

 <p>República de Colombia DEPARTAMENTO DE SANTANDER Gobernación de Santander</p>	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	1 de 9

1. OBJETIVO

Determinar el potencial de hidrogeno (pH), en muestras de agua, usando como referencia la metodología Standar Methods SM 4500 H⁺ B.

2. ALCANCE

El método es aplicable a todas las mediciones de pH en aguas para consumo humano, natural superficial, natural subterránea y aguas para uso recreativo/estructuras similares, en las determinaciones realizadas en el LDSP Santander.

3. RESPONSABILIDAD

Será responsabilidad de:

- **Coordinador LDSP:** Aprobar el presente documento, supervisar el estricto cumplimiento de lo establecido en el mismo y avalar los resultados que de éste se generen.
- **Profesional Analista del Laboratorio:** Encargado del análisis físico químico del agua del Laboratorio Departamental de Salud Pública: aplicar las técnicas descritas en el presente manual con estándares de calidad, oportunidad y avalar los resultados que se generen del mismo.

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Calibración: proceso documentado y controlado en la cual, luego de realizados los ajustes necesarios para corregir cualquier condición fuera de tolerancia, se obtienen mediciones sobre un patrón de calibración trazable en el rango completo de operación del equipo. El resultado del proceso de calibración es restaurar/reajustar el medidor para satisfacer/superar la precisión declarada por el fabricante.

pH: Potencial de Hidrógeno. Se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrogeno. $pH = -\log[H^+]$, donde $[H^+] =$ actividad de los iones hidrogeno en mol/L a una temperatura dada.

Potenciometría: Técnica electroanalítica para determinar la concentración de una especie electroactiva en una disolución, empleando un electrodo de referencia y un electrodo de trabajo.

Soluciones reguladoras: son sistemas en los que el ion está en equilibrio con sustancias capaces de atraparlo o liberarlo. Las soluciones reguladoras tienen la cualidad de mantener su pH prácticamente constante.

	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	2 de 9

5. CONDICIONES GENERALES

Para realizar el análisis se debe contar con los elementos de protección personal adecuados (bata, guantes, pantalón largo, gafas protectoras, zapatos cerrados). Formato de verificación de uso de elementos de protección: MI-GS-RG-378 y verificar las condiciones ambientales. Formato MI-GS-RG-37.

No se deben realizar procedimientos y/o tareas para los que no está entrenado o autorizado

Disposición de residuos:

Los residuos de las muestras y de las soluciones reguladoras deben ser neutralizados y posteriormente pueden ser eliminados por el desagüe.

6. FUNDAMENTO DEL METODO DE ENSAYO

6.1 MÉTODO

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una disolución e indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias.

El pH se define como el opuesto del logaritmo en base 10 de la actividad de los iones hidrógeno; tal que:

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

Ecuación 1. Potencial de hidrógeno

En disolución acuosa, la escala de pH varía, típicamente, de 0 a 14. Son ácidas las disoluciones con pH menores a 7 y alcalinas las de pH superiores a 7. Si el disolvente es agua, el pH=7 indica la neutralidad de la disolución.

El agua pura está ligeramente ionizada y en equilibrio; el producto iónico es:

$$[H^+][OH^-] = K_w = 1,01 \times 10^{-14} \text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$[H^+][OH^-] = 1,005 \times 10^{-7}$$

Esquema 1. Equilibrio iónico del agua

Donde:

$[H^+]$ = Concentración del ión hidrógeno, (mol/L).

$[OH^-]$ = Concentración del ión hidroxilo, (mol/L).

K_w = Producto iónico del agua.

	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	3 de 9

El valor de pH se puede medir en forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro; instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno.

El pH de un agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos. Respecto a lo primero, la secuencia de equilibrios de disolución de CO₂ en un agua, y la subsiguiente disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de cualquier agua.

6. LIMITACIONES O INTERFERENCIAS

Las mediciones de pH son afectadas por la temperatura de dos maneras: los efectos mecánicos que son causados por cambios en las propiedades de los electrodos y los efectos químicos causados por cambios de equilibrio. En primer lugar, la pendiente de Nernst aumenta con el aumento de la temperatura y los electrodos tardan tiempo en alcanzar el equilibrio térmico. Esto puede causar una deriva a largo plazo en el pH.

La temperatura afecta a la medida de pH al influir en las condiciones de los equilibrios químicos y en las propiedades mecánicas del electrodo; por tanto, debe informarse la temperatura cada vez que se mida el pH.

