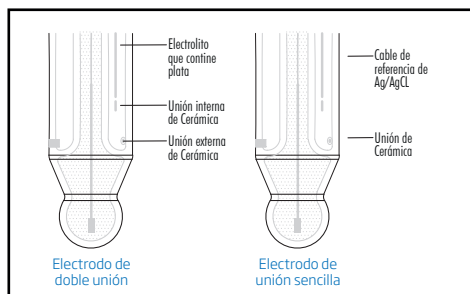


1. Unión simple vs Unión doble

Los electrodos pueden contar con dos diseños de unión; simple o doble. En los electrodos de unión simple esta sirve para poner en contacto el sistema de referencia del electrodo con la muestra. Estos electrodos son más económicos, aun así, en condiciones adversas como presión alta, temperatura alta, o soluciones muy ácidas o alcalinas el flujo positivo del electrodo a través de la unión puede revertirse, lo que resulta en el ingreso de muestra en el compartimiento de referencia. Si esto pasa, el electrodo se contaminará y lo llevará a la falla. Los electrodos de unión doble aíslan el electrodo de referencia, por lo que, si la muestra ingresa, la contaminación de los electrodos de referencia se minimiza. De la misma forma, la solución de relleno en una unión doble está libre de plata, lo que reduce el riesgo de contaminación por precipitación de plata.



Unión simple: En un electrodo de unión simple se utiliza la solución de relleno HI7071 que contiene 3.5M KCl +AgCl. Apropriada para: Los electros de unión simple son económicos e ideales para aplicaciones de propósitos generales.

Unión doble: En los electrodos de unión doble la solución de cloruro de plata se encuentra dentro de la unión interna. La cámara entre la unión interna y externa cuenta con la solución de relleno HI7082 3.5M KCl. Esta no tiene cloruro de plata, por lo que no presenta problemas de precipitaciones. Apropriada para: Los electrodos de unión doble son útiles en muestras con metales pesados o sulfatos para prevenir la contaminación de la celda de referencia.

2. Tipos de unión

La unión es el puente eléctrico entre la muestra y la celda interna de referencia. La media celda de referencia contiene una solución salina que se difunde a través de la unión en la muestra. Cualquier obstrucción en la unión dará como resultado lecturas erráticas e inestables. El tipo de unión usado en el electrodo de pH es una de las consideraciones de diseño más importantes cuando se selecciona el electrodo correcto.

Cerámica: Una unión cerámica porosa es una de las uniones más comunes. Para los electrodos de vidrio, las uniones cerámicas son las más comunes pues cuentan con un coeficiente de expansión similar y se funden fácilmente. Los electrodos pueden tener uniones de cerámica simple, doble o triple. Apropriada para: Cualquier solución acuosa. Esta es el tipo de unión más usada en laboratorios.

PFTE: Politetrafluoroetileno cuenta con propiedades hidrofóbicas que proveen una de las uniones con mayor resistencia química disponibles. Este se utiliza habitualmente con los electrodos procesos. Apropriada para: Muestras con grasas o aceites, soluciones biológicas que contienen grandes cantidades de proteínas.

Funda PTFE: Una funda en Politetrafluoroetileno rodea una abertura en la celda de referencia. Las propiedades hidrofóbicas de la funda PTFE permiten crear el sistema de prevención de obstrucciones (CPS). Apropriada para: Soluciones con un alto contenido de solidos como salas, bebidas y vino.

Abierta: Una unión abierta no cuenta con un recubrimiento. El electrodo usa un gel sólido expuesto como unión. Esta capa es libre de plata. La unión abierta tiene una tasa de flujo elevada lo que la hace ideal para semisólidos, emulsiones, y otros productos que obstruirían la unión de electrodos de pH estándar. Apropriada para: Semisólidos, emulsiones, medición directa de productos alimenticios.

3. Material del bulbo

El vidrio utilizado en los bulbos de los electrodos de pH puede darse en varios materiales.

Vidrio de propósitos generales (GP): Este tiene la mejor respuesta en todo el rango de pH con una resistencia 100 megaohms y es la formulación más usada. Apropriada para: La mayoría de las aplicaciones a temperatura entre 0 y 60°C.

Vidrio de baja temperatura (LT): Cuenta con una resistencia de 50 megaohms, menor a la de un vidrio GP. A medida que la temperatura disminuye la resistencia del vidrio incrementa. A menores temperaturas, la resistencia del vidrio de acerca a la del vidrio GP. Apropriada para: Mediciones de pH en productos fríos o refrigerados.

