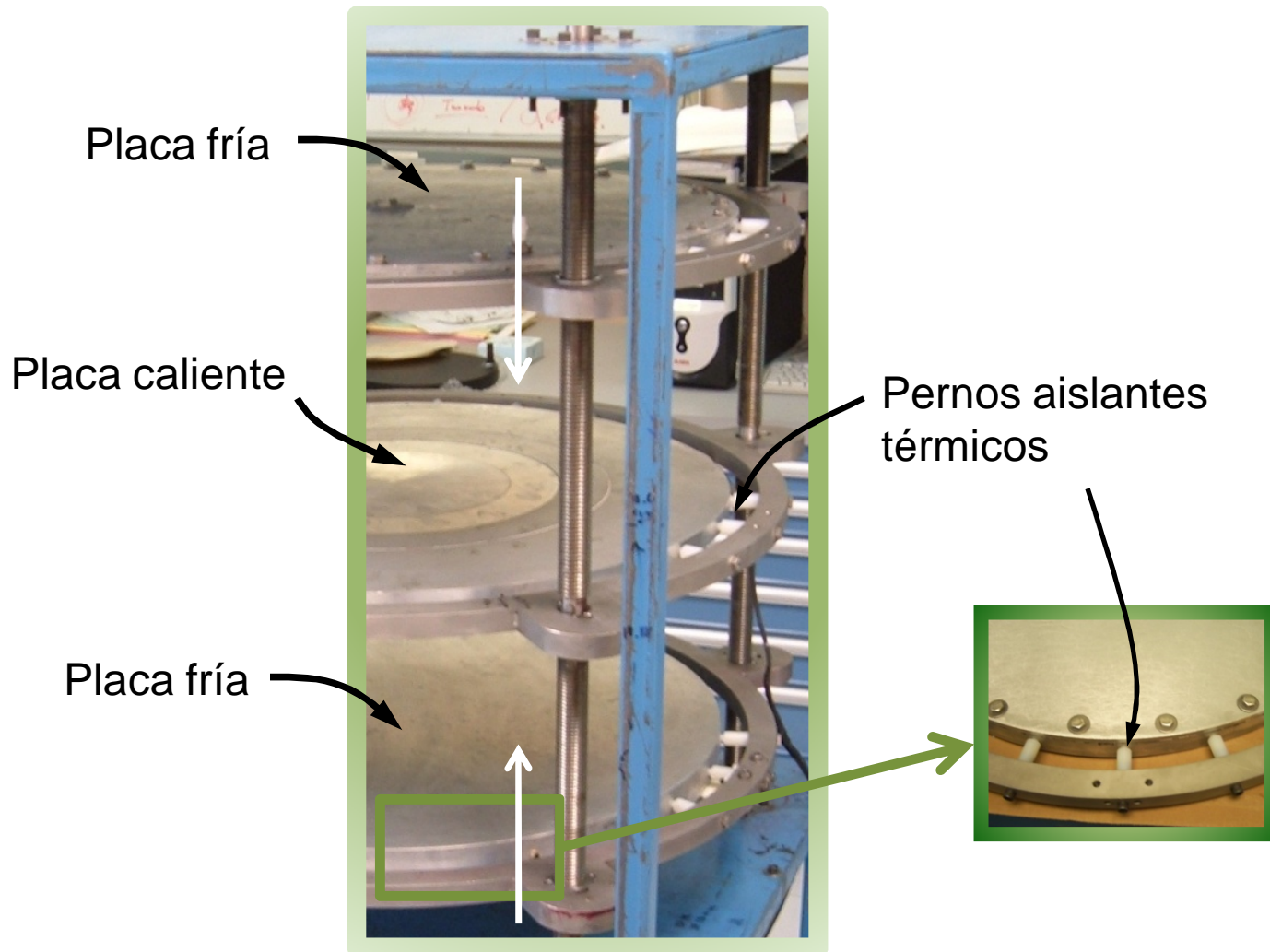
IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Forma interna de las placas frías



Baño de recirculación, control  $\pm 0.05$  °C.  
Intervalo de temperatura: -20 °C a 60 °C.

