

# RESUMEN DE CONFERENCIA TERCER CONGRESO INTERNACIONAL DE METROLOGIA METROCOL 2016

## NOMBRE DEL PANEL

Academia

## TITULO DE LA CONFERENCIA

Contribución de la Academia en el Desarrollo de la Metrología en México a través de la Regulación

## PANELISTA

Eric ROSAS

## COORDINADOR DE PANEL

Camilo JIMÉNEZ BORREGO

## CONTEXTUALIZACIÓN

En la persecución de su misión la metrología atiende eficientemente la realización de mediciones de alta exactitud, orientadas a incrementar la competitividad de la planta productiva de un país; sin embargo, el fin último de este incremento de la competitividad es lograr el bienestar de la sociedad, y éste necesariamente debe considerar que la adecuada incorporación de las nuevas tecnologías sean no sólo económicamente sostenibles, sino también ambientalmente sustentables, además de que no afecten la seguridad y la salud de las personas. En un mundo con constantes innovaciones tecnológicas, la metrología debe incorporar nuevas metodologías que aseguren la atención de estos aspectos y que puedan efectivamente incorporarlos en las regulaciones aplicables. La presente plática se presenta en el contexto de la reciente irrupción de la tecnología de iluminación estado sólido basada en leds y cómo ésta ha favorecido el uso eficiente de los recursos energéticos, pero al mismo tiempo ha detonado el vertiginoso desarrollo de nuevos métodos de medición que han requerido su pronta inclusión en la regulación mexicana para este sector. En esta plática, este desarrollo de varios años se ilustra mediante ejemplos del desarrollo de técnicas, métodos y sistemas de medición a nivel primario y secundario para la medición de diversos parámetros de desempeño de lámparas y luminarios de leds; con los cuales se pretende mostrar el aporte de la academia en el desarrollo metrológico en México, al favorecer la inclusión de aspectos relacionados con la protección de la salud y seguridad de las personas, así como con la protección del medio ambiente, en la regulación correspondiente.

## ASPECTOS RELEVANTES

La academia tiene la capacidad de equilibrar los intereses de la industria, para así lograr que la regulación incorpore eficazmente aspectos metrológicos relacionados con la protección de la población y del medio ambiente. La academia además, es una fuente natural de innovación en el conocimiento que puede enriquecer favorablemente los métodos de medición.

## LOGROS

En este ejercicio de varios años, la academia en México ha logrado imprimir una huella profunda en la regulación mexicana para la iluminación de estado sólido basada en leds, permitiendo aumentar el nivel de calidad de los métodos metrológicos, mejorando la cultura metrológica en el ámbito de la evaluación de la conformidad, e incorporando nuevo conocimiento orientado a la protección de la población y al cuidado del medio ambiente.

## LECCIONES APRENDIDAS

El conocimiento generado desde la academia siempre puede encontrar cabida en la metrología, por ejemplo cuando este conocimiento se aplica a través de la regulación.

## RETOS

El mundo tecnológico innova a un ritmo vertiginoso y la academia debe mantener una colaboración continua y acelerada con la comunidad metrológica, para acompañar la regulación con el nuevo conocimiento y servir así como un motor en el desarrollo de los métodos, técnicas y sistemas de medición. Es sin embargo esencial que en el proceso de transferencia mencionado, la regulación siempre se mantenga tan ligera como sea posible para no obstaculizar el incremento de la competitividad del sector productivo.

## CONCLUSION

En la plática se ha mostrado cómo la academia puede apoyar el desarrollo metrológico de un país, mediante su colaboración responsable en el ámbito de la regulación.



# CONTRIBUCIÓN DE LA ACADEMIA EN EL DESARROLLO DE LA METROLOGÍA EN MÉXICO A TRAVÉS DE LA REGULACIÓN

Eric ROSAS

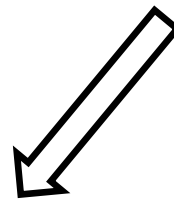
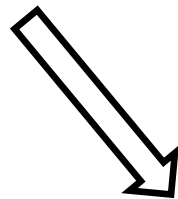
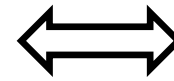
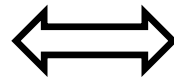
Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.

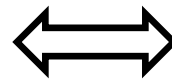
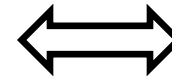
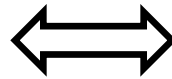
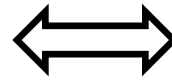
[erosas@cio.mx](mailto:erosas@cio.mx)

1901 – Competitividad industrial



1989 - **Innovación** y competitividad industrial  
 “Medir – Innovar – Liderar”







## Innovación

Crear crear o modificar un producto e introducirlo en el mercado.

- Tecnología nueva
- Modelo de negocio
- Servicio
- Producto
- ...