Vidrio de altas temperaturas (HT): Cuenta con una resistencia de 200 megaohms la cual es mayor al vidrio GP. A medida que la temperatura incrementa la resistencia disminuye. A mayor temperatura en el vidrio HT la resistencia disminuye. A mayor temperatura, la resistencia del vidrio se aproxima al vidrio GP. Apropriada para: Medición de pH en muestras sobre los 35°C. Es importante resaltar que las temperaturas elevadas tienen un efecto negativo en el bulbo de pH que se reduce al usar un vidrio HT.

Vidrio para ac. fluorhídrico (HF): El ácido fluorihídrico puede disolver el vidrio rápidamente. Los medidores Hanna que usan vidrio resistente HF para aplicaciones agresivas que cuentan iones fluoruro. Los electrodos manufacturados con este vidrio cuentan con una vida útil 10 veces mayor a los electrodos con formulaciones estándar (desde 10 a 100 días). El error alcalino es muy alto en este tipo de vidrio, por lo que no apropiado para mediciones de pH mayores de 10. Apropriada para: Rangos de pH entre 2 y 10 y para muestras con concentraciones menores a 2 g/L de fluoruros.

COMUNÍCATE CON NOSOTROS PARA MAYOR INFORMACIÓN

▼ **Santa Cruz:**
(591 3) 3116969 / (591 3) 3120130

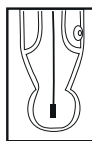
▼ **La Paz:**
(591 2) 2128418 / (591 2) 2120793

▼ **Cochabamba:**
(591 4) 412 9049

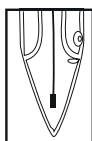
www.hannabolivia.com

4. Forma de la punta

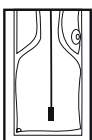
Cada bulbo de vidrio en un electrodo de pH cuenta con una forma especializada que varía de acuerdo con el propósito específico.



Esférica: Una punta esférica o bulbo redondeado es la forma más común para un electrodo de pH. Este provee una superficie amplia de contacto. Apropiado para: El bulbo esférico es ideal para muestras acuosas y se considera de propósitos generales.



Cónica: Como su nombre lo implica la punta de estos electrodos es cónica, haciéndolo ideal para medir muestras semisólidas fácilmente. Apropiado para: Un bulbo cónico es ideal para la penetración directa de semisólidos, emulsiones, jaleas, quesos, yogurt y carnes.



Punta plana: Como su nombre lo implica la punta de estos electrodos es cónica, haciéndolo ideal para medir muestras semisólidas fácilmente. Apropiado para: Un bulbo cónico es ideal para la penetración directa de semisólidos, emulsiones, jaleas, quesos, yogurt y carnes.

5. Material del cuerpo

Los electrodos de pH están formados por dos electrodos de media celda; estos son el electrodo de referencia y el electrodo indicador. Cuando las dos mitades están localizadas en un solo cuerpo, este se conoce como electrodo combinado. Cual sea el estilo que utilice el cuerpo del medidor es una consideración importante.

Vidrio: Este es resistente a muchos químicos y transfiere el calor con facilidad, por lo que alcanzar el equilibrio térmico con la muestra es muy sencillo. Apropiado para: Uso de laboratorio, general y en los que se requiera una respuesta rápida.

PEI: La polietilamida es un plástico de alto rendimiento que ofrece una excelente resistencia contra químicos agresivos. El PEI ofrece durabilidad y es una de las principales sondas en los equipos portátiles. Apropiado para: Uso en campo, educación, industria, o entornos donde la durabilidad es un requerimiento primario.

PVDF: El fluoruro de polivinilideno es un plástico grado alimenticio que permite el uso de solventes y químicos de limpieza. Cuenta con una alta resistencia a la abrasión, resistencia mecánica y al crecimiento de hongos. El PVDF ofrece una excelente durabilidad. Apropiado para: Semisólidos, emulsiones y medición directa en productos alimenticios.

Acero inoxidable: Fabricadas a partir de acero inoxidable AISI 316, este robusto material soporta elevadas concentraciones de cloruros que pueden causar corrosión.

Apropiado para: Industrias, uso ambiental, o aplicaciones robustas.

6. Rellenable vs No-rellenable

Todos los electrodos de pH tienen una solución dentro de la celda de referencia. Esta solución provee un potencial de referencia estable y los iones necesarios para completar un puente eléctrico. Esta solución puede ser rellenable o no.