El electrodo de vidrio es relativamente libre de interferencias como color, turbiedad, material coloidal, oxidantes y reductores, altas salinidades, excepto por presencia de sodio a pH > 10. Reduzca este error usando electrodos con bajo error de sodio

8. RECOLECCION E IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

El análisis debe realizarse preferiblemente in situ, al momento de la recolección de la muestra. Tomar una muestra representativa de 1000 mL y recolectarla en recipientes de vidrio o poliestireno perfectamente limpios; el recipiente debe enjuagarse varias veces (mínimo tres) con la misma calidad del agua que tomará como muestra, llenarse completamente (sin aire, ni burbujas de aire en el interior). La muestra debe estar completamente identificada y reportada en el acta de toma de muestra de agua MI-GS-RG-110

9. CONSERVACION DE LA MUESTRA

La muestra se almacena en recipientes de plástico (polietileno o equivalentes) o de vidrio, a temperatura de refrigeración sin ningún tipo de preservante, evitando su congelación.

La muestra debe encontrarse a temperatura ambiente al momento de realizar la medición.

	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	4 de 9

10. EQUIPOS

10.1 Materiales:

- ✓ Vasos de precipitado de 20 mL.
- ✓ Toallas de papel absorbente.
- ✓ Frascos plásticos para soluciones reguladoras y/o soluciones de referencia.
- ✓ Frasco lavador.
- ✓ Agitador magnético.

10.2 Equipos

- ✓ Potenciómetro.

11. REACTIVOS, CONTROLES Y MATERIALES DE REFERENCIA

Los reactivos deben ser de grado analítico y contar con el respectivo certificado de análisis de trazabilidad.

11.1 Reactivos:

- ✓ Agua destilada y desionizada:
- ✓ Soluciones de referencia de pH conocido y trazables al NIST con las siguientes unidades de pH 4.01; 7.01 y 10.01, y otras soluciones buffer intermedias.
- ✓ Solución de KCl para almacenamiento del electrodo KCl 3 mol/L.

12. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

12.1. Acondicionar el equipo y las soluciones buffer.

- Retirar el electrodo de la solución de conservación; lavar con agua destilada, y asegurar que esté libre de residuos que puedan afectar la lectura. Secar con un paño suave.
- Revisar que el equipo se encuentre apropiadamente conectado y/o tenga carga. Seguidamente encender y dejar estabilizar de acuerdo a las instrucciones del equipo: Instructivo de uso de equipos
- Permitir que las soluciones de verificación (pH 4- 7-10) se encuentren a temperatura ambiente.

12.2. Verificar el equipo

- Tomar aproximadamente 50mL de los buffers de pH 4, 7 y 10 (según manufactura del equipo) y realizar la verificación del equipo según el instructivo de uso y verificación del equipo.
- Registrar en el formato de Verificación de pH metro MI-GS-RG-104 y carta control, la lectura obtenida

 <p>República de Colombia DEPARTAMENTO DE SANTANDER Gobernación de Santander</p>	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	5 de 9

- En el caso de que las lecturas no cumplan el criterio de tolerancias, realizar la lectura nuevamente. Si se presentan inconvenientes, realizar la debida limpieza al electrodo, o cambiar los buffers.

12.3. Acondicionar la muestra

- Permitir que la muestra se aclimate a temperatura ambiente.
- Tomar alrededor de 50mL de muestra en un vaso de precipitado.
- Homogenizar la muestra con un agitador magnético, mediante agitación suave para reducir al mínimo la incorporación de CO₂.

12.4. Realizar la medición

- Lavar el electrodo con abundante agua destilada y secar cuidadosamente.
- Sumergir el electrodo en la muestra de tal manera que el bulbo de vidrio este completamente sumergido en la muestra, procurando que no quede en el vórtice y que no esté en contacto con el agitador magnético.
- Dejar estabilizar y realizar la lectura.
- Registrar el valor de pH de la muestra en el respectivo formato de captura de datos de pH.
- Lavar nuevamente el electrodo con agua destilada y desionizada y secarlo cuidadosamente con toallas de papel absorbente.
- Al terminar las mediciones sumergir el electrodo en solución KCl 3M o en la solución recomendada por el fabricante
- Registrar el pH de la muestra cuando la lectura sea estable en el formato de hoja de trabajo MI-GS-RG-526.
- Lavar el electrodo al terminar la medición y almacenarlo en la solución de KCl.
- Apagar el equipo.

Recomendaciones:

- Recalibrar cada dos horas cuando se trabaje períodos largos. Seguir cuidadosamente las instrucciones del manual del equipo para la calibración y el mantenimiento del potenciómetro.