WhatsApp



amazon



## Competitividad



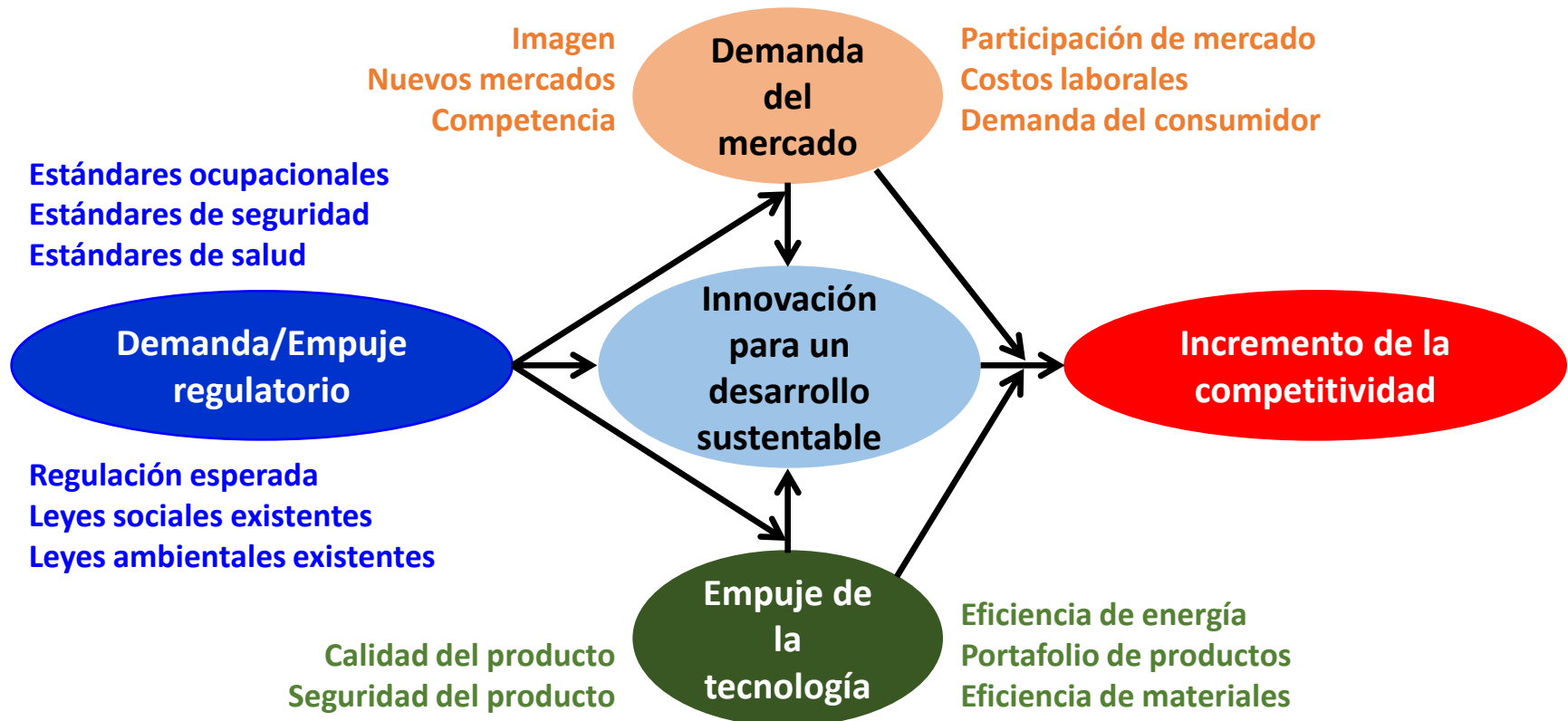
*“La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas si consiguen innovar”*

Michael Porter



# Regulación

Establecimiento de normas, reglas o leyes dentro de un determinado ámbito para mantener un orden, llevar un control y garantizar los derechos de todos los integrantes de una comunidad.

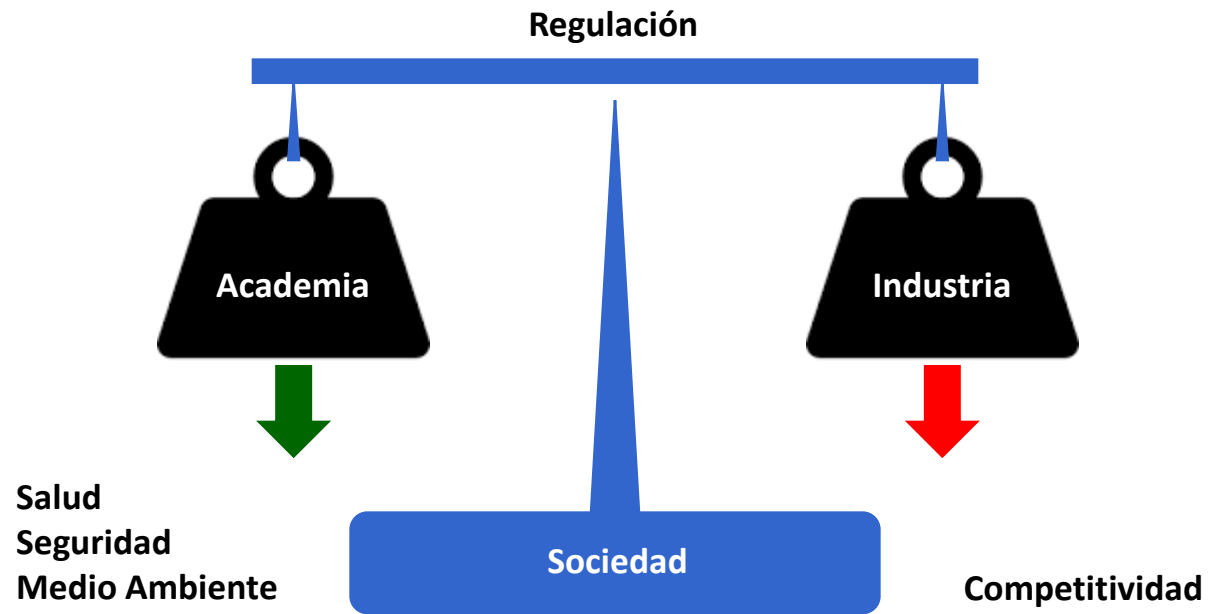


<sup>1</sup>. M. Wagner, V. Bachor, E. W. T. Ngai, "Engineering and technology management for sustainable business development: Introductory remarks on the role of technology and regulation", Journal of Engineering Technology and Management, 34, (2014).