Rellenable: Un electrodo de pH rellenable es uno en el que la solución de referencia puede reponerse o reemplazarse según la necesidad. Dependiendo del tipo de unión externa, la tasa en la que la solución de referencia se difunde desde el electrodo varía entre los 15 a los 50 $\mu\text{L}/\text{hora}$. Es importante entender que si cuenta con electrodo de unión simple o doble para utilizar la solución adecuada y mantener el electrodo a un nivel adecuado. Apropiado para: Uso en laboratorio, educación, o cualquier proceso que requiera una larga vida útil y respuesta rápida.

Electrodos de gel (no rellenables): Un electrodo relleno de gel también es conocido como un electrodo de pH libre de mantenimiento. Dentro de estos electrodos se encuentra una solución viscosa. El gel no requiere reponerse, pero se agota sobre la vida útil del electrodo. A este punto, el electrodo deberá remplazarse. Apropiado para: Campo, educación, o donde se requiere de un diseño robusto.

7. Tipo de conexión del electrodo.

Todos los electrodos de pH tienen una solución dentro de la celda de referencia. Esta solución provee un potencial de referencia estable y los iones necesarios para completar el puente eléctrico entre la unión y la muestra. La solución interna de los electrodos de pH puede ser rellenable o no.

BNC: La conexión BNC es un tipo de conector universal. Cualquier medidor de pH que cuente con un conector BNC puede usar un electrodo de pH sin importar el fabricante. Apropiado para: medidores de pH con conectores BNC.

DIN: Los DIN o multipines son exclusivos (específicos del fabricante) y solo pueden ser usadas para un medidor compatible. Las ventajas del conector DIN son los cables adicionales para la compensación de temperatura incorporada, sensor, amplificador, y/o matching pin. Apropiado para: medidores de pH que están diseñados para un electrodo específicos.

DIN Quick Connect: Este es un conector DIN que permite una conexión rápida, a prueba de agua, y conexión segura sin tener que ajustar. Este tipo de conexión es exclusivo al medidor. Apropiado para: medidor de pH diseñada para un electrodo específica.

Digital 3.5 mm: Este estilo de conexión de cuatro polos se usa con los electrodos de pH digitales. Estos transfieren los datos de la medición de manera digital desde el electrodo al medidor. Este estilo es específico para el medidor. Apropiado para: medidores de pH diseñados para electrodos específicos.

Hanna realizó esta guía como una referencia rápida de buenas prácticas. Recuerde siempre consultar el manual de instrucciones o contactar a su asesor para detalles e instrucciones específicas.

COMUNÍCATE CON NOSOTROS PARA MAYOR INFORMACIÓN

▼ Santa Cruz:
(591 3) 3116969 / (591 3) 3120130

▼ La Paz:
(591 2) 2128418 / (591 2) 2120793

▼ Cochabamba:
(591 4) 412 9049

www.hannabolivia.com

pH Electrode Reference Guide

Guía de abreviación

Esférica (S)	Vidrio (G)
Cónica (C)	Plástico (P)
Plana (F)	Metal (M)

