



*We help people to make good decisions.*

## Recomendaciones en uso y Mantenimiento de electrodos en pH

George Mc Guire R.  
Coordinador de Aplicaciones



# Qué es el pH?

El pH es el grado de acidez o alcalinidad que presenta una solución.

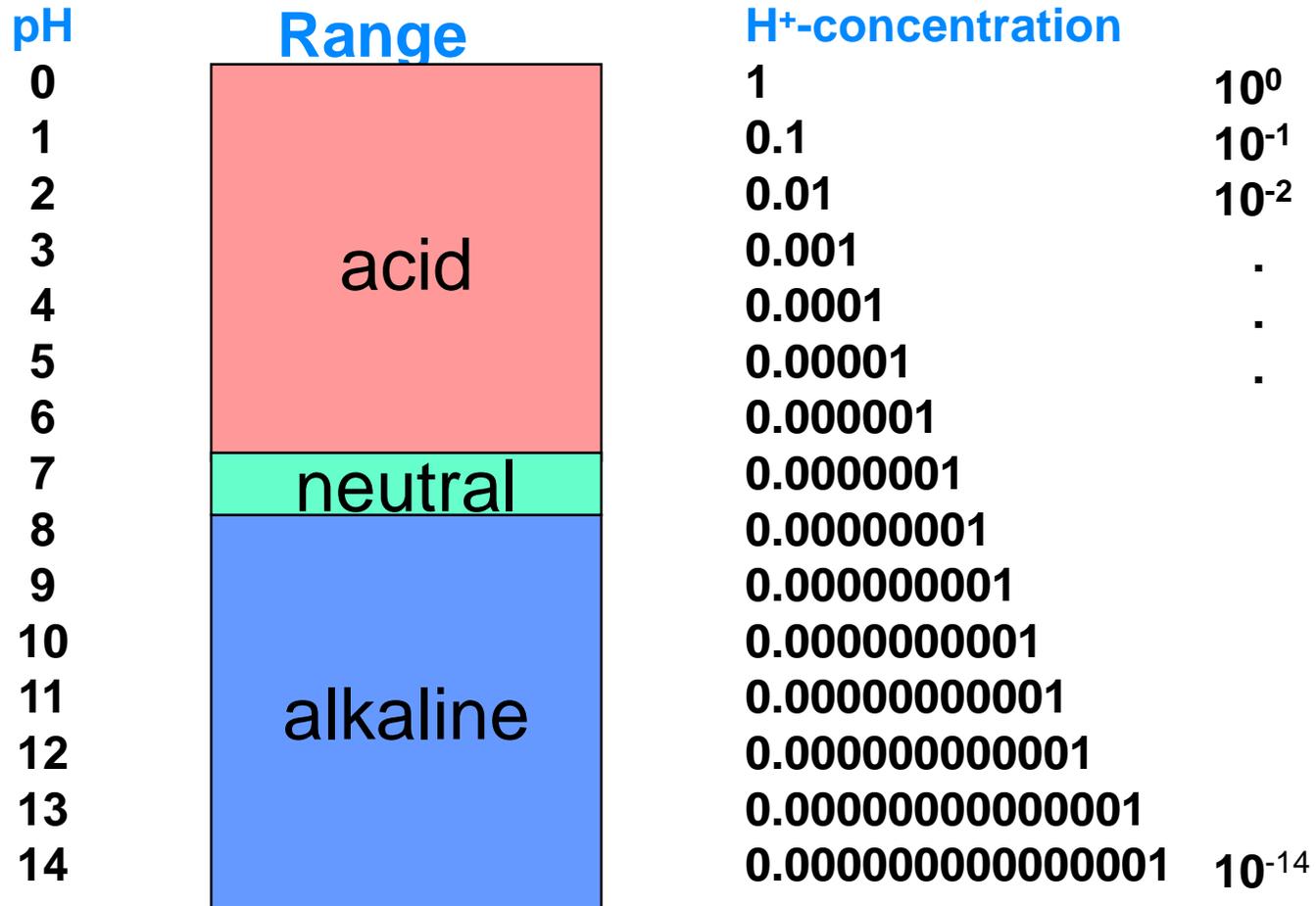
El pH se mide en una escala de 0 a 14, siendo 7 el punto neutro.