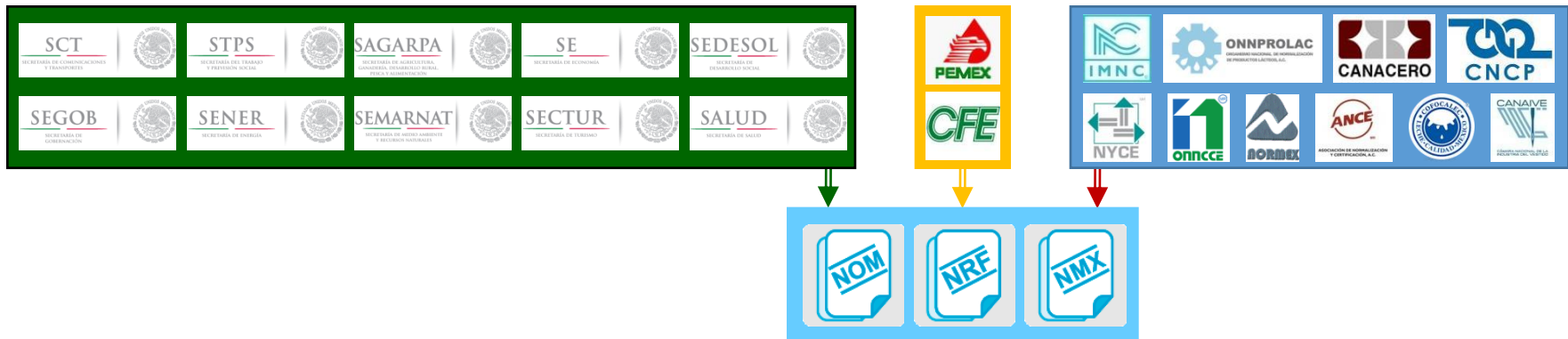
## Academia

Puede representar los intereses de la sociedad.





# Normatividad Mexicana



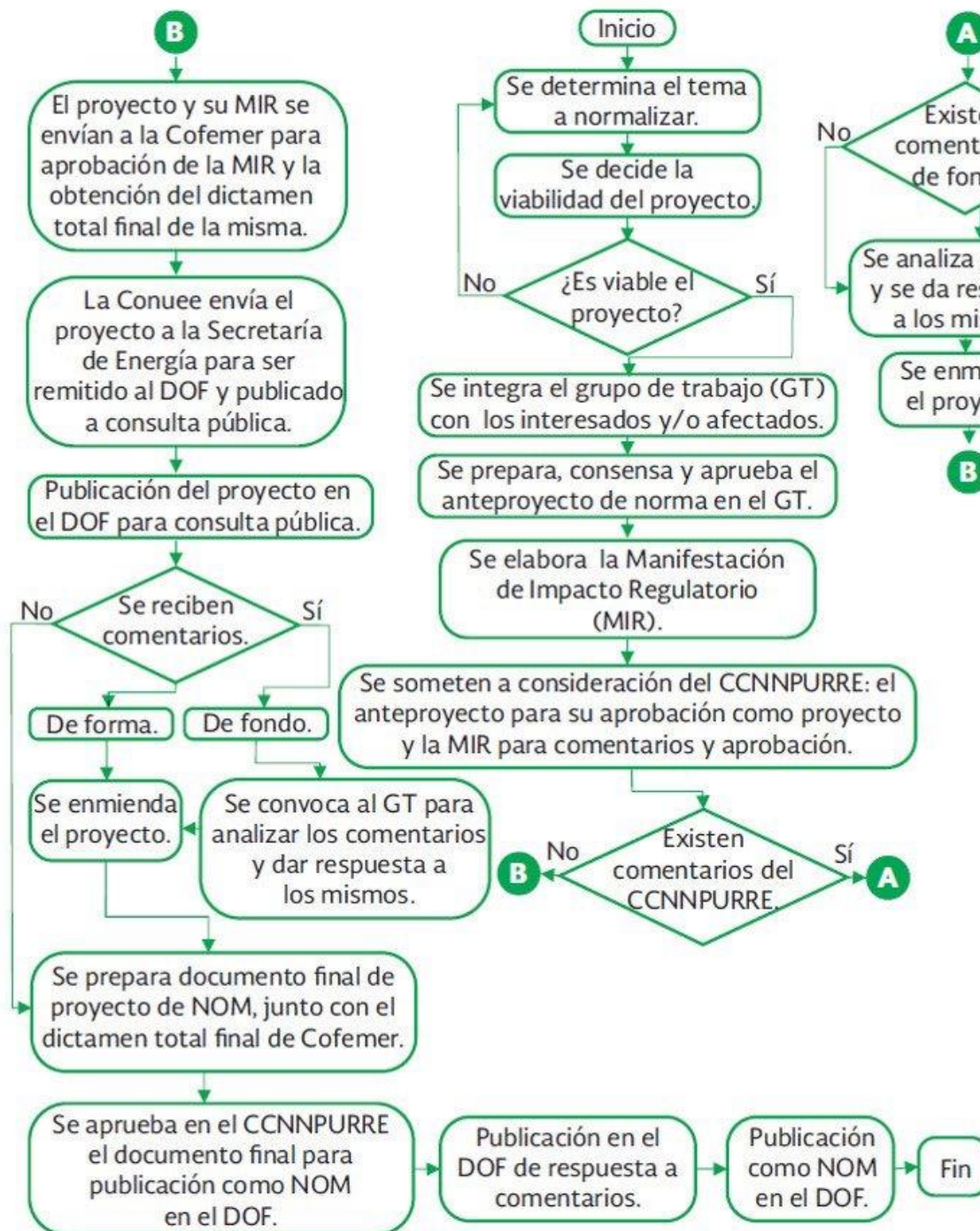
Regular y asegurar valores, cantidades y características mínimas o máximas en el diseño, producción o servicio de los bienes de consumo entre personas morales y/o personas físicas, sobre todo los de uso extenso y de fácil adquisición por parte del público en general, poniendo atención en especial en el público no especializado en la materia.

