

CI51D/CI71I  
**CONTAMINACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS**

Por: Jorge Castillo G.

### MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES

Una gran cantidad de parámetros de calidad corresponde a las concentraciones de elementos y sustancias.

Unidades de concentración:  $\text{mg/l} \equiv \text{gr/m}^3 \equiv \text{ppm}$  (“partes por millón”)

Métodos para medir concentraciones: Gravimétricos  
Volumétricos  
Colorimétricos  
Instrumentales

**1) Métodos gravimétricos:** consisten en separar la sustancia del agua y luego pesarla en una balanza.

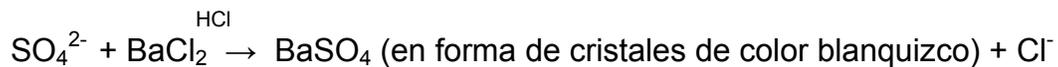
Se utiliza balanza de precisión mecánica capaz de medir  $10^{-4}$  gr

La separación puede ser por disecación o evaporación (P. Ej. sólidos fijos y volátiles), por filtración (P. Ej. sólidos filtrables y no filtrables), o por precipitación-filtración (P. Ej. determinación de sulfatos con cloruro de bario).

La concentración se calcula dividiendo la masa determinada por el volumen de agua utilizado en la medición.

#### **Ejemplos:**

- a) Medición de sólidos por evaporación en estufa a  $105^{\circ}$  C o en mufla (cápsula de porcelana) a  $550^{\circ}$  C para medir sólidos totales, fijos y volátiles. Los sólidos que quedan luego de evaporar a  $105^{\circ}$  C corresponden a los totales. Los que quedan después de evaporar a  $550^{\circ}$  C corresponden a los fijos. La diferencia entre los totales y los fijos corresponde a los volátiles. Se usa el término “sólidos” para referirse a las impurezas. Los sólidos fijos corresponden bastante bien a las impurezas inorgánicas y los sólidos volátiles a las orgánicas.
- b) Medición de sólidos suspendidos y disueltos por filtración en papel filtro de fibra de vidrio de  $1,5\mu$ . Se seca a  $104^{\circ}$  C. Se supone que los sólidos retenidos en el filtro son los suspendidos y los que pasan los disueltos. Se puede combinar con métodos definidos en a) para determinar los suspendidos fijos, suspendidos volátiles, disueltos fijos y disueltos volátiles.
- c) Precipitación de sulfatos con cloruro de bario y remoción de cristales sulfato de bario por filtración con papel de celulosa calcinable de  $2,5\mu$  para medir sulfatos:



El filtro de papel de celulosa se quema dejando un residuo de cenizas despreciable y se puede determinar la masa de sulfato de bario en una balanza.

**2) Métodos volumétricos:** Consisten en medir un cierto volumen de reactivo de concentración conocida y determinar la concentración del parámetro que interesa medir a través de relaciones estequiométricas (es decir, de la proporción teórica en que deberían combinarse los reactivos). También se incluye dentro de este método la medición de sólidos sedimentables en cono Imhoff.

### Ejemplos:



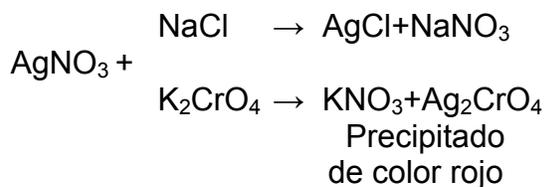
**CONO IMHOFF**

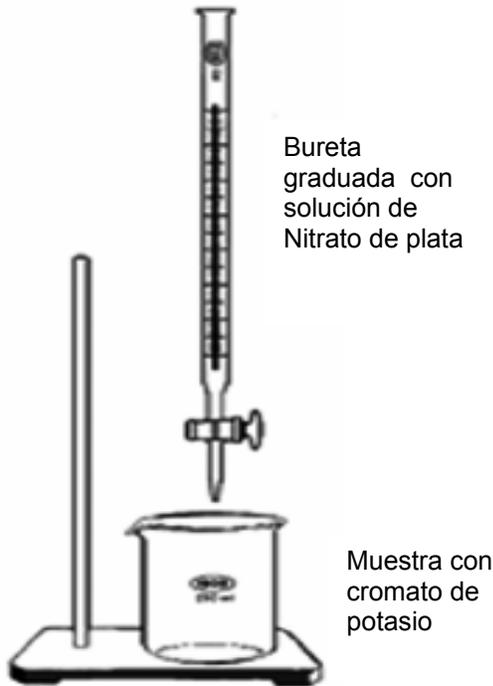
a) Determinación de sólidos sedimentables en cono Imhoff.