13. CONTROL DE CALIDAD ANALITICO

- Ejecute la rutina de verificación del equipo pH metro según cronograma del laboratorio (una vez a la semana).
-
- Utilice siempre material limpio, siguiendo el ítem lavado de material en el Instructivo de limpieza y desinfección del laboratorio
- Realizar la medición de los buffers de control por cada lote de muestras y registrar los resultados en la carta control, la medición respectiva con el fin de determinar si

 <p>República de Colombia DEPARTAMENTO DE SANTANDER Gobernación de Santander</p>	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	6 de 9

el método funciona apropiadamente. Si algún dato se encuentra en el límite de alarma, repetir procedimiento. Si el problema continúa, informar al responsable técnico que será encargado de revisar el equipo y verificarlo nuevamente. Una vez solucionado el error, iniciar con el análisis de muestras.

14. ANALISIS Y EXPRESION DE RESULTADOS

14.1 Cálculos:

El potenciómetro da lecturas directas en unidades de pH. El resultado se reporta con una cifra decimal, ejemplo: 5,6 o 8,5 unidad de pH.

15. EMISION DEL INFORME DE RESULTADOS

Para muestras de agua para consumo humano, natural superficial, natural subterránea que en el acta de toma de muestra de agua (MI-GS-RG-110) tenga como objeto vigilancia, procedentes de los municipios categoría 4,5,6 y municipios categoría 1,2,3, con Convenio, se reportaran en la herramienta SIVICAP.

Para muestras de agua para consumo humano, natural superficial, natural subterránea que en el acta de toma de muestra de agua MI-GS-RG-110 tenga como objeto diagnóstico o ETA se reporta en el formato MI-GS-RG-293: Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano, y aguas de uso recreativo y estructuras similares, se reportan utilizando el formato: MI-GS-RG-167 Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Uso Recreativo y Estructuras Similares

16. EXAMENES COMPLEMENTARIOS

Calibración del electrodo

Se recomienda verificar la curva de calibración con una periodicidad de 3 meses y para el mantenimiento de electrodo se deben seguir las instrucciones establecidas por el fabricante.

17. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Eaton, A. & Franson, M. 2005. American water works association & water environment federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. Edición 21. Washington-U.S.A: American Public Health Association.

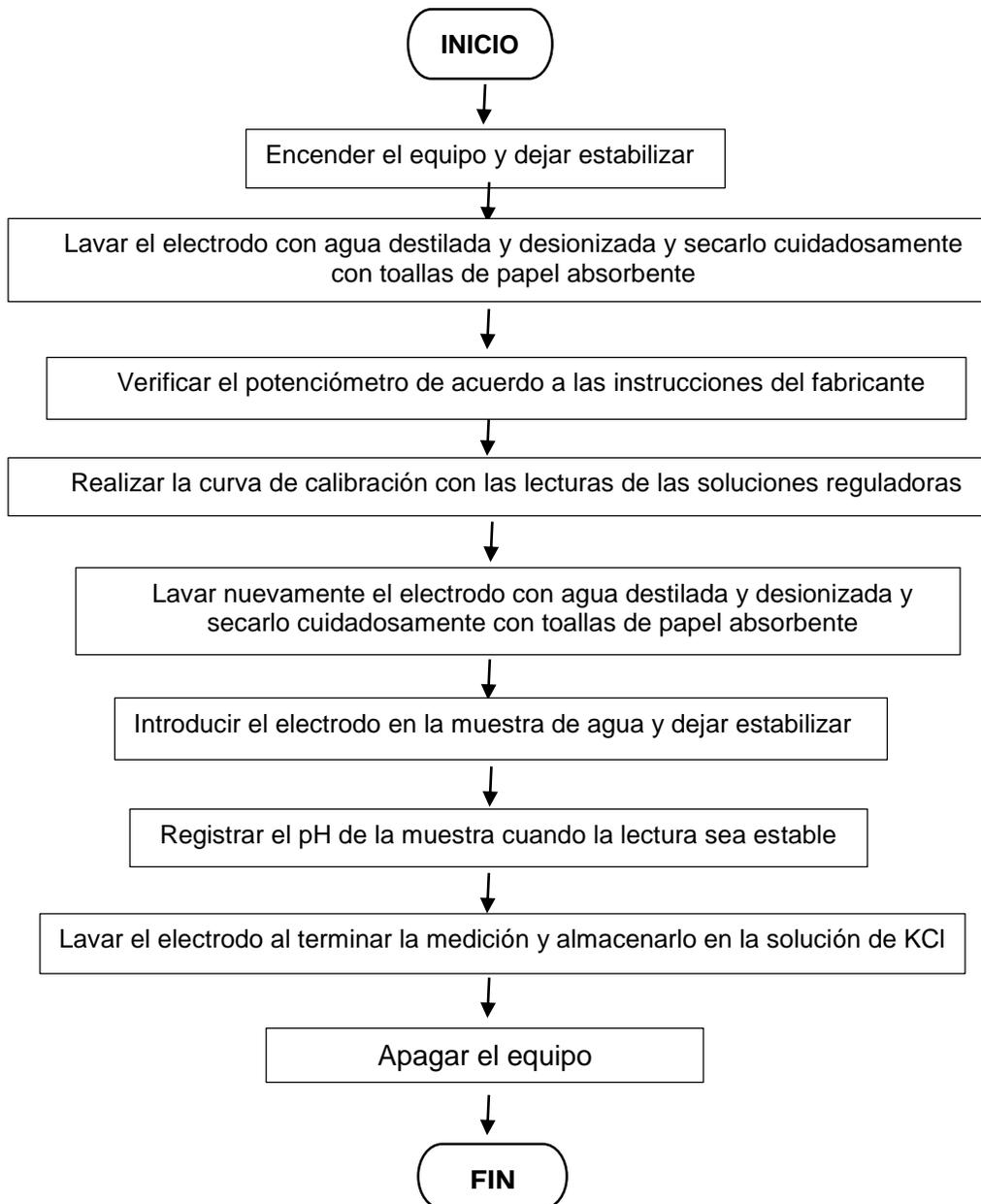
Nava G. 2011. Manual de métodos fisicoquímicos básicos para el análisis de aguas para consumo humano. Bogotá-Colombia: Programa de vigilancia por laboratorio de la calidad de agua para consumo humano-Instituto Nacional de Salud, INS. 39-44, 2011.