Las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** son de aplicación obligatoria.

Las **Normas Mexicanas (NMX)** son recomendaciones de parámetros o procedimientos, pero se hace obligatoria cuando se menciona como parte de una **NOM**.

**NOM**

**NMX**





## Eficacia luminosa

$$\eta = \frac{\Phi_v \text{ [lm]}^-}{P_e \text{ [W]}^-}$$

Lunes 6 de diciembre de 2010

NOM-028-ENER-2010

**Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.**



“... esta norma tendrá un impacto favorable en el mercado nacional de iluminación y finalmente, en el consumo de energía a nivel nacional. Como resultado de esta regulación algunos productos dejarán de ser comercializados y otros sufrirán cambios en sus características técnicas para cumplir con los límites de eficacia (luminosa) establecidos.”



“...

México no es ajeno a las tendencias internacionales enfocadas a la conservación del medio ambiente y a salvaguardar los recursos naturales a través de una transformación de sus legislaciones y políticas en pro de la eficiencia energética.”



**NOM-025-STPS-2008**, 30 de diciembre de 2008  
Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.



**NOM-007-ENER-2014**, 7 de agosto de 2014  
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.



**NOM-013-ENER-2013**, 14 de junio de 2013  
Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.



**NOM-017-ENER/SCFI-2012**, 9 de enero de 2013  
Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas auto-balastradas. Límites y métodos de prueba.



**NOM-028-ENER-2010**, 6 de diciembre de 2010  
Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.



**NOM-030-ENER-2012**, 22 de junio de 2012  
Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (leds) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.



**NOM-031-ENER-2012**, 6 de noviembre de 2012  
Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.

## Corrección de terminología

- La palabra “LED” no existe en español, su castellanización es “led”.
- Especificación de potencia eléctrica, para diferenciarla de potencia óptica (flujo radiante).
- Sustitución de términos como “voltaje” por “tensión eléctrica”.
- Uso adecuado del vocabulario metrológico.<sup>2</sup>
- Uso adecuado del vocabulario de la iluminación.<sup>3</sup>

## Corrección de conceptos técnicos

- Definición correcta de magnitudes radiométricas.
- Definición correcta de magnitudes fotométricas.
- Uso adecuado en etiquetas, envases y marcado de productos.



<sup>2</sup> BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAP, IUPAC, OIML, “Vocabulario internacional de metrología - Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados”, ISO, Suiza, (2009).

<sup>3</sup> IEC, CIE, “*International lighting vocabulary*”, CIE Publication 17.4, Suiza, (1987).



## Inclusión de parámetros metrológicos

- Detección de parámetros metrológicos importantes para el desempeño, control, evaluación de los productos regulados.
- Temperatura de color correlacionada, Iluminancia, Respuesta espectral, etc.
- Estimación de incertidumbre de medición.<sup>4</sup>

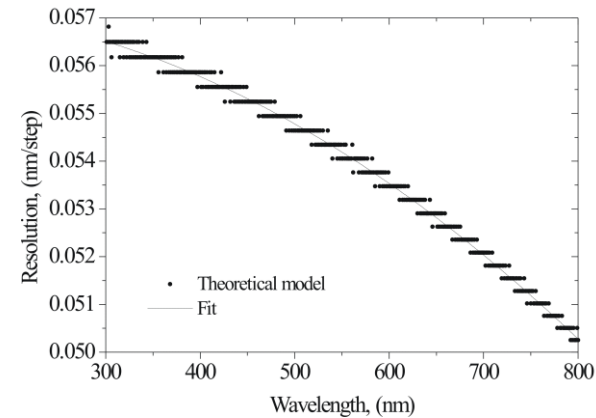
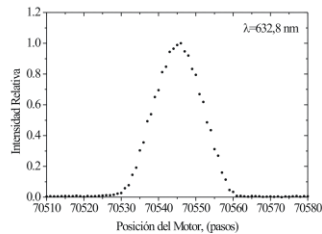
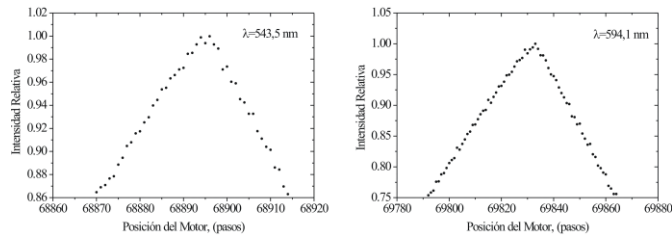
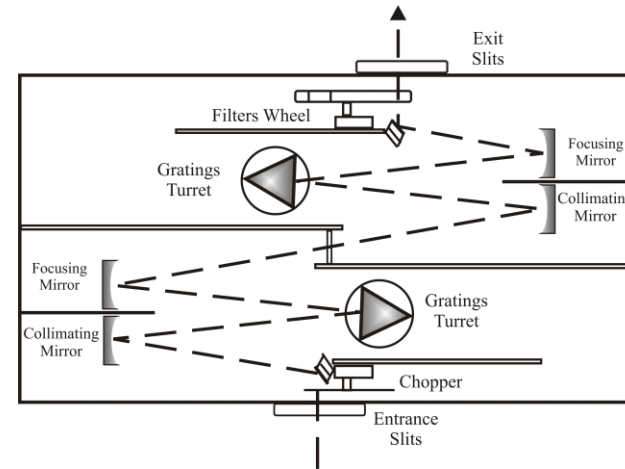
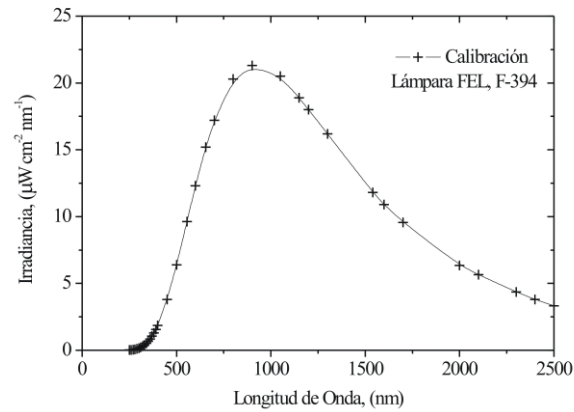
## Definición de métodos de medición