Aplicación	Electrodos recomendados	Forma de la punta	Material del cuerpo	Referencia única	Doble referencia	Unión de tela	Unión de cerámica	Unión abierta	Electrolito viscoleno	Electrolito en gel	Electrolito KCl 3.5M	Electrolito KCl 35M AgCl	Recargable	Sensor de temperatura
Ácidos, Fuerte	HI1043B/P	S	G	•	•						•		•	
	HI10430*	S	G	•	•						•		•	•
Alcalina, fuerte	HI2111B (half-cell) + HI5311	S	P/G	•	•						•			
Acuarios	HI1332B/P	S	P	•	•						•		•	
Bases, Fuerte	HI1043B/P	S	G	•	•						•		•	
	HI10430*	S	G	•	•						•		•	•
Cerveza	HI1131B/P/D	S	G	•	•							•	•	•
	HI11310*	S	G	•	•						•		•	•
	HI11311*	S	G	•	•						•		•	•
	FC214D	S	M	•	•					•				•
Biotechnología (<100 µl)	HI1083B/P	S	G	•				•	•					
Calderas y Torres	HI72911D	F	M	•			PTFE			Polymer				•
Queso	FC242D	C	M	•			•		•					•
	FC240B	C	M	•				•	•					
Químicos	HI1332B/P/D	S	P	•	•						•		•	
Conductividad, baja	HI1053B/P	C	G	•	•							•	•	
	HI10530*	C	G	•	•						•		•	•
Conductividad, alta	HI1043B/P	S	G	•	•						•		•	
	HI10430*	S	G	•	•						•		•	•
Cremas	FC210B	C	G	•				•	•					
	FC220B	S	G	•			•					•		
	FC911B	S	P	•	•						•		•	
Productos lácteos	HI2031B	C	G	•			•					•	•	
	FC200B/S	C	P	•				•	•					
	FC240B	C	M	•				•	•					
	FC201D, FC202D	C	P	•				•	•					•
	FC2100*	C	G	•				•	•					•
	FC2020*	C	P	•				•	•					•
	FC260B (half-cell)	S	G											
Emulsiones	HI1053B/P	C	G	•			•					•	•	
	HI10530*	C	G	•			•				•		•	•
	HI1612D	C	G	•			•					•	•	•
	HI1413B	F	G	•				•	•					
	HI1414D	F	G	•				•	•					•
Grasas y cremas	HI1053B/P	C	G	•			•					•	•	
	HI10530*	C	G	•			•				•		•	•
Tubos de ensayo	HI1331B	S	G	•			•					•	•	
Fluoruro, Muestras con	HI1143B	S	G	•			•				•		•	
Industria de alimentos (Uso general)	FC100B	S	P	•	•						•		•	
	FC911B	S	P	•	•						•		•	
Alimentos, semisólido	FC201D, FC202D	C	P	•				•	•					•
	FC200B/D	C	P	•				•	•					

* electrodo específico edge®

COMUNÍCATE CON NOSOTROS PARA MAYOR INFORMACIÓN

▼ Santa Cruz:
(591 3) 3116969 / (591 3) 3120130

▼ La Paz:
(591 2) 2128418 / (591 2) 2120793

▼ Cochabamba:
(591 4) 412 9049

www.hannabolivia.com

Guía de referencia de electrodos de pH

Guía de abreviación

Esférica (S)	Vidrio (G)
Cónica (C)	Plástico (P)
Plana (F)	Metal (M)

Aplicación	Electrodos recomendados	Forma de la punta	Material del cuerpo	Referencia única	Doble referencia	Unión de tela	Unión de cerámica	Unión abierta	Electrolito viscoleno	Electrolito en gel	Electrolito KCl 3.5M	Electrolito KCl 3.5M AgCl	Recargable	Sensor de temperatura
Frutas	FC200B/D	C	P	•				•	•					
	FC230B	C	P	•				•	•					
	FC202D	C	P	•				•	•					
Jugos de frutas, orgánicos	FC220B	S	G	•			•					•	•	
	FC911B	S	P		•		•				•		•	
	HI10430*													
Cerveza	HI1131B/P/D													
	HI11310*													
	HI11311*													
	FC214D													
Bioteconología (<100 µl)	HI1083B/P	S	G	•				•	•					
Calderas y Torres	HI72911D	F	M		•		PTFE			Polímero			•	
Queso	FC242D	C	M	•			•		•					•
	FC240B	C	M	•				•	•					
Químicos	HI1332B/P/D	S	P		•		•				•		•	
Conductividad, baja	HI1053B/P	C	G		•		•					•	•	
	HI10530*	C	G		•		•				•		•	•
Conductividad, alta	HI1043B/P	S	G		•		•				•		•	
	HI10430*	S	G		•		•				•		•	•
Cremas	FC210B	C	G		•			•	•					
	FC220B	S	G	•			•					•		
	FC911B	S	P		•		•				•		•	
Productos lácteos	HI2031B	C	G	•			•					•	•	
	FC200B/S	C	P	•				•	•					
	FC240B	C	M	•				•	•					
	FC201D, FC202D	C	P	•				•	•					•
	FC2100*	C	G		•			•	•					•
	FC2020*	C	P		•			•	•					•
	FC260B (half-cell)	S	G											
Emulsiones	HI1053B/P	C	G	•			•					•	•	
	HI10530*	C	G		•		•				•		•	•
	HI1612D	C	G	•			•					•	•	•
	HI1413B	F	G	•				•	•					
	HI1414D	F	G	•				•	•					•
Grasas y cremas	HI1053B/P	C	G	•			•					•	•	
	HI10530*	C	G		•		•				•		•	•
Tubos de ensayo	HI1331B	S	G	•			•					•	•	
Fluoruro, Muestras con	HI1143B	S	G		•		•				•		•	
Industria de alimentos (Uso general)	FC100B	S	P		•		•				•		•	
	FC911B	S	P		•		•				•		•	
Alimentos, semisólido	FC201D, FC202D	C	P	•				•	•					•
	FC200B/D	C	P	•				•	•					