## Mecanismo de movimiento de las placas





Eje roscado y aro de soporte



Pernos soporte-aislante

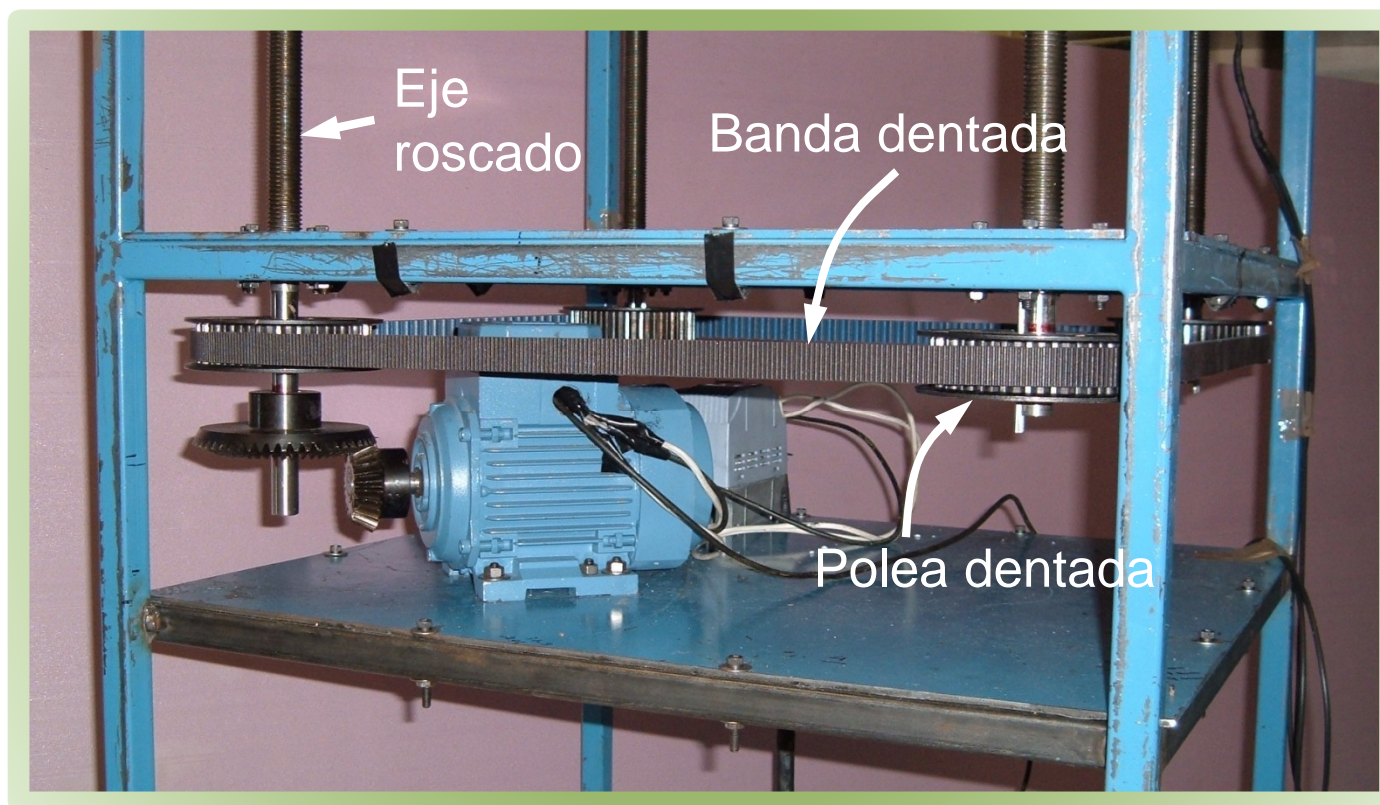
**S**imposio  
*metrología* **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

**IV EN** *metrología* **ME 2012**

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Transmisión de movimiento



**S**mposio  
metrología 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida  
Octubre 8 al 12  
Querétaro, Qro. México

IV ENME 2012  
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica  
8 y 9 octubre 2012, CENAM

## Comentarios finales

Se diseñó y se está construyendo un APCG para materiales de construcción con espesor de hasta 200 mm.

El aparato se diseño sobre la base de los estudios previos realizados al patrón nacional CNM-PNE-16.

Con este aparato se obtendrá un sistema de referencia con incertidumbre relativa aproximada de 4%.

Con la puesta en operación del APCG para materiales de construcción se evita el deterioro rápido del patrón nacional CNM-PNE-16.