- Temperatura de color correlacionada.
- Respuesta espectral (de detectores fotométricos)
- $f_1'$  – Calidad del detector fotométrico.
- Corrección por diferencias espectrales.
- Estimación de incertidumbre.<sup>4</sup>



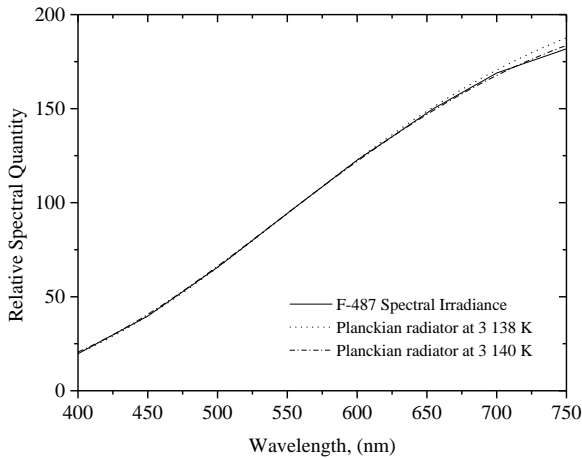
<sup>4</sup>. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", ISO, Suiza, (2008).

## Calibración de Escala de Longitud de Onda



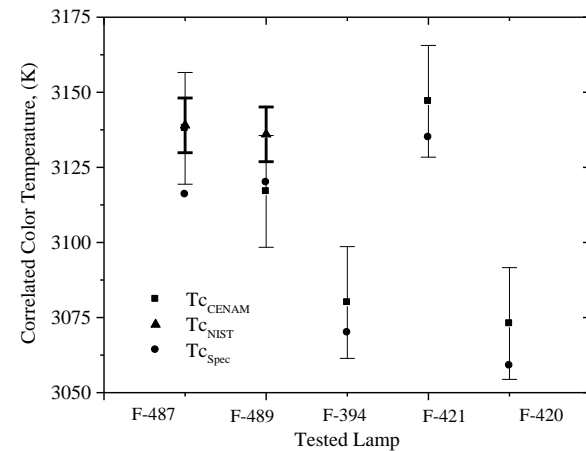
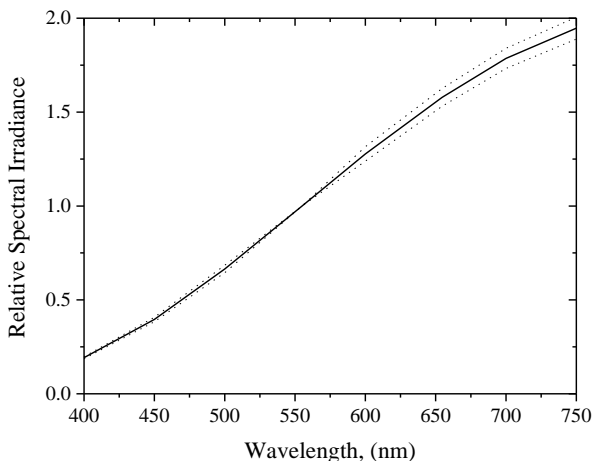
5. A. Estrada Hernández, V. López-Pérez, E. Rosas, "Caracterización metrológica de la escala de longitud de onda del sistema de medición de irradiancia espectral del CENAM", AMO, México, (2003).

## Temperatura de Color Correlacionada



$$E_{\lambda} = c_1 \lambda^{-5} \left[ e^{c_2/\lambda T} - 1 \right]^{-1}$$

$$A(a, T) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \left[ 1 - \frac{E'_{\lambda}}{aE_{\lambda}} \right]^2 d\lambda \rightarrow \min$$



