

# Metrología Óptica

## Espectrofotómetros de Ultravioleta-Visible

En esta edición presentamos el tema referente a la magnitud de Espectrofotometría Ultravioleta-Visible (UV-Visible, UV-Vis), incluyendo los conceptos básicos, el principio de medición y los materiales de referencia que se utilizan en su calibración.

MetAs apertura este nuevo servicio para sus clientes proporcionando a la industria y laboratorios el apoyo y soporte técnico en el campo de la espectrofotometría Ultravioleta-Visible. Los servicios que tenemos a su disposición son:

### Calibración de Instrumentos y Sistemas de Medición:

Espectrofotómetros,  
Colorímetros,  
Turbidímetros, y

### Calibración de Materiales de Referencia:

Filtros de Óxido de Holmio,  
Filtros de Óxido de Didimio (en inglés Didymio),  
Filtros de Densidad Neutra,  
Filtros de Transmitancia/Absorbancia,  
Filtros de Opacidad,  
Estándares de Turbidez,  
Vidrios de Color, entre otros.

MetAs-Óptica cuenta con: personal, métodos, condiciones de referencia y el sistema de referencia de espectrofotometría Ultravioleta-Visible de alta exactitud, con trazabilidad al Patrón Nacional mantenido por el Instituto Nacional de Metrología en México CENAM.

## Somos su Relevo a la Calidad

*La Guía MetAs*, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas  
E-mail: [laguiametas@metas.com.mx](mailto:laguiametas@metas.com.mx). Web: [www.metas.com.mx](http://www.metas.com.mx)



### Servicios Metroológicos:

#### Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones, Masa, Densidad, Volumen y Óptica

#### Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

#### Gestión Metroológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

#### Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

**GENERALIDADES**

Los espectrofotómetros Ultravioleta-Visible son instrumentos de laboratorio utilizados para análisis cualitativos y cuantitativos de compuestos químicos, éstas técnicas de análisis tienen gran importancia para los diferentes sectores de la industria, como son: química, petroquímica, farmacéutica, alimenticia, refresquera, textil, pinturas, papel, entre muchas otras.

**DEFINICIONES BÁSICAS**

**Energía radiante**

Es la propagación de la energía a través del espacio sin el soporte de la materia.

**Espectrofotometría**

Estudio de la energía radiante o flujo que es transmitido, absorbido o reflejado por una superficie, como una función de la longitud de onda.

**Transmitancia**

Magnitud que relaciona la energía radiante que atraviesa una muestra y la energía radiante que incide sobre ella. Es el paso de la radiación a través de un medio sin cambio en su frecuencia de componentes monocromáticas. Símbolo:  $\tau$  Unidad: 1

**Absorbancia**

Magnitud que representa la cantidad de energía radiante que es absorbida por un cuerpo o sustancia. Símbolo:  $\alpha$  Unidad: 1

**Longitud de onda**

Magnitud que representa la distancia en la dirección de propagación entre dos puntos sucesivos de una onda periódica en la cual la fase es la misma. Símbolo:  $\lambda$  Unidad: nm