Standard methods for the Examination of Water and Wastewater 4500-H⁺ B (Electrometric method).

	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	7 de 9

18. ANEXOS

18.1. Diagrama 1. Procedimiento para el análisis del potencial de hidrogeno



 <p>República de Colombia DEPARTAMENTO DE SANTANDER Gobernación de Santander</p>	<p>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA.</p> <p>Laboratorio de Salud Pública</p>	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	8 de 9

18.2. Documentos asociados

Formato MI-GS-RG-378: Verificación de uso de elementos de protección.

Formato MI-GS-RG-37: Control de Temperatura y Humedad.

Formato MI-GS-RG-375: Entrega de residuos químicos para disposición final.

Formato MI-GS-RG-110: Acta de toma de muestra de agua.

Instructivo de uso de equipos.

Formatos MI-GS-RG-101: Preparación de reactivos.

Formato MI-GS-RG-107: Valoración de reactivos.

Formato MI-GS-RG-102: Verificación de balanza.

Formato MI-GS-RG-102: Verificación de agua destilada.

Formato MI-GS-RG-103: Verificación de conductividad.

Formato MI-GS-RG-103: Verificación de potenciómetro.

Formato MI-GS-RG-526: Hoja de trabajo.

Formato Carta control.

Formato MI-GS-RG-293: Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Formato: MI-GS-RG-167: Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Uso Recreativo y Estructuras Similares.

 <p>República de Colombia DEPARTAMENTO DE SANTANDER Gobernación de Santander</p>	MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN AGUA. Laboratorio de Salud Pública	CÓDIGO	MI-GS-MA-41
		VERSIÓN	0
		FECHA DE APROBACIÓN	01/09/2022
		PÁGINA	9 de 9

19 CONTROL DE CAMBIOS

CONTROL DE CAMBIOS					
VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	ELABORO	REVISO	APROBO
0	03/06/2022	Emisión inicial del documento	AURA VICTORIA BARRERA Profesional universitario Físico Químico Aguas SHYRLEY M CUCAITA Responsable técnico Físico Químico Aguas, Alimentos y Bebidas.	ALBA ROCIO ORDUZ A Líder Grupo LSP GERMAN MARIN C Director de Salud Integral DIEGO SANCHEZ BAEZ Coordinador Grupo de Apoyo a la Gestión y Calidad. CESAR ERNESTO SAENZ ARANDA Director de Planeación y Mejoramiento en Salud	JAVIER ALONSO VILLAMIZAR SUAREZ Secretario de Salud de Santander