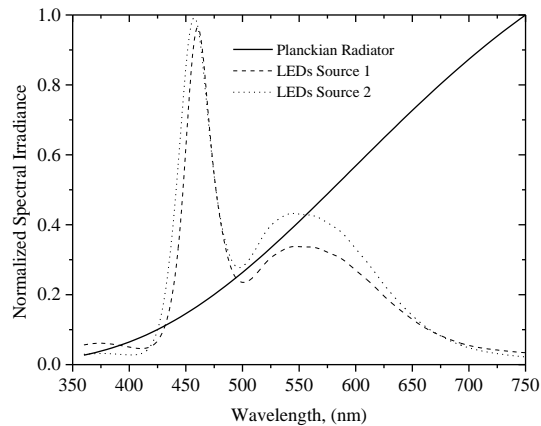
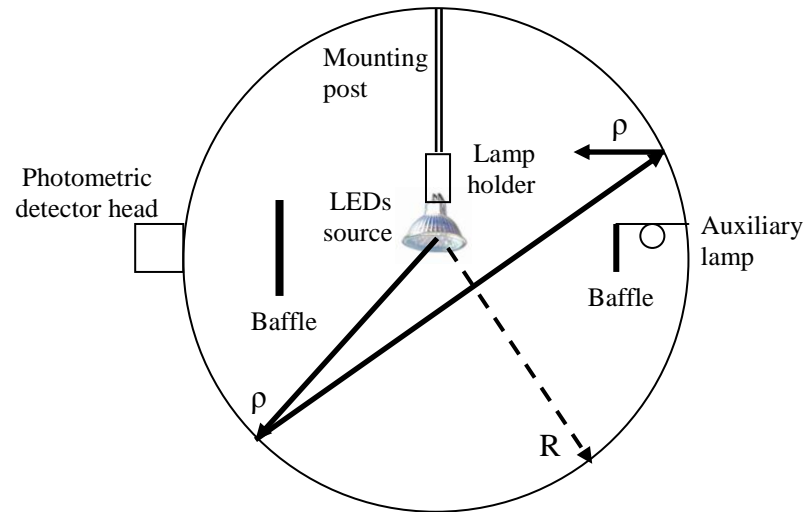
<sup>6</sup> A. Estrada Hernández, I. Oidor, E. Rosas, "Correlated color temperature determination in FEL type incandescent lamps", SPIE, EE. UU., (2006).



## Flujo Luminoso Total y Temperatura Correlacionada de Color para Leds

$$\Phi_v = K_m \int_0^{\infty} \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

$$\Phi_{v,t} = \frac{i_t}{i_s} \cdot \frac{\alpha_s}{\alpha_t} \cdot \left( \frac{J'_t}{J'_s} \right)^m \Phi_{v,s}$$

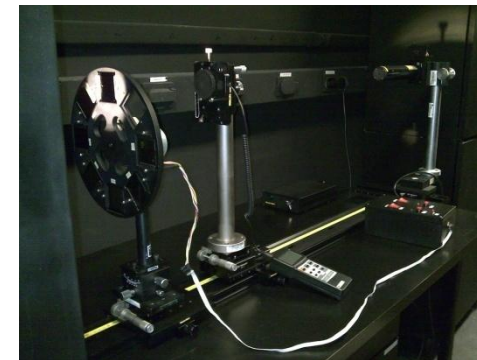
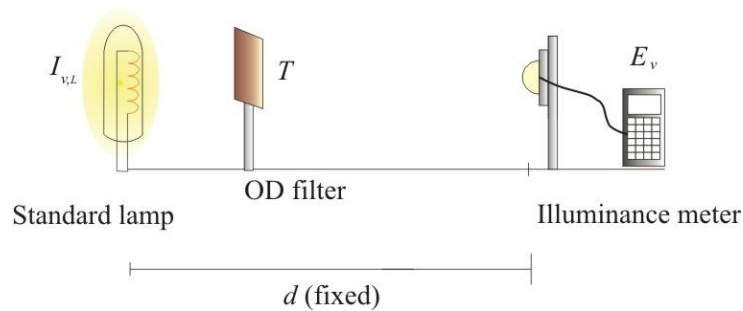
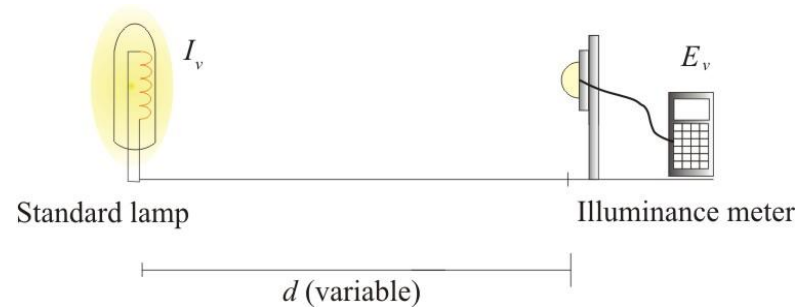


$$\int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \left[ 1 - \frac{S'(\lambda)}{a S(\lambda, T)} \right]^2 \cdot d\lambda \rightarrow \min$$