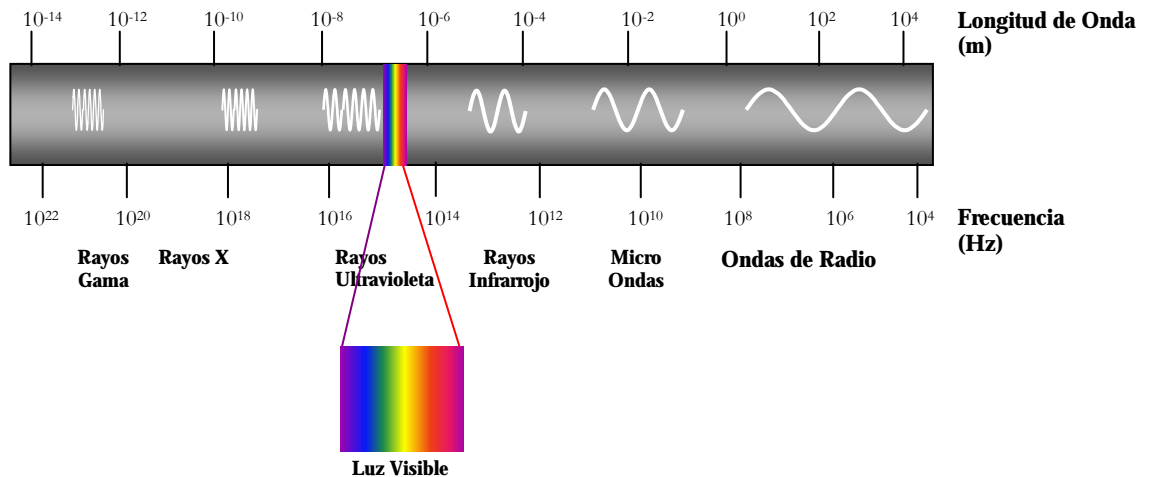
**Ancho de banda espectral (ABE)**

Característica de la longitud efectiva de una curva de distribución de intensidad espectral (diferentes longitudes de onda). Instrumentalmente esta dado por el diseño óptico del monocromador, que determina la abertura por la cual pasa el haz de luz.

**PRINCIPIO DE MEDICIÓN**

La espectrofotometría Ultravioleta-Visible es un método óptico de análisis, que tiene como principio de medición la absorción y u o transmisión de la energía radiante emitida por una fuente de luz, que atraviesa una sustancia. El método es espectroscópico por que se basa en la medida de la intensidad y de la longitud de onda de la energía radiante.

La región del espectro electromagnético que aplica es la Ultravioleta-Visible que va desde 10 nm hasta 780 nm.



Espectro-  
fotómetro:  
  
UV-Vis

### TIPOS DE ESPECTROFOTÓMETROS

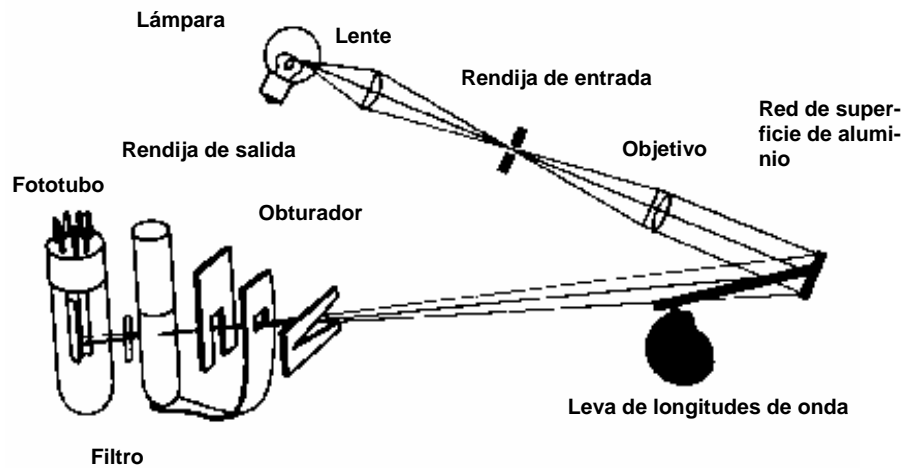
Existe una gran variedad de estos instrumentos, dependiendo de las características de fabricación, podemos mencionar que hay dos tipos de acuerdo a su diseño óptico:

- ✓ de simple, y
- ✓ de doble haz.

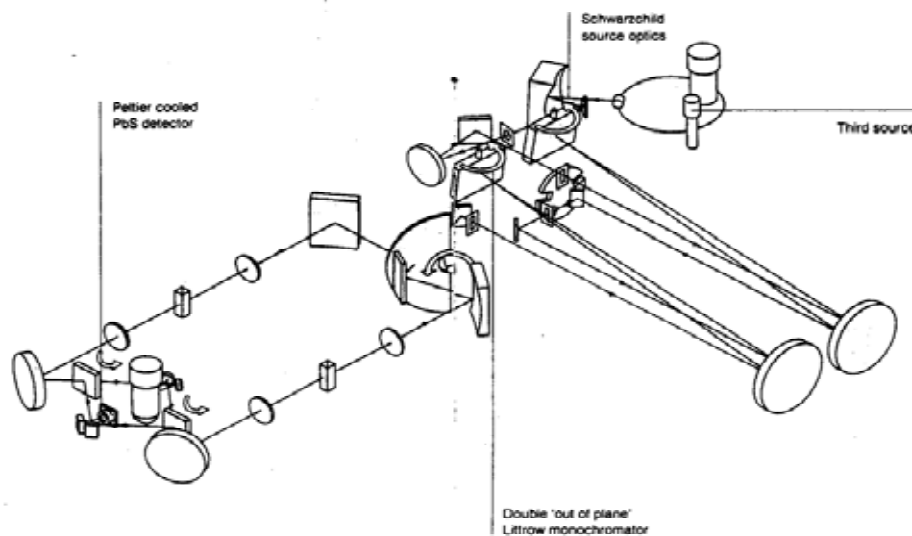
La diferencia entre estos dos arreglos es que el de doble haz permite mayor estabilidad, se tiene mayor exactitud y se reduce el número de pasos en la medición.