El cono Imhoff está construido en material plástico y tiene aproximadamente 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Se usa con la parte ancha hacia arriba y mediante graduaciones permite medir el volumen de sedimentos al cabo de un tiempo determinado, normalmente 1 hora. Se expresan en **ml/l en 1 hora**.

b) Determinación de cloruros con nitrato de plata y cromato de potasio.

El ión  $\text{Ag}^+$  reacciona con la  $\text{Cl}^-$  para formar  $\text{AgCl}$  (cloruro de plata). Cuando ya no queda ión cloruro, reacciona la plata con el ión cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), formando cromato de plata como un precipitado de color rojo.





La masa de cloruros existente se determina a través de la masa de  $\text{AgNO}_3$  (nitrato de plata) utilizada en la reacción, considerando los pesos moleculares, y la masa de  $\text{AgNO}_3$  se determina a partir del volumen de solución utilizado y la concentración, que debe ser conocida. La determinación del volumen de solución estándar, usando una bureta graduada, se denomina titulación. El  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (cromato de potasio) es el Indicador de fin de la reacción.

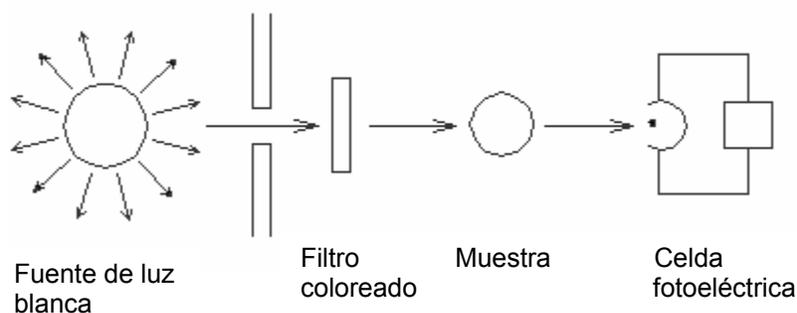
**3) Métodos colorimétricos:** En general consisten en producir una reacción con el elemento o compuesto que se desea medir para formar un compuesto coloreado. La concentración de éste se mide mediante comparación de color y se relaciona con la del compuesto a medir mediante simple correlación (curvas de calibración).

La comparación de color puede ser visual o instrumental

**Ejemplo:** determinación de cloro residual con ortotolidina o PDP.

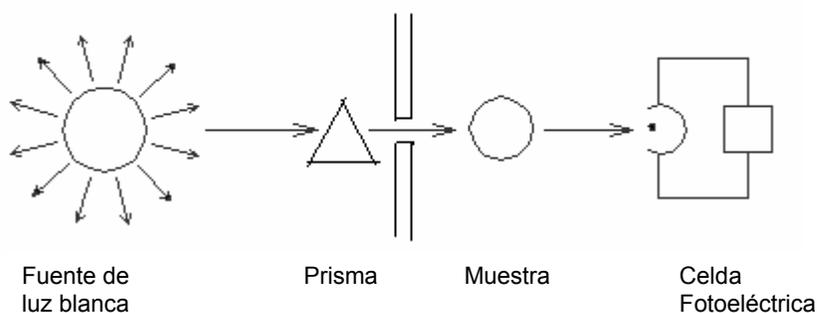
**COLORIMETRO:** Determina la absorción de color en una muestra mediante un filtro que selecciona un rango de longitudes de onda y una celda fotoeléctrica. Para cada análisis hay un reactivo que produce color y un tipo de filtro recomendado.

## COLORÍMETRO

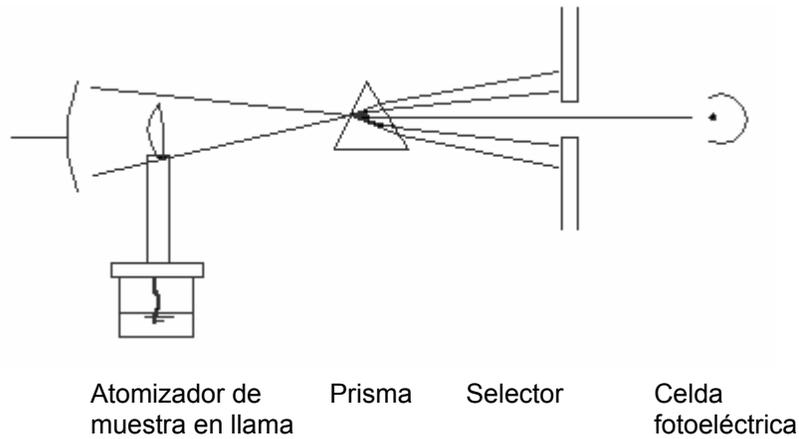


4) **Métodos instrumentales:** Se basan en diversos principios que dependen, en general de un instrumento