## Iluminancia mediante Filtros de Densidad Óptica Neutra

$$E_{v,i} = \frac{I_v}{d_i^2}$$

$$E_{v,i} = \frac{T_i \cdot I_{v,L}}{d^2}$$



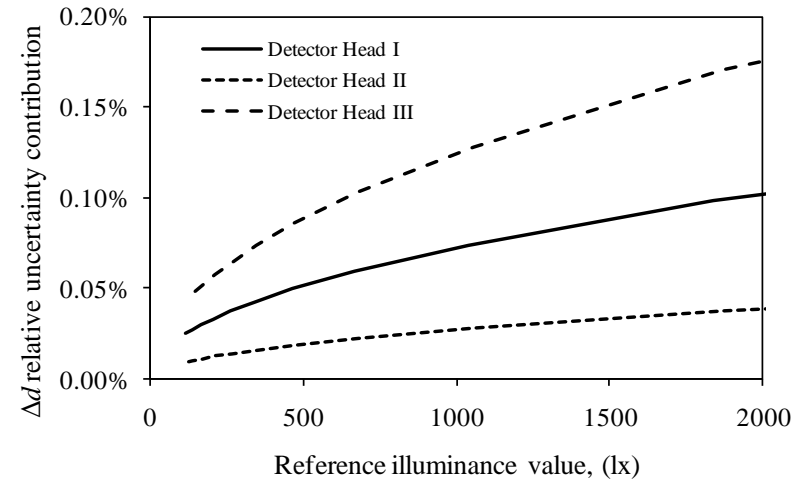
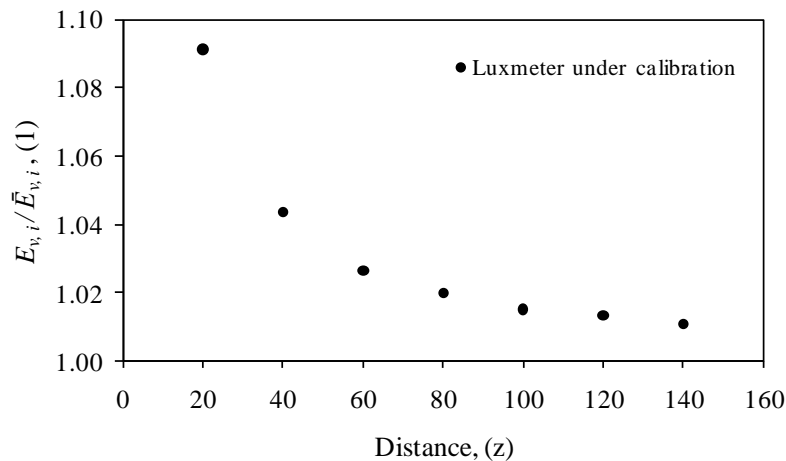
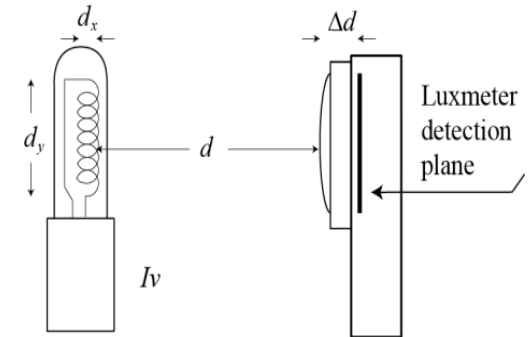
<sup>8</sup> L. P. González-Galván, R. A. Chávez-Velázquez, R. López-Ramírez, N. Vidal-Medina, H. Zárate-Hernández, E. Rosas, "Development and implementation of photometric bench based on neutral optical density filters", SPIE, EE. UU., (2009).

## Iluminancia

### Cuantificación de Error de Calibración en Luxómetros

$$E_{v,i} = \frac{I_v}{d_i^2} \quad \bar{E}_{v,i} = \frac{1}{F} \cdot \frac{E_{v,i} \cdot d_i^2}{(d_i + \Delta d)^2}$$

$$\Delta d = d_i \cdot \left[ \left( \frac{E_{v,i}}{\bar{E}_{v,i} \cdot F} \right)^{1/2} - 1 \right]$$



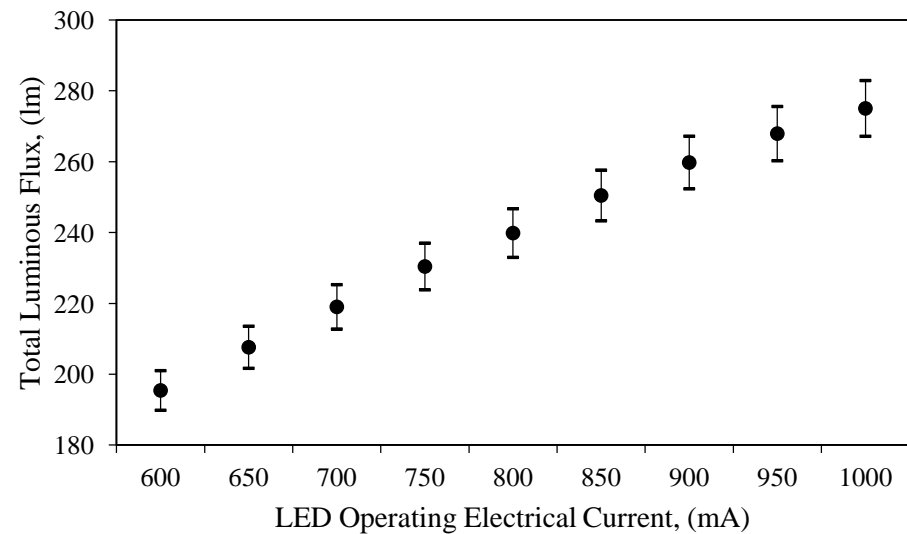
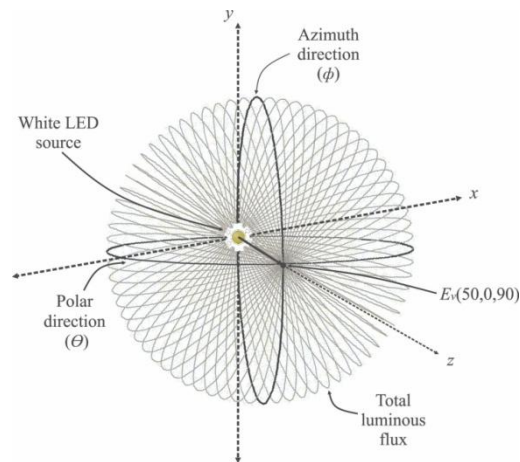
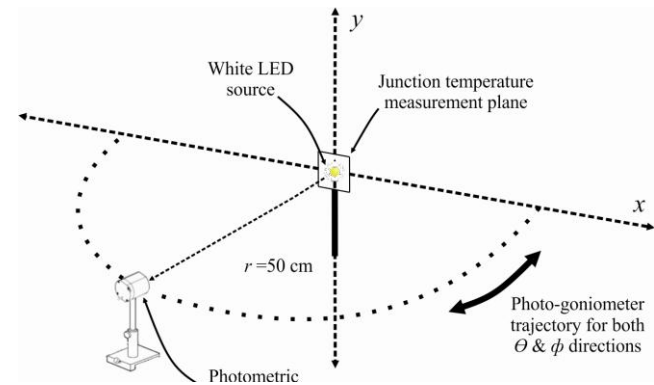
<sup>9</sup> R. López-Ramírez, L. P. González-Galván, A. Estrada-Hernández, E. Rosas, "Effective detection plane location uncertainty component in luxmeters calibration", SPIE, EE. UU., (2011).