Por otras características instrumentales los hay analógicos o digitales, de barrido que tiene la ventaja de automatizar la medición y agilizar la captura de datos.

Espectro-  
fotómetros:  
  
Simple haz  
  
Doble haz



**Arreglo óptico de un espectrofotómetro Ultravioleta-Visible de simple haz**



**Arreglo óptico de un espectrofotómetro Ultravioleta-Visible de doble haz**

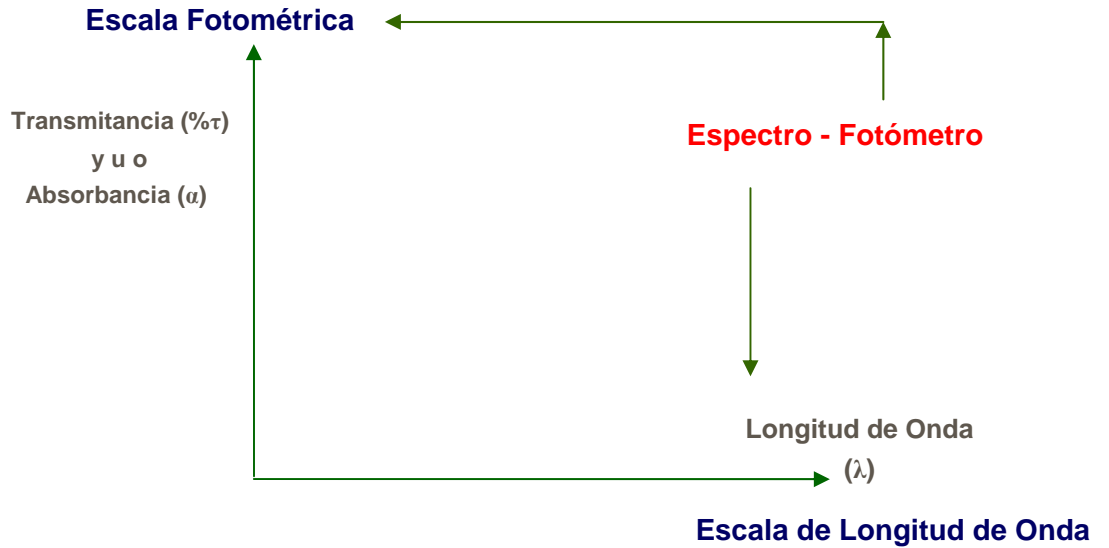
Los espectrofotómetros tienen dos escalas:

**Escala fotométrica**

Escala de medición donde se localiza la transmitancia y u o absorbancia, su alcance es de 0...100 % $\tau$  y de 0...2  $\alpha$ , respectivamente.

**Escala de longitud de onda**

Escala de medición de longitud de onda, su alcance es de 190...900 nm.