* electrodo específico edge®

COMUNÍCATE CON NOSOTROS PARA MAYOR INFORMACIÓN

▼ Santa Cruz:
(591 3) 3116969 / (591 3) 3120130

▼ La Paz:
(591 2) 2128418 / (591 2) 2120793

▼ Cochabamba:
(591 4) 412 9049

www.hannabolivia.com

Guía de referencia de electrodos de pH

Guía de abreviación

Esférica (S)	Vidrio (G)
Cónica (C)	Plástico (P)
Plana (F)	Metal (M)

Aplicación	Electrodos Recomendados	Forma de la punta	Cuerpo Material	Referencia Única	Doble referencia	Unión de tela	Unión de cerámica	Cruce abierto	Electrolito viscoso	Electrolito en gel	Electrolito KCl 3.5M	Electrolito KCl 3.5M AgCl	Refillable	SMART	Sensor de temperatura	Amplificador	Presión (bar)
Frutas	FC200B/D	C	P	•				•	•								0.1
	FC230B	C	P	•				•	•								0.1
	FC202D	C	P	•				•	•						•	•	0.1
Jugos de frutas, orgánicos	FC220B	S	G	•			•					•	•				0.1
	FC911B	S	P	•			•					•	•			•	0.1
Congelado, Semi	FC230B	C	P	•				•	•								0.1
Jamón y Embutidos	FC200B/D	C	P	•				•	•								0.1
	FC202D	C	P	•				•	•						•	•	0.1
	FC230B	C	P	•				•	•								0.1
Horticultura y viveros	HI1053B/P	C	G	•			•					•	•				0.1
	HI1292D	C	G	•			•					•	•		•	•	0.1
Humedad, alta	FC911B	S	P	•			•					•	•			•	0.1
Hidrocarburos	HI1043B/P	S	G	•			•					•	•				0.1
	HI10430*	S	G	•			•					•	•		•	•	0.1
Laboratorio (uso general)	HI1131B/P/D	S	G	•			•					•	•				0.1
	HI1230B/D	S	P	•			•			•							2
	HI1217D	S	P	•			•			•					•	•	2
	HI1610D	S	G	•			•					•	•		•	•	0.1
	HI1332B/P/D	S	P	•			•					•	•				0.1
	HI11310*	S	G	•			•					•	•		•	•	0.1
	HI11311*	S	G	•			•					•	•		•	•	0.1
	HI12300*	S	P	•			•			•					•	•	2
	HI12301*	S	P	•			•			•					•	•	2
	HI1291D	S	P	•			•			•					•	•	2
Cuero	HI1413B	F	G	•				•	•								0.1
	HI1414D	F	G	•				•	•						•	•	0.1
Carnes	FC230B	C	P	•				•	•								0.1
	FC400B	C	P	•				•	•								0.1
	FC232D	C	P	•				•	•					•	•	•	0.1
	FC201D, FC202D	C	P	•				•	•					•	•	•	0.1
	FC2320*	C	P	•				•	•					•	•	•	0.1
Leche y yogur	FC200B/D	C	P	•				•	•								0.1
	FC100B	S	P	•			•					•	•				0.1
	FC101D	S	P	•			•					•	•		•	•	0.1
	FC210B	C	G	•				•	•								0.1
	FC213D	C	G	•				•	•						•	•	0.1
	FC201D, FC202D	C	P	•				•	•					•	•	•	0.1
	FC2100*	C	G	•				•	•						•	•	0.1
	FC2020*	C	P	•				•	•						•	•	0.1
Monitoreo, continuo	HI1135B	S	G	•			•					•	•				3
	HI1611D	S	G	•			•			•					•	•	2
Tubos de RMN	HI1093B	S	G	•				•	•								0.1
Pinturas	HI1043B/P	S	G	•			•					•	•				0.1

COMUNÍCATE CON NOSOTROS PARA MAYOR INFORMACIÓN

▼ Santa Cruz:
(591 3) 3116969 / (591 3) 3120130

▼ La Paz:
(591 2) 2128418 / (591 2) 2120793

▼ Cochabamba:
(591 4) 412 9049

www.hannabolivia.com