# Iluminancia

## Cuantificación de Error de Calibración en Luxómetros

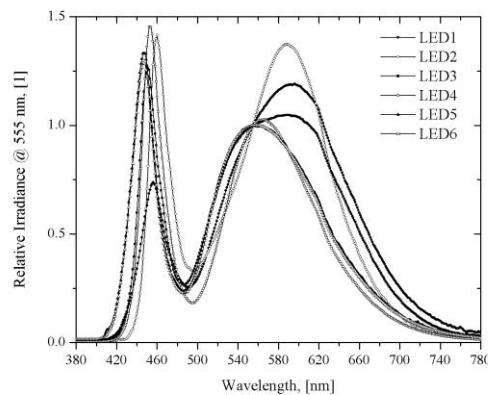
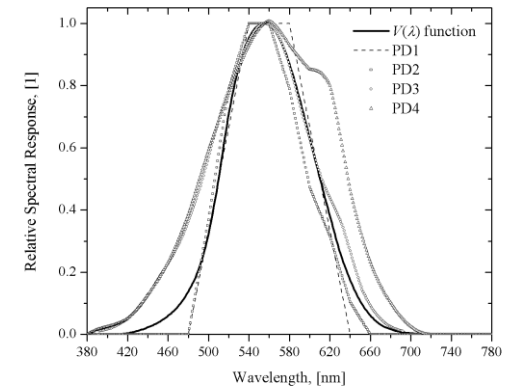
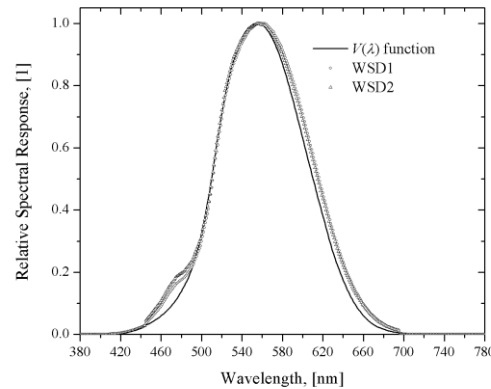
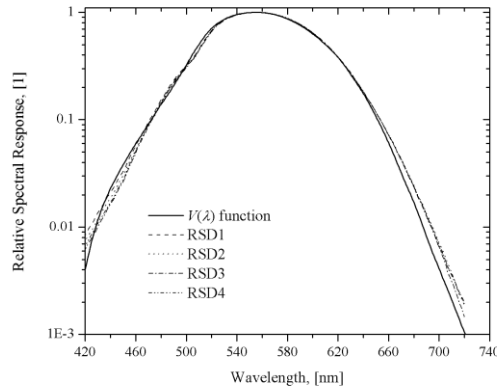
$$\Phi_v = K_m \int_{380 \text{ nm}}^{830 \text{ nm}} \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

$$\Phi_v = r^2 \int_{\theta=0}^{2\pi} \int_{\phi=0}^{\pi} E_v(\theta, \phi) \sin \theta d\theta d\phi$$

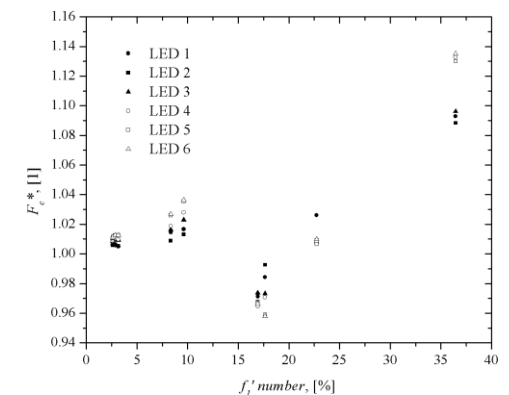


<sup>10</sup> N. Vidal, E. Rosas, Juan B. Hurtado-Ramos, "Illuminance spatial distribution based total luminous flux determination for white LEDs", SPIE, EE. UU., (2011).

# Respuesta Espectral Clasificación con base en Diferencias Espectrales



$$F = \frac{\int S_A(\lambda) \cdot S_D(\lambda) d\lambda}{\int S_A(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda} \cdot \frac{\int S_{LED}(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}{\int S_{LED}(\lambda) \cdot S_D(\lambda) d\lambda}$$



11. E. Rosas, A. Estrada-Hernández, "Effect of photometric detector spectral response quality on white LED spectral mismatch correction factors", Appl. Opt., EE. UU., (2016).

# ¡Muchas gracias por su atención!

## Eric ROSAS



erosas@cio.mx



drericosas



R<sup>G</sup> E\_Rosas



dr.eric.rosas



@DrEricRosas



ORCID