El pH se define como el logaritmo negativo de la actividad del ión hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Su medida por si sola no es indicación de la existencia de impurezas en un agua, p.e. un agua puede tener una alta carga contaminante y tener un valor de pH neutro.

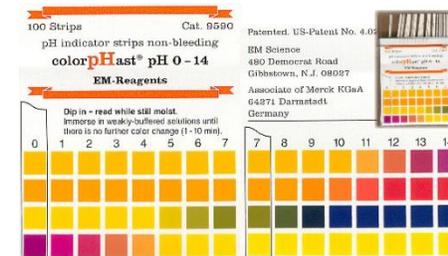
# Escala de pH



# ¿Cómo se mide el pH?

## Método Colorimétrico

Uso de indicadores, donde la coloración varía con el tiempo en función de reacciones químicas.



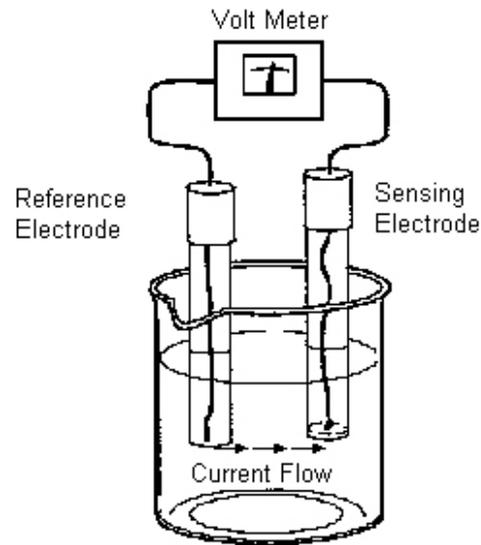
## Método Potenciométrico

Se mide la diferencia de potencial existente entre un electrodo indicador y uno de referencia sumergidos en la solución, este  $\Delta V$  es función lineal del pH, según la ley de Nerst de acuerdo a la siguiente relación:

$$E_{\text{cell}} = E_0 \pm \frac{RT}{nF} \ln[a^+]$$

# Método Potenciométrico

La medición del potencial generado por una célula electroquímica a corriente cero. El potencial generado es proporcional a la actividad termodinámica del ion que se está midiendo



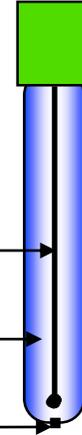
# Componentes de una celda de pH

## Electrodo de Referencia

Elemento Referencia Metal/Sal de Metal

Alta concentracion de electrolito (KCl/AgCl)

Unión tipo Puente de Sal

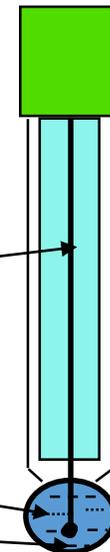


## Electrodo indicador

Elemento Interno Metál/sal del Metal (Ag/AgCl)

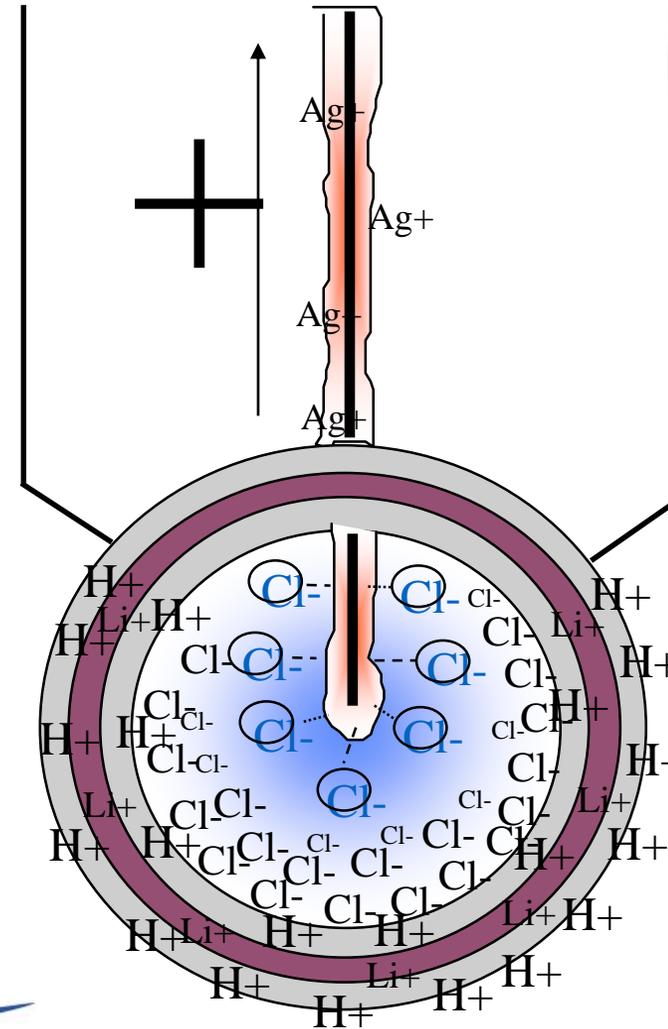
Solucion KCl (Normalmente 3.5 M)