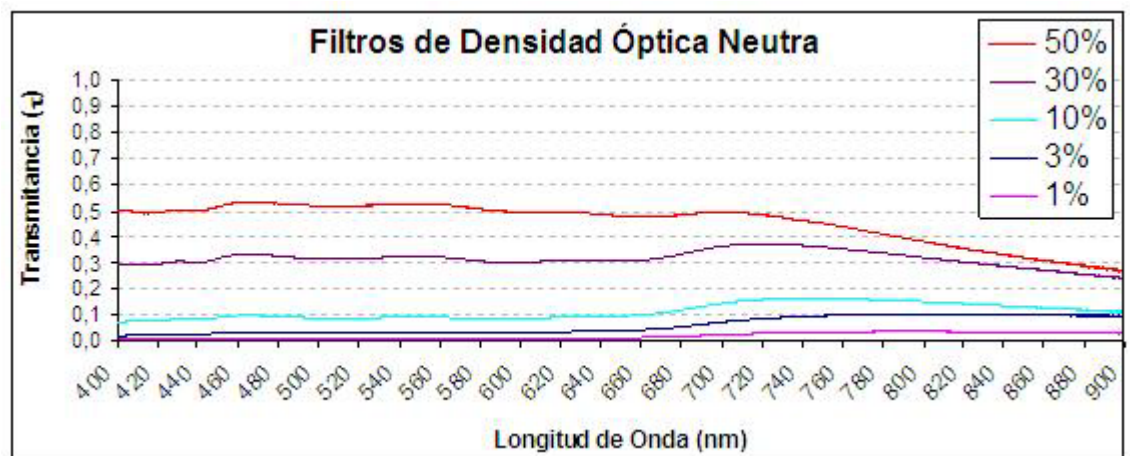
- Escalas:
- Transmitancia ( $\tau$ )
- Absorbancia ( $\alpha$ )
- Longitud de onda ( $\lambda$ )

**MATERIALES DE REFERENCIA**

Los materiales de referencia que se utilizan para la calibración de los espectrofotómetros Ultravioleta-Visible son:

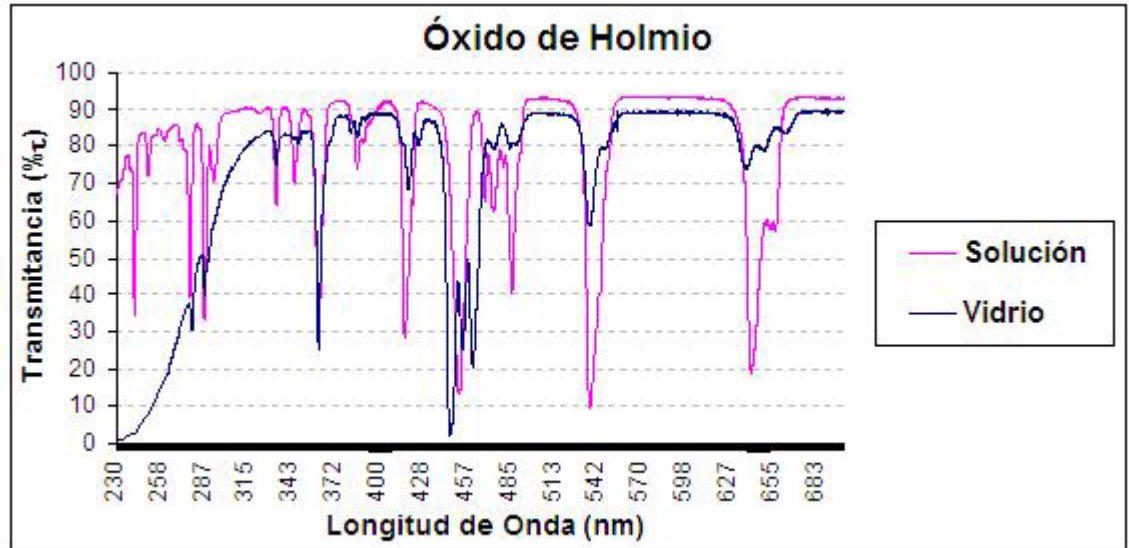
**Filtros de densidad óptica neutra**

Para calibrar la escala fotométrica, se certifica la transmitancia y u o absorbancia, tienen diferentes niveles de transmitancia (1; 3; 10; 30; 50 y 90 %) su alcance de medición en longitud de onda es de 340...900 nm.



**Filtro de óxido de Holmio (en vidrio o solución)**

Para calibrar escala de longitud de onda, se certifican las bandas de transmisión y u o absorción características. Este filtro debe estar calibrado a diferentes anchos de banda espectral (ABE) ya que es un parámetro muy importante que se tiene que considerar para la calibración, su alcance de medición es: de 240...650 nm.