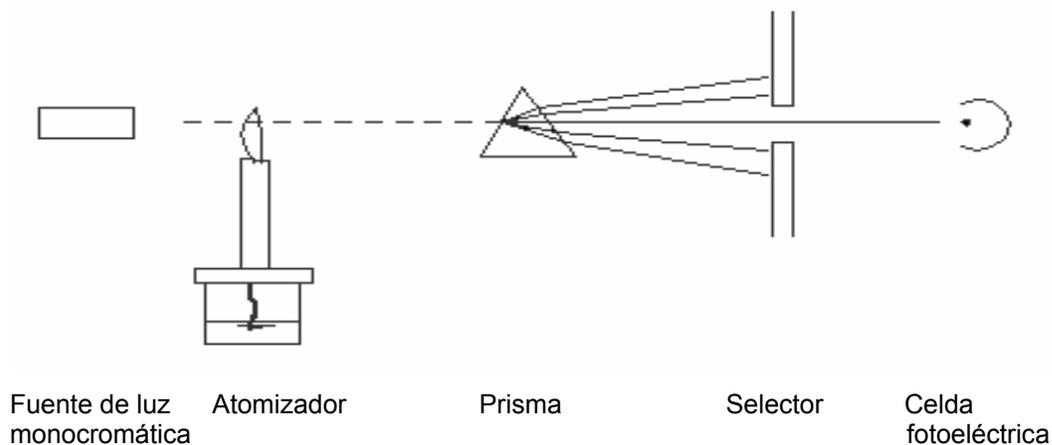
a) **ESPECTROFOTÓMETRO:** Como el colorímetro, pero en lugar de filtro tiene un prisma que permite seleccionar cualquier longitud de onda. Puede trabajar en el espectro visible (longitudes de onda en torno a  $1 \mu$ ), infrarrojo (hasta  $300 \mu$ ) o ultravioleta (hasta aproximadamente  $10^{-4} \mu$ ). Las ondas electromagnéticas tienen longitudes de onda que van desde los  $3 \cdot 10^{10} \mu$  ( $3 \cdot 10^4$  metros), para las ondas de radio de frecuencia muy baja (ULF), hasta  $3 \cdot 10^{-6} \mu$ , para los rayos gamma.



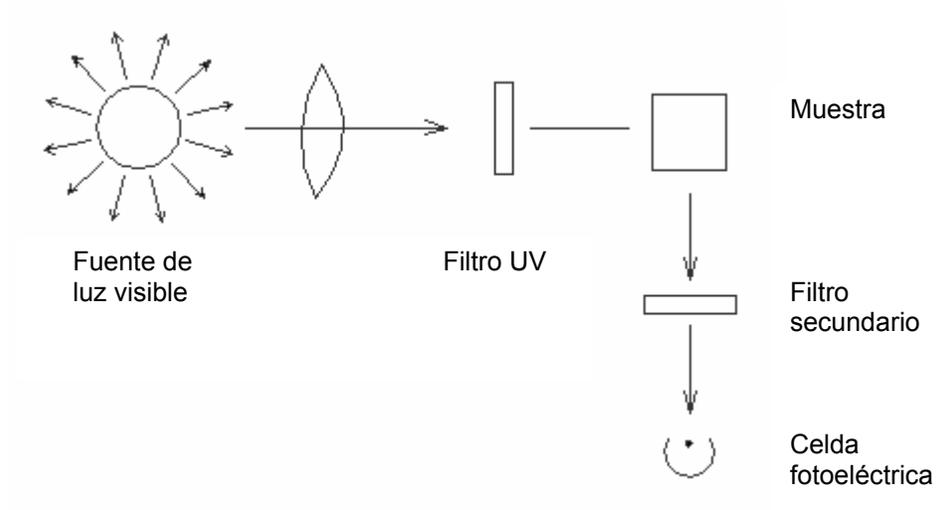
b) **FOTOMETRÍA DE LLAMA:** Se usa para determinar metales alcalinos y alcalino-térreos. Determina la intensidad lumínica emitida por el elemento en una longitud de onda específica al ser excitado en una llama.



**c) ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA:** Se utiliza para cationes, principalmente metálicos, como cobre, hierro, magnesio, níquel, cromo, cinc, mercurio, etc. Determina la cantidad de luz absorbida por una llama con elementos excitados para una longitud de onda específica. Se necesita un emisor de luz monocromática (lámpara) diferente para cada elemento que se quiere medir



**d) FLUORÓMETRO:** Mide sustancias fluorescentes, es decir, que emiten luz visible al ser iluminadas por una luz ultravioleta. Se usa principalmente para medir bajas concentraciones (del orden de  $10^{-4}$  mg/l) de trazadores ultravioleta, tales como la Rodamina B y el Pontacyl Pink.



e) **CROMATOGRAFÍA:** Puede ser de fase gaseosa y líquida y permite identificar compuestos orgánicos específicos.