Bulbo de cristal sensible al H<sup>+</sup>



# Principios medición de pH

- Un metal puesto en una solución de su propio ión, producirá un potencial proporcional a la actividad termodinámica de los iones en la solución.
- Una membrana delgada, separada por 2 soluciones de diferente actividad iónica generará un diferencial de potencial entre las dos superficies.

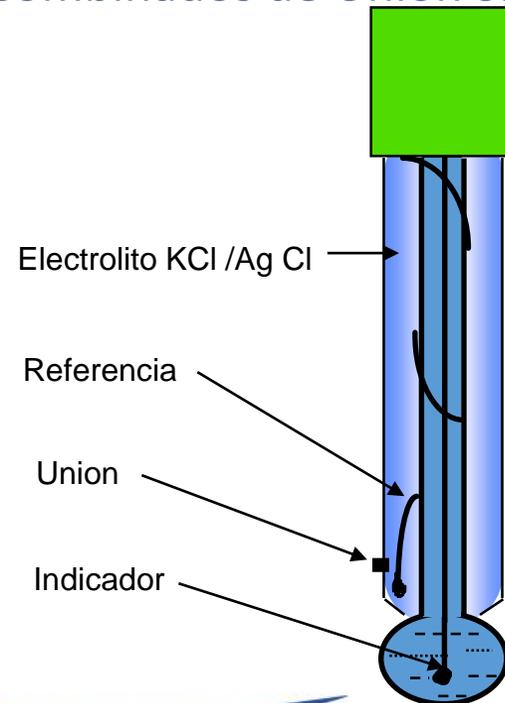


# Electrodos combinados

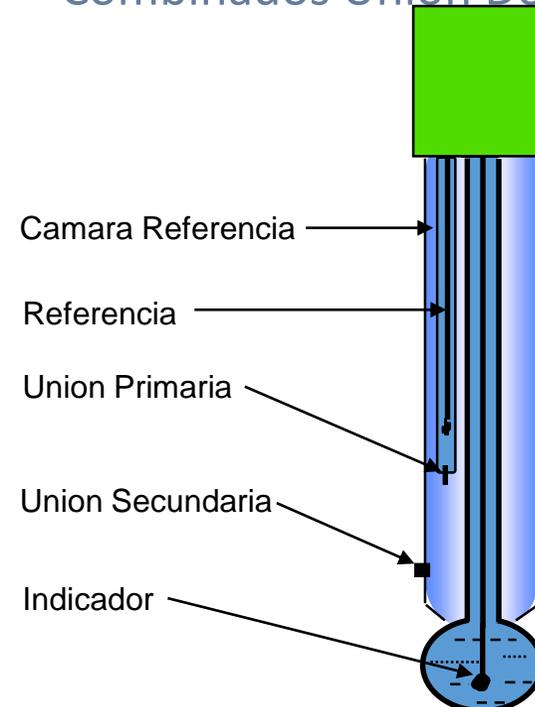
Actualmente los electrodos mas usados son combinados, donde ambos electrodos, Indicador y de Referencia se encuentran en un solo cuerpo.