MRC:

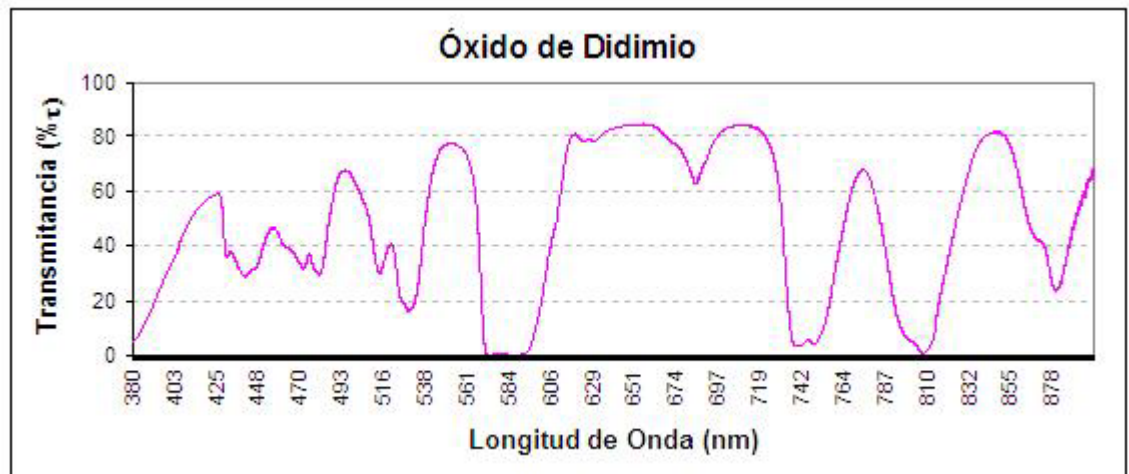
Filtros de Densidad Neutra

Óxido de Holmio

Óxido de Didimio

**Filtro de óxido de Didimio (en vidrio o solución)**

Para calibrar escala de longitud de onda, se certifican las bandas de transmisión y u o absorción características, su alcance de medición es: de 380...900 nm.



## CONCLUSIONES

Los espectrofotómetros Ultravioleta-Visible se calibran en sus dos escalas: fotométrica y de longitud de onda, con materiales de referencia que deben ser certificados.

Adicionalmente hay otras pruebas instrumentales de influencia que se deben evaluar como son:

- ✓ estabilidad fotométrica,
- ✓ luz extraviada,
- ✓ linealidad,
- ✓ ruido fotométrico, y
- ✓ línea base.

La confirmación metrológica para estos instrumentos dependerá de su uso, sin embargo es recomendable el uso de herramientas estadísticas que permitan determinar los intervalos de recalibración.

## REFERENCIAS

- González, R. (2004). Curso: Calibración de Espectrofotómetros Ultravioleta-Visible". CASMET. Querétaro, Qro. México.
- Mavrodineanu, R. Burke, R. W. Baldwin, J. R. et al. (1994). Standard Reference Materials: Glass filters as a standard Reference material for spectrophotometry selection, preparation, certification and use of SRM 930 and 1930. NIST Special Publication 260-116. March 1994. Washington, D.C.
- Nava, J. Pezet, F. Mendoza, J. y Hernández, I. (1998). El Sistema Internacional de Unidades (SI). CENAM, Centro Nacional de Metrología. Publicación Técnica CNM-MMM-PT-003. Querétaro, Qro. México.
- Ruiz, A. (2002). Métodos y Pruebas para la caracterización del espectrofotómetro de referencia del CENAM. CENAM, Centro Nacional de Metrología. Publicación Técnica CNM-MFO-PT-001 2a impresión. Querétaro, Qro. México.
- Venable, W. H. & Eckerle, K. L. (1979). Standard Reference Materials: Didymium Glass Filters for Calibrating the Wavelength Scale of Spectrophotometers SRMs 2009, 2010, 2013 and 2014 . NBS Special Publication 260-66. October 1979. Washington, D.C.
- Weidner, V. R. Mavrodineanu, R. Mielenz, K. D. Velapoldi, R. A. Eck-erle, K. L. & Adams, B. (1986). Standard Reference Materials: Holmium Oxide Solution-Wavelength Standard from 240 to 650 nm SRM 2034. NBS Special Publication 260-102. July 1986. Washington, D.C.

Calibración en  
dos escalas:

Fotométrica

Longitud de onda