Existen dos tipos de electrodos combinados:

Combinados de Unión Simple



Combinados Unión Doble

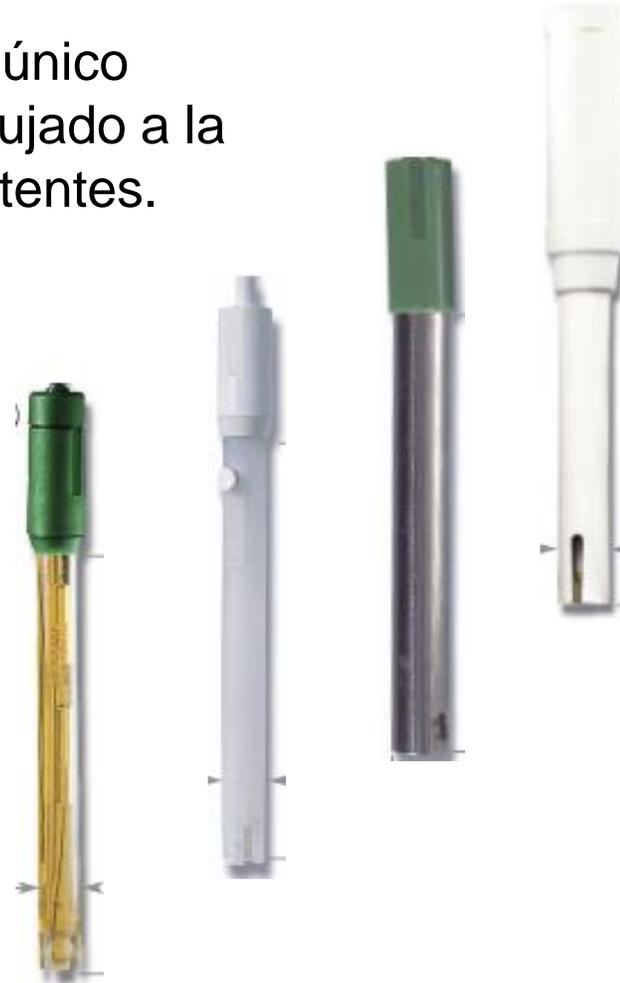


# Cuerpo del electrodo

El cuerpo más común es el de vidrio, el único problema es su fragilidad, lo cual ha empujado a la construcción de revestimientos mas resistentes.

Algunos de estos revestimientos son:

- Resina Ultem
- Kynar (PVDF)
- PVC
- Acero Inoxidable
- Titanio



# Punta del electrodo

## Punta Esférica

Se utiliza para mediciones en soluciones acuosas (líquidos en general), puesto que su esfera permite una superficie de contacto mayor.



## Punta Plana

Este tipo de puntas es ideal para medición de pH en superficies, tales como piel, papeles, etc.

## Punta Cónica

Es aplicable a semisólidos, como carnes o quesos, ya que su punta, combinada con una junta de libre difusión, permite un mayor contacto de la muestra con el electrolito de referencia.



# Cuidados del electrodo

Ya entendemos como funciona un electrodo y cuales son sus componentes, las preguntas que nos realizamos ahora son:

¿Cómo se debe cuidar un electrodo ?

¿Por qué los debemos de cuidar?

¿Cuáles son los controles sugeridos?

¿Cada cuánto debemos calibrar nuestros electrodos?



# Limpieza Electrodo de pH

Un electrodo se debe limpiar siempre debido a la alta contaminación que puede existir en las matrices a medir, incluso si de forma aparente nuestra matriz es una agua transparente y limpia “a simple vista”.

Como se indicó anteriormente un electrodo de pH (el que sea) interactúa atómicamente con su medio a medir, realizando una proporción respecto a la concentración de protones de hidrógeno y una medida de potencial al respecto, entonces nuestra pregunta es:

¿Son nuestros ojos capaces de ver esta interacción de los protones de hidrógeno y el bulbo del electrodo?, y si vamos más al fondo de nuestros problemas y aplicaciones habituales imaginemos cuando realmente vemos que nuestro electrodo está sucio, opalescente, fisurado. Sin duda esas lecturas han estado erróneas.

El comportamiento común de electrodos sucios son lecturas inestables, lentas, oscilantes (parten por ejemplo en pH 6, suben al 8, bajan al 5 etc.)

# Limpieza Electrodo de pH

## Limpieza Estandar

- Limpieza con agua destilada.
- Limpieza con solución para usos generales (HI 7061) por 15 a 30 min.
- Almacenamiento (reacondicionamiento) en solución específica (HI 70300) por lo menos 2-3 hrs.

## Limpieza Profunda

- Limpieza con agua destilada.
- Limpieza del cuerpo del electrodo con papel absorbente. (no bulbo)
- Limpieza en solución específica (HI 7077 como ejemplo) por 15 min con agitación.
- Limpieza con agua destilada.
- Limpieza con Solución para usos generales (HI 7061) por 30 min.
- Limpieza de la junta con papel abrasivo. (Personal Capacitado)
- Almacenamiento (reacondicionamiento) en solución específica (HI 70300) por lo menos 30 min.

# Evaluación potencial electrodo

- Es ya el pH una medida universalmente conocida y de esta forma existen muy pocas variables que no se consideren o sean de conocimiento público al momento de realizar una calibración para pH.
- Pero la pregunta es ¿Cuándo calibro un sistema de medición de pH en realidad estoy evaluando el correcto estado de mi electrodo?.
- La respuesta es NO
- Al calibrar lo que le indicamos a nuestro sistema de medición de pH es, “lo que estas midiendo ahora es pH 4.01, y lo que mides ahora es pH 7,01” se esta enseñando al equipo como debe medir, y usualmente nos damos cuenta que el sistema de medición de pH esta con problemas cuando “la calibración no resulta”.
- Haciendo una analogía ordinaria es como hacer partir un auto y ver que no se mueve, esa no es la forma correcta de identificar el mal funcionamiento de un auto, incluso nos atrasa e incluso perdemos dinero al momento de arreglarlo rapidamente y buscar soluciones parches.
- Se recomienda siempre realizar verificaciones y análisis previos de curvas.

# Evaluación potencial electrodo

## Offset

- 7.01 = Potencial Cero
- Los potenciales Individuales de un electrodo están afectos a ciertos errores que alteran el potencial cero, haciendo necesaria la calibración del Offset o Punto Cero.
- El ancho de la banda de mV normalmente aceptada es entre -25 a +25 mV.

## Slope

- Cambio en el potencial por unidad de pH
- Los potenciales de diferentes ElectrodoS pueden ser distintos, esto hace necesario calibrar la Pendiente.
- Los electrodos nuevos deberían tener un % de pendiente superior a 96%, después de acondicionarlo.

# Evaluación potencial electrodo

## Evaluación del Offset

- Se introduce el electrodo en solución Buffer 7.01, se observa la lectura en mV en la solución.
- La lectura teóricamente debiera ser de 0 mV +/- 25 mV

## Evaluación de la pendiente

- Se introduce el electrodo en Solución Buffer 4.01, se observa la lectura en mV, la cual teóricamente debiera ser de 177.48 mV
- Alternativamente, se puede introducir el electrodo en Solución Buffer 10.01, se observa la lectura en mV, la cual teóricamente debiera ser de - 177.48 mV
- Se realiza el siguiente calculo...

# Cálculo % pendiente

Por ejemplo, idealmente, se puede tener:

Buffer 7.01: 0 mV

Buffer 4.01: 177.48 mV

$$\% \text{ Pendiente} = \frac{\text{mV pH 4} - \text{mV pH 7}}{1.7748}$$

Aplicado a nuestros valores teóricos:

$$\% \text{ Pendiente} = \frac{177.48 - 0}{1.7748} = 100 \%$$

Criterio de Aceptación según el % de Pendiente

***% Pendiente > 96 %: Electrodo Nuevo***

***% Pendiente > 90 %: Electrodo en buenas condiciones***

***85 % < % Pendiente < 90 % : Se requiere tratamiento de limpieza***

***% Pendiente < 85 %: Malas condiciones***

# Cuidados con la calibración

- La calibración debe ser realizada por lo menos a dos puntos Y la periodicidad dependerá DE LOS PROCEDIMIENTOS INTERNOS DE CADA EMPRESA, nosotros como proveedores podemos recomendar, pero eso tiene mucho que ver con la importancia de la medición de pH en proceso, por ejemplo si el pH indica el punto final de un procesos final para comercializar, este valor sin duda es crítico y se debería considerar calibrar diariamente, incluso mas veces por turno, por el contrario si es solo un análisis no normado y de rutina, quizás con una vez a la semana es suficiente, pero consideremos la verificación diaria.
- Se deben usar soluciones patrón de buena calidad (certificadas), recipientes limpios y buffer representativos al rango de medición.
- Se deben realizar lavados con agua destilada entre el traspaso de un buffer a otro, sacando el exceso de agua sacudiendo el electrodo.
- Se debe considerar la T<sup>o</sup> durante la calibración.

# Almacenamiento Electrodo de pH

- Siempre se debe mantener en ambiente húmedo (no con agua), de conservarlo seco la capa activa se degrada, siendo necesario dejarlo inmerso un par de horas para restablecer el equilibrio.
- Para el almacenamiento emplear soluciones de almacenamiento específicas o en su defecto Buffer 4.0 o 7.0 “circunstancialmente” no se recomienda el uso de soluciones alcalinas sobre PH 9.0
- Nunca emplear para el almacenamiento Agua Destilada o Desionizada, lo cual provoca por osmósis la pérdida de concentración del electrolito interno.

# Efecto de la temperatura

Las Temperaturas Altas reducen la resistencia del bulbo y acortan la Vida Útil del electrodo.

*Temp. Ambiente -----> 6 meses a 1.5 años*

*90 ° C -----> 1 a 3 meses*

*120 ° C -----> 1 a 4 semanas*

# Factores que afectan mediciones en terreno

## Contaminación

El uso de electrodos con doble unión y el uso de polímeros como electrolito, frena drásticamente la difusión de contaminantes, manteniendo un potencial de referencia estable,

## Dilución

El uso de electrodos de doble unión y el uso de un volumen hasta 3 veces mayor al de referencia tradicional, vuelve irrelevante el efecto de dilución.

## Reacción Electro – Química

Los electrodos están dotados de Matching Pin elemento de acero o titanio, característica única en el mercado que evita interferencias producidas por corrientes anómalas.

## Obturación de la Unión

El uso de uniones específicas de teflón, porosa e hidrorrepelente incorporada en electrodos de membrana plana disminuye los efectos de obturación de la unión, pudiendo trabajar por periodos prolongados de tiempo sin requerir operaciones de limpieza.

# Factores que afectan mediciones en terreno

- Mala asesoría del electrodo específico para su medición.
- Nivel de flujo Insuficiente
- Acumulación de sólidos en los sensores
- Ubicación en posición horizontal de los sensores
- Falta de mediciones de cierre.

# Precauciones en la medición



SIEMPRE EN  
AGITACIÓN



ESPERAR POR  
ESTABILIZACIÓN



UNION DE  
REFERENCIA  
SUMERGIDA



ADECUADO  
ALMACENAMIENTO

# Precauciones en la medición

**edge**<sup>®</sup> Alta tecnología al alcance de todos, olvídense de los límites.

**CAL Check** Advierte al usuario si el electrodo en uso está sucio o si sus Buffers de calibración están contaminados.

**SENSOR Check** Advierte si el bulbo de pH está agrietado y / o si la unión del electrodo presenta algún tipo de problema.

**Medidor de pH/ORP HI 2002**      **Medidor de pH HI 2020**

Lleva este equipo más un pack de soluciones por un precio increíble

- pH4+ pH7+ pH10 (Certificadas)
- Solución de Almacenamiento
- Solución de Limpieza

\*No acumulable con otras promociones .  
\*Promoción válida hasta agotar stock.  
\*Pack: HI 70300L + HI 7061L + HI 7004L/C + HI 7007L/C + HI 7010L/C.

Antes \$408.390.-

Ahora \$ 326.714.-

Antes \$482.940.-

Ahora \$ 386.354.-



*We help people to make good decisions.*

***GRACIAS***



[george@hannachile.com](mailto:george@hannachile.com)



George.mcguire.hanna



**/Hannachile**  
[www.hannachile.com](http://www.hannachile.com)

